

**Министерство обороны Российской Федерации**  
**Федеральное государственное казенное военное образовательное**  
**учреждение высшего образования «Военная академия радиационной,**  
**химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза**  
**С. К. Тимошенко (г. Кострома)»**



## **МАТЕРИАЛЫ**

**Всероссийской научно-методической конференции**  
**«СОВРЕМЕННАЯ ПЕДАГОГИКА И НАУЧНЫЕ**  
**ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ»**

**(Кострома, 12 февраля 2022 года)**

## **PROCEEDINGS**

**of the All-Russian Scientific and Methodological Conference**  
**"MODERN PEDAGOGY AND SCIENTIFIC RESEARCH**  
**IN AN EDUCATIONAL ORGANIZATION HIGHER EDUCATION"**

**(Kostroma, February 12, 2022)**



Состав редакционной коллегии: кандидат технических наук, доцент Шутова Анастасия Геннадьевна; профессор, доктор технических наук, Кузнецова Наталья Сергеевна; доцент, кандидат технических наук, доцент Титова Ульяна Юрьевна.

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор Корабельников А.Р.,  
доктор технических наук, доцент Кузнецова Н.С.,  
доктор технических наук, доцент Секованова Л.А.,  
доктор технических наук, профессор Мищенко А.В.,  
доктор химических наук, профессор Морозик Ю.,  
кандидат биологических наук, доцент Болдаков А.М.,  
кандидат технических наук, доцент Болдакова И.В.,  
кандидат технических наук, доцент Донец С.,  
кандидат химических наук, доцент Казак Е.В.,  
кандидат химических наук, доцент Каюков А.П.,  
кандидат химических наук, доцент Башарин Ю.В.,  
кандидат физико-математических наук, доцент Сухов А.К.,  
кандидат химических наук, доцент Дрига В.,  
кандидат педагогических наук, доцент Калачева Т.Н.,  
кандидат технических наук, доцент Титова У.Ю.,  
кандидат физик-математических наук, доцент Широков М.С.,  
кандидат технических наук, доцент Шутова А.Г.,  
кандидат химических наук, доцент Цветков А.А.  
кандидат педагогических наук, доцент Селезнева О.В.,  
кандидат химических наук, доцент Свиридов А.В.,  
кандидат технических наук, доцент Зайцева К.В.,  
кандидат технических наук, доцент Мамаева Н.А.,  
доцент Смирнова А.И.,  
старший преподаватель Салахутдинова З.Г.,  
старший преподаватель Рогачева Е.Ю.,  
преподаватель Егорова С.Н.,  
преподаватель Цветкова Т.Д.

«Современная педагогика и научные исследования в образовательной организации высшего образования» Сборник докладов очно-заочной научно-методической конференции. – Кострома: Издательство «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко», 2022. – 937 с.

В сборник включены материалы докладов очно-заочной научно-методической конференции «Современная педагогика и научные исследования в образовательной организации высшего образования» (ВА РХБЗ, 2022 г).

Сборник предназначен для научно-педагогических работников высших и средних профессиональных учебных заведений.

**ТЕКСТЫ ДОКЛАДОВ ПРИВЕДЕНЫ В АВТОРСКОЙ РЕДАКЦИИ.**

© Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко, 2022

© Коллектив авторов, 2022.

# СЕКЦИЯ 1. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАД ПО МАТЕМАТИКЕ И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

## SECTION 1. METHOD OF PREPARATION AND CARRYING OUT OF OLYMPIAD ON MATHEMATICS AND NATURAL SCIENTIFIC DISCIPLINES

---

УДК 510.21

**Е. С. Астапова**

Дальневосточное высшее общевойсковое командное ордена Жукова  
училище имени Маршала Советского Союза К. К. Рокоссовского,  
г. Благовещенск  
*yastapova@mail.ru*

### МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ К ОЛИМПИАДЕ В АСПЕКТЕ ИНТЕГРИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ

В статье рассматриваются некоторые проблемы подготовки по математике обучающихся в школе и вузах с точки зрения общефилософских подходов, анализируются сложности подготовки обучающихся в высшем военном училище к участию в олимпиадах по математике всероссийского уровня. Анализируются методические приёмы изложения некоторых тем тригонометрии, введения в анализ, дифференциального исчисления, теории симметрии, а также проблемные ситуации выполнения научных исследований курсантами.

**Ключевые слова:** методика подготовки, углубленное изучение математики, математика в научных исследованиях.

**E. S. Astapova**

Far East Higher Combined Arms Command Military School  
named after K. K. Rokossovsky, Blagoveshchensk  
*yastapova@mail.ru*

### STUDENTS TRAINING METHODS FOR THE OLYMPIAD IN THE ASPECT OF INTEGRATING SCIENTIFIC RESEARCH AND ADVANCED STUDY OF MATHEMATICS

Some problems of students mathematics training have been examined from the point of view of general philosophical approaches. The article analyzes the difficulties problems of higher military school students training in to participate in the Olympic Games of the All-Russian level. The methodical methods of presentation of some topics of trigonometry, introduction to analysis, differential calculus, symmetry theory, as well as problematic situations of scientific research by cadets are analyzed.

**Keywords:** methods of training, advanced study of mathematics, mathematics in scientific research.

Подготовка курсантов военного училища к математическим олимпиадам – процесс сложный и одновременно интересный, преподносящий совершенно неожиданные удивительные сюрпризы, связанные с их предшествующей обучению в военном вузе школьной подготовкой. В течение 11 лет обнаруживались у сильных курсантов пробелы в элементарных знаниях тригонометрии, теории пределов, планиметрии и др. В результате анализа рассуждений курсантов на семинарах и сопоставления их с текстами школьных учебников возникает желание поделиться мыслями о наболевшем. При этом склоняю голову с почтением перед педагогами-методистами авторами учебников, цитаты из которых приводятся ниже. С пониманием и уважением отношусь к их труду по созданию учебников. Мои же размышления вызваны лишь стремлением понять курсанта и помочь ему усвоить материал с одновременным ощущением всей красоты и гармонии прекрасной науки математики.

Великий педагог и математик Хинчин Александр Яковлевич говорил: «Наше желание – по мере возможности придать в школьном обучении каждому термину то значение, которое ему свойственно в современной науке, понятно и не нуждается в оправданиях» [1, с. 9]. Говорил он эти слова в первой половине прошлого столетия. Приведу несколько определений, теорем и пояснений из современных учебников. В учебнике «Алгебра и начала математического анализа. 10-11 классы» Мордковича А. Г. формулируется теорема [2, с. 21]:

**Теорема. Точки  $M(a;b)$  и  $P(b;a)$  симметричны относительно прямой  $y = x$ .**

Чуть выше размещены размышления о симметрии [2, с. 21]:

... если пара чисел  $(x; y)$  удовлетворяет уравнению  $y = f(x)$  или эквивалентному уравнению  $x = f^{-1}(y)$ , то уравнению  $y = f^{-1}(x)$  удовлетворяет пара чисел  $(y; x)$ . Поэтому график функции  $y = f^{-1}(x)$  получается из графика функции  $y = f(x)$  с помощью преобразования плоскости  $xOy$ , переводящего точку  $(x; y)$  в точку  $(y; x)$ . Этим преобразованием, как мы сейчас докажем, является симметрия относительно прямой  $y = x$  (биссектрисы I и III координатных углов).

Ученику 10 класса понятно, о чём идёт речь. Сравним с определениями из другого учебника. В главе XIII «Движение» учебника «Геометрия. 7–9 классы» можно прочитать:

- «... осевая симметрия представляет собой отображение плоскости на себя» [3, с. 287],
- «Осевая симметрия обладает следующим важным свойством – это отображение плоскости на себя, которое сохраняет расстояние между точками» [3, с. 288],
- «... движение плоскости – это отображение плоскости на себя, сохраняющее расстояние» [3, с. 289],
- «... наложение – это отображение плоскости на себя» [3, с. 291],
- «Параллельный перенос является движением, т.е. отображением плоскости на себя, сохраняющим расстояния» [3, с. 294].

Ученику 9 класса предлагается «самостоятельно убедиться в том, что центральная симметрия плоскости также представляет собой отображение плоскости на себя» [3, с. 288].

После прочтения главы «Движение» возникло тревожное смутное ощущение невозможности восприятия важного общепhilosophического категориального понятия *симметрии*. Совсем другое ощущение возникает после прочтения ряда статей о кристаллах, опубликованных в 70–80-е годы в номерах журнала

«Квант», – ощущение прекрасного геометрического совершенства, обусловленного симметрией. Один из организаторов первых школьных математических олимпиад известный геометр и математический кристаллограф Делоне Борис Николаевич, автор одной из первых работ по практическому приложению теории чисел в кристаллографии, говорил: «Кристаллограф в силу постоянного общения с кристаллами уже интуитивно является геометром» [4, с. 11]. Происходит это потому, что образ кристалла зачаровывает и поражает гармонией, основа которой есть симметрия.

Ни один курсант, имеющий баллы ЕГЭ в пределах 76–84, не смог ответить на вопросы о симметрии, наложении, движении. При анализе функции, определении «чётности-нечётности» курсанты затрудняются построить графики, симметричные относительно оси симметрии или центра симметрии. Возможно, текст главы XIII следовало разнообразить симметричными фигурами, способствующими зрительному интуитивному восприятию тех понятий, которые невозможно определить точно на элементарном уровне? Или следуя совету Хинчина А. Я. «придать в школьном обучении каждому термину то значение, которое ему свойственно в современной науке», дополнить главу сведениями из научно-популярных статей «Кванта», в которых о сложном говорится простым понятным, но строгим математическим языком? Или без большого ущерба изъять 13 страниц текста из учебника [3, с. 287–299]? В последних предложениях неслучайно стоят знаки вопроса, автор ни в коей мере не умаляет достоинств учебника по геометрии, а лишь пытается обозначить проблему.

Неожиданным сюрпризом были ответы курсантов на вопросы: «Что изучает тригонометрия? Определите понятие *синус числа*». Каждый курсант брал карандаш и рисовал единичную окружность, а далее приводил несвязные обрывочные размышления об ординате и абсциссе. Обратились к источнику.

Четвёртый и пятый параграф учебника «Алгебра и начала математического анализа. 10-11 классы» Мордковича А. Г. называются «Числовая окружность» и «Числовая окружность на координатной плоскости» соответственно и занимают

22 страницы учебника [3, с. 23–44]. На странице 44 определяется понятие *синуса числа* и *косинуса числа* [3]:

**Определение 1.** Если точка  $M$  числовой окружности соответствует числу  $t$ , то абсциссу точки  $M$  называют косинусом числа  $t$  и обозначают  $\cos t$ , а ординату точки  $M$  называют синусом числа  $t$  и обозначают  $\sin t$ .

И далее определение понятий *синус числа* и *косинус числа* поясняется графически на рисунке 47 учебника (рис.1) [3, с. 45].

Этому рисунку предшествует описание [3, с.44]:

Итак (рис. 47),

если  $M(t) = M(x; y)$ , то  $x = \cos t$ ,  $y = \sin t$ .

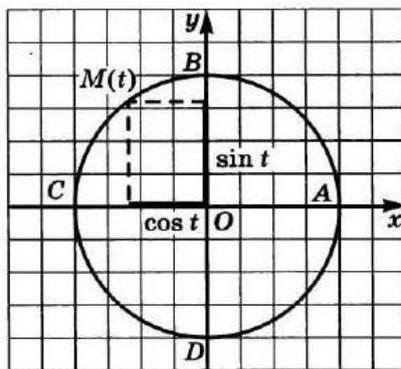


Рис. 47

Рис. 1 Рисунок 47 из учебника Мордковича А. Г.

Авторы учебника выбрали в преподавании тригонометрии абстрактно-дедуктивное направление: в начале изложения раскрывается понятие тригонометрических функций общего аргумента на всей числовой оси, а затем приводятся приложения, например, задачи на решение прямоугольного треугольника, в которых требуется понимание тригонометрии только острого угла. Обратимся к истории вопроса. Это направление было развито в дореволюционной России, в программе мужских гимназий 1890 года, такая система была положена в основу учебников по тригонометрии конца XIX века (Рыбкин Н. А., Шапошников Н. А., Злотчанский П. И. и др.) [5, с. 3]. По результатам анализа педагогического опыта

было доказано, что такая система не является эффективной, так как «не соответствует психологии развивающегося мышления учащегося и полностью не соответствует историческому ходу развития тригонометрии» [5, с. 3].

Позже было предложено конкретно-индуктивное направление изложения: на основе практических задач изложение тригонометрии острого угла, затем обоснование недостаточности данного ограничения для решения более сложных практических задач и переход к тригонометрии обобщённого аргумента. Таким образом, конкретно-индуктивное направление постепенно переходило в дедуктивное. Уже программы училищ 1907 года основаны на второй системе. Появились учебники Глазенапа С. П., Билибина Н. И., Кильдюшевского Н. П., Слетова Н. П., Мрочка В. Р. [5, с. 4].

Не совсем понятно, зачем возвращаться к первой системе изложения. После многочисленных дискуссий было показано, что целесообразно придерживаться следующей методики преподавания тригонометрии: на первом этапе осваивать начальную тригонометрию острого угла, на втором – основной курс тригонометрии действительного числа. В конце 60-х годов появились прекрасные учебники по тригонометрии, например, авторов Андропова И. К., Окунева А. К. «Начальная тригонометрия острого угла на основе практических задач» (1959 г.) и «Основной курс тригонометрии, развиваемый на целесообразных задачах» (1960 г.) [5, 6].

Курсант, не очень понимавший в школе определений основных терминов тригонометрии, с удовольствием изучает историю создания и развития тригонометрии, легко усваивает основные понятия, теоремы и с удивлением шепчет, что быстро и просто на нескольких страницах изложено то, что он никак не мог уяснить в школе.

И опять риторические вопросы: «Зачем менять проверенное десятилетиями? Может для школьника будет понятнее определение терминов, изложенное из соотношений сторон в треугольнике? А затем уже использовать дополнение для любого числа и использование модели числовой окружности?» Отмечу, что

задача этих вопросов – привлечение внимания к проблеме, но ни в коем случае не критика.

Не буду останавливаться на сюрпризах, связанных с понятием логарифма и логарифмической функции, а также с логарифмическими уравнениями и неравенствами. В 70-е годы в школьную программу включили элементы математического анализа. Процесс происходил за счёт уменьшения часов на изучение разделов алгебры. Это привело к тому, что элементарные элементы алгебры среднестатистический школьник не успевает усваивать, а элементы высшей математики не воспринимает на должном высоком уровне.

Курсант не понимает, почему  $(\sin x)' = \cos x$ , доказательство с помощью понятия *предела* заводит в тупик вследствие отсутствия чёткого определения этого понятия в школьных учебниках. Понятие производной функции невозможно понять без теории пределов, теорию пределов невозможно понять без теории бесконечно малых. Как же справиться со всем этим? Может быть, в общеобразовательной школе следует учить элементарную математику, а элементы высшей математики оставить для высшей школы?

Курсанты термин «бесконечно малая» объясняют с указанием на размеры этой величины, а не характеристику способа изменения величины. Они не воспринимают динамический характер и переменность предельных переходов и бесконечно малых величин. Далее приведу несколько цитат, с которыми трудно не согласиться.

«Если школьник выходит из школы с представлением о бесконечно малой величине как о чём-то ничтожно малом, недостойном внимания, или ещё хуже – как о каком-то диковинном числе, которое меньше любого положительного числа и в то же время всё-таки не нуль, то задача высшей школы будет весьма усложнена; прежде чем дать такому ученику дальнейшее развитие, она должна будет заняться выветриванием из его сознания представлений и навыков, противоречащих современным научным концепциям.» [1, с. 60].

В качестве одного из методических приёмов предлагается следующее: «Если, например, в качестве исходной иллюстрации выбрать процесс безграничного удвоения числа сторон вписанного в данную окружность многоугольника и

изучать это явление во всех его деталях, то учащиеся сразу будут иметь перед своим взором большое число участвующих в одном и том же процессе переменных величин самого разнообразного поведения: длина стороны, величина внутреннего угла, величина внешнего угла, периметр, апофема, сумма внутренних углов, сумма внешних углов и т. д. Здесь будут и бесконечно малые, и бесконечно большие, и постоянные, и величины с положительными пределами. Никак не следует жалеть времени на столь детальное изучение одного примера, так как воспитательный эффект такого изучения намного превысит то, что могло бы получиться в результате рассмотрения десятка разрозненных искусственных и лишённых наглядности примеров.» [1, с. 65].

Курсант военного вуза в соответствии с программой обучения обязан выполнять научно-исследовательскую работу. Кроме обязательных этапов: постановки задачи, определения целей, применения общелогических методов индукции и дедукции, анализа и синтеза, аналогии и моделирования курсант в процессе выполнения работы сталкивается с необходимостью решать сложные математические задачи. Так, при выполнении исследований радиационной стойкости конструкционных материалов, применяемых в оболочках атомных реакторов, для определения степени разрушения курсант должен решить уравнение Фредгольма II рода, применить многомерный метод наименьших квадратов с последующими итерациями для уточнения параметров элементарных ячеек Бравэ, использовать различные методы аппроксимации функций при описании рентгенодифракционных профилей и т. д., то есть использовать весь арсенал знаний, которых, к сожалению недостаточно не только элементарных, но и по высшей математике. Каким образом преподаватель должен поступать в условиях ограниченности по времени? Методика подготовки курсантов к олимпиаде с одновременным участием членов команды в выполнении научных исследований предполагает решение задач высшей математики, поставленных в рамках научных изысканий, с одновременным повторением неусвоенного школьного материала в условиях быстротечности времени и непредсказуемости будней военного училища. Это, в свою очередь, влечёт за собой использование схематичного краткого изложения теоретического материала с последующим разбором олимпиад-

ных задач и задач научной работы. В таких условиях сложно подготовить высококвалифицированного специалиста: курсанты, участвующие в олимпиадах Всеармейского уровня, изучали математику в количестве 90 часов, то есть на такие разделы как теория пределов, дифференциальное исчисление, интегральное исчисление, теория рядов отводилось по 6 или 8 часов, иногда 10 или 12, что катастрофически недостаточно для глубоких знаний. При этом отдельным курсантам удавалось решать олимпиадные задачи на 10 баллов.

Нет сомнений в том, что школьные математические основы знаний должны быть в обязательном порядке изложены с позиции современной науки, математические термины не должны упрощаться, а тем более искажаться в трактовке для школьников, иначе невозможно подготовить специалиста высшей квалификации. Количество часов математики целесообразно увеличить во всех уровнях образования.

### **Библиографический список**

1. Хинчин А. Я. Педагогические статьи: вопросы преподавания математики. Борьба с методическими штампами. / А. Я. Хинчин. М.: Комкнига, 2006. – 208 с.; – Библиогр.: с. 197-203. – 150 экз. – ISBN 5-484-00531-0.

2. Мордкович А. Г. Алгебра и начала математического анализа. 10-11 классы. В 2 ч. Ч. 1.: Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений (базовый уровень) / А. Г. Мордкович. – 14-е изд., стер. – М.: Мнемозина, 2013. – 400 с., ил. ISBN 978-5-346-02410-1.

3. Атанасян Л. С. Геометрия. 7-9 классы: учеб. для общеобразоват. организаций. / Л. С. Атанасян, В. Ф. Бутузов, С. Б. Кадомцев и др. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 2014. – 383 с., ил.; – ISBN 978-5-09-032008-5.

4. Галиулин Р. Как устроены кристаллы. / Р. Галиулин // Квант. – 1983. – № 11. – С.10–16.

5. Андронов И. К. Тригонометрия острого угла на основе практических задач. / И. К. Андронов, Окунев И. К. – М.: Учпедгиз, 1959. – 99 с.

6. Андронов И. К. Основной курс тригонометрии, развиваемый на целесообразных задачах. / И. К. Андронов, Окунев И. К. – М.: Учпедгиз, 1960. – 366 с.

**М. А. Бодунов<sup>1</sup>, В. В. Гончаров<sup>2</sup>, В. В. Даншин<sup>3</sup>**  
Военная академия ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Балашиха  
*m.a.bodunov@mail.ru<sup>1</sup>*  
*v\_v\_goncharov@mail.ru<sup>2</sup>*  
*vdanshin1@gmail.com<sup>3</sup>*

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ К ОЛИМПИАДАМ ПО МАТЕМАТИКЕ КУРСАНТОВ ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РАКЕТНЫХ ВОЙСК СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИМЕНИ ПЕТРА ВЕЛИКОГО**

Современная система военного профессионального образования должна ориентировать курсантов не только на усвоение ими определенной суммы знаний, но и развитие их познавательных и творческих способностей. Участие курсантов военного вуза в олимпиадах по математике различного уровня повышает качество подготовки военного инженера, выявляет одаренных курсантов, формирует кадровый потенциал для научно-исследовательской деятельности. В статье рассматриваются особенности подготовки и формирования сборной команды академии для участия во Всеармейской олимпиаде по математике среди военных вузов. Предлагается методика выявления и отбора наиболее подготовленных курсантов в сборную команду академии.

**Ключевые слова:** предметная олимпиада, отбор участников, целенаправленная подготовка.

**M. A. Bodunov<sup>1</sup>, V. V. Goncharov<sup>2</sup>, V. V. Danshin<sup>3</sup>**  
The Military Academy of Strategic Rocket Troops  
after Peter the Great, Balashikha  
*m.a.bodunov@mail.ru<sup>1</sup>*  
*v\_v\_goncharov@mail.ru<sup>2</sup>*  
*vdanshin1@gmail.com<sup>3</sup>*

## **SOME ASPECTS OF PREPARATION FOR THE SUBJECT COMPETITION IN MATHEMATICS OF CADETS AT THE MILITARY ACADEMY OF STRATEGIC ROCKET TROOPS AFTER PETER THE GREAT**

The modern system of military vocational education should orient cadets not only to assimilate a certain amount of knowledge, but also to develop their cognitive and creative abilities. The participation of cadets of a military university in subject competition in mathematics of various levels improves the quality of training of a military engineer, identifies gifted cadets, and forms the personnel potential for research activities. The article discusses the features of the preparation and formation

of the academy's national team to participate in the All-Army Olympiad in mathematics among military universities. The method of identification and selection of the most trained cadets in the national team of the academy is proposed.

**Keywords:** subject competition in mathematics, selection of participants, task-oriented training.

Развитие науки и техники ставит перед высшим военным образованием одну из приоритетных задач: подготовку высококвалифицированных специалистов готовых и способных ответить на все вызовы современности. Для этого система образования должна обеспечить обучающемуся не только усвоение определенной суммы знаний, но и развитие его личности, познавательных и творческих способностей. Одной из эффективных форм научно-исследовательской и воспитательной работы при подготовке военного инженера является проведение и участие в олимпиадах по математике различного уровня.

В военных образовательных учреждениях на инженерных специальностях, в гражданских вузах с повышенной математической подготовкой, зачастую обучаются курсанты и студенты, хорошо освоившие школьную программу, но привыкшие при решении математических задач действовать строго по алгоритму. Им трудно самим придумать новый способ решения задачи, применить свои знания в новой или нестандартной ситуации. Отсутствие этих навыков пагубно сказывается и на изучении других дисциплин, в том числе специальных, и на инженерной деятельности в целом.

В связи с этим особенно важным становится не только поиск творчески одаренных обучающихся, способных показать высокие результаты на олимпиадах различного уровня, но и привлечение к олимпиадному движению как можно более широкого круга курсантов, особенно тех, кто раньше считал, что олимпиады – это для других, более способных и успешных.

Кафедра математики академии уделяет большое внимание этой задаче не только с целью повышения интеллектуального развития и математической подготовки курсантов, но и отбора кандидатов в сборную команду академии для участия во Всеармейских олимпиадах по математике.

Качество подготовки сборной команды к олимпиаде напрямую зависит от начального уровня подготовки курсантов. Идеальной является ситуация, когда кандидат уже имеет неплохие знания по школьной математике, так как в конкурсных заданиях по высшей математике зачастую используются задачи, которые возможно выполнить, только обладая знаниями геометрии, тригонометрии, алгебры, арифметики в объеме школьной программы.

Работу по подбору кандидатов [1] кафедра ведет как в ходе набора курсантов на первый курс обучения, так и в течение первого года обучения:

- в ходе изучения документов абитуриентов;
- в личном общении с абитуриентами, отобранными по документам;
- в личном общении и проверке знаний зачисленных в академию курсантов;
- в проверке знаний курсантов в ходе занятий и олимпиад, проводимых кафедрой по дисциплине «Высшая математика» на первом курсе.

В ходе изучения документов абитуриентов обращается внимание на сведения об участии абитуриента в олимпиадах по математике, на количество набранных баллов на едином государственном экзамене. Идеальной является ситуация, когда кандидат в сборную команду на протяжении учебы в школе занимался в профильном физико-математическом классе.

Олимпиады по математике, проводимые в ВА РВСН имени Петра Великого, предусматривают отдельные наборы задач для курсантов первого и старших (начиная со второго) курсов. Обычно это задачи, имеющие короткие решения, которые используют стандартные методы в нестандартной ситуации. Следует отметить, что наряду с задачами, требующими освоение математического анализа, линейной алгебры, аналитической геометрии, в вариантах олимпиад присутствуют и задачи, доступные школьнику. Обычно эти задачи и вызывают наибольшую трудность.

Отсутствие навыков логического мышления, неспособность проделывать простейшие преобразования высказываний и оценивать результаты своей деятельности – проблемы многих, даже способных курсантов. Алгоритмическое

мышление – это то, что имеет на входе большинство курсантов военных технических вузов. Преодолеть привычку к алгоритмизации, развить творческое инженерное мышление, помогает в частности подготовка и участие в олимпиадах. Решение олимпиадных задач помогает более глубокому усвоению математическому анализу, аналитической геометрии и линейной алгебры.

Подготовка к олимпиадам по математике ВА РВСН имени Петра Великого предусматривает участие курсантов в работе семинара по решению олимпиадных задач, включение этих задач в программу экзаменов и коллоквиумов, рассмотрение на лекциях и практических занятиях большого количества теоретических задач, примеров и контрпримеров. Работа семинара по решению нестандартных задач построена таким образом, что курсанты не только решают задачи прошлых олимпиад, но и обсуждают полученные решения. Следует отметить, что прекрасными пособиями для подготовки курсантов к олимпиаде являются сборник «Математический анализ в задачах и упражнениях» в 3-х томах издательства Московского университета [2–4], «Сборник задач по математическому анализу» в 3-х томах под редакцией Кудрявцева Л.Д. [5–7] и другие пособия, предназначенные для студентов технических университетов с расширенной программой по математике [8–9].

Обсуждение других способов, методов и приёмов решения – это возможность усвоить математические приёмы, накопить опыт решения нестандартных задач, сформировать умение творчески применить полученные знания на олимпиаде. Ещё одним способом научиться решать нестандартные задачи является конструирование задач. Умение составлять нестандартные задачи свидетельствует о культуре мышления и хорошо развитых математических способностях. Так, например, при подготовке к олимпиаде по математике, проводимой в 2020 году филиалом Военной академии РВСН (г. Серпухов), курсантами, членами сборной академии по математике, была подготовлена следующая задача по аналитической геометрии.

Задача: Задана прямая:  $y = 2x - 1$  и точки  $A(4; 5)$  и  $B\left(\frac{53}{5}; \frac{69}{5}\right)$ .

Найти такую точку  $C$  на прямой, чтобы угол  $ACB$  был наибольшим.

Решение:

1) Найдем уравнение прямой  $AB$

$$AB: \frac{x-4}{\frac{53}{5}-4} = \frac{y-5}{\frac{69}{5}-5} \Rightarrow \frac{(x-4)5}{53-20} = \frac{(y-5)5}{69-25} \Rightarrow \frac{x-4}{3} = \frac{y-5}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4x - 3y - 1 = 0 \quad (AB).$$

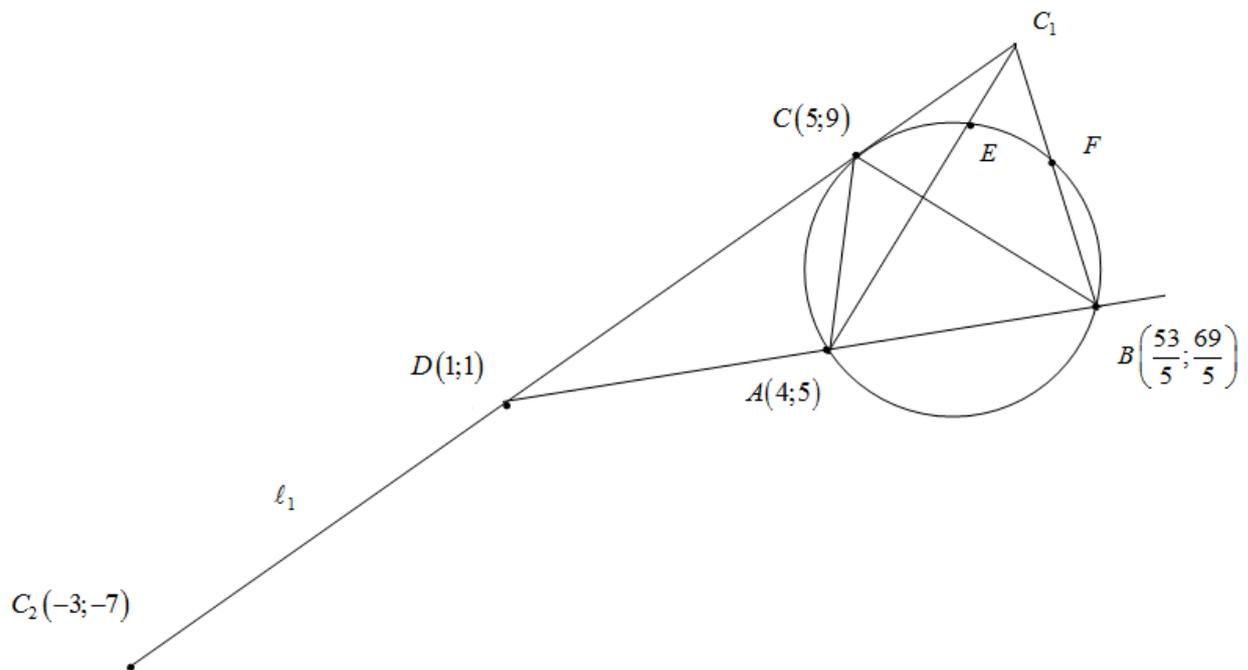


Рис. 1 Расчетная схема

2) Угол  $ACB$  будет наибольшим в том случае, если точка  $C$  есть точка касания прямой  $l_1$  и окружности, проведенной через точки  $A$  и  $B$

$$\angle ACB = \frac{1}{2} \overset{\cup}{AB}, \quad \angle AC_1B = \frac{1}{2} \left( \overset{\cup}{AB} - \overset{\cup}{EF} \right).$$

3) Найдем точку пересечения прямых  $AB$  и  $l_1$ :

$$\begin{cases} y = 2x - 1 \\ 4x - 3y - 1 = 0 \end{cases} \Rightarrow 4x - 3(2x - 1) - 1 = 0 \Rightarrow 2x = 2 \Rightarrow \begin{cases} x = 1 \\ y = 1 \end{cases} \Rightarrow D(1; 1).$$

По свойству касательной и секущей, проведенных из одной точки  
 $CD^2 = DA \cdot DB$ ,

$$DA = \sqrt{(4-1)^2 + (5-1)^2} = 5, DB = \sqrt{\left(\frac{53}{5} - 1\right)^2 + \left(\frac{69}{5} - 1\right)^2} = \sqrt{\frac{48^2 + 64^2}{25}} = 16 \Rightarrow CD^2 = 5 \cdot 16 = 80,$$

$$\begin{cases} CD^2 = (x_C - 1)^2 + (y_C - 1)^2 = 80 \\ y_C = 2x_C - 1 \end{cases} \Rightarrow (x_C - 1)^2 + (2x_C - 1 - 1)^2 = 80 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (x_C - 1)^2 + 4(x_C - 1)^2 = 80 \Rightarrow 5(x_C - 1)^2 = 80 \Rightarrow (x_C - 1)^2 = 16.$$

$$\begin{cases} x_{C_1} = 5 \\ x_{C_2} = -3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y_{C_1} = 9 \\ y_{C_2} = -7 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} C_1 = (5; 9) \\ C_2 = (-3; -7) \end{matrix}.$$

4) Определим, какой из углов будет наибольшим:

$$\begin{matrix} \overline{CA} = (-1; -4) \\ \overline{CB} = \left(\frac{28}{5}; \frac{24}{5}\right) \end{matrix} \Rightarrow \cos(\angle AC_1B) = \frac{-1 \cdot 28 - 4 \cdot 24}{\sqrt{17} \cdot \sqrt{\frac{28^2 + 24^2}{25}}} = -\frac{124}{17\sqrt{5} \cdot 4} = -\frac{31}{17\sqrt{5}},$$

$$\begin{matrix} \overline{C_2A} = (7; 12) \\ \overline{C_2B} = \left(\frac{68}{5}; \frac{104}{5}\right) \end{matrix} \Rightarrow \cos(\angle AC_2B) = \frac{7 \cdot 68 + 12 \cdot 104}{\sqrt{\frac{68^2 + 104^2}{25}} \cdot \sqrt{193}} = \frac{1724}{193 \cdot 4 \cdot \sqrt{5}} = \frac{431}{193\sqrt{5}}.$$

Так как

$$\begin{matrix} \cos(\angle ACB) < 0 \Rightarrow \angle ACB - \text{тупой} \\ \cos(\angle AC_2B) < 0 \Rightarrow \angle AC_2B - \text{острый} \end{matrix} \Rightarrow \angle ACB - \text{наибольший угол}.$$

Ответ:  $C(5; 9)$

При планировании семинаров по решению олимпиадных задач для курсантов первого курса учитывается основная программа курсов высшей математики. Задачи подбираются таким образом, чтобы можно было показать применение уже изученных теорем, разобрать все тонкости формулировок и доказательств, обосновать допустимость применения различных приемов решения конкретных задач. С другой стороны, рассматривается достаточно много задач, приемов и методов, например, комбинаторных, не требующих знаний математики на уровне высшей школы, но, тем не менее, плохо известным курсантам военных вузов, не принимавшим участие в школьных олимпиадах. К работе с первокурсниками привлекаются курсанты старших курсов, уже имеющих опыт участия в олимпиадах. Этот опыт полезен и самим старшекурсникам, так как позволяет им постоянно обращаться к тому материалу, который они изучили ранее, обобщать и систематизировать свои знания и умения.

Подготовку и участие в олимпиадах кафедра математики ВА РВСН имени Петра Великого рассматривает как часть единого процесса подготовки военных инженерных кадров, воспитания вдумчивого специалиста, не боящегося трудностей, способного творчески подходить к решению стоящих перед ним задач, умеющего смело выдвигать гипотезы и критически относиться к полученным результатам.

### **Библиографический список**

1. Астафьева Л. К., Емелина И Д., Павлова Н. В. Методика формирования и подготовки сборной команды училища для участия в международной олимпиаде по математике среди военных вузов // Международный научно-исследовательский журнал. 2020, т.96, в.6, с.76–80.

2. Виноградова И.А. Математический анализ в задачах и упражнениях: в 3-х т. Том 1: Дифференциальное и интегральное исчисление /И.А. Виноградова, С.Н. Олехник, В.А. Садовничий. – Москва: Изд-во Московского университета, МЦНМО, 2018. – 412 с.

3. Виноградова И. А. Математический анализ в задачах и упражнениях: в 3-х т. Том 2: Ряды и несобственные интегралы / И. А. Виноградова, С. Н. Олехник, В. А. Садовничий. – Москва: Изд-во Московского университета, МЦНМО, 2018. – 480 с.

4. Виноградова И. А. Математический анализ в задачах и упражнениях: в 3-х т. Том 3: Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы / И. А. Виноградова, С. Н. Олехник, В. А. Садовничий. – Москва: Изд-во Московского университета, МЦНМО, 2018. – 256 с.

5. Кудрявцев Л. Д. Сборник задач по математическому анализу: в 3-х т. Том 1. Предел. Непрерывность. Дифференцируемость / Л. Д. Кудрявцев, А. Д. Кутасов, В. И. Чехлов, М. И. Шабунин. – Москва: ФИЗМАТЛИТ. 2019. – 496 с.

6. Кудрявцев Л. Д. Сборник задач по математическому анализу: в 3-х т. Том 2. Интегралы. Ряды. / Л. Д. Кудрявцев, А. Д. Кутасов, В. И. Чехлов, М. И. Шабунин. – Москва: ФИЗМАТЛИТ. 2003. – 504 с.

7. Кудрявцев Л. Д. Сборник задач по математическому анализу в 3-х т. Том 3. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных. / Л. Д. Кудрявцев, А. Д. Кутасов, В. И. Чехлов, М. И. Шабунин. – Москва: ФИЗМАТЛИТ. 2003.–505 с.

8. Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. Ижевск. НИЦ РХД. 2000.–176 с.

9. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В. Е. Гмурман. – Москва: Высшая школа, 2004. – 472 с.

УДК 37.026.9

**О. А. Валеева**

Военная академия материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулева «Вольский военный институт  
материального обеспечения», г. Вольск  
*valeevafedorova@yandex.ru*

**ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ КЕЙС-МЕТОДА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ  
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ**

В данной статье рассматривается одна из самых эффективных интерактивных образовательных технологий, основанных на деятельностном и личностно-ориентированном подходе, casestudy. Описана история возникновения и развития кейс-метода и его применение на занятиях по статистике и высшей математике как средства развития творческого потенциала обучающихся, стимулирования их способностей к саморазвитию и самообразованию.

**Ключевые слова:** кейс-метод, образовательная технология, метод анализа конкретных ситуаций, вводная часть кейса, информационная часть кейса.

**O. A. Valeeva**

Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev  
«Volsky Military Institute of Material Support», Volsk  
*valeevafedorova@yandex.ru*

## **HISTORY OF THE CASE METHOD DEVELOPMENT AND ITS APPLICATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS**

This article discusses one of the most effective interactive educational technologies based on activity-based and personality-oriented approaches, case study. The history of the emergence and development of the case method and its application in statistics and higher mathematics classes as a means of developing the creative potential of students, stimulating their abilities for self-development and self-education is described.

**Keywords:** case method, educational technology, method of analysis of specific situations, introductory part of the case, information part of the case.

Одной из основных задач военного вуза, как и любого другого, является подготовка специалистов, которые способны своевременно и компетентно реагировать на происходящие в профессиональной и иных сферах жизни изменения. Работодатели предъявляют к выпускникам вузов такие требования как развитое аналитическое мышление, высокие способности и мотивацию к самообразованию. Математические дисциплины как нельзя лучше отвечают этим целям. На практике же существует множество проблем, препятствующих полноценному и эффективному развитию указанных качеств у обучающихся. Здесь можно особо отметить слабую базовую математическую подготовку абитуриентов, а также поверхностное изучение математики в вузе по причине недостаточного количества аудиторных часов, отводимых учебным планом, с одной стороны, и большим объемом материала, содержащегося в учебной программе, с другой. Однако развитие у курсантов таких компетенций как способность применять математи-

ческий аппарат, методы анализа и математического моделирования, теоретического исследования при решении профессиональных задач, можно достигнуть, если более полно и продуманно применять в образовательном процессе личностно-ориентированные интерактивные технологии обучения. Одной из таких технологий является casestudy (кейс-метод).

Кейс-метод как образовательная технология доказал свою эффективность при формировании креативного образа мышления, творческого подхода к решению поставленных задач, стимулированию потребности в саморазвитии и самообразовании. Сущность кейс-метода заключается в том, что обучающиеся на основе анализа полученной от преподавателя информации и поставленной в форме гипотетической ситуации проблемы, самостоятельно ищут пути ее решения. При этом возникает необходимость в поиске, систематизации и анализе дополнительных информационных источников, активного обсуждения проблемы с другими участниками образовательного процесса, а также публичного представления результатов решения.

Существует мнение, что основой case study является одно направление философии Сократа, в котором диалог интерпретировался как средство совместного поиска истины его участниками. До Сократа учение трактовали как передачу педагогом ученику готового знания. Он же выдвигал мысль о том, что истина и знания раскрываются в сознании участников диалога, а не передаются. Сократ был убежден, что на смену передаче готового знания (объект – субъектная модель обучения) приходит получение его в дискуссии, взаимодействии (субъект-субъектная модель). Процесс обучения в дискуссии выстраивается так, что обучающиеся обладают возможностью «открывать» новое знание, а не просто зазубривать или заучивать.

Однако кейс-метод в современной интерпретации возник и стал довольно широко применяться в образовательном процессе в конце XIX – начале XX века. В 1870 году Христофор Колумб Лэнгделли, став деканом школы права Гарвардского университета, предложил студентам работать с первоисточниками (реше-

ниями апелляционного суда, судебными делами и т. д.), а затем делать собственные выводы, представлять собственные интерпретации и анализ. Такой способ обучения поначалу вызвал активную негативную реакцию со стороны преподавателей школы, поскольку кардинально отличался от традиционного обучения. Но, несмотря на это, кейс-метод утвердился на тот момент еще в шести юридических школах.

В 1908 году в Гарварде была основана школа бизнеса, в которой с 1912 года в программе MBA был введен обязательный курс – «Искусство ведения бизнеса», базирующийся на методе ситуационного анализа. Приглашенные бизнесмены выносили на обсуждение студентов реальные проблемы, возникающие при ведении их бизнеса. Свой аналитический разбор проблемы и пути ее решения, обучающиеся сдавали через несколько дней в письменном виде. Предоставленные отчеты в дальнейшем обсуждались внутри студенческой группы.

В 1919 году, когда новым деканом стал банкир Уоллес Донэм, преподавателям было предложено пересмотреть традиционный лекционный подход в пользу «коллекционирования кейсов» и работы с ними. Студенты оценили новые методы работы, проявляя гораздо более высокую заинтересованность к учению. Также можно отметить и существенное улучшение дисциплины на занятиях с применением кейс-технологии по сравнению с обычными лекциями, когда обучающиеся в качестве протеста рутинной и неинтересной передаче знаний устраивали «топот».

В 1921 году в «Отчетах Гарвардского университета о бизнесе» были опубликованы первые сборники «деловых проблем» (кейсов), а в 1922 году 85 образовательных заведений стали использовать их в своей работе. В последующие годы Уоллес Донэм и преподаватели Гарварда регулярно проводили мастер-классы и семинары по применению casestudy, таким образом, пропагандируя его. С этой же целью были изданы коллекции кейсов (в 1931, 1953, 1954, 1969, 1981, 1990-х годах).

В европейском образовании флагманом применения кейс-технологий считается Манчестерская школа бизнеса. Однако, хотя идеи гарвардского подхода и

взяты европейцами за основу, школа внесла в данную технологию изменения, позволившие выделить отдельный путь развития ее использования в образовательном процессе. В частности, это касается содержания – манчестерские кейсы отличаются лаконичностью, а также методами выработки решений – в ходе общей дискуссии, а не индивидуально, что значительно упрощает работу над кейсами.

Одновременно с Гарвардом метод исследования ситуаций развивала Чикагская школа социологии. С 1910 года школа использовала *casestudy* как основной при проведении социологических исследований, ориентированных на всесторонний анализ социального явления на примере конкретных случаев или ситуаций, используя методы неформального наблюдения, интервью, чтения отчетов и других документов. Метод конкретных ситуаций применяли для макро-социологического исследования, что легло в основу дифференциации видов анализа ситуации на рекомендательный, причинно-ситуационный, проблемный, следственный, прогностический, прагматический, программно-целевой, аксиологический. Отличием Чикагской школы в методическом плане было повышенное внимание к эмпирическим методам исследования. Ее последователи (Р. Маккензи, Н. Андерсен, Ф. Знанецкий, Э. Хьюз, У. Томас и др.) трактовали *casestudy* как неколичественные исследования, делающие акцент на контексте и истории происходящих событий, избегающие обобщений и ориентированные на понимание жизненной ситуации, через представления ключевых фигур. Основным методологическим моментом кейс-метода стала опора на качественные методы сбора и анализа практического материала [1, с. 78].

Рассмотрим некоторые примеры применения кейс-технологии в рамках дисциплин математического цикла. В упрощенной трактовке каждую задачу, содержание которой отражает конкретную практическую ситуацию, можно рассматривать в качестве кейса. Особенно широко этот метод может быть применен на лабораторных работах по статистике. Например, по теме «Вычисление основных статистических характеристик». На занятии используется несколько видов

кейсов: вводный кейс отражает основную цель занятия посредством формулирования проблемы, а также содержит материалы организационного характера; информационный кейс включает теоретический материал по теме занятия. В качестве исследовательского кейса обучающимся выдаются индивидуальные задания. Например, рассчитать среднее число койко-мест по медицинским учреждениям Министерства обороны Российской Федерации (МО РФ); рассчитать моду; рассчитать медиану. Имеются данные по медицинским учреждениям МО РФ о распределении их по числу койко-мест (таблица 1).

Таблица 1

Исходные данные

Число койко-мест	Количество учреждений
до 20	10
20–40	15
40–60	35
60–80	20
80–100	10
100–120	15
120–140	5
Итого	110

После выдачи заданий преподаватель организует предварительное обсуждение кейса. Курсанты анализируют реальную ситуацию, полученную на основе расчетов, которая отражает положение дел для данного социально-экономического явления, и актуализируют знания, необходимые для решения данной проблемы. [2, с. 177].

В более основательном виде кейс-метод можно применять при изучении темы «Экономико-математическое моделирование» в рамках дисциплины «Высшая математика». При сокращении часов на изучение этой дисциплины возникает противоречие между необходимостью освоения курсантами, например, ме-

тодов решения задач линейного программирования в соответствии с требованиями учебной программы, и недостаточностью аудиторных часов на их изучение. Кейс-метод можно применить для изучения метода потенциалов транспортной задачи линейного программирования. В качестве введения курсантам предлагается описание конкретной ситуации, в результате анализа и решения которой необходимо распределить поставки крупы от трех фирм в пять воинских частей так, чтобы транспортные расходы при этом были минимальными. Описание ситуации содержит количество военнослужащих в каждой из гипотетических частей, объемы крупы у каждого из поставщиков в процентном выражении от необходимого количества, период, на который осуществляются поставки, а также расстояния между поставщиками и воинскими частями. Информационная часть кейса содержит теоретический материал по видам и методам решения транспортной задачи, описание ее математической модели. Курсанты самостоятельно изучают предложенный преподавателем материал, пользуются другими информационными источниками, в том числе электронными учебниками и необходимой нормативной базой, относящейся к службам материально-технического обеспечения, задают вопросы, обсуждают методы решения. После чего преподаватель выдает курсантам индивидуальные задания. Описанная выше часть осуществляется в аудиторные часы при непосредственном взаимодействии с преподавателем. Задания обучающиеся выполняют в часы самостоятельной работы, затем представляют результаты преподавателю в виде письменного описания решения задачи с четким выделением этапов математического моделирования.

Таким образом, при использовании кейс-технологий у обучающихся вырабатываются навыки самостоятельной работы с различного вида заданиями, что приводит к умению проведения анализа, критического мышления, соединению теории с практикой и формированию способности оценки полученных результатов, развивается их информационная культура.

### **Библиографический список**

1. Сайтханова С. А. Роль метода кейс-стадии в формировании профессиональных компетенций студентов-бакалавров направления «Экономика» / С. А. Сайтханова, В. Д. Повзун // Мир науки. Педагогика и психология. – 2020. – Т. 8. – № 2. – С. 78.

2. Дармокрик Г. П. Возможность использования кейс-технологий при обучении статистике в военном вузе / Г. П. Дармокрик, В. А. Малюков // ScienceTime. – 2016. – № 2(26). – С. 178–181.

УДК 536.0

**С. Ю. Жаров<sup>1</sup>, О. М. Мартынов<sup>2</sup>, В. М. Мартынов<sup>3</sup>**  
Военная академия воздушно-космической обороны  
имени Маршала Советского Союза Г. К. Жукова, г. Тверь  
*serurzharov@mail.ru<sup>1</sup>*  
*olegmartynov@yandex.ru<sup>2</sup>*  
*martish99@yandex.ru<sup>3</sup>*

## **РЕШЕНИЕ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ НА ДОКАЗАТЕЛЬСТВО И НАХОЖДЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ, ЗАДАНЫХ РЕКУРРЕНТНО**

Рассмотрены основные теоремы существования пределов числовых последовательностей, заданных рекуррентно, применительно к нестандартным задачам. Данные задачи в разные годы предлагались для решения в рамках математических олимпиад. В приведенных решениях и доказательствах показаны наиболее эффективные методы нахождения пределов числовых последовательностей. Представленные примеры наглядно и подробно отражают суть применяемых методов и будут полезны при подготовке студентов и курсантов к математическим олимпиадам.

**Ключевые слова:** числовая последовательность, монотонность, ограниченность, предел числовой последовательности, рекуррентность.

**S. Yu. Zharov<sup>1</sup>, O. M. Martynov<sup>2</sup>, V. M. Martynov<sup>3</sup>**  
Military Academy of Aerospace Defense named after G. K. Zhukov, Tver  
*serurzharov@mail.ru<sup>1</sup>*  
*olegmartynov@yandex.ru<sup>2</sup>*  
*martish99@yandex.ru<sup>3</sup>*

## **SOLVING OLYMPIAD PROOF PROBLEMS AND FINDING THE LIMITS OF NUMERICAL SEQUENCES, SET RECURSIVELY**

The main theorems of the existence of limits of numerical sequences given recursively in relation to non-standard problems are considered. These problems have been proposed for solving in the framework of mathematical Olympiads in different years. The above solutions and proofs show the most effective methods for finding the limits of numerical sequences. The presented examples clearly and in detail reflect the essence of the methods used and will be useful in preparing students and cadets for mathematical Olympiads.

**Keywords:** numerical sequence, monotony, boundedness and the limit of a numerical sequence, an infinitely small quantity.

Ранее нами уже рассматривались различные методы вычисления пределов числовых и функциональных последовательностей в нестандартных задачах, где основное внимание, в первую очередь, уделялось доказательству существования предела, и лишь затем – технике его нахождения [1]. Среди олимпиадных задач наиболее трудными для решения являются примеры на вычисление пределов последовательностей, заданных рекуррентно [2, 3]. В этой статье подробно рассмотрены подобные задания, взятые из материалов различных олимпиад, включая Всеармейские олимпиады разных лет [4].

Начнем с широко известного задания, в котором вместо общего  $a$  обычно используются конкретные числа.

**Пример 1.** Пусть задана следующая последовательность:  $x_1 = \sqrt{a}$ ,  $x_2 = \sqrt{a + \sqrt{a}}$ , ...,  $x_n = \sqrt{a + \sqrt{a + \sqrt{a + \dots \sqrt{a}}}}$ ,  $a > 0$ , доказать, что она имеет предел, и найти его.

*Решение.*

Данная последовательность задается рекуррентно  $x_{n+1} = \sqrt{a + x_n}$ . Очевидно, что  $x_n > 0$ . Если предположить, что последовательность имеет предел, то он находится непосредственно:  $\lim_{n \rightarrow \infty} (x_{n+1})^2 = a + \lim_{n \rightarrow \infty} x_n$ . Обозначим предел

$\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = A$ , тогда  $A^2 = a + A$  и  $A = \frac{1 + \sqrt{4a + 1}}{2}$ . Теперь докажем, что последовательность монотонно возрастает:

$$x_{n+1} - x_n = \sqrt{a + x_n} - x_n = \frac{a + x_n - x_n^2}{\sqrt{a + x_n} + x_n} = \frac{x_n - x_{n-1}}{\sqrt{a + x_n} + x_n} =$$

$$= \frac{x_{n-1} - x_{n-2}}{(\sqrt{a+x_n+x_n}) \cdot (\sqrt{a+x_{n-1}+x_{n-1}})} = \dots = \frac{\sqrt{a+\sqrt{a}} - \sqrt{a}}{(\sqrt{a+x_n+x_n}) \cdot (\sqrt{a+x_{n-1}+x_{n-1}}) \dots} > 0.$$

Это же доказательство можно провести с помощью математической индукции  $x_2 - x_1 = \sqrt{a+\sqrt{a}} - \sqrt{a} > 0$ .

Пусть  $x_k - x_{k-1} > 0$ , тогда  $x_{k+1} - x_k = \frac{x_k - x_{k-1}}{\sqrt{a+x_k+x_k}} > 0$ .

Далее докажем, что последовательность ограничена сверху

$$\begin{aligned} \frac{\sqrt{4a+1}+1}{2} - x_n &= \frac{4a+1+2\sqrt{4a+1}+1-4(a+x_{n-1})}{2(\sqrt{4a+1}+1+2x_n)} = \\ &= \frac{\sqrt{4a+1}+1-2x_{n-1}}{(\sqrt{4a+1}+1+2x_n)} = \dots = \frac{\sqrt{4a+1}+1-2\sqrt{a}}{(\sqrt{4a+1}+1+2x_n) \dots} > 0. \end{aligned}$$

Следовательно, последовательность монотонно возрастает и ограничена сверху. По теореме Вейерштрассе она имеет предел  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \frac{\sqrt{4a+1}+1}{2}$ .

**Пример 2.** Числа  $a_n$  и  $b_n$  определяются рекуррентными соотношениями  $a_1 + b_1 = 1$ ;  $a_{n+1} = a_n + 3b_n$ ;  $b_{n+1} = a_n + b_n$  для  $n \geq 1$ . Доказать, что последовательность  $a_n/b_n$  имеет предел и найти его.

*Решение.*

Положим  $U_n = \frac{a_n}{b_n}$ .

Тогда

$$\begin{aligned} U_n &= \frac{a_{n-1} + 3b_{n-1}}{a_{n-1} + b_{n-1}} = 1 + \frac{2b_{n-1}}{a_{n-1} + b_{n-1}} = 1 + \frac{2}{\frac{a_{n-1}}{b_{n-1}} + 1} = 1 + \frac{2}{U_{n-1} + 1} = 1 + \frac{2}{\frac{a_{n-2} + 3b_{n-2}}{a_{n-2} + b_{n-2}} + 1} = \\ &= 1 + \frac{2}{\frac{U_{n-2} + 3}{U_{n-2} + 1}} = 1 + \frac{2(U_{n-2} + 1)}{2U_{n-2} + 4} = 1 + \frac{U_{n-2} + 1}{U_{n-2} + 2} = 2 - \frac{1}{U_{n-2} + 2} \text{ при } n > 2. \end{aligned}$$

Покажем, что последовательность  $\{U_{2k+1}\}$  монотонно возрастающая и все ее члены не больше  $\sqrt{3}$ , а последовательность  $\{U_{2k}\}$  убывающая и все ее члены

не меньше  $\sqrt{3}$  (т.к. если существует  $\lim_{n \rightarrow \infty} U_n = A$ , то  $A = 2 - \frac{1}{A+2} \Rightarrow A^2 + 2A = 2A + 4 - 1 \Rightarrow A^2 = 3 \Rightarrow A = \sqrt{3}$ ).

Рассмотрим последовательность  $\{U_{2k}\}$  и докажем ее ограниченность методом математической индукции.

$$1. U_2 = \frac{a_2}{b_2} = \frac{a_1 + 3b_1}{a_1 + b_1} = \frac{1+3}{1+1} = 2 > \sqrt{3}.$$

2. Пусть  $U_{2n} > \sqrt{3}$  для некоторого фиксированного номера  $2n > 2$ . Докажем, что  $U_{2n+2} > \sqrt{3}$ .

$$\text{Имеем } U_{2n+2} = 2 - \frac{1}{U_{2n} + 2} > 2 - \frac{1}{\sqrt{3} + 2} = 2 - \frac{2 - \sqrt{3}}{1} = \sqrt{3} \text{ - верно.}$$

Докажем монотонность:

$$U_{2n} - U_{2n+2} = U_{2n} - 2 + \frac{1}{U_{2n} + 2} = \frac{U_{2n}^2 - 4 + 1}{U_{2n} + 2} = \frac{U_{2n}^2 - 3}{U_{2n} + 2} > 0 \Rightarrow \{U_{2k}\} \text{ убывает.}$$

Таким образом,  $\{U_{2k}\}$  монотонно убывающая и ограничена снизу. Следовательно, по теореме Вейерштрасса существует конечный предел этой последовательности. Обозначим его  $\alpha$ .

Докажем существование предела последовательности  $\{U_{2k+1}\}$ .

$$1) U_1 = \frac{a_1}{b_1} = 1 < \sqrt{3}.$$

2) Пусть  $U_{2n+1} < \sqrt{3}$  для некоторого фиксированного номера  $2n+1 > 1$ .

Докажем, что  $U_{2n+3} < \sqrt{3}$ .

$$\text{Имеем } U_{2n+3} = 2 - \frac{1}{U_{2n+1} + 2} < 2 - \frac{1}{\sqrt{3} + 2} = \sqrt{3} \text{ верно.}$$

Докажем монотонность:

$$U_{2k+3} - U_{2k+1} = 2 - \frac{1}{U_{2k+1} + 2} - U_{2k+1} = \frac{4 - U_{2k+1}^2 - 1}{U_{2k+1} + 2} = \frac{3 - U_{2k+1}^2}{U_{2k+1} + 2} > 0.$$

Таким образом,  $\{U_{2k+1}\}$  монотонно возрастающая и ограничена сверху. Следовательно, по теореме Вейерштрасса существует конечный предел этой последовательности, обозначим его  $\beta$ .

Из равенства  $U_{2n} = 2 - \frac{1}{U_{2n-2} + 2}$  получим  $\alpha = 2 - \frac{1}{\alpha + 2} \Rightarrow \alpha = \sqrt{3}$ . Анало-

гично,  $\beta = \sqrt{3}$ .

Ответ:  $\sqrt{3}$

**Пример 3.** Пусть  $a_0 = a$ ,  $b_0 = b$ , где  $0 < a < b$ ;  $a_{n+1} = \frac{2a_n b_n}{a_n + b_n}$ ,  $b_{n+1} = \frac{a_n + b_n}{2}$

при  $n \geq 0$ . Найти  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$  и  $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n$ .

*Решение:*

Докажем, что выражение

$$a_{n+1} < b_{n+1} \Leftrightarrow \frac{2a_n b_n}{a_n + b_n} < \frac{a_n + b_n}{2} \Leftrightarrow 4a_n b_n < (a_n + b_n)^2 \Leftrightarrow (a_n - b_n)^2 > 0$$

– верно (так как  $a \neq b$ ), то есть  $0 < a_n < b_n$  для всех  $n$ . Кроме того, что для всех  $n$  выполняется условие  $a_{n+1} > a_n$ .

В самом деле,  $\frac{2a_n b_n}{a_n + b_n} > a_n \Leftrightarrow 2a_n b_n > a_n^2 + a_n b_n \Leftrightarrow a_n b_n > a_n^2 \Leftrightarrow b_n > a_n$  –

верно. Аналогично, для всех  $n$  имеем

$$b_{n+1} < b_n \Leftrightarrow \frac{a_n + b_n}{2} < b_n \Leftrightarrow a_n + b_n < 2b_n \Leftrightarrow a_n < b_n \text{ – верно.}$$

Таким образом,  $\{a_n\}$  возрастающая последовательность, а  $\{b_n\}$  – убывающая последовательность и  $a_0 < a_1 < a_2 < \dots < b_2 < b_1 < b_0$ .

То есть последовательности  $\{a_n\}$  и  $\{b_n\}$  монотонные и ограниченные. Значит, по теореме Вейерштрасса они имеют конечный предел.

Пусть  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$  и  $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = \beta$ .

Так как  $b_{n+1} = \frac{a_n + b_n}{2}$ ,  $\beta = \frac{\alpha + \beta}{2} \Rightarrow 2\beta = \alpha + \beta \Rightarrow \alpha = \beta$ .

Перемножив  $a_{n+1} = \frac{2a_n b_n}{a_n + b_n}$  и  $b_{n+1} = \frac{a_n + b_n}{2}$ , получим следующее выраже-

ние  $a_{n+1} b_{n+1} = a_n b_n \Rightarrow a_n \cdot b_n = a_0 b_0 = ab$  для всех значений

$n \Rightarrow \alpha\beta = ab \Rightarrow \alpha^2 = ab \Rightarrow \alpha = \beta = \sqrt{ab}$ .

Ответ:  $\sqrt{ab}$ .

**Пример 4.** Пусть  $x_1$  и  $a$  – положительные числа,  $x_{n+1} = \frac{a}{1+x_n}$  при  $n \geq 1$ .

Доказать, что существует предел вида  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n$  и вычислить его.

*Решение:*

Если существует предел  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = c \geq 0$ , то  $c = \frac{a}{1+c} \Leftrightarrow c^2 + c - a = 0$ , то есть

$c$  – положительный корень уравнения  $x^2 + x - a = 0$ .

Корни этого уравнения определяются следующими выражениями

$$x_{1,2} = \frac{-1 \pm \sqrt{1+4a}}{2} \Rightarrow c = \frac{-1 + \sqrt{1+4a}}{2}.$$

Докажем теперь существование предела. Если  $x_n \geq c$ , то  $x_n^2 + x_n - a \geq 0$  (рис. 1), т.е.  $x_n \geq \frac{a}{1+x_n} = x_{n+1}$ .

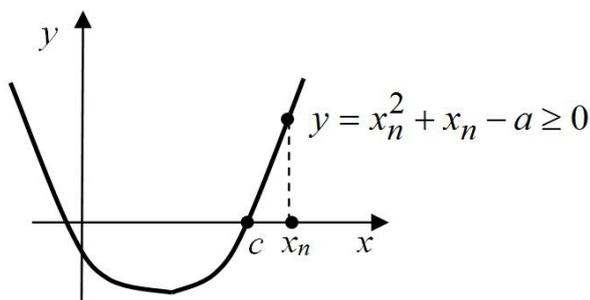


Рис. 1. График

Поэтому  $x_{n+1} = \frac{a}{1+x_n} \leq \frac{a}{1+x_{n+1}} \Leftrightarrow x_{n+1}^2 + x_{n+1} - a \leq 0 \Rightarrow x_{n+1} \leq c$ , т.е.  $x_n$  и  $x_{n+1}$

находятся на числовой прямой по разные стороны от точки  $c$ . Определим

$$\begin{aligned} x_{n+2} - x_n &= \frac{a}{1 + \frac{a}{1+x_n}} - x_n = \frac{a + ax_n}{1 + a + x_n} - x_n = \\ &= \frac{a + ax_n - x_n - x_n^2 - ax_n}{1 + a + x_n} = \frac{a - x_n - x_n^2}{1 + a + x_n}. \end{aligned}$$

Поэтому если  $x_n \leq c$ , то  $x_{n+2} - x_n \geq 0$ , а если  $x_n \geq c$ , то  $x_{n+2} - x_n \leq 0$ . Таким образом, одна из последовательностей  $x_1, x_3, x_5, \dots$  и  $x_2, x_4, x_6, \dots$  монотонно возрастает и ограничена сверху числом  $c$ , а другая монотонно убывает и ограничена снизу числом  $c$ . По теореме Вейерштрассе эти последовательности имеют конечный предел.

Предел каждой из этих последовательностей является положительным корнем уравнения  $x = \frac{a}{1 + \frac{a}{1+x}}$ , которое эквивалентно уравнению  $x^2 + x - a = 0$ .

$$\text{То есть } c = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4a}}{2}.$$

$$\text{Ответ: } \frac{-1 + \sqrt{1 + 4a}}{2}.$$

**Пример 5.** Пусть  $x_0$  и  $y_0$  – некоторые положительные числа, причем  $x_0 > y_0$ ,  $x_{n+1} = \frac{x_n + y_n}{2}$  и  $y_{n+1} = \sqrt{x_n y_n}$  при  $n \geq 0$ . Доказать, что обе последовательности  $\{x_n\}$  и  $\{y_n\}$  сходятся к одному и тому же пределу, называемому средним арифметико-геометрическим чисел  $x_0$  и  $y_0$ .

*Решение:*

Так как  $x_0 > \frac{x_0 + y_0}{2} > \sqrt{x_0 y_0} > y_0$ , то  $x_0 > x_1 > y_1 > y_0$ . Аналогично, для любого  $n$   $x_n > \frac{x_n + y_n}{2} > \sqrt{x_n y_n} > y_n$ , то  $x_n > x_{n+1} > y_{n+1} > y_n$ .

Таким образом, последовательности  $\{x_n\}$  и  $\{y_n\}$  монотонны и ограниченные, поэтому по теореме Вейерштрассе они сходятся к некоторым числам  $x$  и  $y$ .

Если в равенстве  $x_{n+1} = \frac{x_n + y_n}{2}$  перейти к пределу, то получим  $x = \frac{x + y}{2}$ , то есть  $x = y$  и всё доказано.

1. Найти, что последовательность  $x_1 = \frac{a}{2}$ ,  $x_2 = \frac{a}{2} - \frac{x_1^2}{2}$ ,  $x_3 = \frac{a}{2} - \frac{x_2^2}{2}$ , ...,  $x_n = \frac{a}{2} - \frac{x_{n-1}^2}{2}$ ,  $0 < a < 1$  является сходящейся и найти её предел.

*Решение:*

Рассмотрим выражение  $x_2 - x_1 = \left( \frac{a}{2} - \frac{x_1^2}{2} \right) - \frac{a}{2} = -\frac{x_1^2}{2} = -\frac{a^2}{8} < 0$ , то есть

$x_2 < x_1$ . Кроме того,  $x_2 = \frac{a}{2} - \frac{x_1^2}{2} = \frac{a}{2} - \frac{a^2}{8} = \frac{a(4-a)}{8} > 0$ . Таким образом  $0 < x_2 < x_1$

Далее  $x_3 - x_2 = \frac{a}{2} - \frac{x_2^2}{2} - \frac{a}{2} + \frac{x_1^2}{2} = \frac{1}{2}(x_1^2 - x_2^2) > 0$ , из чего следует  $x_3 > x_2$ ;

$x_3 - x_1 = \frac{a}{2} - \frac{x_2^2}{2} - \frac{a}{2} = -\frac{x_2^2}{2} < 0$ , то есть  $x_3 < x_1$ . Значит  $x_2 < x_3 < x_1$ .

Аналогично  $x_4 - x_3 = \frac{x_2^2 - x_3^2}{2} < 0$ , то есть  $x_3 > x_4$ ;  $x_4 - x_2 = \frac{x_1^2 - x_3^2}{2} > 0$ , то

есть  $x_4 > x_2$ , следовательно  $x_2 < x_4 < x_3$ .

В соответствии с представленным алгоритмом рассуждений, далее найдем  $x_4 < x_5 < x_3$ .

Докажем методом математической индукции, что

$$x_{2n} < x_{2n+1} < x_{2n-1} \text{ и } x_{2n} < x_{2n+2} < x_{2n+1}. \quad (1)$$

Неравенства, полученные ранее, используем как базу индукции. Пусть для некоторого номера  $n > 2$  выполняются неравенства

$$x_{2n-2} < x_{2n} < x_{2n-1}.$$

Докажем, что тогда выполняются неравенства (1). Находим следующие зависимости

$$x_{2n+1} - x_{2n-1} = \frac{a}{2} - \frac{x_{2n}^2}{2} - \frac{a}{2} + \frac{x_{2n-2}^2}{2} = \frac{x_{2n-2}^2 - x_{2n}^2}{2} < 0, \text{ то есть } x_{2n+1} < x_{2n-1};$$

$$x_{2n+1} - x_{2n} = \frac{x_{2n-1}^2 - x_{2n}^2}{2} > 0, \text{ то есть } x_{2n+1} > x_{2n}.$$

Следовательно,  $x_{2n} < x_{2n+1} < x_{2n-1}$ .

Далее

$$x_{2n+2} - x_{2n} = \frac{x_{2n-1}^2 - x_{2n+1}^2}{2} > 0, \text{ то есть } x_{2n+2} > x_{2n},$$

$$x_{2n+2} - x_{2n+1} = \frac{x_{2n}^2 - x_{2n+1}^2}{2} < 0, \text{ то есть } x_{2n+2} < x_{2n+1}.$$

Значит,  $x_{2n} < x_{2n+2} < x_{2n+1}$ .

Из неравенств (1) следует, что последовательность  $x_1, x_3, x_5, \dots, x_{2n-1}, \dots$  является убывающей, а последовательность  $x_2, x_4, x_6, \dots, x_{2n}, \dots$  — возрастающей.

По теореме Вейерштрасса, эти последовательности являются сходящимися, поскольку для любого натурального  $n$  имеем  $0 < x_n < a/2$ .

Обозначим их пределы соответственно через  $A$  и  $B$ . Переходя к пределу

при  $n \rightarrow \infty$ , в соотношениях  $x_{2n+1} = \frac{a}{2} - \frac{x_{2n}^2}{2}$ ,  $x_{2n} = \frac{a}{2} - \frac{x_{2n-1}^2}{2}$ , получим

$$A = \frac{a}{2} - \frac{B^2}{2} \text{ и } B = \frac{a}{2} - \frac{A^2}{2} \Rightarrow A - B = \frac{A^2 - B^2}{2} \Rightarrow (A - B)(2 - A - B) = 0.$$

Так как  $0 < A < a/2$  и  $0 < B < a/2$ , то  $0 < A + B < \frac{a}{2} + \frac{a}{2} = a < 1$ . Поэтому

$2 - A - B \neq 0$  и значит,  $A = B$ . Тогда из соотношения  $A = \frac{a}{2} - \frac{A^2}{2}$  найдем, что

$A = -1 \pm \sqrt{1+a}$ . Поскольку  $A > 0$ , то  $A = \sqrt{1+a} - 1$ .

Итак, доказано, что последовательности  $x_1, x_3, x_5, \dots, x_{2n-1}, \dots$  и  $x_2, x_4, x_6, \dots, x_{2n}, \dots$  сходятся к одному и тому же числу.

Следовательно, последовательность  $\{x_n\}$  сходится к тому же пределу, а именно  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \sqrt{1+a} - 1$ .

Ответ:  $\sqrt{1+a} - 1$ .

**Пример 6.** Пусть  $a_0 = 2\sqrt{3}$ ,  $b_0 = 3$ ,  $a_{n+1} = \frac{2a_n b_n}{a_n + b_n}$ ,  $b_{n+1} = \sqrt{a_{n+1} b_n}$  при  $n \geq 0$

. Доказать, что  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = \pi$ .

*Решение.*

Вспользуемся формулами для нахождения длин сторон вписанного в окружность и описанного около окружности  $n$  – угольников:  $c_n = 2R \sin \frac{\pi}{n}$  и

$$c_n = 2r \cdot \operatorname{tg} \frac{\pi}{n}.$$

Пусть  $A_n = 6 \cdot 2^n \operatorname{tg} \frac{\pi}{6 \cdot 2^n}$  и  $B_n = 6 \cdot 2^n \sin \frac{\pi}{6 \cdot 2^n}$ , т.е.  $A_n$  – полупериметр правильного  $6 \cdot 2^n$  – угольника, описанного вокруг окружности радиуса 1;  $B_n$  – полупериметр правильного  $6 \cdot 2^n$  – угольника, вписанного в окружность радиуса 1. Покажем, что  $a_n = A_n$  и  $b_n = B_n$ . При  $n=0$  это очевидно. Пусть

$$\alpha = \frac{\pi}{6 \cdot 2^{n+1}}.$$

$$\text{Тогда } \frac{A_{n+1}}{A_n} = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} 2\alpha} = 1 - \operatorname{tg}^2 \alpha \text{ и } \frac{B_{n+1}}{B_n} = \frac{2 \sin \alpha}{\sin 2\alpha} = \frac{1}{\cos \alpha}.$$

$$\text{Кроме того, } \frac{A_n}{B_n} = \frac{1}{\cos 2\alpha} \text{ и } \frac{A_{n+1}}{B_{n+1}} = \frac{1}{\cos \alpha}.$$

$$\text{Следовательно, } \frac{B_{n+1}}{B_n} = \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{A_{n+1}}{B_{n+1}}, \text{ то есть } B_{n+1} = \sqrt{A_{n+1} B_n}.$$

$$\begin{aligned} \text{Далее, } \frac{2A_n B_n}{A_n + B_n} &= \frac{2A_n}{\frac{A_n}{B_n} + 1} = \frac{2A_n \cos 2\alpha}{1 + \cos 2\alpha} = \frac{2A_n (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)}{2 \cos^2 \alpha} = A_n (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha) = \\ &= A_n \cdot \frac{A_{n+1}}{A_n} = A_{n+1}. \end{aligned}$$

Таким образом, доказано, что  $a_n = A_n$  и  $b_n = B_n$ . Так как полупериметры  $A_n$  и  $B_n$  при  $n \rightarrow \infty$  стремятся к длине полуокружности радиуса 1, то  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = \pi$ .

В статье рассмотрены основные теоремы существования пределов числовых последовательностей, заданных рекуррентно, применительно к нестандартным задачам. В приведенных решениях и доказательствах показаны эффективные методы нахождения пределов числовых последовательностей.

## Библиографический список

1. Жаров С. Ю. Определение пределов последовательностей в нестандартных задачах / С. Ю. Жаров, О. М. Мартынов // Актуальные проблемы преподавания математики в образовательной организации высшего образования. – Кострома: ВА РХБЗ, 2019. – С. 150–156.
2. Андреева А. Н. Саратовские математические олимпиады. Часть 2 / А. Н. Андреева, А. И. Барабанов, И. Я. Чернявский. – Саратов: Областной институт повышения квалификации и переподготовки работников образования, 1995. – 203 с.
3. Прасолов В. В. Задачи по алгебре, арифметике и анализу: Учебное пособие. – М.: МЦНМО, 2007. – 608 с.
4. Вавилов В. В. Задачи по математике. Начало анализа / В. В. Вавилов, И. И. Мельников, С. Н. Олехник, П. И. Пасиченко. – М.: Наука, 1990. – 608 с.

УДК 536.0

**С. Ю. Жаров<sup>1</sup>, В. М. Мартынов<sup>2</sup>**

Военная академия воздушно-космической обороны  
имени Маршала Советского Союза Г. К. Жукова, г. Тверь  
*serurzharov@mail.ru<sup>1</sup>*  
*olegmartynov@yandex.ru<sup>2</sup>*

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО ПОРЯДКА В ПОЛНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛАХ В ЗАДАНИЯХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД

В статье рассмотрены основные способы решения дифференциальных уравнений первого порядка в полных дифференциалах. Данный вид уравнений пусть и не часто, но периодически встречается в заданиях различных математических состязаний. Приведены примеры определения интегрирующего множителя традиционными методами и в универсальной форме. Представленные примеры наглядно и подробно отражают суть применяемых методов и будут полезны при подготовке студентов и курсантов к математическим олимпиадам.

**Ключевые слова:** полный дифференциал, интегрирующий множитель, дифференциальное уравнение.

**S. Y. Zharov<sup>1</sup>, V. M. Martynov<sup>2</sup>**

Military Academy of Aerospace Defense named after G. K. Zhukov, Tver  
*serurzharov@mail.ru<sup>1</sup>*  
*olegmartynov@yandex.ru<sup>2</sup>*

## DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE FIRST ORDER IN FULL DIFFERENTIALS IN THE TASKS OF MATHEMATICAL OLYMPIADS

The article discusses the main ways of solving first-order differential equations in full differentials. This type of equations, albeit not often, but periodically occurs in the tasks of various mathematical competitions. Examples of determining the integrating factor by traditional methods and in a universal form are given. The presented examples clearly and in detail reflect the essence of the methods used and will be useful in preparing students and cadets for mathematical Olympiads.

**Keywords:** numerical sequence, monotony, boundedness and the limit of a numerical sequence, an infinitely small quantity.

В заданиях различных олимпиад в разделе «Обыкновенные дифференциальные уравнения» после преобразований и понижения порядка исходного уравнения нередко получается уравнение вида

$$M(y, x)dx + N(y, x)dy = 0. \quad (1)$$

Если в уравнение (1) левая часть – полный дифференциал некоторой функции  $U(y, x)$ , то уравнение трансформируется в  $dU(y, x) = 0$ , с общим решением  $U(y, x) = C$ . Основное условие для существования искомой функции  $U(y, x)$  – ее непрерывность и дифференцируемость

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial x}, \quad (2)$$

что равносильно

$$\frac{\partial M}{\partial y} = \frac{\partial N}{\partial x} \quad (3)$$

Общий интеграл уравнения (1) записывается в виде [1]:

$$\int_{x_0}^x M(x, y)dx + \int_{y_0}^y N(x_0, y)dy = C, \quad (4)$$

или

$$\int_{x_0}^x M(x, y_0)dx + \int_{y_0}^y N(x, y)dy = C, \quad (5)$$

где точка  $(x_0, y_0)$  принадлежит области определения  $M(x, y)$  и  $N(x, y)$ . В качестве примера рассмотрим следующее уравнение:

**Пример 1:**  $2xy^3 + xy(3xy + 2)y' = -y^2$ .

Раскроем скобки и сгруппируем слагаемые, представив  $y' = \frac{dy}{dx}$ :

$$(2xy^3 + y^2)dx + (3x^2y^2 + 2yx)dy = 0;$$

Проверим:  $\frac{\partial M}{\partial y} = 6xy^2 + 2y$ ;  $\frac{\partial N}{\partial x} = 6xy^2 + 2y$ , найдем  $U(x, y)$ , взяв

в качестве точки самую удобную точку  $A(0; 0)$ :

$$\int_0^x (2xy^3 + y^2)dx + \int_0^y (0 \cdot 3y^2 + 0 \cdot 2y)dy = C, \text{ отсюда } x^2y^3 + y^2x = C.$$

Частное решение  $y = 0$ .

Если задано условие Коши, например,  $y(1) = 1$ , то  $C = 2$ .

Если заданы начальные условия в точке  $A(x_0; y_0)$ , где  $M(x, y)$  и  $N(x, y)$  не обращаются в нуль, то можно находить  $U(x, y)$  из уравнения (4), приравняв  $C = 0$ . В частности, для Примера №1:

$$\int_1^x (2xy^3 + y^2)dx + \int_1^y (1 \cdot 3y^2 + 1 \cdot 2y)dy = 0; \text{ отсюда } x^2y^3 + y^2x = 2.$$

Более распространенным способом нахождения  $U(x, y)$  является варьирование константы интегрирования [2].

$$U(x, y) = \int M(x, y)dx + \varphi(y).$$

$$U(x, y) = \int (2xy^3 + y^2)dx + \varphi(y) = x^2y^3 + xy^2 + \varphi(y).$$

Далее  $\frac{\partial U}{\partial y} = N(x, y)$ , поэтому  $3x^2y^2 + 2xy + \varphi'_y = 3x^2y^2 + 2xy \Rightarrow \varphi'_y(y) = 0$ ;

$$\varphi(y) = C.$$

Окончательно, с учетом условия Коши, получим  $x^2y^3 + y^2x = 2$ .

Еще один способ получения общего решения данного уравнения – это перегруппировка слагаемых с выделением полных дифференциалов функций:

$$(2xy^3dx + 3x^2y^2dy) + (y^2dx + 2yx dy) = 0;$$

$$d(x^2y^3) + d(xy^2) = 0; d(x^2y^3 + xy^2) = 0; x^2y^3 + xy^2 = C.$$

Естественно, что на математических олимпиадах уравнения, подобные Примеру №1, практически не встречаются, в силу простоты их решения. Обычно предлагается куда более сложное уравнение, которое приводится к виду (1) с помощью интегрирующего множителя  $\mu(x, y)$ :

$$\mu(x, y) \cdot (M(x, y)dx + N(x, y)dy) = dU. \quad (6)$$

При этом особым решением будет кривая, в каждой точке которой  $\mu(x, y) = \infty$ , а посторонним решением – кривая  $\mu(x, y) = 0$ . Если  $M(x, y)$  и  $N(x, y)$  представляют собой полиномы от  $x$  и  $y$ , то особых решений не будет. Условие (3)

для непрерывности и дифференцируемости  $\mu(x, y)$ :  $\frac{\partial(\mu M)}{\partial y} = \frac{\partial(\mu N)}{\partial x}$  приводит к

соотношению:

$$N \frac{\partial \mu}{\partial x} - M \frac{\partial \mu}{\partial y} = \mu \left( \frac{\partial M}{\partial y} - \frac{\partial N}{\partial x} \right). \quad (7)$$

Если интегрирующий множитель  $\mu = \mu(x)$ , то  $\frac{d\mu}{dx} = \frac{\mu \left( \frac{\partial M}{\partial y} - \frac{\partial N}{\partial x} \right)}{N}$ ,

тогда  $\mu(x) = e^{\int \Psi(x) dx}$ .

Если  $\mu = \mu(y)$ , то  $\frac{d\mu}{dy} = -\frac{\mu \left( \frac{\partial M}{\partial y} - \frac{\partial N}{\partial x} \right)}{M}$ , тогда  $\mu(y) = e^{\int \Phi(y) dy}$ .

Рассмотрим в качестве примера уравнение:

**Пример 2:**  $(y + xy^2)dx - xdy = 0$ .

Так как  $\frac{\partial M}{\partial y} = 1 + 2xy$ ,  $\frac{\partial N}{\partial x} = -1$ , предположим, что  $\mu = \mu(y)$ :

$$\frac{d\mu}{dy} = -\frac{\mu(2+2xy)}{y+xy^2}; \quad \frac{d\mu}{dy} = -\frac{2\mu}{y}, \text{ разделяя переменные, получим } \mu = \frac{1}{y^2}.$$

Умножим исходное уравнение на множитель  $\mu = \frac{1}{y^2}$  и получим

$$\left(\frac{1}{y} + x\right)dx - \frac{x}{y^2}dy = 0; \quad \frac{\partial(\mu M)}{\partial y} = \frac{(\mu M)}{\partial x} = -\frac{1}{y^2}, \text{ то есть } dU(x, y) = 0.$$

Окончательно получим  $\frac{x}{y} + \frac{x^2}{2} = C.$

Этот результат можно получить, перегруппировав слагаемые в исходном уравнении  $xy^2dx + (ydx - xdy) = 0$ , и умножив обе части уравнения на  $\frac{1}{y^2}$ :

$$xdx + \left(\frac{y - xy'}{y^2}\right)dx = 0; \quad d\left(\frac{x^2}{2}\right) + d\left(\frac{x}{y}\right) = 0; \quad d\left(\frac{x^2}{2} + \frac{x}{y}\right) = 0; \quad \frac{x^2}{2} + \frac{x}{y} = C.$$

**Пример 3:**  $x(y + \ln x)y' + y = 0; \quad y(1) = -1; \quad (xy + x \ln x)dy + ydx = 0.$

Так как  $\frac{\partial M}{\partial y} = 1, \quad \frac{\partial N}{\partial x} = y + \ln x + 1$ , предположим, что  $\mu = \mu(x)$ :

$$\frac{d\mu}{dx} = \frac{\mu(1 - y - \ln x - 1)}{x(y + \ln x)}; \quad \frac{d\mu}{dx} = -\frac{\mu}{x}, \text{ разделяя переменные } \mu = \frac{1}{x}$$

Умножив исходное уравнение на  $\mu = \frac{1}{x}$ , получим:

$$\left(\frac{y}{x}\right)dx + (y + \ln x)dy = 0, \quad \frac{\partial(\mu M)}{\partial y} = \frac{(\mu M)}{\partial x} = \frac{1}{x}, \text{ то есть } dU(x, y) = 0.$$

Решение с учетом условия Коши:  $y \ln x + \frac{y^2}{2} = 0,5$

Данное уравнение можно решить, прибегнув к самому распространенному методу замены переменной:

Пусть  $u = \ln x + y$ . Тогда  $u'_x = y' + \frac{1}{x}$  и уравнение заметно упрощается

$$\left(u' - \frac{1}{x}\right)xu + u - \ln x = 0; u \frac{du}{dx} = \frac{\ln x}{x}; u^2 = \ln^2 x + C. \text{ Возвращаясь к исходной пере-}$$

менной и используя условия Коши:  $y \ln x + \frac{y^2}{2} = 0,5$ .

В уравнениях, где выбор интегрирующего множителя неочевиден, слагаемые в левой части уравнения разбивают на группы, для каждой из которых легко подбирается  $\mu(x, y)$ .

**Пример 4:**  $y(1 + xy)dx + \left(y + \frac{1}{2}x^2y + 1\right)dy = 0$ .

Перегруппируем слагаемые  $\left((y + xy^2)dx + \frac{1}{2}x^2ydy\right) + (y + 1)dy = 0$ .

Для первой группы  $\mu = \mu(y)$ :  $\frac{d\mu}{dy} = -\frac{\mu(1 + xy)}{y + xy^2} = -\frac{\mu}{y}$ ,  $\mu = \frac{1}{y}$ .

Умножив перегруппированное уравнение на  $\frac{1}{y}$  получим

$$\left((1 + xy)dx + \frac{1}{2}x^2dy\right) + \left(1 + \frac{1}{y}\right)dy = 0, \quad \text{или} \quad d\left(x + \frac{x^2y}{2}\right) + d(y + \ln y) = 0,$$

тогда  $d\left(x + \frac{x^2y}{2} + y + \ln y\right) = 0$ ;  $x + y + \ln y + \frac{x^2y}{2} = C$ .

Если  $M(x, y)$  и  $N(x, y)$  – многочлены, то к быстрому решению приводит подстановка интегрирующего множителя в универсальной форме  $\mu(x, y) = x^n \cdot y^m$ . В Примере №4 умножим левую и правую части уравнения

на  $(x^n \cdot y^m)$ :  $(x^n y^{m+1} + x^{n+1} y^{m+2})dx + \left(x^n y^{m+1} + \frac{1}{2}x^{n+2} y^{m+1} + x^n y^m\right)dy = 0$ . Получим

$$\frac{\partial M}{\partial y} = (m+1)x^n y^m + (m+2)x^{n+1} y^{m+1}; \quad \frac{\partial N}{\partial x} = nx^{n-1} y^{m+1} + \frac{(n+2)}{2}x^{n+1} y^{m+1} + nx^{n-1} y^m.$$

Используя равенство  $\frac{\partial M}{\partial y} = \frac{\partial N}{\partial x}$ , получим тождество

$$(m+1)x^n y^m + (m+2)x^{n+1} y^{m+1} = \left( nx^{n-1} + \frac{(n+2)}{2} x^{n+1} \right) y^{m+1} + nx^{n-1} y^m,$$

которое выполняется при любых  $y$ , если равны коэффициенты

$$\begin{cases} (m+1)x^n = nx^{n-1} \\ (m+2)x^{n+1} = nx^{n-1} + \frac{(n+2)}{2} x^{n+1} \end{cases} \text{ при } y \text{ в одинаковых степенях.}$$

Первое и второе уравнения системы выполняется, если одновременно  $m = -1$ ,  $n = 0$ . Следовательно, интегрирующий множитель  $\mu(x, y) = x^n \cdot y^m = x^0 y^{-1} = \frac{1}{y}$ . Умножим на  $\frac{1}{y}$  исходное уравнение и получим следующее

выражение

$$(1 + xy)dx + \left( \frac{1}{2} x^2 + 1 + \frac{1}{y} \right) dy = 0.$$

Так как  $d\left(\frac{1}{2} x^2 y\right) = xy dx + \frac{1}{2} x^2 dy$ , то  $d\left(\frac{1}{2} x^2 y\right) + (1 \cdot dx + 1 \cdot dy) + \frac{1}{y} dy = 0$ ;

$$d\left(\frac{1}{2} x^2 y\right) + d(x + y) + d(\ln y) = 0; d\left(\frac{1}{2} x^2 y + x + y + \ln y\right) = 0; \frac{1}{2} x^2 y + x + y + \ln y = C.$$

Еще один пример, иллюстрирующий возможности универсальной формы интегрирующего множителя, взят из [3]:

**Пример 5:**  $2xyy' - y^2 = x^2 + 1$ .

Преобразуем в уравнение вида  $(x^2 + y^2 + 1)dx - 2xydy = 0$ .

После умножения на  $x^n \cdot y^m$  левой и правой части уравнения

$$(x^{n+2} y^m + x^n y^{m+2} + x^n y^m)dx - 2x^{n+1} y^{m+1} dy = 0.$$

Так как  $\frac{\partial M}{\partial y} = \frac{\partial N}{\partial x}$ , то получим тождественное равенство

$$mx^{n+2} \cdot y^{m-1} + (m+2)x^n y^{m+1} + mx^n y^{m-1} = -2(n+1)x^n y^{m+1},$$

что эквивалентно системе:

$$\begin{cases} mx^{n+2} + mx^n = 0; \\ (m+2)x^n = -2(n+1)x^n \end{cases} \begin{cases} m = 0 \\ n = -2 \end{cases} \Rightarrow \mu = \frac{1}{x^2}.$$

После умножения исходного уравнения на  $\frac{1}{x^2}$  имеем  $\frac{\partial M}{\partial y} = \frac{\partial N}{\partial x} = \frac{2y}{x^2}$ ;

$$\left(1 + \frac{y^2}{x^2} + \frac{1}{x^2}\right)dx + \left(-\frac{2y}{x}\right)dy = 0; \quad U(x, y) = \int \frac{(-2y)}{x} dy + \varphi(x) = -\frac{y^2}{x} + \varphi(x), \text{ то}$$

гда из условия  $\frac{y^2}{x^2} + \varphi'(x) = \frac{y^2}{x^2} + 1 + \frac{1}{x^2}$ ; следует, что  $\varphi'(x) = x - \frac{1}{x} + C$ , отсюда

$$-\frac{y^2}{x} + x - \frac{1}{x} = C.$$

Однако поиск  $\mu(x, y)$  в виде  $x^n y^m$  имеет определенные ограничения.

**Пример 6:**  $xy^2 + (x^2 y^2 - 1)y' = 0$ .

Преобразуем уравнение к виду  $xy^2 dx + (x^2 y^2 - 1)dy = 0$ .

Умножение на  $\mu = x^n y^m$  приводит к следующему уравнению:

$$x^{n+1} y^{m+2} dx + (x^{n+2} y^{m+2} - x^n y^m) dy = 0.$$

Так как  $\frac{\partial M}{\partial y} = \frac{\partial N}{\partial x}$  то  $(m+2)x^{n+1} y^{m+1} = (n+2)x^{n+1} y^{m+2} - nx^{n-1} y^m$ .

Из данного тождества следует система

$$\begin{cases} (m+2)x^{n+1} = 0 \\ (n+2)x^{n+1} = 0 \\ -nx^{n-1} = 0 \end{cases} \begin{cases} m = -2 \\ n = -2 \\ n = 0 \end{cases}, \text{ то есть, решений нет.}$$

Попробуем решить уравнение традиционным способом:  $\frac{\partial M}{\partial y} = 2xy$ ,

$$\frac{\partial N}{\partial x} = 2xy^2, \text{ если } \mu = \mu(y) \text{ то } \frac{d\mu}{dy} = -\frac{\mu \cdot 2xy(1-y)}{xy^2}, \frac{d\mu}{d\mu} = -\frac{2(1-y)dy}{y}; \mu = \frac{e^{2y}}{y^2};$$

умножаем уравнение на  $\frac{e^{2y}}{y^2}$ :

$$xe^{2y}dx + \left(x^2e^{2y} - \frac{e^{2y}}{y^2}\right)dy = 0, \quad U(x, y) = \int xe^{2y}dx + \varphi(y) = \frac{x^2}{2}e^{2y} + \varphi(y), \text{ то-}$$

гда  $x^2e^{2y} + \varphi'_y = x^2e^{2y} - \frac{e^{2y}}{y^2}$ ,  $\varphi(y) = -\int \frac{e^{2y}dy}{y^2} + C$ . В итоге общее будет иметь сле-

дующий вид  $\frac{x^2}{2}e^{2y} - \int \frac{e^{2y}dy}{y^2} = C$ .

В уравнениях в полных дифференциалах  $M(x, y)$  и  $N(x, y)$  могут быть произвольными функциями [3].

**Пример 7:**  $y' \cos y = x - \sin y$ ;  $y(0) = \frac{\pi}{2}$ .

$$(\sin y - x)dx + \cos y dy = 0; \quad \frac{\partial M}{\partial y} = \cos y; \quad \frac{\partial N}{\partial x} = 0; \quad \frac{\partial M}{\partial y} - \frac{\partial N}{\partial x} = \cos y.$$

Если  $\mu = \mu(x)$ , то  $\frac{d\mu}{dx} = \frac{\mu \cos y}{\cos y} \Rightarrow \mu = e^x$ .

Умножив на  $e^x$ , получим  $e^x(\sin y - x)dx + e^x \cos y dy = 0$ ;

$$\frac{\partial M}{\partial y} = \frac{\partial N}{\partial x} = e^x \cos y.$$

$$U(x, y) = \int e^x \cos y dy + \varphi(x) = e^x \sin y + \varphi(x); \quad e^x \sin y + \varphi'(x) = e^x \sin y - e^x \cdot x;$$

$$\frac{d\varphi}{dx} = -xe^x; \quad \varphi(x) = e^x(-x+1) + C; \quad e^x(\sin y - x + 1) = C, \text{ из условия Коши}$$

$$\sin \frac{\pi}{2} + 1 = C; \quad C = 2; \quad \sin y = 2e^{-x} + x - 1.$$

Уравнение можно решить, прибегнув к методу замены переменной:  $y' \cos y = x - \sin y$ . Пусть  $u = x - \sin y$ ; тогда  $u'_x = 1 - y' \cos y$  и уравнение заметно

упрощается  $1 - u' = u$ ;  $\frac{du}{dx} = 1 - u$ ;  $u = ce^{-x} + 1$ ,  $x - \sin y = ce^{-x} + 1$ , из условия

Коши  $-\sin \frac{\pi}{2} = c + 1$ ;  $c = -2$ . Окончательно  $\sin y = 2e^{-x} + x - 1$ .

Удачная замена функциональной переменной приводит к быстрому решению в тех случаях, когда нахождение  $\mu = (x, y)$  затруднительно:

**Пример 8:** Уравнение вида  $x^2 y^3 + y + (x^3 y^2 - x)y' = 0$  или уравнение  $(y + x^2 y^3)dx + (x^3 y^2 - x)dy = 0$ .

Для данного уравнения  $\frac{\partial M}{\partial y} = 3x^2 y^2 + 1$ ;  $\frac{\partial N}{\partial x} = 3x^2 y^2 - 1$ , и поиск  $\mu(x, y)$

неочевиден.

Сделаем замену переменной  $y = \frac{u}{x}$ , тогда уравнение запишется в виде:

$$\frac{u^3}{x} + \frac{u}{x} + \left( \frac{u^2}{x} - \frac{1}{x} \right) (u'x - u) = 0; \text{ умножив на } x: u^3 + u + (u^2 - 1)(u'x - u) = 0;$$

$$2u + (u^2 - 1)x \cdot u' = 0; \quad \frac{du}{dx} = \frac{-2u}{x(u^2 - 1)}; \quad \frac{(u^2 - 1)du}{u} = \frac{-2dx}{x}; \quad \frac{u^2}{2} - \ln u = \ln \frac{C}{x^2};$$

$$\frac{x^2 y^2}{2} = \ln \frac{Cy}{x}; \quad \frac{Cy}{x} = e^{\frac{x^2 y^2}{2}}.$$

Для поиска интегрирующего множителя лучше перегруппировать слагаемые  $(x^2 y^3 dx + x^3 y^2 dy) + (ydx - xdy) = 0$ ;  $d\left(\frac{x^3 y^3}{3}\right) + (ydx - xdy) = 0$ .

Для второго слагаемого, очевидно, что  $\mu_2 = \frac{1}{y^2}$ :  $\frac{1}{y^2}(ydx - xdy) =$   
 $= \left( \frac{ydx - xdy}{y^2} \right) = d\left(\frac{x}{y}\right).$

Подберем общий множитель из соотношения  $\mu_{\text{общ}} = \mu_1 f(u_1) = \mu_2 \varphi(u_2)$ :

$f\left(\frac{x^3 y^3}{3}\right) = \frac{1}{y^2} \varphi\left(\frac{x}{y}\right)$ , а затем выразим  $x$  и  $y$  через переменные  $u_1$  и  $u_2$  и получим в

итоге следующее выражение 
$$\begin{cases} u_1 = \frac{x^3 y^3}{3} \\ u_2 = \frac{x}{y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_1 u_2^3 = \frac{x^6}{3} \\ \frac{u_1}{u_2^3} = \frac{y^6}{3} \end{cases}.$$

После подстановки в  $\mu_{\text{общ}}$ :  $f(u_1) = \frac{u_2}{\sqrt[3]{3u_1}} \varphi(u_2)$  или  $\sqrt[3]{3u_1} f(u_1) = u_2 \varphi(u_2)$ , то-

гда  $\mu_{\text{общ}}$  находим из условия, что  $f(u_1) = \frac{1}{\sqrt[3]{3u_1}}$ ;  $\varphi(u_2) = \frac{1}{u^2}$ ;  $\mu_{\text{общ}} \frac{1}{y^2} \cdot \frac{1}{u_2} = \frac{1}{xy}$ .

После умножения уравнения на  $\frac{1}{xy}$ :  $(xy^2 dx + x^2 y dy) + \left(\frac{dx}{x} - \frac{dy}{y}\right) = 0$ ; или

$$d\left(\frac{x^2 y^2}{2}\right) + d\left(\ln \frac{x}{y}\right) = 0; \frac{x^2 y^2}{2} + \ln \frac{y}{x} = \ln C \Rightarrow \frac{x^2 y^2}{2} = \ln C \frac{y}{x}; \frac{Cy}{x} = e^{\frac{x^2 y^2}{2}}.$$

Особое решение  $y = 0$ , которое исключается при умножении на  $\frac{1}{xy}$ . В этом

примере применима универсальная форма интегрирующего множителя

$\mu = x^n y^m$ . После умножения на  $x^n y^m$ :

$$(x^{n+2} y^{m+3} + x^n y^{m+1}) dx + (x^{n+3} y^{m+2} - x^{n+1} y^m) dy = 0, \text{ так как } \frac{\partial M}{\partial y} = \frac{\partial N}{\partial x};$$

$$(m+3)x^{n+2} y^{m+2} + (m+1)x^n y^m = (n+3)x^{n+2} y^{m+2} - (n+1)x^n y^m;$$

$$\begin{cases} m+3 = n+3 \\ m+1 = -(n+1); \end{cases} \begin{cases} m = n \\ m+n = -2 \end{cases} \begin{cases} n = -1 \\ m = -1 \end{cases} \quad \mu = \frac{1}{xy}.$$

В статье рассмотрены основные способы решения дифференциальных уравнений первого порядка в полных дифференциалах. Приведены примеры определения интегрирующего множителя традиционными методами и в универсальной форме.

## Библиографический список

1. Матвеев Н. М. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – Минск: Высшая школа, 1987. – 321 с.
2. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления. – М.: Наука, 2011. – 588 с.
3. Беркович Ф. Д. Задачи студенческих олимпиад по математике с указаниями и решениями / Ф. Д. Беркович, В. С. Федий, В. И. Шлыков. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 264 с.

УДК 517

**В. А. Зубов**

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,  
г. Ярославль  
*8.34608@gmail.com*

## ПРАВИЛО ЛЕЙБНИЦА И ВОЗМОЖНЫЕ ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ

В статье рассмотрено правило Лейбница, которое является весьма эффективным средством для вычисления целого ряда собственных и несобственных интегралов. Приведен ряд красивых решений задач при помощи этого правила. Вводя интеграл более общего вида за счет введения параметра, получаем более простое решение.

Данные задачи могут быть предложены в качестве заданий на олимпиадах по математике и для подготовки курсантов к математическим олимпиадам.

**Ключевые слова:** правило Лейбница, дифференцирование под знаком интеграла, несобственные интегралы.

**V. A. Zubov**

Yaroslavl Air Defense Military College, Yaroslavl  
*8.34608@gmail.com*

## LEIBNIZ'S RULE AND POSSIBLE OLYMPIAD PROBLEMS

The article discusses Leibniz's rule, which is a very effective tool for calculating a number of proper and non-proper integrals. Here are some beautiful solutions to problems with this rule. By introducing a more general integral, we get a simpler solution.

These problems can be offered as tasks at mathematics Olympiads and for preparing cadets for mathematical Olympiads.

**Keywords:** Leibniz rule, differentiation under the sign of the integral, non-proper integrals.

Задачи, предлагаемые на олимпиадах, не должны быть трудоемкими и очень сложными. Однако их решения должны быть, по возможности, красивыми, неожиданными и нестандартными. Весьма интересным, в этом смысле, представляется способ первоначального усложнения исходного интеграла за счет введения в подынтегральную функцию дополнительной переменной, дифференцирование по которой, иногда приводит к более быстрому результату.

Такое вычисление производной по параметру в подынтегральной функции получило название «правила Лейбница».

Если частная производная  $\varphi'_\alpha(x, \alpha)$  существует, то для вычисления производной под знаком интеграла, Лейбниц сформулировал правило, которое может быть записано следующим образом:

$$I'(\alpha) = \int_a^b \varphi'_\alpha(x, \alpha) dx$$

В этом случае говорят, что функцию  $I(\alpha) = \int_a^b \varphi(x, \alpha) dx$  можно дифференцировать по параметру под знаком интеграла.

Достаточные условия для применения этого правила содержатся в следующей теореме.

Если функция,  $\varphi(x, \alpha)$ , определенная в прямоугольной области  $[a, b; c, d]$  будет непрерывна по  $x$  в  $[a, b]$ , а при любом постоянном  $\alpha$  – в  $[c, d]$  и по всей области существует частная производная  $\varphi'_\alpha(x, \alpha)$ , непрерывная как функция двух переменных. Таким образом, как функция независимой переменной, так параметра должны определяться в указанных пределах. В этом случае, при любом  $\alpha$  из  $[c, d]$ , будет иметь место формула:

$$I'(\alpha) = \int_a^b \varphi'_\alpha(x, \alpha) dx .$$

Вводя в подынтегральную функцию параметр, мы получаем интеграл заведомо более общего вида, но как увидим, в ряде случаев с более простым вычислением. Наиболее эффективным применением данного правила оказывается в случае вычисления равномерно сходящихся несобственных интегралов.

В качестве примера рассмотрим интеграл

$$\int_0^{\pi/2} \ln \cos x \, dx,$$

вычислив его, сначала, обычным способом интегрирования, затем, применяя метод дифференцирования под знаком интеграла.

Данный интеграл подстановкой  $x = \frac{\pi}{2} - t$  сводится к широко известному интегралу Эйлера

$$\int_0^{\pi/2} \ln \sin t \, dt.$$

К этому интегралу, с точностью до знака, можно свести целый ряд как собственных, так и несобственных интегралов, в частности:

$$\int_0^{\pi/2} \frac{x}{\operatorname{tg} x} \, dx; \quad \int_0^1 \frac{\ln x}{\sqrt{1-x^2}} \, dx; \quad \int_0^1 \frac{\arcsin x}{x} \, dx; \quad \int_0^{\pi} x \ln \sin x \, dx;$$

$$\int_0^{\infty} \frac{\ln(x+x^{-1})}{1+x^2} \, dx; \quad \int_0^{\infty} \frac{x}{\sqrt{e^{2x}-1}} \, dx.$$

В начале, вспомним вычисление интеграла Эйлера традиционным способом.

$$\begin{aligned} \int_0^{\pi/2} \ln \sin t \, dt &= |t = 2x| = 2 \int_0^{\pi/4} \ln \sin 2x \, dx = 2 \int_0^{\pi/4} \ln 2 \sin x \cos x \, dx = \\ &= 2 \int_0^{\pi/4} \ln 2 \, dx + 2 \int_0^{\pi/4} \ln \sin x \, dx + 2 \int_0^{\pi/4} \ln \cos x \, dx = \end{aligned}$$

$$= \frac{\pi}{2} \ln 2 + 2 \int_0^{\pi/4} \ln \sin x \, dx + 2 \int_0^{\pi/4} \ln \cos x \, dx =$$

Во втором интеграле сделаем подстановку  $x = \frac{\pi}{2} - t$

$$= \frac{\pi}{2} \ln 2 + 2 \int_0^{\pi/4} \ln \sin x \, dx + 2 \int_{\pi/4}^{\pi/2} \ln \sin t \, dt = \frac{\pi}{2} \ln 2 + 2 \int_0^{\pi/2} \ln \sin t \, dt \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \int_0^{\pi/2} \ln \sin x \, dx = \frac{\pi}{2} \ln 2 + 2 \int_0^{\pi/2} \ln \sin x \, dx \Rightarrow \int_0^{\pi/2} \ln \sin x \, dx = -\frac{\pi}{2} \ln 2.$$

Теперь вычислим исходный интеграл, применив правило Лейбница к вычислению производной по параметру.

Преобразуем интеграл следующим образом

$$\int_0^{\pi/2} \ln \cos x \, dx = \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} \ln \cos^2 x \, dx = \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} \ln(1 - \sin^2 x) \, dx.$$

Далее, рассмотрим более общий интеграл, содержащий параметр

$$I(\alpha) = \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} \ln(\alpha^2 - \sin^2 x) \, dx, \quad \alpha > 0.$$

Продифференцируем по параметру под знаком интеграла и вычислим полученный интеграл

$$\begin{aligned} I'(\alpha) &= \int_0^{\pi/2} \frac{\alpha \, dx}{\alpha^2 - \sin^2 x} = \left| t = \operatorname{tg} x \right| = \int_0^{\infty} \frac{\alpha}{\alpha^2 - \frac{t^2}{1+t^2}} \frac{dt}{1+t^2} = \int_0^{\infty} \frac{\alpha \, dt}{\alpha^2 + \alpha^2 t^2 - t^2} = \\ &= \frac{\alpha}{\alpha^2 - 1} \int_0^{\infty} \frac{dt}{\left( \sqrt{\frac{\alpha^2}{\alpha^2 - 1}} \right)^2 + t^2} = \frac{\alpha}{\alpha^2 - 1} \frac{\sqrt{\alpha^2 - 1}}{\alpha} \operatorname{arctg} \frac{\alpha t}{\sqrt{\alpha^2 - 1}} \Big|_0^{\infty} = \frac{\pi}{2\sqrt{\alpha^2 - 1}} \end{aligned}$$

Далее, интегрируя по  $\alpha$ , восстанавливаем значение  $I(\alpha)$

$$I(\alpha) = \int \frac{\pi d\alpha}{2\sqrt{\alpha^2 - 1}} = \frac{\pi}{2} \ln(\alpha + \sqrt{\alpha^2 - 1}) + C.$$

Для определения постоянной  $C$ . Представим интеграл  $I(a)$  в следующем виде:

$$I(\alpha) = \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} \ln(\alpha^2 - \sin^2 x) dx = \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} \ln \alpha^2 \left(1 - \frac{\sin^2 x}{\alpha^2}\right) dx = \frac{\pi \ln \alpha}{2} + \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} \ln \left(1 - \frac{\sin^2 x}{\alpha^2}\right) dx.$$

Очевидно, что при  $\alpha \rightarrow \infty$ ,  $I(\alpha) = \frac{\pi}{2} \ln \alpha$ .

$$\frac{\pi \ln \alpha}{2} + \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} \ln \left(1 - \frac{\sin^2 x}{\alpha^2}\right) dx = \frac{\pi}{2} \ln(\alpha + \sqrt{\alpha^2 - 1}) + C \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = -\lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{\pi}{2} \ln \frac{\alpha + \sqrt{\alpha^2 - 1}}{\alpha} = -\frac{\pi}{2} \ln 2 \Rightarrow$$

$$I(\alpha) = \frac{\pi}{2} \ln \frac{\alpha + \sqrt{\alpha^2 - 1}}{2} \Rightarrow I(1) = \int_0^{\pi/2} \ln \cos x dx = \frac{\pi}{2} \ln \frac{1}{2} = -\frac{\pi}{2} \ln 2.$$

Примечание. Очевидно, что в приведенном решении, как и в некоторых последующих, должно быть принято  $a \neq 1$ , что, как оказалось, не сказывается на результате вычислений.

В некоторых случаях метод дифференцирования по параметру позволяет достаточно сложные интегралы вычислить достаточно легко.

Вот, например.

1. Вычислить интеграл  $\int_0^{\infty} \frac{\operatorname{arctg} x - \operatorname{arctg} 2x}{x} dx$

*Решение.*

$$I(a) = \int_0^{\infty} \frac{\operatorname{arctg} ax - \operatorname{arctg} 2x}{x} dx \quad I(2) = 0$$

$$I'(a) = \int_0^{\infty} \frac{dx}{1 + (ax)^2} = \frac{1}{a} \operatorname{arctg} ax \Big|_0^{\infty} = \frac{\pi}{2a}.$$

Интегрируя по  $a$ , восстанавливаем значение  $I(a)$

$$I(a) = \int \frac{\pi da}{2a} = \frac{\pi}{2} \ln a + C \quad I(2) = 0 = \frac{\pi}{2} \ln 2 + C \Rightarrow C = -\frac{\pi}{2} \ln 2$$

$$I(a) = \int \frac{\pi da}{2a} = \frac{\pi}{2} \ln a - \frac{\pi}{2} \ln 2 = \frac{\pi}{2} \ln \frac{a}{2}.$$

Таким образом  $\int_0^{\infty} \frac{\operatorname{arctg} x - \operatorname{arctg} 2x}{x} dx = I(1) = \frac{\pi}{2} \ln \frac{1}{2}.$

Рассмотрим еще один несложный пример.

2. Вычислить интеграл  $\int_0^{\pi/2} \ln \left( \frac{1 + 3 \cos^2 x}{\sin^2 x + 3 \cos^2 x} \right) \frac{dx}{\cos^2 x}$

*Решение.*

$$I(a) = \int_0^{\pi/2} \ln \left( \frac{1 + a \cos^2 x}{\sin^2 x + 3 \cos^2 x} \right) \frac{dx}{\cos^2 x} = \int_0^{\pi/2} \frac{\ln(1 + a \cos^2 x) - \ln(1 + 2 \cos^2 x)}{\cos^2 x} dx.$$

Сразу, обратим внимание, что  $I(2) = 0.$

$$\begin{aligned} I'(a) &= \int_0^{\pi/2} \frac{dx}{1 + a \cos^2 x} = \left| \operatorname{tg} x = t \right| = \int_0^{\infty} \frac{dt}{\left(1 + \frac{a}{1+t^2}\right)(1+t^2)} = \int_0^{\infty} \frac{dt}{1+a+t^2} = \\ &= \int_0^{\infty} \frac{dt}{1+a+t^2} = \frac{1}{\sqrt{1+a}} \operatorname{arctg} \frac{t}{\sqrt{1+a}} \Big|_0^{\infty} = \frac{\pi}{2\sqrt{1+a}}. \end{aligned}$$

Тогда  $I(a) = \pi \int \frac{da}{2\sqrt{1+a}} = \pi \sqrt{1+a} + C,$

$$I(2) = \pi \sqrt{3} + C = 0 \Rightarrow C = -\pi \sqrt{3}$$

$$I(a) = \pi \sqrt{1+a} - \pi \sqrt{3}$$

Окончательно, получим  $\int_0^{\pi/2} \ln \left( \frac{1 + 3 \cos^2 x}{\sin^2 x + 3 \cos^2 x} \right) \frac{dx}{\cos^2 x} = I(3) = \pi(2 - \sqrt{3}).$

На всероссийских Олимпиадах по математике, которые проводятся с 1996 года, задачи на использование этого, в ряде случаев очень эффективного метода,

встречались очень редко. Вот одна из таких задач, которая предлагалась на 18 Всеармейской олимпиаде по математике.

3. Применяя дифференцирование по параметру вычислить интеграл

$$\int_0^{\pi/2} \ln \frac{1+a \cos x}{1-a \cos x} \frac{dx}{\cos x}$$

*Решение.*

$$I(a) = \int_0^{\pi/2} \ln \frac{1+a \cos x}{1-a \cos x} \frac{dx}{\cos x}$$

$$\begin{aligned} I'(a) &= \int_0^{\pi/2} \frac{1}{\cos x} (\ln(1+a \cos x) - \ln(1-a \cos x))' dx = \\ &= \int_0^{\pi/2} \frac{1}{\cos x} \left( \frac{\cos x}{1+a \cos x} + \frac{\cos x}{-a \cos x} \right) dx = 2 \int_0^{\pi/2} \frac{dx}{1-a^2 \cos^2 x}. \end{aligned}$$

Сделаем в определённом интеграле замену переменной интегрирования:

$$t = \operatorname{tg} x, \quad x = \operatorname{arctg} t, \quad dx = \frac{dt}{1+t^2}, \quad \cos^2 x = \frac{1}{1+t^2}$$

Изменяются пределы интегрирования: при  $x=0$  имеем  $t=0$ ; при  $x \rightarrow \pi/2$

получим  $t \rightarrow +\infty$

$$\begin{aligned} I'(a) &= 2 \int_0^{\infty} \frac{dt}{(1+t^2) \left(1 - \frac{a^2}{1+t^2}\right)} = 2 \int_0^{\infty} \frac{dt}{1-a^2+t^2} = 2 \int_0^{\infty} \frac{dt}{(\sqrt{1-a^2})^2 + t^2} = \\ &= 2 \frac{1}{\sqrt{1-a^2}} \operatorname{arctg} \frac{t}{\sqrt{1-a^2}} \Big|_0^{\infty} = \frac{\pi}{\sqrt{1-a^2}}. \end{aligned}$$

Интегрируя полученное соотношение  $I'(a) = \frac{\pi}{\sqrt{1-a^2}}$ , находим

$$I(a) = \int \frac{\pi}{\sqrt{1-a^2}} da = \pi \arcsin a + C.$$

Осталось найти постоянную  $C$ . Вычислим

$$I(0) = \int_0^{\pi/2} \ln\left(\frac{1}{1}\right) \frac{dx}{\cos x} = 0 = \pi \arcsin 0 + C.$$

Находим значение  $C = 0$ .

$$I(a) = \pi \arcsin a$$

Примечание. По ходу решения и этой задачи, следует обратить внимание на то, что мы должны были допустить  $a \neq 1$ . Однако, полученный результат при  $a = 1$ , тоже оказывается верным, то есть  $I(1) = \pi \arcsin 1$ .

Рассмотрим пример из [1]

4. Вычислить интеграл

$$I = \int_0^1 \frac{\operatorname{arctg} x}{x\sqrt{1-x^2}} dx$$

*Решение.*

Рассмотрим более общий интеграл, из которого данный интеграл получается при  $a = 1$ .

$$I(a) = \int_0^1 \frac{\operatorname{arctg} ax}{x\sqrt{1-x^2}} dx \quad I(0) = 0$$

Дифференцируя по параметру  $a$ , под знаком интеграла, найдем

$$I'(a) = \int_0^1 \frac{dx}{(1+a^2x^2)\sqrt{1-x^2}} = \left| x = \cos \varphi \right| = \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{1+a^2 \cos^2 \varphi} = \left| \varphi = \operatorname{tg} t \right| =$$

$$\int_0^{\infty} \frac{dt}{(1+a^2)+t^2} = \frac{1}{\sqrt{1+a^2}} \operatorname{arctg} \frac{t}{\sqrt{1+a^2}} \Big|_0^{\infty} = \frac{\pi}{2\sqrt{1+a^2}}$$

Отсюда, интегрируя, находим

$$\Rightarrow I(a) = \frac{\pi}{2} \int \frac{da}{\sqrt{1+a^2}} = \frac{\pi}{2} \ln(a + \sqrt{1+a^2}) + C \quad C = 0$$

Окончательно, имеем

$$\int_0^1 \frac{\operatorname{arctg} x}{x\sqrt{1-x^2}} dx = I(1) = \frac{\pi}{2} \ln(1 + \sqrt{2})$$

Далее рассмотрим еще не менее интересные примеры, которые являются неплохими олимпиадными задачами.

5. Вычислить интеграл

$$\int_0^1 \frac{\sin \ln x}{\ln x} \cdot dx$$

*Решение.*

Вначале, слегка преобразуем подынтегральную функцию

$$\int_0^1 \frac{\sin \ln x}{\ln x} \cdot dx = \frac{1}{2i} \int_0^1 \frac{e^{i \ln x} - e^{-i \ln x}}{\ln x} \cdot dx = \frac{1}{2i} \int_0^1 \frac{x^i - x^{-i}}{\ln x} \cdot dx.$$

Далее, приведем функцию к более общему виду, введя параметр

$$I(a) = \frac{1}{2i} \int_0^1 \frac{x^{ai} - x^{-i}}{\ln x} \cdot dx$$

Тогда

$$I'(a) = \frac{1}{2i} \int_0^1 \frac{x^{ai} i \ln x}{\ln x} dx = \frac{1}{2} \int_0^1 x^{ai} dx = \frac{1}{2} \frac{x^{ai+1}}{ai+1} \Big|_0^1 = \frac{1}{2(ai+1)}.$$

Далее, интегрируя по  $a$ , восстанавливаем значение  $I(a)$

$$I(a) = \frac{1}{2} \int \frac{da}{ai+1} = \frac{1}{2i} \ln(ai+1) + C$$

$$I(a) = \frac{1}{2i} \int_0^1 \frac{x^{ai} - x^{-i}}{\ln x} \cdot dx = \frac{1}{2i} \ln(ai+1) + C$$

Найдем  $C$

$$I(-1) = 0 = \frac{1}{2i} \ln(-i+1) + C \Rightarrow C = -\frac{1}{2i} \ln(1-i).$$

Таким образом, получим предложенный интеграл

$$\int_0^1 \frac{\sin \ln x}{\ln x} \cdot dx = \frac{1}{2i} \int_0^1 \frac{x^i - x^{-i}}{\ln x} dx = I(1) = \frac{1}{2i} \ln \frac{1+i}{1-i} = \frac{1}{2i} \ln i = \frac{1}{2i} \ln e^{\frac{\pi}{2}i} = \frac{\pi}{4}.$$

И процессе решения следующей задачи, дважды прибегнем к применению этого метода.

6. Вычислить интеграл

$$I = \int_0^{\infty} \frac{\cos x \, dx}{(x^2 + 1)}.$$

*Решение.*

$$I(a) = \int_0^{\infty} \frac{\cos ax \, dx}{(x^2 + 1)} \quad I(0) = \frac{\pi}{2}$$

$$I'(a) = \int_0^{\infty} \frac{x \sin ax \, dx}{(x^2 + 1)} = \int_0^{\infty} \frac{x^2 \sin ax \, dx}{x(x^2 + 1)} = \int_0^{\infty} \frac{\sin ax \, dx}{x} - \int_0^{\infty} \frac{\sin ax \, dx}{x(x^2 + 1)} \quad (1)$$

Рассмотрим первый интеграл  $\int_0^{\infty} \frac{\sin ax \, dx}{x} = |ax = y| = \int_0^{\infty} \frac{\sin y \, dy}{y}$ .

Для вычисления данного в общем то хорошо известного интеграла эффективным оказывается введение не просто параметра, а дополнительной функции вместе с параметром

$$J(b) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-by} \sin y \, dy}{y} \quad J(\infty) = 0$$

$$J'(b) = -\int_0^{\infty} e^{-by} \sin y \, dy$$

Интегрируя дважды по частям, получим:

$$J'(b) = -\int_0^{\infty} e^{-by} \sin y \, dy = -\frac{1}{b^2} + \frac{1}{b^2} \int_0^{\infty} e^{-by} \sin y \, dy \Rightarrow J'(b) = -\frac{1}{b^2 + 1}$$

$$J(b) = -\int_0^{\infty} \frac{db}{b^2 + 1} = -\operatorname{arctg} b + C, \quad J(\infty) = 0 = -\operatorname{arctg} \infty + C \Rightarrow C = \frac{\pi}{2}$$

$$J(b) = -\operatorname{arctg} b + \frac{\pi}{2}. \text{ Таким образом } \int_0^{\infty} \frac{\sin y}{y} \, dy = J(0) = \frac{\pi}{2}.$$

Примечание. Можно таким же образом рассмотреть интеграл еще более общего вида:

$$I(a) = \int_0^{\infty} \frac{e^{-ax} \sin bx}{x} dx$$

В этом случае результат отразится в виде формулы:

$$I(a, b) = -\operatorname{arctg} \frac{a}{b} + \frac{\pi}{2}.$$

Вернемся к уравнению (1)

$$I'(a) = \frac{\pi}{2} - \int_0^{\infty} \frac{\sin ax dx}{x(x^2+1)}; \quad I'(0) = \frac{\pi}{2} \quad \Rightarrow \quad I''(a) = I(a)$$

Решая полученное ОЛДУ с пост. коэффициентами при н. у.  $I(0) = I'(0) = \frac{\pi}{2}$

, получим:  $I(a) = \frac{\pi}{2} e^{-a}$ . и  $\int_0^{\infty} \frac{\cos x dx}{(x^2+1)} = I(1) = \frac{\pi}{2e}$ .

Рассмотрим еще пример на применение правила Лейбница.

7. Вычислить интеграл

$$\int_0^{\infty} e^{-x^2} \cos 2x dx$$

*Решение.*

$$I(a) = \int_0^{\infty} e^{-x^2} \cos ax dx \quad I(0) = \int_0^{\infty} e^{-x^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

$$\left| 2(I(0))^2 = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx \cdot \int_{-\infty}^{\infty} e^{-y^2} dy = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-(x^2+y^2)} dt ds = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\infty} r e^{-r^2} dr = -\frac{1}{2} \int_0^{2\pi} e^{-r^2} \Big|_0^{\infty} d\varphi = \pi \right|$$

$$I'(a) = \int_0^{\infty} e^{-x^2} x \sin ax dx = \left| \begin{array}{l} \text{по частям} \\ u = \sin ax \end{array} \right| = -\frac{\sin ax}{2e^{-x^2}} \Big|_0^{\infty} + \frac{a}{2} \int_0^{\infty} e^{-x^2} \cos ax dx$$

$$I'(a) = \frac{a}{2} I(a), \quad I(0) = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \quad \Rightarrow \quad I(a) = \frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Таким образом  $\int_0^{\infty} e^{-x^2} \cos 2x \, dx = I(2) = \frac{\sqrt{\pi}}{2e}$ .

8. Вычислить интеграл

$$\int_0^{\infty} \frac{dx}{(x^2 + 4)^4}$$

Данный интеграл можно найти по стандартной рекуррентной формуле

$$I_n = \frac{1}{2a^2(n-1)} \cdot \frac{x}{(x^2 + a^2)^{n-1}} + \frac{1}{a^2} \cdot \frac{2n-3}{2n-2} \cdot I_{n-1}.$$

Но даже располагая этой формулой в готовом виде, процесс решения данной задачи будет весьма трудоёмким. Но если воспользоваться правилом Лейбница, задача решается достаточно легко и быстро.

*Решение.*

Вначале, рассмотрим интеграл, зависящий от параметра

$$I(a) = \int_0^{\infty} \frac{dx}{(x^2 + a)^2} = \frac{1}{\sqrt{a}} \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{a}} \Big|_0^{\infty} = \frac{\pi}{2\sqrt{a}}.$$

Заметим, что, дифференцируя данный интеграл и его решение трижды по параметру, мы с точностью до постоянного множителя, получим искомый интеграл, зависящий от параметра.

$$\begin{aligned} I'''(a) &= (-1)(-2)(-3) \int_0^{\infty} \frac{dx}{(x^2 + a)^4} = \frac{\pi}{2} \left(-\frac{1}{2}\right) \left(-\frac{3}{2}\right) \left(-\frac{5}{2}\right) a^{-\frac{7}{2}} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \int_0^{\infty} \frac{dx}{(x^2 + a)^4} = \frac{5\pi}{32} a^{-\frac{7}{2}} \qquad \Rightarrow \int_0^{\infty} \frac{dx}{(x^2 + 4)^4} = \frac{5\pi}{2^{12}} \end{aligned}$$

Примечание. На базе полученных данных легко получить и более общую формулу.

$$\int_0^{\infty} \frac{dx}{(x^2 + a)^n} = \frac{\pi(1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2n-3))}{2^n (n-1)!} a^{-\frac{2n-1}{2}}.$$

Таким образом, предлагаемый способ позволяет в ряде случаев найти достаточно эффективное решение при вычислении определенных и несобственных интегралов. Далее приводятся несколько интегралов для самостоятельного решения.

### Задачи для самостоятельного решения

Вычислить интегралы:

$$1. \int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} e^{-x} \cdot dx \quad (I(a) = \int_0^{\infty} \frac{\sin ax}{x} e^{-x} \cdot dx \quad \text{Ответ: } \frac{\pi}{4})$$

$$2. \int_0^{\infty} \frac{\cos 3x - 1}{x} e^{-4x} \cdot dx \quad (I(a) = \int_0^{\infty} \frac{\cos ax - 1}{x} e^{-4x} \cdot dx \quad \text{Ответ:}$$

$\ln 0,8)$

$$3. \int_0^{\infty} \frac{\ln(1+x^2)}{1+x^2} dx \quad (I(a) = \int_0^{\infty} \frac{\ln(1+a^2x^2)}{1+x^2} dx \quad \text{Ответ: } \pi \ln 2)$$

$$4. \int_0^{\infty} \frac{\operatorname{arctg} x}{(1+x^2)x} dx \quad (I(a) = \int_0^{\infty} \frac{\operatorname{arctg} ax}{(1+x^2)x} dx \quad \text{Ответ: } \pi \ln \sqrt{2})$$

$$5. \int_0^{\infty} \frac{1-e^{-x}}{x} \cos x \cdot dx \quad (I(a) = \int_0^{\infty} \frac{1-e^{-ax}}{x} \cos x \cdot dx \quad \text{Ответ: } \pi \ln \sqrt{2})$$

$$6. \int_0^{\infty} \frac{\operatorname{arctg}^2 x}{x^2} dx \quad (I(a) = \int_0^{\infty} \frac{\operatorname{arctg}^2 ax}{x^2} dx, \quad \text{Ответ: } \pi \ln 2)$$

$$7. \int_0^1 \frac{x^{2022} - 1}{\ln x} dx \quad (I(a) = \int_0^1 \frac{x^a - 1}{\ln x} dx \quad \text{Ответ: } \ln 2023).$$

### Библиографический список

1. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления, Т.2. – М.: «Наука», 1966. – 800с.

**Н. И. Иванова<sup>1</sup>, М. В. Завьялова<sup>2</sup>**

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,

г. Ярославль

*natalii803@mail.ru<sup>1</sup>*

*ya.mary.k@yandex.ru<sup>2</sup>*

## **МЕТОД ПАРНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

В статье рассматривается метод парных задач, который удобно использовать при подготовке студентов и курсантов к математическим олимпиадам различных уровней. Его суть заключается в том, что каждый новый метод решения или небольшая тема представлены парой задач, первая из которых предлагается с решением, а ко второй предлагается лишь ответ. Таким образом, подробное изучение решения первой задачи должно научить решать вторую. Метод рассматривается применительно к изучению темы функциональные уравнения.

**Ключевые слова:** функциональные уравнения, метод парных задач, дифференцируемые функции, непрерывные функции, начальное условие, дифференциальное уравнение.

**N. I. Ivanova<sup>1</sup>, M. V. Zavyalova<sup>2</sup>**

Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl

*natalii803@mail.ru<sup>1</sup>*

*ya.mary.k@yandex.ru<sup>2</sup>*

## **THE METHOD OF PAIRED PROBLEMS IN THE STUDY FUNCTIONAL EQUATIONS**

The article discusses the method of paired problems, which is convenient to use in preparing students and cadets for mathematical Olympiads of various levels. Its essence lies in the fact that each new method of solving or a small topic is represented by a pair of tasks, the first of which is offered with a solution, and the second one is offered only an answer. Thus, a detailed study of the solution of the first problem should teach how to solve the second.

The method is considered in relation to the study of the topic of functional equations.

**Keywords:** functional equations, method of pair problems, differentiable functions, continuous functions, initial condition, verification

Одним из эффективных методов подготовки студентов и курсантов к математическим олимпиадам различных уровней является так называемый метод парных задач [1, с. 114]. Его суть заключается в том, что каждый новый метод решения или тема представлены парой задач, первая из которых предлагается с решением, а ко второй предлагается лишь ответ. Часто, подробное изучение ре-

шения первой задачи помогает решить вторую. В зависимости от наличия времени и сложности рассматриваемой темы или метода решения, задач по теме может быть больше двух. В соответствии с этим методом рассмотрим возможные пары задач по теме функциональные уравнения [2, с. 148].

Существует большое количество методов решения функциональных уравнений. Они различаются, в частности, в зависимости от того, какую функцию требуется найти, непрерывную, дифференцируемую или обладающую еще какими-то свойствами. Остановимся на задачах по поиску дифференцируемых функций, начнем с решения функциональных уравнений Коши [3, с. 28].

**Пример 1.1.** Решить уравнение вида  $f(x+y) = f(x) + f(y)$  в классе дифференцируемых функций.

*Решение.* Положим что  $y=0$ , тогда имеем  $f(x+0) = f(x) + f(0)$ , значит,  $f(0) = 0$ .

Предположим, что  $y = f(x)$  и найдем  $y'$ . Переходя к пределу при  $\Delta x \rightarrow 0$ , получим

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x) + f(\Delta x) - f(x)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(\Delta x) - f(0)}{\Delta x} = f'(0) = a = const.$$

Отсюда  $y' = a \Rightarrow y = ax + b$ .

Выполним проверку:  $c(x+y) + b = cx + b + cy + b$  отсюда  $b = 0$ , значит  $f(x) = ax$ .

**Пример 1.2.** Решить уравнение в классе дифференцируемых функций  $f(xy) = f(x) + f(y)$ .

*Ответ:*  $y = C \ln x$ .

Отметим, что существует другой метод решения этих задач. Можно продифференцировать обе части функционального уравнения переменной  $x$ , а потом по переменной  $y$ , а затем, приравнять правые части полученных равенств, в силу того, что левые равны. Решить полученное дифференциальное уравнение и выполнить проверку. Рассмотрим этот метод подробнее.

**Пример 2.1.** Найти все дифференцируемые функции, удовлетворяющие уравнению  $f(x+y) = e^{-x} f(y) + e^{-y} f(x)$ .

*Решение.* Подставив в уравнение значения  $x=0, y=0$ , найдем естественное граничное условие  $f(0) = 0$ .

Имеем симметрическое функциональное уравнение. Последовательное дифференцирование уравнения сначала по  $x$ , затем по  $y$  дает систему уравнений:

$$\begin{cases} f'(x+y) = -e^{-x}f(y) + e^{-y}f'(x) \\ f'(x+y) = e^{-x}f'(y) - e^{-y}f(x) \end{cases} \Rightarrow$$

$$-e^{-x}f(y) + e^{-y}f'(x) = e^{-x}f'(y) - e^{-y}f(x).$$

Эта система в результате разделения переменных сводится к обыкновенному дифференциальному уравнению относительно неизвестной функции  $f(x)$ .

Разделяя переменные, находим

$$\frac{f'(y) + f(y)}{e^{-y}} = \frac{f'(x) + f(x)}{e^{-x}} = \lambda, \lambda = const,$$

так как  $x$  и  $y$  – независимые переменные. Получаем  $f'(x) + f(x) = \lambda e^{-x}$  – линейное дифференциальное уравнение. Его общее решение –  $f(x) = Ce^{-x} + \lambda xe^{-x}$ . Из начального условия находим  $C=0$ . Решением является множество функций  $f(x) = \lambda xe^{-x}$ , где  $\lambda$  – произвольная постоянная. Подстановкой в исходное уравнение убеждаемся, что эта функция удовлетворяет исходному уравнению  $\forall \lambda \in R$ .

**Пример 2.2.** Найти решение функционального уравнения, удовлетворяющее заданному условию,  $f(x+y) = f(x) + (1-f(x))f(y)$ ,  $f'(0) = 2022$ .

*Ответ:*  $f(x) = 1 - e^{-2022x}$ .

**Пример 3.1.** Найти непрерывно дифференцируемое решение функционального уравнения

$$f(x+y) = f(x) + f(y) + xy \left( \frac{x^2}{3} + \frac{xy}{2} + \frac{y^2}{3} \right), \quad x, y \in R,$$

удовлетворяющего условию  $f(2) = -2$ , [3, с. 30].

*Решение.* Предполагая, что  $f$  – дважды дифференцируемая функция, фиксируем  $y$  и дифференцируем уравнение по  $x$ , получаем

$$f'(x+y) = f'(x) + x^2y + xy^2 + \frac{y^3}{3}.$$

Фиксируем  $x$ , и дифференцируем полученное уравнение по  $y$ , тогда

$$f''(x+y) = x^2 + 2xy + y^2.$$

Следовательно,  $f'(x) = \frac{x^3}{3} + C$  и  $f(x) = \frac{x^4}{12} + Cx + C_1$ , где  $C_1 = 0$ , так как

$$f(0) = 0. \text{ Значит, } f(x) = \frac{x^4}{12} + Cx.$$

Из условия  $f(2) = -2$  получаем  $f(x) = \frac{x^4}{12} - \frac{5}{3}x$ .

$$\text{Ответ: } f(x) = \frac{x^4}{12} - \frac{5}{3}x.$$

**Пример 3.2.** Найти все дифференцируемые на  $R$  функции  $f$  такие, что  $f(x+y) = f(x) + f(y) + 2xy$  при всех  $x, y \in R$ .

$$\text{Ответ: } f(x) = x^2 + cx, \quad c \in R.$$

**Пример 4.1.** Найти непрерывную функцию  $f(x)$ , удовлетворяющую уравнению  $f(\alpha x) = f(x)e^{x^2}$ ,  $\alpha > 1$ ,  $f(0) = 1$ .

Решение. Введем  $t = \alpha x$ , тогда  $f(t) = f\left(\frac{t}{\alpha}\right)e^{\frac{t^2}{\alpha^2}}$ ,

$$f\left(\frac{t}{\alpha}\right) = f(t)e^{-\frac{t^2}{\alpha^2}}, \quad f\left(\frac{t}{\alpha^2}\right) = f\left(\frac{t}{\alpha}\right)e^{-\frac{t^2}{\alpha^4}} = f(t)e^{-\frac{t^2}{\alpha^2}}e^{-\frac{t^2}{\alpha^4}}, \dots,$$

$$f\left(\frac{t}{\alpha^n}\right) = f(t)e^{-\left(\frac{t^2}{\alpha^2} + \frac{t^2}{\alpha^4} + \dots + \frac{t^2}{\alpha^{2n}}\right)},$$

$$\text{откуда } f(t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( f\left(\frac{t}{\alpha^n}\right) e^{\left(\frac{t^2}{\alpha^2} + \frac{t^2}{\alpha^4} + \dots + \frac{t^2}{\alpha^{2n}}\right)} \right) = e^{\left(\frac{t^2}{\alpha^2 - 1}\right)}.$$

**Пример 4.2.** Найти непрерывную функцию  $f(x)$ , удовлетворяющую уравнению  $f(x) = f(\alpha x) + x$ ,  $\alpha > 1$ ,  $f(0) = 1$ .

$$\text{Ответ. } f(x) = 1 - \frac{x}{\alpha - 1}.$$

Иногда задача поставлена иначе, например, требуется найти не неизвестную функцию, а значения ее производных в некоторой точке.

**Пример 5.1.** Найти  $f''(0)$ , если  $f(f(x)) = 2x - \sin x$ , и  $f(x)$  – монотонная на  $R$  функция.

*Решение.*

$$g(x) = 2x - \sin x, g(0) = 0 \Rightarrow f(0) = 0,$$

$$f'(f(x))f'(x) = 2 - \cos x \Rightarrow f'(0) = 1,$$

$g(x)$  – возрастающая функция, следовательно,  $f(x)$  также возрастающая и  $f'(0) = 1$ .

$$f''(f(x))f'(x) + f'(f(x))f''(x) = \sin x \Rightarrow f''(x) = 0.$$

*Ответ:*  $f''(0) = 0$ .

**Пример 5.2.** Найти  $f''(1)$ , если  $f(1 + f(x)) = \ln x + x - 1$ , и  $f(x)$  – монотонная на  $R^+$  функция.

*Ответ:*  $f''(1) = \frac{\sqrt{2}}{2} - 1$ .

Отметим, что для решения некоторых задач по теме функциональные уравнения предлагаются несколько менее распространенные и не столь универсальные методы решения функциональных уравнений. При наличии времени и желания в подготовительную систему можно включить несколько групп задач по одной теме, что, безусловно, повысит качество усвоения новых методов решения задач и, как следствие, качество подготовки студентов и курсантов к математическим олимпиадам различных уровней.

### Библиографический список

1. Иванова Н. И. Методика парных задач при подготовке студентов и курсантов к математическим олимпиадам. // Сборник статей III Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы педагогики и психологии». Пенза: МЦНС, Наука и просвещение, 2017. – С. 114–117.

2. Медведева Л. Б., Иванова Н. И. Методы решения функциональных уравнений. // Сборник Математика и естественные науки. Теория и практика. Межвузовский сборник научных трудов. Ярославль: ЯГТУ, 2016. – С.147–157.

3. Сборник докладов семинаров «Вопросы методики подготовки к математическим олимпиадам в высшей школе» (7 выпуск) – СПб.: СПбТПП, 2005 г. – 188 с.

УДК 517

**Н. И. Иванова**

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,  
г. Ярославль  
*natalii803@mail.ru*

### **О МЕТОДЕ АБЕЛЯ СУММИРОВАНИЯ ЧИСЛОВЫХ РЯДОВ**

В статье рассматривается метод Абеля нахождения суммы числового ряда. Суть метода заключается в том, что используются известные разложения в ряд Маклорена функций  $e^x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\ln(1+x)$ ,  $(1+x)^m$ ,  $\operatorname{sh} x$ ,  $\operatorname{ch} x$ , а сама сумма числового ряда при этом находится, как значение известного степенного ряда элементарной функции в некоторой точке. Это очень удобный и достаточно простой метод суммирования числовых рядов, который широко используется при решении олимпиадных задач.

**Ключевые слова:** числовой ряд, степенной ряд, метод Абеля, ряд Маклорена, сумма ряда, условная сходимость.

**N. I. Ivanova**

Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl  
*natalii803@mail.ru*

### **ABOUT ABEL'S METHOD OF SUMMATION OF NUMERIC ROWS**

The article discusses the Abel method the tasks of finding the sum of the numerical series. The essence of this method is that the known expansions are used in a row of mumps of functions  $e^x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\ln(1+x)$ ,  $(1+x)^m$ ,  $\operatorname{sh} x$ ,  $\operatorname{ch} x$ . The sum of the numerical series is like the value of the known power series of the elementary function at some point. This is a very well-known and fairly simple method of summing up numerical series, which is widely used when solving olympics.

**Keywords:** numeric row, power row, Abel method, Macroloren row, sum of a row, conditional convergence.

Метод Абеля суммирования сходящегося числового ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$  состоит в использовании равенства суммы этого ряда и значения суммы известного степенного ряда элементарной функции в некоторой точке  $x = x_0$ :

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n = \sum_{n=1}^{\infty} b_n x^n \Big|_{x=x_0} = \sum_{n=1}^{\infty} b_n x_0^n = f(x_0), \text{ где } a_n = b_n x_0^n. \quad (1)$$

**Теорема Абеля.** Если числовой ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$  сходится, то его сумму можно найти по формуле

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n = \lim_{x \rightarrow 1-0} \sum_{n=1}^{\infty} a_n x^n.$$

Помимо известных разложений в ряд Маклорена функций  $e^x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\ln(1+x)$ ,  $(1+x)^m$ , [1, с. 367] при суммировании рядов используются также разложения

$$\begin{aligned} \operatorname{sh} x &= \frac{e^x - e^{-x}}{2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}, \\ \operatorname{ch} x &= \frac{e^x + e^{-x}}{2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n}}{(2n)!}, \end{aligned}$$

справедливые при любых  $x \in R$ , а так же, получаемые с помощью интегрирования биннома и геометрической прогрессии, разложения по степеням  $x$  функций

$$\arcsin x = \int_0^x \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = x + \frac{1}{2} \cdot \frac{x^3}{3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{x^5}{5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{x^7}{7} + \dots, x \in [-1; 1];$$

$$\operatorname{arctg} x = \int_0^x \frac{dx}{1+x^2} = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots, x \in [-1; 1].$$

Метод Абеля суммирования сходящегося числового ряда часто используется при решении олимпиадных задач. Рассмотрим несколько примеров, и начнем с самого простого.

**Пример 1.** Найти сумму ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n+1} = -\frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \dots$ .

*Решение.* Имеем равенство для суммы ряда исходного сходящегося числового ряда и значения суммы степенного ряда для функции  $\ln(1+x)$  при  $x=1$ , но без первого слагаемого. Отсюда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n+1} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n x^n}{n+1} \Big|_{x=1} = \ln(1+x) \Big|_{x=1} - 1 = \ln 2 - 1.$$

Заметим, что построенный степенной ряд сходится условно при  $x=1$ .

**Пример 2.** Найти сумму ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n3^n} = \frac{1}{3} - \frac{1}{18} + \frac{1}{81} - \frac{1}{324} + \dots$$

*Решение.* Пусть  $x=4/3$ . Имеем

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n3^n} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n x^n}{n} \Big|_{x=1/3} = \ln(1+x) \Big|_{x=1/3} = \ln(4/3).$$

**Пример 3.** Найти сумму ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n+0.5} = \frac{2}{3} - \frac{2}{5} + \frac{2}{7} + \dots$$

*Решение.* Имеем  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n+0.5} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{2n+1} = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} x^{2n+1}}{2n+1} \Big|_{x=1}$ .

Для суммирования полученного здесь степенного ряда воспользуемся равенством

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{2n+1} = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \int_0^x t^{2n} dt = \int_0^x \frac{1}{1+t^2} dt = \operatorname{arctg} x$$

Получим

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n+0.5} = 2 \operatorname{arctg} x \Big|_{x=1} = 2 \operatorname{arctg} 1 = \frac{\pi}{2}$$

**Пример 4.** Найдем сумму ряда

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n(n+1)} = \frac{1}{1 \cdot 2} - \frac{1}{2 \cdot 3} + \frac{2}{3 \cdot 4} - \frac{1}{4 \cdot 5} + \dots$$

*Решение.* Для вычисления суммы ряда используем метод Абеля

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n(n+1)} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} x^{n+1}}{n(n+1)} \Big|_{x=1}.$$

Найдем элементарную функцию  $f(x)$ , которая разлагается в степенной ряд, возникший в правой части этого равенства

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} x^{n+1}}{n(n+1)}.$$

Продифференцируем это равенство

$$f'(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} x^n}{n}.$$

Получили в правой части ряд Маклорена функции  $\ln(1+x)$ . Имеем дифференциальное уравнение вида  $f'(x) = \ln(1+x)$ . Найдем функцию  $f(x)$ , интегрируя это уравнение

$$f(x) = \int_0^x \ln(1+t) dt = t \ln(1+t) \Big|_0^x - \int_0^x \frac{t dt}{1+t} = x \ln(1+x) - x + \ln(1+x).$$

Согласно основной формуле (1) получим

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n(n+1)} = f(1) = 2 \ln 2 - 1.$$

**Пример 5.** Просуммировать ряд  $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2+n-2}$ , [2, с. 50].

*Решение.* Разложим рациональную дробь  $\frac{1}{n^2+n-2}$  на простейшие рациональные дроби. При  $0 < |x| < 1$  получим

$$\begin{aligned} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{n-1}}{n^2+n-2} &= \frac{1}{3} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{n-1}}{n-1} - \frac{1}{3x^3} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{n+2}}{n+2} = \\ &= \frac{1}{3} \ln(1+x) - \frac{1}{3x^3} \left( \frac{x^4}{4} - \frac{x^5}{5} + \frac{x^6}{6} - \dots \right) = \\ &= \frac{1}{3} \ln(1+x) + \frac{1}{3x^3} \left( \ln(1+x) - x + \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} \right). \end{aligned}$$

Отсюда при  $x = 1$  по теореме Абеля найдём

$$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2+n-2} = \frac{2}{3} \ln 2 - \frac{5}{18}.$$

**Пример 6.** Найти сумму ряда  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n n}{(n-1)!}$ , [3, с. 101].

*Решение.* Пусть

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n n x^{2n-1}}{(2n+1)!} = S(x).$$

Интегрируя этот ряд почленно, получим

$$\frac{1}{2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n+1)!} = \int_0^x S(x) dx.$$

Домножив обе части равенства на  $x$ , получим

$$\frac{1}{2} \sin x = x \int_0^x S(x) dx,$$

откуда

$$S(x) = \left( \frac{1}{2} \frac{\sin x}{x} \right)' = \frac{x \cos x - \sin x}{2x^2}.$$

При  $x = 1$  найдём  $S(1) = \frac{1}{2} (\cos 1 - \sin 1)$ .

**Пример 7.** Найти сумму ряда  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{n!}$ .

*Решение.* Имеем

$$\begin{aligned} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{n!} x^n &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n}{n!} x^n + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x^2)^n}{n!} = \\ &= 2x^2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x^2)^{n-1}}{(n-1)!} + e^{x^2} = e^{x^2} (2x^2 + 1). \end{aligned}$$

Значит,

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{n!} = 3e.$$

Приведенные примеры наглядно показывают, как можно просуммировать сходящийся числовой ряд методом Абеля. Отметим, что при необходимости степенной ряд преобразуют, интегрируют, дифференцируют, раскладывают на сумму нескольких степенных рядов, умножают на многочлен и так далее.

## Задачи для самостоятельного решения

Найти сумму числового ряда

$$\begin{aligned} 1. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{2n+3}, \quad 2. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{3n+1}, \quad 3. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{2n+3}, \\ 4. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n(n+1)(n+2)}, \quad 5. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n(n+1)(2n+1)}, \\ 6. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}(2n+1)}{n(n+1)} 2^n, \quad 7. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^n(n+1)}{n!}. \end{aligned}$$

## Библиографический список

1. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 2, М., Наука, 1966.
2. Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А. Математический анализ в задачах и упражнениях (числовые и функциональные ряды). М., Изд-во Факториал, 1996.
3. Кудрявцев Л. Д., Кутасов А. Д., Чехлов В. И., Шабунин М. И. Сборник задач по математическому анализу. Интегралы. Ряды. М., Наука, 1986.

УДК 004.021

**Т. Н. Калачева<sup>1</sup>, П. О. Милованов<sup>2</sup>**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С.К. Тимошенко, г. Кострома

*ta\_8181@mail.ru<sup>1</sup>*

*pasha18mil@mail.ru<sup>2</sup>*

## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ ВОЕННО-ПРИКЛАДНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

В статье представлены блок-схемы алгоритмов наиболее рационального решения нестандартных (олимпиадных) задач военно-прикладной направленности. Данные алгоритмы реализованы на языке программирования Pascal с подробными комментариями. Решение военно-прикладных задач позволяет интегрировать разрозненные знания курсанта по разным

дисциплинам в единую систему, то есть является основой системности научных знаний курсантов. Также решение такого типа задач позволяет курсантам приобретать некоторый практический опыт, вызывающий интерес к учебе и будущей профессии.

**Ключевые слова:** олимпиадное программирование, военно-прикладная направленность, алгоритм, блок-схема, код программы, язык программирования Pascal.

**T. N. Kalacheva<sup>1</sup>, P. O. Milovanov<sup>2</sup>**

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma

*ta\_8181@mail.ru<sup>1</sup>*

*pasha18mil@mail.ru<sup>2</sup>*

## **EXAMPLES OF SOLVING OLYMPIAD TASKS ON MILITARY APPLIED PROGRAMMING**

The article presents flowcharts of algorithms for the most rational solution of non-standard (Olympiad) problems of a military-applied orientation. These algorithms are implemented in the Pascal programming language with detailed comments. The solution of military-applied problems allows integrating disparate knowledge of a cadet in different disciplines into a single system, that is, it is the basis for the systematic nature of scientific knowledge of cadets. Also, the solution of this type of tasks allows cadets to acquire some practical experience that arouses interest in their studies and future profession.

**Keywords:** Olympiad programming, military-applied orientation, algorithm, block diagram, program code, Pascal programming language.

В настоящее время обучение в российских вузах осуществляется по новым федеральным государственным образовательным стандартам высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения. В требованиях к результатам освоения основных образовательных программ подготовки специалистов технических специальностей указано, что в рамках универсальных компетенций выпускник вуза должен уметь осуществлять поиск и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи; рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки; определять и оценивать последствия принятых решений. В рамках профессиональных компетенций способен применять полученные знания для решения профессиональных задач; использовать основные методы разработки алгоритмов и программ. Достичь высоких результатов в овладении данными компетенциями возможно не только традиционными методами, но и вовлечением обучающихся в высшей школе в олимпиадное движение [1].

В военных вузах России большую популярность приобрело участие во всеармейской олимпиаде по информатике. Один из туров данной олимпиады посвящен олимпиадному программированию. Большинство задач этого этапа имеют соответственно военно-прикладную направленность.

Олимпиадное или спортивное программирование – это участие в соревнованиях по решению нестандартных алгоритмических задач.

Алгоритм является одним из фундаментальных понятий информатики. Под **алгоритмом** понимают – точное предписание, определяющее вычислительный процесс, ведущий от варьируемых начальных данных к исходному результату за конечное число шагов.

Алгоритм должен быть составлен таким образом, чтобы исполнитель, в расчете на которого он создан, мог однозначно и точно следовать командам алгоритма и эффективно получать определенный результат [2, с.40].

Для стандартных заданий по программированию (из учебников, сборников задач и т.п.) процесс разработки алгоритма достаточно прост, для олимпиадных – требует определенных усилий. Помимо того, что задания идут достаточно высокого уровня, алгоритм решения должен удовлетворять наперед заданным условиям, например, максимальному быстродействию выполнения программы, минимальному требованию к объему памяти ЭВМ и др.

Алгоритм можно представить различными способами: с помощью графического или словесного описания, в виде таблицы, последовательностью формул, записанными на алгоритмическом языке (языке программирования).

Благодаря своей наглядности наиболее популярно графическое описание алгоритма, называемое **блок-схемой**. Алгоритм представляется в виде ориентированного графа, указывающего порядок исполнения команд (действий).

Роль составления блок-схем алгоритмов чрезвычайно важна. Построение блок-схем до начала записи программы позволяет выбрать наиболее рациональный способ решения и не редко обнаружить в нем ошибки, что способствует избавлению в значительной степени от трудоемкого поиска ошибок при отладке программы. Практический опыт программирования свидетельствует о том, что

большая доля времени, отведенного на составление программы, затрачивается на обнаружение логических ошибок.

Проблема прикладной направленности в обучении программированию является актуальной, так как вносит вклад в решение одного из противоречий военного высшего образования: между абстрактностью и изолированностью приобретаемых в вузе знаний и их использованием в будущей профессиональной деятельности. Кроме того, прикладная направленность заданий способствует развитию научного мировоззрения курсантов и повышению качества их профессиональной подготовки.

Анализ и решение определенного задания из реальной ситуации позволяет в процессе обучения уже приобретать некоторый практический опыт, вызывающий интерес к учебе и будущей профессии, а также развивать акме курсанта, объяснять связь между информатикой и другими дисциплинами.

Рассмотрим решение олимпиадных задач по программированию на конкретных примерах. Составим блок-схемы к алгоритмам задач и напишем коды программ с комментариями на языке Pascal.

Из многообразия языков программирования был выбран язык Pascal в силу следующих достоинств:

1. Простой синтаксис языка. Небольшое число операторов. Программы на Pascal достаточно легко читаемы.
2. Достаточно низкие аппаратные и системные требования как самого компилятора, так и программ, написанных на Pascal.
3. Универсальность языка. Язык Pascal применим для решения большинства задач программирования [3].

### **Задача 1. Численность противника**

Разведке удалось перехватить сообщение о количестве личного состава противника на направлении наступления наших войск. Полученное сообщение было зашифровано. Сообщение имеет вид непустой последовательности натуральных чисел, за которой следует 0. Для расшифровки необходимо вычислить

сумму тех элементов последовательности, порядковые номера которых – числа Фибоначчи. Числа Фибоначчи ( $f_n$ ) определяются формулами

$$f_0 = f_1 = 1; f_n = f_{n-1} + f_{n-2}, n=2, 3, 4, \dots$$

Элементы последовательности нумеруются с единицы.

*Ввод*

В консоли вводятся элементы последовательности, разделенные пробелом, признак конца последовательности – число 0.

*Вывод*

Вывести сумму элементов, порядковые номера которых – числа Фибоначчи.

### *Примеры тестовых заданий*

	Входные данные	Выходные данные
Тест 1	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 0	32
Тест 2	7 9 4 22 1 3 6 88 9 5 2 44 0	109
Тест 3	987 324 651 0	1962

*Решение.*

Блок-схема алгоритма решения задачи 1 приведена ниже на рисунке 1.

*Код программы*

```

Program pr;
  var a,b,c,d,i: integer;
  mas: array [1..1000000] of integer;
  mas1: array [1..29] of longint;
  begin
    mas1[1]:=1; //первый член последовательности
    mas1[2]:=2; //второй член последовательности
    i:=3; //порядковый номер следующего члена последовательности
    repeat
      mas1[i]:=mas1[i-2]+mas1[i-1]; //n член последовательности
      i:=i+1; //следующий порядковый номер
    until mas1[i-2]+mas1[i-1]>1000000; //выход из цикла при достижении максимального
    ограничения по условию задачи
    i:=1; //первый порядковый номер для mas
    b:=1; //первый порядковый номер для mas1
    writeln('Вводите числа');
    repeat
      read(mas[i]); //вводим число
      if i=mas1[b] then //проверка число ли Фибоначчи
        begin
          b:=b+1; //следующий порядковый номер
        end
      else
        i:=i+1;
    until i>1000000;
  end;

```

```

    a:=a+mas[i]; //суммируем подходящие по условию задачи вводимые числа
end;
i:=i+1; //следующий порядковый номер
until mas[i-1]=0; //выход из цикла при введении нуля, по условию задачи
writeln(a); //вывод необходимого значения
end.

```

## Задача 2. Поражение целей

В ходе нападения на 31 ртп был поврежден алгоритм целераспределения воздушных целей по ЗРК. Воздушные цели для передачи на ЗРК нумеруются от 1 до  $n$ ,  $1 \leq n \leq 100$ . Последовательность  $P=(p_1, \dots, p_n)$  является порядком поражения воздушных целей ЗРК. Последовательность  $T=(t_1, \dots, t_n)$  является нарушением работы алгоритма целераспределения. Инженеры смогли установить зависимость между последовательностями  $T$  и  $P$ . Последовательность  $T=(t_1, \dots, t_n)$  получена из  $P$  по следующему правилу:  $t_i$  равно числу элементов последовательности  $P$ , стоящих (в  $P$ ) левее числа  $i$  и больших  $i$ .

Написать программу, которая по нарушенной последовательности восстанавливает порядок поражения целей.

Например,

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
последовательность T	2	3	6	4	0	2	2	1	0
последовательность P	5	9	1	8	2	6	4	7	3

$t_1 = 2$ , следовательно, в последовательности  $P$  левее числа 1 стоят два числа, больших 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
последовательность T	2	3	6	4	0	2	2	1	0
последовательность P	5	9	1	8	2	6	4	7	3

$t_2 = 3$ , следовательно, в последовательности  $P$  левее числа 2 стоят три числа, больших 2 и т.д.

*Ввод*

В консоли в первой строке вводится количество воздушных целей, во второй строке задается нарушенный порядок поражения целей.

## Вывод

В первой строке вывести количество воздушных целей, а во второй строке восстановленный порядок поражения целей.

### Примеры тестовых заданий

	Входные данные	Выходные данные
Тест 1	9 2 3 6 4 0 2 2 1 0	9 5 9 1 8 2 6 4 7 3
Тест 2	15 7 9 7 5 10 4 5 2 4 0 4 1 2 0 0	15 10 14 8 12 6 4 15 1 3 7 2 9 13 11 5
Тест 3	1 0	1 1

## Решение.

Блок-схема алгоритма решения задачи 2 приведена ниже на рисунке 2.

### Код программы

```
Program pr;
  var i,j,k,n: integer;
  t: array [1..100] of integer;
  p: array [1..100] of integer;
  begin
    readln(n); //кол-во целей
    for i:=1 to n do read(t[i]); //заполняем массив последовательностью
    for i:=1 to n do
      begin
        k:=0; //счетчик
        j:=0; //счетчик
        repeat //вычисляем поправку по количеству нулей
          inc(j); //порядковый номер
        until p[j]=0 then inc(k) //счетчик нулей в восстанавливаемой последовательности
        until k=t[i]+1; //выход из цикла, когда количество нулей больше числа в последовательности
        p[j]:=i; //ставим значение из последовательности в восстанавливаемую последовательность
      end;
    writeln(n); //выводим количество целей
    for i:=1 to n do write(p[i], ' '); //выводим восстановленную последовательность
  end.
```

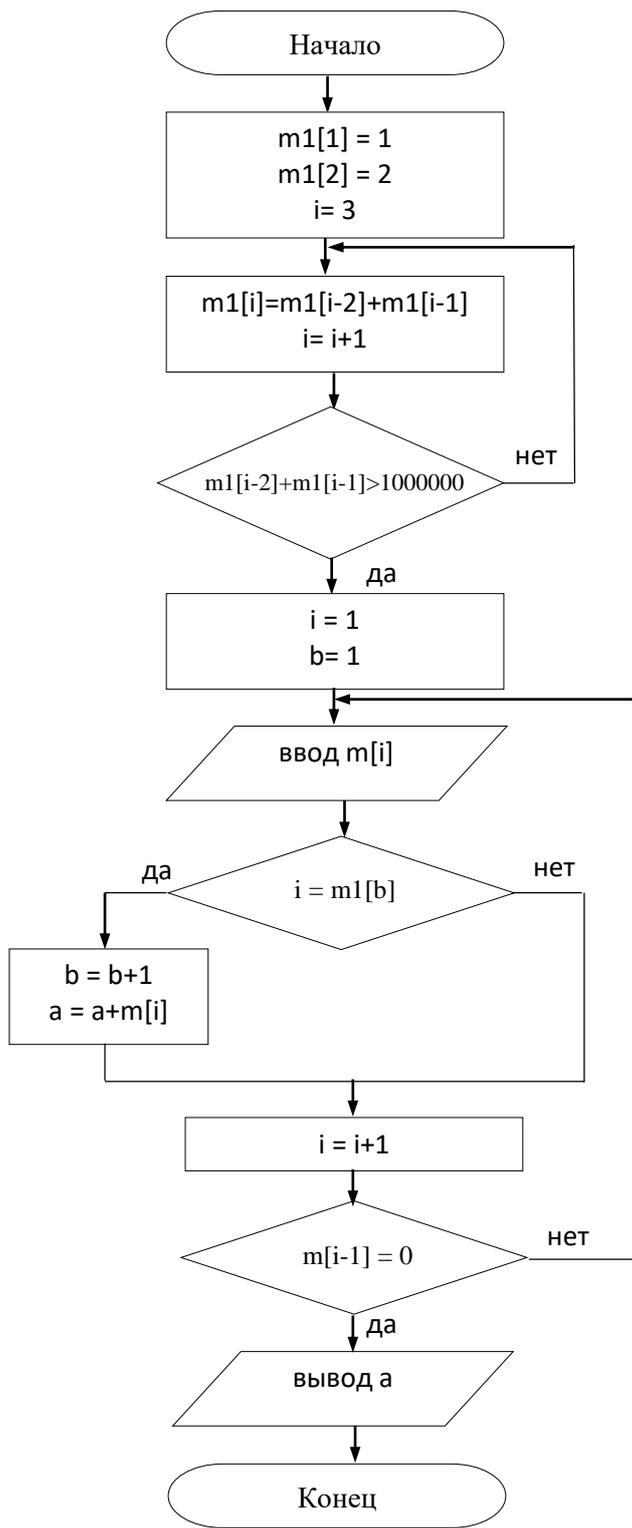


Рис. 1 Блок-схема алгоритма решения задачи 1

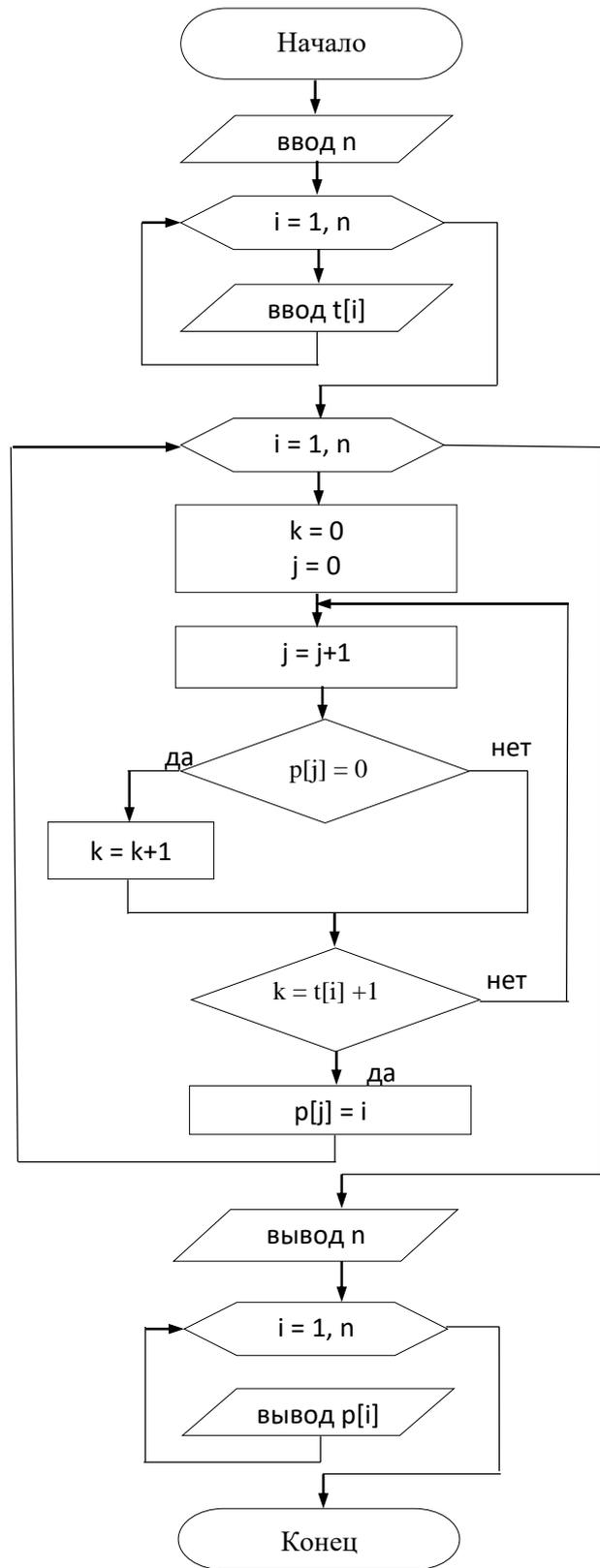


Рис. 2 Блок-схема алгоритма решения задачи 2

Таким образом, можно сказать, что решение военно-прикладных задач по программированию способствует лучшему пониманию и усвоению теоретического материала, а также формированию у курсантов умения применять изученное на практике; значит является аккумулярующим и интегрирующим факторами для формирования их профессиональных компетентностей.

### **Библиографический список**

1. Телкова С. А. О методике подготовки курсантов высших учебных заведений МВД России к математическим олимпиадам / С. А. Телкова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №2 (33) Часть 4. – С. 28 – 29.

2. Могилев А. В. Информатика: учебное пособие / А.В. Могилев, Н. И. Пак, Е. К. Хеннер. – 8-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 848 с.

3. Изучаем Паскаль. Описание языка, среда разработчика. [Электронный ресурс] / Волгоградский государственный педагогический университет. – Режим доступа: <http://mif.vspu.ru/books/pascal/turbopascal.html> (дата обращения: 05.02.2022).

УДК 519.832.2

**Н. А. Черникова<sup>1</sup>, Т. А. Тривер<sup>2</sup>**

Филиал военной академии материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А.В. Хрулёва, г. Омск  
*chernikovy50@mail.ru<sup>1</sup>*  
*ttriver@yandex.ru<sup>2</sup>*

### **АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ В РАМКАХ ПРИМЕНЕНИЯ EVENT-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ОЛИМПИАДЕ ПО МАТЕМАТИКЕ**

Статья посвящена совершенствованию подготовки курсантов к олимпиадам путем применения event-технологий. Сформулированы цели и функции event-технологий, приведены примеры event-занятий с командой по подготовке к олимпиаде по математике, а также пример

сценария занятия по теме «Аналитическая геометрия». Авторы отмечают, что решение олимпиадных задач в рамках применения event-технологии является эффективным средством обучения, а не самоцелью.

**Ключевые слова:** event-технологии, event-занятия, олимпиадные задачи.

**N. A. Chernikova<sup>1</sup>, T. A. Triver<sup>2</sup>**

Branch of the Military Academy of Logistics  
named General of the Army A. V. Khruleva, Omsk  
*chernikovy50@mail.ru<sup>1</sup>*  
*ttriver@yandex.ru<sup>2</sup>*

## **ACTIVATION OF CADET'S COGNITIVE ACTIVITY WITH THE APPLICATION OF EVENT-TECHNOLOGIES IN PREPARATION FOR THE OLYMPIAD IN MATHEMATICS**

The article is devoted to improving the preparation of cadets for the Olympiads through the use of event technologies. The goals and functions of event-technologies are formulated, examples of event-classes with a team in preparation for the Olympiad in mathematics are given, as well as an example of a scenario for a lesson on the topic "Analytical geometry". The authors note that solving Olympiad problems using event-technology is an effective learning tool, and not an end in itself.

**Keywords:** event-technologies, event-classes, olympiad tasks.

Реформирование системы военного профессионального образования в целях достижения необходимого уровня развития общества и страны требует инновационных подходов к организации не только учебной, но и вне учебной деятельности курсантов, обуславливает обновление научно-методического обеспечения учебно-воспитательного процесса, активизацию познавательной деятельности курсантов и широкого олимпиадного движения в военных вузах. Одним из таких подходов является event-технология.

Цели event-технологий в образовательном процессе во внеурочное время: помочь реализовать личностные запросы в процессе образования; способствовать успешному освоению дисциплины; научить сотрудничать, взаимодействовать (работать в команде); профессиональное самоопределение личности [1, с. 15].

В основе организации event-занятия лежит event-технология – превращение занятия посредством вспомогательных эффектов в исключительное событие

для личности. Event-технологии при подготовке к олимпиаде по математике выполняют ряд функций: дидактическую (формирование углубленных знаний, умений и навыков в области математики); релаксационную (снятие напряжения, тревожности, неудовлетворенности, создание благоприятной атмосферы в коллективе); социализирующую (реализация способностей личности).

Event-занятия при подготовке к олимпиаде могут проводиться в виде ролевых игр, тренингов, семинаров, мини-лекций, выполнения творческих заданий и т.д. Основной принцип event-занятия – активизировать всех обучающихся. В группе курсантов Омского автобронетанкового инженерного института, готовящихся к участию в олимпиаде, присутствуют курсанты с первого по пятый курс. Все они, в том числе и первокурсники, могут реализовать себя, принять участие в коллективной работе, вносить свой вклад в «общее дело», одновременно совершенствуя свои знания, умения, навыки. Event-занятие способно создать атмосферу успешности для каждого курсанта, создать условия для реализации его творческих возможностей. Event-технология не может применяться на всех без исключения занятиях по подготовке к олимпиаде, однако перед проведением контроля сложного и объемного раздела дисциплины, event-занятие эффективно способствует восполнению пробелов в пройденной теоретической части дисциплины, закреплению теоретических положений и умению применять их при выполнении сложных олимпиадных математических задач.

Рассмотрим пример применения event-технологии на занятии с командой по подготовке к олимпиаде: пример сценария по теме «Аналитическая геометрия».

Учебные и воспитательные цели занятия: закрепить теоретические знания курсантов по теме «Аналитическая геометрия»; способствовать развитию исследовательских и рефлексивных умений, умений действовать в ситуации неопределенности, стресса, коммуникативных навыков; способствовать формированию сплоченного коллектива группы, повышению уровня ответственности каждого курсанта в группе.

Прогнозируемый результат: курсанты знают теоретический материал по теме занятия; приходят к выводу о важности визуального представления условия задачи и подробного описания каждого шага ее исследования; оценивают свой вклад в работу группы.

Чтобы занятие прошло на высоком уровне, преподаватель готовит ведущего – курсанта-старшекурсника. Сценарий занятия может быть разным по сложности и типу. По ходу сценария рекомендуется применять мультимедийные технологии, заранее подготовленный план решения олимпиадной задачи, справочный материал. Ведущий предлагает присутствующим курсантам разбиться на 2 команды, куда входят и новички (курсанты 1-го и 2-го курса) и опытные «стратеги», которые принимали участие в олимпиадах различного уровня. Каждая команда получает несколько типовых задач по теме занятия.

Например, составить уравнение эллипса, у которого вершины находятся в точках  $(0; 0)$  и  $(4; 4)$ , а фокусное расстояние равно 2.

В каждой команде выбирается «теоретик», «чертёжник», «аналитик», а также «судья», которому необходимо объяснить каждый элемент решения задачи. Часто на олимпиадах сумма итогового балла за конкурсную задачу определяется как сумма баллов за все выполненные элементы решения. Поэтому, для успешного участия курсанты должны понимать этапы проверки и методику оценивания каждого элемента решения задачи. Для получения максимального балла за решение задачи курсант должен не только правильно ее решить, но и математически грамотно оформить. Поэтому типовая олимпиадная задача разбивается «аналитиком» на этапы и оценивается «судьей» по 10-балльной шкале. Пример оценки задачи по 10-ти балльной шкале рассмотрен в таблице 1.

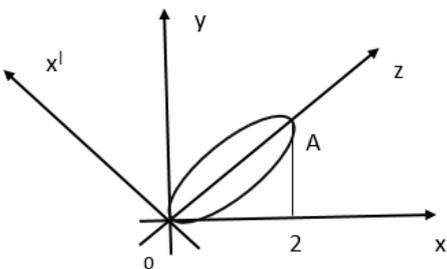
Ведущий оценивает не только количество решенных за отведенное время задач, но и сотрудничество в коллективе, качество оформления решения задачи и т.д.

При знании критериев оценивания у курсантов вырабатывается аккуратность и внимательность при оформлении полученного решения, исчезает стресс

от совершения ошибки, формируется умение работы с алгоритмами решения задачи [2]. Применение данной системы актуально при проведении контрольных срезов на этапе подготовки и внутривузовского этапа олимпиады по математике.

Таблица 1

Алгоритм оценки задачи по 10-ти балльной шкале

№	Этапы решения задачи	Баллы	Критерии оценки
1.		1	Построен рисунок к задаче.
2.	$y = x$ - ось эллипса; $C(2,2)$ - центр эллипса	1	Определены координаты центра и найдено уравнение одной из осей эллипса.
3.	$\frac{(x' - 2\sqrt{2})^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$	1	Введена новая система координат и составлено каноническое уравнение эллипса в данной системе.
4.	$\begin{pmatrix} \cos 45^\circ & \sin 45^\circ \\ -\sin 45^\circ & \cos 45^\circ \end{pmatrix}$	1	Составлена матрица поворота.
5.	$x' = \frac{\sqrt{2}}{2}x + \frac{\sqrt{2}}{2}y,$ $y' = -\frac{\sqrt{2}}{2}x + \frac{\sqrt{2}}{2}y$	1	Записаны формулы перехода от одной системы координат к другой.
6.	$c = 1$	1	Определено полуфокусное расстояние.
7.	$a = 2\sqrt{2}$	1	Определена длина одной из полуосей эллипса, выделен один из возможных случаев.
8.	$a$ – длина большой полуоси, либо $a$ – длина малой полуоси эллипса	1	Определена длина одной из полуосей эллипса, причем выделено 2 возможных случая.
9.	$15x^2 + 15y^2 - 2xy - 56x - 56y = 0,$ $17x^2 + 17y^2 + 2xy - 72x - 72y = 0$	1	Получено решение, содержащее арифметические ошибки.
10.	$15x^2 + 15y^2 - 2xy - 56x - 56y = 0,$ $17x^2 + 17y^2 + 2xy - 72x - 72y = 0$	1	Получено верное решение.

В ходе занятия курсанты, переходя от решения одной задачи к другой, меняются ролями. Занятие превращается в запоминающееся театрализованное

представление. В рамках применения event-технологии – коллективная проверка и оценка выполненных заданий, предусмотренных контрольных работ. Такая проверка позволит не только углубить и закрепить знания и навыки курсантов, но и будет способствовать выработке внимания курсантов, обеспечит умение правильно и полно воспринимать условие задания, выбирать наиболее эффективные способы решения задач.

Еще одной формой активизация познавательной деятельности курсантов в рамках применения event-технологии при подготовке к олимпиаде по математике является конструирование нестандартных задач, а также проведение мастер-классов наиболее подготовленными курсантами (под руководством преподавателя) по наиболее сложным вопросам. Это способствует не только обучению остальных курсантов и передаче им опыта, но совершенствованию знаний и навыков проводящего мастер-класс. Умение составлять нестандартные задачи, выработанное на event-занятиях, свидетельствует о культуре мышления и хорошо развитых математических способностях. Например, при проведении занятия по теме «Дифференциальные уравнения» с применением event-технологии ведущим (курсант старшего курса), был продемонстрирован метод сворачивания производной. Затем он предложил курсантам придумать свои задачи, при решении которых используется этот прием. В завершении занятия, после того, как каждый курсант продемонстрировал свою задачу, ведущий организовал обсуждение решения этих задач и выбор, на их взгляд, самой интересной. В качестве примера приведем задачу, составленную курсантом второго курса.

Условие задачи: решить дифференциальное уравнение

$$x y' = x^2 e^{-y} + 2.$$

Рассмотрим способ решения, при котором используется специфика данного уравнения. Преобразуем уравнение к виду:

$$(x y' - 2)e^y = x^2 \Rightarrow (x^2 y' - 2x)e^y = x^3.$$

Отсюда получаем:

$$\left(\frac{e^y}{x^2}\right)' = \frac{1}{x} \Rightarrow \frac{e^y}{x^2} = \ln |Cx| \Rightarrow e^y = x^2 \ln |Cx|.$$

Окончательно имеем:  $y = \ln(x^2 \ln |Cx|)$ .

Олимпиадные задачи, созданные и используемые, в том числе в рамках применения event-технологии, являются важнейшим инструментом и педагогическим фактором активизации познавательной деятельности в вузе. В процессе решения олимпиадных задач курсант, как правило, сталкивается с нетривиальными ситуациями, в которых действуют много факторов, когда нужно принимать решения в условиях стресса и ограничения времени [3, с. 19]. При этом надо помнить, что решение олимпиадной задачи, в рамках применения event-технологии, это средство обучения, а не самоцель. Коллективное обсуждение найденного решения, поиск другого способа решения, закрепление и повторение методов и приемов решения – это возможность усвоить математические приемы, накопить опыт решения нестандартных задач, сформировать умение творчески применить полученные знания на олимпиаде.

Олимпиада является одной из наиболее эффективных форм активизации познавательной деятельности курсантов, выявления наиболее способных и одаренных курсантов, которые демонстрируют свои знания и навыки, полученные в ходе изучения дисциплины «Математика».

### **Библиографический список**

1. Сковородкин А. В. Научно-педагогическое обеспечение организации внеучебной и досуговой деятельности детей и молодежи на основе «Event – технологии»: автореферат дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 /А.В. Сковородкин; [Место защиты: Ин-т теории и истории педагогики РАО] – Москва, 2010. – 19 с.

2. Васильев В. И. Триединство квалитологии / Материалы IV Всероссийской научно-методической конференции «Инновационные методы и средства оценки качества образования». – 2006. – URL: <http://www.ast-centre.ru/books/favorites/270/> (дата обращения: 27.10.2021).

3. Болдовская Т. Е. Организация процесса подготовки к олимпиадам по математике с использованием информационных технологий / Т. Е. Болдовская, М. В. Девятерикова. Информационные технологии: актуальные проблемы подготовки специалистов с учетом реализации требований ФГОС: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. – Омск: ОАБИИ, 2020. – С.17–21.

## СЕКЦИЯ 2. СОВРЕМЕННАЯ ПЕДАГОГИКА И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

### SECTION 2. MODERN PEDAGOGY AND METHODS OF TEACHING IN HIGH SCHOOL

---

УДК 377

**С. Ю. Анисимов<sup>1</sup>, Д. Н. Петров<sup>2</sup>**

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж  
*sergey.73@bk.ru<sup>1</sup>*

#### **О СОВРЕМЕННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ**

В статье приведены понятие новой педагогической технологии, ее цели и их представление. Перечислены современные педагогические технологии: проблемного обучения, модульного обучения, развивающего обучения, дифференцированного обучения, активного (контекстного) обучения, игрового обучения, обучения развитию критического мышления. Рассмотрена идея моделирования профессиональной деятельности в учебном процессе суть которой состоит в том, что обучающиеся воспроизводят профессиональную деятельность в процессе обучения в специально созданных условиях, когда эта деятельность носит условно профессиональный характер.

**Ключевые слова:** педагогические технологии, новые педагогические технологии, деятельностные педагогические технологии, моделирование профессиональной деятельности в процессе подготовки специалистов.

**S. Yu. Anisimov<sup>1</sup>, D. N. Petrov<sup>2</sup>**

Military Training and Research Center of the Air Force “Air Force Academy  
named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin”, Voronezh  
*segey.73@bk.ru<sup>1</sup>*

#### **ABOUT MODERN PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES OF HIGHER EDUCATION IN THE PROCESS OF TRAINING SPECIALISTS**

The article presents the concept of a new pedagogical technology, its goals and their presentation. Modern pedagogical technologies are listed: problem-based learning, modular learning, developmental learning, differentiated learning, active (contextual) learning, game-based learning, critical thinking development training. The idea of modeling professional activity in the educational process is considered, the essence of which is that students reproduce professional activity in the learning process in specially created conditions when this activity is conditionally professional. Keywords:

new pedagogical technologies, activity-based pedagogical technologies, modeling of professional activity in the process of training specialists.

**Keywords:** pedagogical technologies, new pedagogical technologies, activity-based pedagogical technologies, modeling of professional activity in the process of training specialists.

Педагогическая технология подразумевает системный подход для создания, применения и определения процесса преподавания и усвоения знаний с учетом технических и человеческих ресурсов и их взаимодействия, с целью оптимизации форм образования.

Для новых педагогических технологий характерны подходы и системные преобразования, происходящие сегодня в образовании. Современная педагогика должна соответствовать тем требованиям, которые предъявляются к ней как к науке, предполагающей формирование современных молодых специалистов, которым необходимо интегрироваться в новый интенсивно меняющийся мир.

Педагогическая технология начинается с исследования конечных целей процесса преподавания. Цели должны быть представлены в действиях обучающихся и последовательности этих действий. Образовательные цели преобразуются в адекватные им учебные задачи (обобщенные цели деятельности), представляемые обучающимся в виде учебных заданий и составляющие основу их учебной деятельности. Далее в различных вариантах проектируются блоки диагностики, структуры учебного процесса, методического инструментария преподавателя, организующего его управляющую деятельность, к которому относятся активные методы и средства обучения, методы интенсификация обучения, новые технологии обучения, контроля, коррекции и оценки результата.

В современные требования, предъявляемые к образовательному процессу, хорошо вписываются следующие педагогические технологии, направленные на развитие обучающегося, формирование у него компетенций, необходимых для приобретения знаний, жизненного опыта и социализации в новом интенсивно меняющемся мире:

1. Проблемное обучение подразумевает развитие познавательной активности, самостоятельности обучающихся с помощью поисковых методов и постановку познавательных задач.

2. Модульное обучение заключается в гибкости обучения, приспособление его к индивидуальным потребностям обучающегося, уровню его базовой подготовки через самостоятельную работу с использованием индивидуальной учебной программой.

3. Развивающее обучение необходимо для развития личности, ее способностей, которому способствует вовлечение обучаемых в различные виды деятельности и направление обучения на потенциальные возможности обучаемого.

4. Дифференцированное обучения способствует созданию необходимых условий для определения способностей обучающихся с помощью методов индивидуального обучения, создания возможностей к усвоению материала на различных уровнях обучения.

5. Активное (контекстное) обучение подразумевает организацию активности обучающихся, для которой активно используется моделирование социального, предметного содержания учебной (профессиональной) деятельности.

6. Игровое обучение необходимо для усвоения знаний, приобретения навыков и компетенций с помощью использования игровых методов, способствующих вовлечению обучающихся в творческую деятельность.

7. Обеспечение развития критического мышления с помощью активного включения обучающихся в процесс обучения с использованием интерактивных методов и вовлечение обучающихся в различные виды деятельности с соблюдением этапов реализации технологии: актуализация субъектного опыта, анализ, рефлексия [1].

Поиск путей повышения качества подготовки специалистов радиационной, химической и биологической (РХБ) защиты к практической профессиональной деятельности привел к применению в процессе обучения деятельностных технологий. Одним из подходов является идея моделирования профессиональной деятельности в учебном процессе.

Моделирование профессиональной деятельности специалистов РХБ защиты в учебном процессе – это такое ее отражение в содержании обучения и в реальной учебной деятельности обучающихся, которое, дает:

1) правильное и полное представление обучающимися о целостной профессиональной деятельности (от начала формулирования целей до анализа процесса и результатов);

2) обучающимся в процессе усвоения материала овладеть способами (последовательностью действий, операций) профессиональной деятельности настолько полно, что обеспечивает безболезненный переход к реальному выполнению своих должностных обязанностей (профессиональных функций).

Моделирование профессиональной деятельности требует системного подхода и состоит из:

1) профессиональной деятельности, к которой готовят обучающихся (модель деятельности);

2) содержания образования и обучения (модель подготовки).

В качестве таких моделей могут выступать:

1) квалификационные характеристики (требования к знаниям, навыкам и личностным качествам специалистов) в области РХБ защиты;

2) учебные планы и программы (содержание учебной информации и комплекс учебных задач и практик, обеспечивающих формирование системы знаний, умений, навыков, способствующих выработке профессионально значимых компетенций) [2].

Моделирование профессиональной деятельности в учебном процессе в отличие от процесса разработки содержания образования и обучения выступает как специфическая технология обучения. Суть этой технологии обучения состоит в том, что обучающиеся воспроизводят профессиональную деятельность в процессе обучения в специально созданных условиях, т.е. эта деятельность носит условно профессиональный характер, а при выполнении действий операций отражаются лишь наиболее существенные ее черты.

При разработке модели необходимо предусмотреть ее динамичный характер, так как овладение профессиональной деятельностью происходит в процессе, развернутом во времени, определяемом длительностью учебного процесса и закономерностями его протекания.

Следует учитывать также, что последовательность реализации частных моделей должна соответствовать как логике обучения, так и закономерностям профессионального становления обучаемых.

Материальным выражением модели профессиональной деятельности являются состав, содержание и последовательность предъявления обучаемым учебнопрофессиональных задач, которые в комплексе охватывают все основные действия, входящие в профессиональную деятельность.

Квазипрофессиональная деятельность (деловые игры, игровые формы занятий), является переходной от учебной к профессиональной, т.е. обучающиеся имитируют выполнение профессиональной деятельности [3].

Проводя анализ учебного процесса, можно сделать вывод, что, иногда, для практического обучения дисциплине РХБ выделяются частные умения, не отражающие целостную профессиональную деятельность, в основе которой лежит определение целей и их осуществление, а сами частные умения весьма разрознены и в совокупности не охватывают все стороны деятельности специалиста. Недостаточные в процессе обучения логические взаимосвязи между приобретенными теоретическими знаниями и практическими навыками и умениями не позволяют обучающимся эффективно использовать их в процессе дальнейшей службы.

В связи с этим преподавателям необходимо постоянно искать формы занятий и методы обучения, направленные на практическое ознакомление с целостной профессиональной деятельностью и приобретение обучающимися не только элементарных, но и сложных (комплексных) профессиональных умений, а также на формирование профессионально значимых качеств личности и ценностно-мотивационных ориентаций в процессе обучения.

Также учебные занятия должны раскрывать процесс профессиональной деятельности, рассматривать ее с различных сторон выделяя характерные этапы достижения целей с дальнейшим самоанализом выполненной работы.

## Библиографический список

1. Логвинец М. С. Современные педагогические технологии [Электронный ресурс] / М. С. Логвинец. – Режим доступа: [https://barsukovskaya.schools.by/pages/sovremennye\\_pedagogicheskie\\_tekhnologii](https://barsukovskaya.schools.by/pages/sovremennye_pedagogicheskie_tekhnologii) (дата обращения: 25.01.2022).
2. Вербицкий, А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход [Текст] / А. А. Вербицкий – М.: «Высшая школа», 1991. – 207 с.
3. Современные образовательные технологии в учебном процессе вуза [Текст]: методическое пособие / авт.-сост. Н. Э. Касаткина, Т. К. Градусова, Т. А. Жукова, Е. А. Кагакина, О. М. Колупаева, Г. Г. Солодова, И. В. Тимонина; отв. ред. Н. Э. Касаткина. – Кемерово: ГОУ «КРИПО», 2011. – 237 с.

УДК 378.147

**Е. Р. Баянова<sup>1</sup>, А. С. Бабенко<sup>2</sup>**

Костромской государственной университет, г. Кострома

*elisawetaexowna@gmail.com<sup>1</sup>*

*alenbabenko@yandex.ru<sup>2</sup>*

## ПРИМЕНЕНИЕ ВЕБ-КВЕСТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА»

В статье рассматривается способ проведения учебных занятий по теме «Комплексные числа» с применением образовательных веб-квестов. Работа раскрывает особенности применения данной технологии на уроках математики в школе, а также при изучении некоторых тем в университете. Исследование содержит сбор и анализ материала о применении образовательных веб-квестов, так же работа включает в себя пример авторской разработки и вывод по теме исследования.

**Ключевые слова:** образовательный веб-квест, организация обучения математике, комплексные числа и действия над ними.

**E. R. Bayanova<sup>1</sup>, A. S. Babenko<sup>2</sup>**

Kostroma State University, Kostroma

*elisawetaexowna@gmail.com<sup>1</sup>*

*alenbabenko@yandex.ru<sup>2</sup>*

## THE USE OF WEB QUESTS IN THE STUDY OF THE TOPIC «COMPLEX NUMBERS»

The article discusses the method of conducting training sessions on the topic «Complex numbers» using educational web quests. The work reveals the features of the application of this technology in mathematics lessons at school, as well as in the study of certain topics at the university. The study contains the collection and analysis of material on the use of educational web quests, the work also includes an example of the author's development and a conclusion on the research topic.

**Keywords:** educational web quest, organization of teaching mathematics, complex numbers and actions on them.

Образовательный веб-квест – это один из наиболее эффективных средств обучения математики. Его эффективность заключается в том, что преподаватель как в школе, так и в вузе, применяя данную технологию на занятии, способен развивать не только предметные образовательные результаты, но и необходимые в реальной жизни компетенции, например, умение работать в команде, анализировать и находить не стандартные решения, творчески подходить к решению задачи и многое другое.

Веб-квест может выступать способом обучения не только школьников, но и студентов различных образовательных организаций. А рациональное применение технологии на занятиях в свою очередь может изменить представление учащихся о процессе обучения и эффективно развивать здоровый интерес.

Квест (quest в переводе с английского «поиск», «поиск предмета») – «это разновидность игры, включающая в себя некую последовательность логически взаимосвязанных заданий, которые необходимо решить для достижения цели» [4, с.1].

Образовательный веб-квест определяется как проблемное задание с элементами ролевой игры, для выполнения которого используются информационные интернет-ресурсы [2, с. 42].

В зависимости от сюжета квесты могут быть:

- линейными, в которых игра построена по цепочке: разгадав одно задание, участники получают следующее, и так до тех пор, пока не пройдут весь маршрут;
- штурмовыми, где все игроки получают основное задание и перечень точек с подсказками, но при этом самостоятельно выбирают пути решения задач;

– кольцевыми, они представляют собой тот же «линейный» квест, но замкнутый в круг. Команды стартуют с разных точек, которые будут для них финишными [4, с. 1].

И. Н. Сокол предлагает подробную классификацию квестов, приведем ее здесь в сокращении. Образовательные квесты различаются:

- по форме проведения (компьютерные игры-квесты, веб-квесты, QR-квесты, медиа-квесты, квесты на природе, комбинированные);
- по режиму проведения (в реальном режиме; в виртуальном режиме; в комбинированном режиме);
- по сроку реализации (краткосрочные; долгосрочные);
- по форме работы (групповые; индивидуальные);
- по предметному содержанию (моноквест; межпредметный квест);
- по структуре сюжетов (линейные; нелинейные; кольцевые);
- по информационной образовательной среде (традиционная образовательная среда; виртуальная образовательная среда) [3, с. 4-5].

Веб-квест – это построенная по типу опор учебная структура, использующая ссылки на существенно важные ресурсы в Интернете и аутентичную задачу с тем, чтобы мотивировать учащихся к исследованию какой-либо проблемы с неоднозначным решением, развивая тем самым их умение работать как индивидуально, так и в группе в ведении поиска информации и ее преобразовании в более сложное знание. Опорами в данном определении выступает помощь учащимся работать вне зоны их реальных умений. Примерами опор могут быть такие виды деятельности, которые помогают учащимся правильно строить план исследования, вовлекают их в решение проблемы, направляют внимание на самые существенные аспекты изучения [4, с. 1].

При разработке квеста преподавателю важно понимать рациональность использования этого метода обучения, не перегружать занятие работой только с компьютерами. Необходимо заранее определиться с пространством работы, целями и задачами квеста, формой проведения и количеством участников, также важно учесть возрастную категорию обучающихся, участвующих в квесте, и их

индивидуальные особенности, написать сценарий, определиться с сюжетом и ресурсами квеста и назначить дату. Важно, чтобы педагог понимал на каком этапе занятия можно включить в процесс обучения данную образовательную технологию.

Приведем пример веб-квеста по теме «Комплексные числа», который может быть использован в 10 и 11 классе (в зависимости от автора учебника) на углубленном уровне обучения, например, в классах с техническим или естественно-научным профилем. Данный квест можно включать в работу на уроках закрепления или систематизации и обобщения полученных знаний. Так как данная тема не рассматривается в классах с универсальным, социально-экономическим и гуманитарным профилем, то веб-квест может применяться в университете при изучении ряда тем, связанных с комплексными числами. на занятиях по линейной алгебре или по математике в вузе в качестве проверки знаний обучающихся. По мимо этого в вузе данный квест может служить и для актуализации школьных знаний.

Данный веб-квест был создан с помощью платформы QuizWhizzer. Для получения доступа преподаватель должен предоставить ссылку и код доступа обучающимся.

На первой странице учащийся видит сам логотип сайта и кнопки ввода имени и начала игры.

После ввода данных появляется поле с заданиями, которое можно открыть и на другом устройстве для более комфортного решения заданий (рис. 1). Квест содержал всего 11 вопросов разного уровня сложности. Задания строились по порядку от простого к сложному. Суть игры заключалась в прохождении всех заданий в удобное для ученика время, так же на этом сайте существует другой вид игры: гонка, который предполагает соревнование между учащимися на время и правильность введенных ответов.

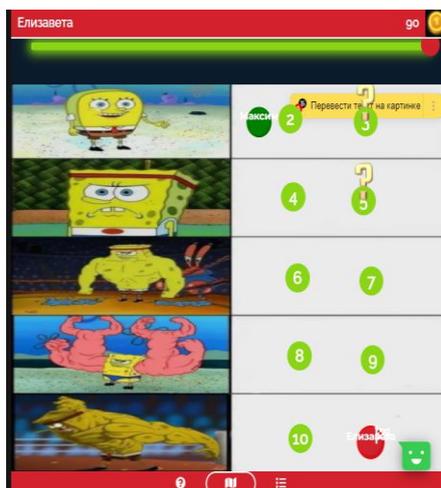


Рис. 1 Поле с заданиями

Далее следуют сами задания, разделенные на пять блоков по уровню сложности. На рисунке 2 и 3 представлены данные задания. Обучающиеся решают и получают правильные или неправильные ответы. За правильные ответы они получают монеты. Квест считается завершенным, когда учащийся выполнил все 11 заданий.

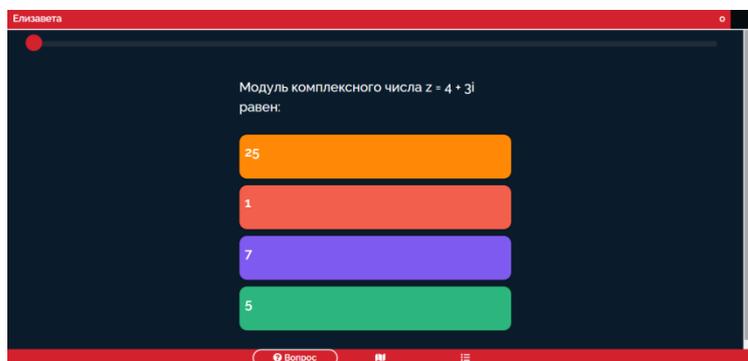


Рис. 2 Задания квеста

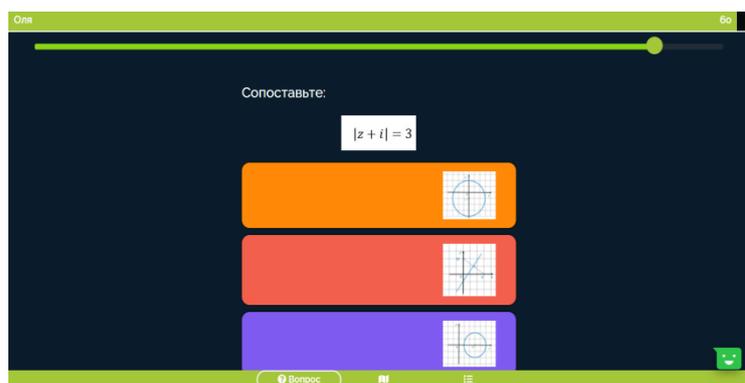


Рис. 3 Задания квеста

После окончания игры обучающийся получает данные по прохождению теста с правильными ответами и собственный рейтинг, а также проходит небольшую рефлексию (рис. 4).



Рис. 4 Итог игры

Данный веб-квест может проводиться с группой обучающихся в компьютерном классе, дать ссылку, чтобы студенты прошли квест на телефоне, или выдан как дополнительное домашнее задание.

Работа преподавателя при этом заключается в наблюдении за индивидуальной и групповой работой обучающихся при прохождении квеста, также он анализирует итоги выполнения всех заданий, степень заинтересованности и уровень освоения темы.

Ссылка на квест:

<https://app.quizwhizzer.com/active/61fc1940f1e6e0000f630323?mode=HOME>,  
код доступа:24647

Подводя итог, можно сказать, что данная технология уникальна. Уникальность данной технологии заключается в том, что преподаватель, используя сетевые ресурсы, способен повышать заинтересованность обучающихся к предмету и эффективно давать новые знания. При это он может развить необходимые компетенции у студентов (умение работать в команде, творчески подходить к решению задачи, самостоятельно анализировать, собирать и изменять информацию и многое другое) [1, с. 323].

Образовательный веб-квест может транслироваться в любой образовательной организации, важно при этом определить место квеста в процессе обучения и подобрать соответствующие задания.

### **Библиографический список**

1. Баянова Е. Р. Использование технологии веб-квеста в процессе обучения математике / Е. Р. Баянова // Ступени роста – 2020 : Тезисы 72-й межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых (г. Кострома 1–25 апреля 2020 года ) / сост. и отв. ред. Л. А. Исакова, Кострома : Костромской государственный университет, 2020. – с. 323.

2. Игумнова Е. А. Квест-технология в образовании : учеб. пособие / Е. А. Игумнова, И. В. Радецкая. – Забайкал. гос. ун-т. – Чита : ЗабГУ, 2016. – 164 с. – ISBN 978-5-9293-1735-4.

3. Кичерова М. Н. Образовательные квесты как креативная педагогическая технология для студентов нового поколения / М. Н. Киричева, Г. З. Ефимова // Интернет-журнал «Мир науки», 2016, Том 4, номер 5 : электронный журнал . – URL: <http://mir-nauki.com/PDF/28PDMN516.pdf> (дата обращения: 01.02.2022).

4. Образовательный квест – современная интерактивная технология: офиц. текст: по сост. 9 июня 2021г. : //Образовательный квест – современная интерактивная технология: офиц. текст: офиц. текст. – Нижнеудинск – . –URL : <https://urok.1sept.ru/articles/685987> (дата обращения: 01.02.22).

УДК 378.147

**А. С. Бабенко<sup>1</sup>, А. С. Задворнова<sup>2</sup>**

Костромской государственный университет, г. Кострома

*alenbabenko@yandex.ru<sup>1</sup>*

*zadvornjva4alisa@gmail.com<sup>2</sup>*

**ИЗУЧЕНИЕ ТЕМЫ «ПРЕДИКАТЫ» ОБУЧАЮЩИМИСЯ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ**

В данной статье описываются особенности изучения темы «Предикаты» в курсе алгебры для обучающихся педагогических направлений подготовки. Приводятся примеры заданий, которые рекомендуется выполнять при освоении данной темы в университетском курсе алгебры и в чем особенность его изучения в школьном курсе алгебры. Особое внимание обращается на следующие моменты: на какие задания следует обратить внимание при изучении элементов математической логики в вузе и каким способом можно его объяснять, как студентам, так и школьникам.

**Ключевые слова:** предикаты, цветовая раскраска, методика обучения математике, элементы математической логики.

**A. S. Babenko<sup>1</sup>, A. S. Zadvornova<sup>2</sup>**  
Kostroma State University, Kostroma  
*alenbabenko@yandex.ru<sup>1</sup>*  
*zadvornjva4alisa@gmail.com<sup>2</sup>*

## **STUDY OF THE THEME «PREDICATES» BY STUDENTS OF PEDAGOGICAL DIRECTIONS OF PREPARATION**

This article describes the features of studying the topic «Predicates» in the course of algebra for students of pedagogical areas of training. Examples of tasks are given that are recommended to be performed when mastering this topic in a university course of algebra and what is the peculiarity of studying it in a school course of algebra. Particular attention is drawn to the following points: what tasks should be paid attention to when studying the elements of mathematical logic at a university and how it can be explained to both students and schoolchildren.

**Keywords:** predicates, coloring, methods of teaching mathematics, elements of mathematical logic.

В связи с переходом на ФГОС СОО в школьном курсе для классов с углубленным изучением математики добавляется ряд тем из курса высшей математики, одной из которых является тема «Предикаты». Поэтому возникает необходимость разработать методические рекомендации по изучению данной темы в курсе алгебры для обучающихся педагогических направлений подготовки.

Тема «Предикаты» может вызвать затруднения в освоении, если не подойти к изложению материала должным образом как в школе, так и в вузе. При изучении данной темы студентами необходимо обратить внимание на особенность ее изучения и в школе, так как при освоении курса алгебры важно сформировать компетентность «ОПК-8 – способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний» (подробнее о формировании данной компетенции см. в работах [1, 2]).

Ранее обучающиеся педагогических направлений подготовки уже встречались в курсе алгебры с элементами теории множеств, а затем они осваивают элементы математической логикой, среди которых есть тема «Предикаты». Школьникам же предстоит рассмотреть вместе с учителем понятие «предиката», операции над предикатами, а также узнать, какие виды теорем вообще существуют в данном разделе. Изложение данной темы начинается в 10 классе, но также и при изучении информатики. Поэтому в качестве задания для студентов дается следующее – провести сравнительный анализ изложение материала по теме «Предикаты» в школьных учебниках по алгебре и началам математического анализа, а также в учебниках по информатике.

Сравним содержание данного раздела на примере нескольких учебников.

Для рассмотрения выбрали учебники под редакцией А. Г. Мерзляка «Алгебра и начала математического анализа» 10 класс базового и углубленного уровня и учебник под редакцией Л. Л. Босовой «Информатика» базового уровня.

При изучении математики на базовом уровне ни один из разделов математической логики не затрагивается, а вот уже в углубленном – имеется целая глава, посвященная множествам. Она называется «Повторение и расширение сведений о множествах, математической логике и функциях». В ней рассматриваются различные параграфы о множествах, высказываниях и операциях. Подробней остановимся на интересующем нас параграфе, который называется «Предикаты. Операции над предикатами. Виды теорем». В нем изложены все основные определения, такие как непосредственно сам «предикат», «область истинности предиката», «область определения предиката», «тождественно истинный предикат», «тождественно ложный предикат». В теме рассказано об операциях над предикатами, а именно о понятиях «равносильных предикатов», «конъюнкции предикатов», «дизъюнкции предикатов», «импликации предикатов», «эквивалентности предикатов», «отрицания предикатов». Также рассматриваются разнообразные виды теорем. Изображений и иллюстраций в теме достаточно мало.

Рассмотрим трактовку данной темы в учебнике информатики. «Предикаты» даются здесь в главе под названием «Теория множеств и алгебра логики». Только теперь изучение темы начинается как раз с операций над предикатами, а уже позже дается определение самого предиката. Название, под которым предлагается пройти этот параграф «Предикаты и их множества истинности». В нем не так много теории, как было в учебнике по математике. И это вполне объяснимо – фактически вся теория дана в предыдущих параграфах, повествующих об операциях и логических выражениях. Что характерно, картинок и иллюстраций не наблюдается.

Проанализировав вышесказанное, можно сделать вывод, что из трех учебников: в одном информации по теме «Предикаты» совсем нет, а в оставшихся двух она излагается достаточно полно. В учебнике по математике углубленного уровня тема дается в самом начале учебного года, а вот по информатике как раз в конце. Это говорит о том, что ученик 10 класса, обучающийся по этим учебникам за год два раза встретится с этой темой: в начале и почти в конце. И данный факт вполне положителен, потому что таким образом пройдя тему второй раз, он закрепит полученные знания и умения лучше. Несмотря на то, что информации дано достаточно, на наш взгляд, в обоих учебниках не хватает элемента наглядности. Это необходимо для того, чтобы ребята не только видели текстовый формат этой темы, но и могли представить это себе в каких-то образах.

Так же отметим, что практические задания являются неотъемлемой частью освоения темы «Предикаты» как в школе, так и в вузе. Так как в учебниках встречаются такие типы заданий нахождение области истинности различных предикатов и формулировка теорем различных видов, на такие типы заданий следует обратить особое внимание при изучении темы «Предикаты» в университетском курсе алгебры.

При изучении темы особенно важно обратить внимание на представление теоретической части материала. Надо доступно изложить определения каждой операции и пояснить их на примерах из обычной жизни, а также на практических примерах. Эту информацию необходимо четко структурировать. Можно сделать

это, например, с помощью таблиц или схем. Чтобы обучающимся было легче воспринимать изучаемый материал, каждой операции можно присвоить свой цвет. Так, например, дизъюнкция может выделяться красным, а конъюнкция – синим. Можно предложить ребятам самим выбрать цвета. Тогда на ассоциативном уровне им будет легче узнавать ту или иную операцию над предикатами.

Предложим ряд заданий, которые представим по трем уровням сложности:

1. Простые задачи.
2. Задачи средней сложности.
3. Сложные задачи.

Рассмотрим пример задания 1 уровня сложности:

На множестве  $[0; +\infty)$  задан предикат  $P(x) \equiv \{x^3 - x = 0\}$ . Укажите область истинности предиката.

Чтобы найти область истинности предиката, необходимо найти множество чисел, при которых равенство  $x^3 - x = 0$  будет истинным выражением.

$$x^3 - x = 0;$$

$$x(x^2 - 1) = 0;$$

$$x = 0 \text{ или } x^2 - 1 = 0;$$

$$x^2 = 1; x_1 = 1;$$

$$x_2 = -1 \text{ (не принадлежит множеству } [0; +\infty)).$$

Областью истинности предиката  $P(x) \equiv \{x^3 - x = 0\}$  на множестве  $[0; +\infty)$  является множество  $\{0; 1\}$ .

Рассмотрим пример задания 2 уровня сложности:

Для теоремы «Если некоторое натуральное число делится нацело на 5, то его квадрат делится на 25», сформулируйте обратную, противоположную, обратную противоположной теоремы.

Введем соответствие цветов видам теорем: **оранжевый** – обратная, **фиолетовый** – противоположная, **зеленый** – обратная противоположной.

**Обратная теорема:** Если квадрат некоторого натурального числа делится нацело на 25, то само число делится на 5.

**Противоположная теорема:** Если некоторое натуральное число не делится нацело на 5, то его квадрат не делится нацело на 25.

**Теорема обратная противоположной:** Если квадрат некоторого натурального числа не делится нацело на 25, то и само число не делится нацело на 25.

Рассмотрим пример задания 3 уровня сложности:

На множестве  $R$  заданы предикаты

$$P(x) \equiv \{x \neq 5\}, Q(x) \equiv \{x \neq -2\}.$$

Укажите область истинности предиката: 1)  $P(x) \wedge Q(x)$ , 2)  $P(x) \vee Q(x)$ .

Введем соответствие цветов операциям над предикатами. **Красному** цвету соответствует конъюнкция, **синему** цвету – дизъюнкция.

1)  $P(x) \wedge Q(x)$ .

Областью истинности предиката  $P(x) \equiv \{x \neq 5\}$  на множестве  $R$  является множество  $R \setminus \{5\}$ .

Областью истинности предиката  $Q(x) \equiv \{x \neq -2\}$  на множестве  $R$  является множество  $R \setminus \{-2\}$ .

Так как  $\wedge$  – конъюнкция (логическое «и»), то необходимо найти множество на котором истинным является и первый предикат, и второй.

Областью истинности предиката  $P(x) \wedge Q(x)$  на  $R$  является множество  $R \setminus \{-2; 5\}$ .

2)  $P(x) \vee Q(x)$ .

Так как  $\vee$  – дизъюнкция (логическое «или»), то необходимо найти множество, на котором истинным является первый предикат или второй.

Областью истинности предиката  $P(x) \vee Q(x)$  на  $R$  является множество  $R$ , так как при 5 ложным является первый предикат, но при этом истинным является второй, и, наоборот, при  $-2$ .

На проиллюстрированных примерах видно, что справляться с примером намного проще, если каждой операции или виду теоремы присвоен свой цвет. Интуитивно становится понятны различия между терминами, что очень важно при решении заданий по теме элементы математической логики студентами, а соответственно этот прием они могут использовать при обучении учащихся в

школе. Также можно сказать и о чувственном восприятии таких примеров по алгебре. Согласитесь, смотреть и использовать свои любимые цвета при решении намного приятней, чем однообразный сплошной текст.

### **Библиографический список**

1. Бабенко А. С., Марголина Н. Л., Матыцина Т. Н., Ширяев К. Е. Организация самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Геометрия» [Электронный ресурс] // Актуальные технологии преподавания в высшей школе: материалы научно-методической конференции. Ответственные редакторы Г. Г. Сокова, Л. А. Исакова. – Кострома: Издательство Костромской государственной университет. – 2019. – с. 133–135.

2. Бабенко А. С., Марголина Н. Л., Матыцина Т. Н., Ширяев К. Е. Некоторые рекомендации к руководству самостоятельной работой студентов по алгебре и геометрии [Электронный ресурс] // Актуальные технологии преподавания в высшей школе: материалы научно-методической конференции. Ответственные редакторы Г. Г. Сокова, Л. А. Исакова. – Кострома: Издательство Костромской государственной университет. – 2019. – С. 130–132.

УДК 378.147

**А. С. Бабенко<sup>1</sup>, Е. П. Приезжева<sup>2</sup>**

Костромской государственной университет, Кострома

*alenbabenko@yandex.ru<sup>1</sup>*

*ekaterinapriezjeva@gmail.com<sup>2</sup>*

### **БИНАРНЫЙ УРОК КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА**

В данной статье описываются особенности применения технологии бинарного урока при изучении теории вероятностей и математической статистики в вузе. Приводятся примеры заданий, которые рекомендуется выполнять при освоении данной темы в курсе теории вероятностей и математической статистики и в курсе биологии. В статье также обращается внимание на этапы проведения бинарного занятия, особо отмечается этап создания творческой группы преподавателей.

**Ключевые слова:** бинарный урок, теория вероятностей, обучение математике, межпредметные связи.

## **BINARY LESSON AS A MEANS OF FORMING PROFESSIONAL COMPETENCES OF A STUDENT**

This article describes the features of using the technology of a binary lesson in the study of probability theory and mathematical statistics at a university. Examples of tasks are given that are recommended to be performed when mastering this topic in the course of probability theory and mathematical statistics and in the course of biology. The article also draws attention to the stages of conducting a binary lesson, especially the stage of creating a creative group of teachers.

**Keywords:** binary lesson, probability theory, teaching mathematics, interdisciplinary connections.

Бинарный урок – нетрадиционный вид урока, особенностью которого является то, что занятие ведут сразу несколько преподавателей. Проведение уроков подобного типа способствует лучшему усвоению и последующему закреплению знаний учащимися по обоим предметам благодаря специально подобранным заданиям, которые направлены на формирование у студентов представления о возможностях применения полученных ими теоретических знаний по одному из предметов на практике в другой области. Такие занятия хоть и сложны в подготовке, но эффект после их проведения оправдывает затраченное время и усилия, так как он дает учащимся возможность увидеть связь между разными предметами и показать им, как полученные ими знания могут быть использованы в совершенно разных областях.

Бинарные уроки могут быть трех типов: урок изучения новых знаний, урок обобщения и систематизации и комбинированный урок, при этом структура данных уроков аналогична соответствующему типу.

Нетрудно заметить, что основная часть урока может быть более разнообразной, нежели вступление и заключение. Вот несколько подтверждающих это факторов:

- возможны дедуктивный или индуктивный ход рассуждения;

– объекты изучения могут требовать разного построения урока; характеристика одних предполагает организацию беседы с учащимися, других же, наоборот, монологической речи преподавателя [1].

Первый этап – формирование команды преподавателей – это один из ответственных моментов работы над занятием, так как от взаимной совместимости и слаженности работы команды зависит успех. Общеизвестно, что психологическая совместимость является важным фактором успеха работы любой группы людей. Необходимо создать атмосферу взаимного доверия и уважения, в которой работать будет легко и приятно, что будет являться одновременно элементом здоровьесбережения.

Проведение бинарных уроков не пользуется особо сильной известностью, а главным критерием является именно то, что необходимо присутствие на занятии сразу нескольких преподавателей, что бывает довольно сложно организовать в силу их большой нагрузки. Другой причиной недопонимания и нежелания участвовать может стать незнание этого формата обучения.

Первым шагом в работе творческой группы является планирование. Планирование начинается с анализа учебных программ с целью выявления близких тем. Однако многие существующие программы имеют слабые межпредметные связи. Каждый предмет имеет свою логику построения содержания, отличную от других предметов, поэтому сложно реализовывать все темы, вызывающие интерес. Критерием отбора тем являются образовательные цели занятия. С самого начала необходимо ответить на вопросы: для чего проводится бинарное занятие? Какие образовательные задачи он поможет решить?

Это очень важный этап подготовки бинарного урока, потому что именно здесь определяется вектор работы и основные задачи, которые будут преследовать оба преподавателя. В математике можно найти связь с, казалось бы, совсем далекими от нее предметами, что может помочь обнаружить весьма интересные связи между ними, о которых будет интересно узнать и учащимся. Но главной

задачей данного этапа является выбор темы занятия – она должна иметь практическую направленность, чтобы учащиеся понимали ее значимость как для математики, так и для второго предмета.

Бинарный урок дает возможность формировать знания об окружающем мире и его закономерностях в целом, преодолев дисциплинарную разобщенность научного знания, а также усилить внутрипредметные и межпредметные связи в усвоении рассматриваемых дисциплин. Хорошо известно, что при решении воспитательных задач зачастую более важно создать яркий эмоциональный образ, чем передать сумму знаний.

Остальную часть подготовки бинарного занятия покажем на примере.

В качестве примера бинарного урока можно привести занятие по математике и биологии на тему: «Элементы теории вероятностей и их приложение к генетике». Целью данного урока будет формирование у обучающихся научного мировоззрения путем исследования межпредметных связей курсов математики и биологии.

Начать изучение данной темы необходимо с актуализации базовых знаний, где бы преподаватели повторили с учащимися уже знакомый им материал по обоим предметам. По биологии на данный этап можно вынести вопросы о том, в каких состояниях могут находиться гены, какие пары могут быть, как звучат законы Менделя. По математике же учащимся нужно будет вспомнить, что такое случайное событие, какие события называются совместными и несовместными и классическое определение вероятности, а также теоремы сложения и умножения вероятностей. В случае, если у студентов возникнут затруднения, задачей обоих преподавателей будет направлять и подсказывать в случае необходимости основные моменты, чтобы дать возможность учащимся вспомнить все самостоятельно, что значительно увеличит вероятность запоминания и последующего усвоения большего количества материала.

На этапе изучения нового материала можно совместно решить задачу, где бы рассматривалась популяция с тремя генотипами (AA, Aa, aa, где Aa и aA счи-

таются равносильными). Далее преподавателем математики составляется таблица, где доля особей каждого генотипа обозначается определенным значением ( $AA - x$ ,  $Aa - 2z$ ,  $aa - y$ ). Количество особей в популяции обозначается  $N$ , особей генотипа  $AA$  в ней будет  $xN$ . Студентам необходимо определить количество особей смешанного и рецессивного генотипов. Вместе с преподавателями математики и биологии, учащиеся решают данную задачу, составляя систему уравнений, а далее, применяя формулы из теории вероятностей, находят ответ на поставленные вопросы. Хотя данная задача относится к биологии, для ее решения необходимо уметь составлять уравнения, приводя их к определенному виду, а также владеть знаниями, касающимися теории вероятности.

На следующем этапе – закрепления полученных знаний, можно дать обучающимся задачи с более конкретными данными, так первая задача была более общей и показывала объем используемого математического материала при решении задач по биологии. На данном этапе обоим преподавателям также важно контролировать правильность выполнения заданий, поэтому для более удобного контроля за решением можно вызывать студентов к доске для решения задач.

Приведем пример задачи, которую можно применять на этапе закрепления знаний «Одним из наследственных заболеваний обмена веществ является фенилкетонурия, вызванная нарушениями превращения аминокислоты фенилаланина. В результате болезни у детей развивается слабоумие. Мутантный ген рецессивен по отношению к нормальному гену. Определите степень риска появления ребенка с фенилкетонурией у гетерозиготных по этому признаку родителей» [1]. При решении данной задачи необходимо составить таблицу и просто по классическому определению вероятности рассчитать число благоприятствующих исходов и общее число исходов.

В качестве домашнего задания можно предложить обучающимся подготовить доклад на основании ранее полученных знаний по биологии, связав их с изученным материалом по теории вероятностей на одну из предложенных тем (например, «Мутации. Причины мутаций. Польза и вред мутаций») (еще пример бинарного урока можно посмотреть в статье [2]).

Таким образом, изучение данной темы в формате интегрированного урока способствует не только получению знаний о том, как решать генетические задачи, но и закреплению знаний по математике по теме: «Теория вероятностей», формулы в которой нередко забывают учащиеся. Это покажет студентам то, насколько важны математические формулы и их применение не ограничивается только одной наукой. Осознание этого, возможно, сможет мотивировать обучающихся на более серьезное изучение математики.

### **Библиографический список**

1. Зими́на А. Ю. Стохастическая линия при изучении биологии в средней школе / А. Ю. Зими́на // Ступени роста – 2021 : Тезисы 73-й межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых (г. Кострома 5–24 апреля 2021 года ) / сост. и отв. ред. Л. А. Исакова, Кострома : Костромской государственный университет, 2021. – С. 221.

2. Приезжева Е. П. Организация бинарного урока по математике / Е. П. Приезжева // Ступени роста – 2021 : Тезисы 73-й межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых (г. Кострома 5–24 апреля 2021 года ) / сост. и отв. ред. Л. А. Исакова, Кострома : Костромской государственный университет, 2021. – С. 231-232.

УДК 355.233

**В. В. Белоножкин<sup>1</sup>, В. А. Асеев<sup>2</sup>, А. В. Смuryгин<sup>3</sup>**  
Военный учебный научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж  
*belonozhkinvv@mail.ru<sup>1</sup>*  
*betava@mail.ru<sup>2</sup>*  
*smuryginvrn@mail.ru<sup>3</sup>*

### **УСЛОВИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ У КУРСАНТОВ КОМАНДНО-МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

В статье проведен анализ факторов, оказывающих влияние на формирование у курсантов командно-методических компетенций. Авторами обоснованы командно-методические

компетенции, которые необходимо сформировать у выпускников военных вузов. Рассмотрена структурная классификация условий, влияющих на процесс формирования у курсантов командно-методических компетенций. Сделан вывод о том, что сформированные у курсантов в высшем военно-учебном заведении командно-методические компетенции способствуют успешной военно-профессиональной деятельности офицеров в войсках, как при управлении подразделениями в процессе повседневной деятельности, так и при ведении боевых действий.

**Ключевые слова:** командно-методические компетенции; условия; курсант; процесс; факторы; компетентность.

**V. V. Belonozhkin<sup>1</sup>, V. A. Aseev<sup>2</sup>, A. V. Smurygin<sup>3</sup>**  
Military Training Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy  
named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh  
*belonozhkinvv@mail.ru<sup>1</sup>*  
*betava@mail.ru<sup>2</sup>*  
*smuryginvrn@mail.ru<sup>3</sup>*

## **CONDITIONS, AFFECTING THE FORMATION OF CADETS HAVE COMMAND AND METHODOLOGICAL COMPETENCIES**

The article analyzes the factors influencing the formation of command and methodological competencies among cadets. The authors substantiate the command and methodological competencies that need to be formed among graduates of military universities. The structural classification of the conditions influencing the process of formation of command-methodical competencies in cadets is considered. It is concluded that the command and methodological competencies formed among cadets in a higher military educational institution contribute to the successful military professional activity of officers in the army, both in managing units in the process of everyday activities and in combat operations.

**Keywords:** command and methodological competencies; conditions; cadet; process; factors; competence.

Подготовку курсантов в военном вузе необходимо организовать таким образом, чтобы командно-методические компетенции (КМК) прививались им с первого по пятый курс, то есть процесс привития и совершенствования осуществлялся непрерывно в течение всего срока обучения.

С этой целью в военном вузе на весь срок обучения курсантов разрабатывается комплексный план, в первом разделе которого, планируется взаимосвязанный и взаимообусловленный, построенный в строгой логической последовательности процесс формирования у курсантов КМК, что и является предметом проводимого нами исследования.

Анализ организации образовательного процесса и деятельности курсантов Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная

академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж) (ВУНЦ ВВС «ВВА») по всему спектру решаемых задач, позволил выявить факторы, влияющие на формирование у курсантов КМК.

В ходе проведенных исследований в ВУНЦ ВВС «ВВА», были проанализированы условия формирования КМК, выявлены общие черты и различия, на основании которых произведена их структурная классификация, представленная на рисунке 1.

Данная структурная классификация позволяет производить анализ условий, влияющих на процесс формирования у курсантов КМК по принадлежности, направлению деятельности, вектору воздействия, времени и характеру воздействия, масштабу воздействия и значимости. Структурные признаки классификации данных условий предоставляют возможность всесторонне их оценить и выявить факторы, влияющие на процесс формирования у курсантов КМК.

В целом факторы, оказывающие влияние на процесс формирования у курсантов КМК, имеют выраженную военную составляющую и могут быть представлены в виде диаграммы представленной на рисунке 2.

Анализ распределения факторов, представленных на рисунке 2 показывает, что они оказывают влияние на формирование у курсантов КМК в различных сочетаниях от одного фактора до всей совокупности факторов.

Вместе с тем, предоставляется возможным их рассортировать по значимости влияния на исследуемый процесс, в следующем порядке: служба войск и безопасность военной службы, учебная работа и учебно-воспитательный процесс, воинская дисциплина и поддержание уставного порядка, боевая и мобилизационная готовность, мероприятия, проводимые во внеучебное время, социально-психологические условия.

Необходимо отметить следующее:

– влияние факторов на исследуемый процесс происходит с переменной интенсивностью, комплексно в разных сочетаниях и имеет выраженный индивидуальный характер воздействия на курсанта, а его результирующая может способствовать эффективности формирования у обучаемых КМК или блокировать позитивное направление данного процесса;

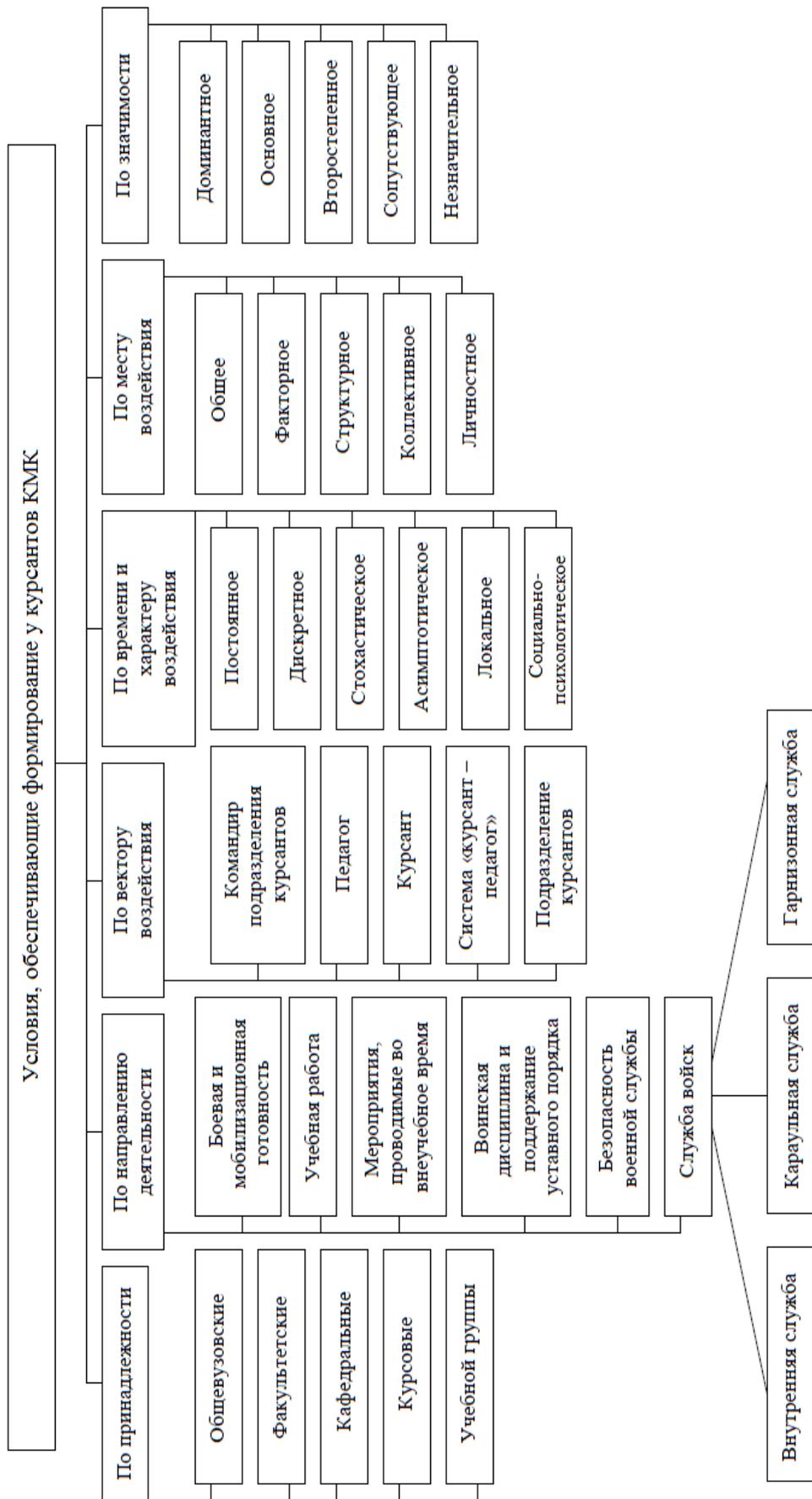


Рис. 1 Структурная классификация условий, влияющих на процесс формирования у курсантов КМК

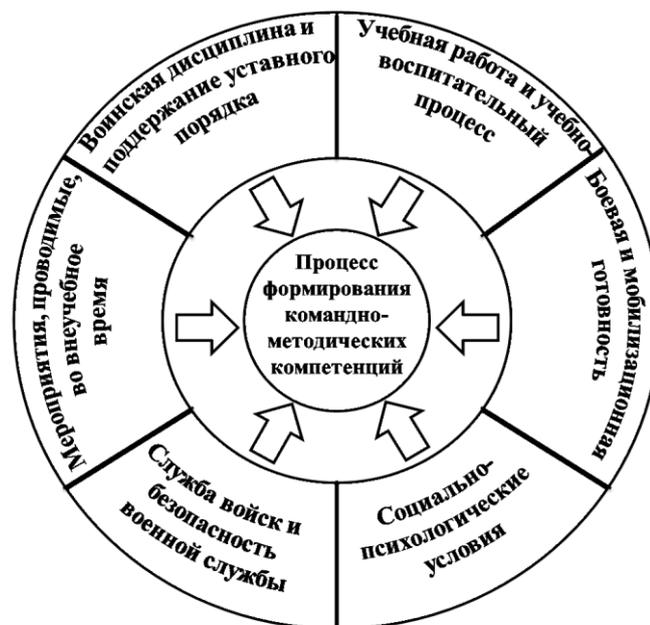


Рис. 2 Влияние факторов на процесс формирования у курсантов КМК

– по результату процесса формирования КМК у обучающегося, в зависимости от этапа подготовки, возможно осуществлять индивидуальную корректировку воздействия командного и педагогического состава на курсанта.

Командно-методическая подготовка будущих офицеров, их готовность к военно-профессиональной деятельности в войсках – одна из основных задач, стоящих перед ВУНЦ ВВС «ВВА», в контексте формирования современных Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ). Ее эффективное решение возможно в рамках компетентного подхода, на который ориентированы Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования третьего поколения (ФГОС ВПО).

ФГОС ВПО задает базовый уровень образования, который является наиболее значимым для соответствующего направления подготовки офицеров в высшем военно-учебном заведении. Внедрение компетентного подхода в военное образование, предопределяет необходимость разработки стандартов подготовки специалистов, обеспечивающих формирование у курсантов, как гражданских, так и военно-профессиональных качеств, включая и формирование КМК,

учитывающих специфику деятельности офицерских кадров в мирное и военное время.

В настоящее время подготовка курсантов в ВУНЦ ВВС «ВВА» осуществляется одновременно по двум специальностям: стандартизированной гражданской и соответствующей военной. Возникающий дефицит учебного времени восполняется только за счет военно-профессиональных дисциплин, так как программа подготовки по гражданской специальности защищена от сокращения ФГОС ВПО [1, с. 21].

Реализуемые на практике попытки уплотнения учебной нагрузки, отнесение времени несения курсантами внутренней, гарнизонной и караульной служб, к профессиональной практике, а также исключение из учебных планов отдельных дисциплин, не могут гарантировать высокого качества профессиональной подготовки будущих офицеров.

В отечественной образовательной науке и практике понятия «компетенция», «компетентный» и «компетентность» ранее широко не использовали. Преобладал подход, основанный на использовании категорий знания, умения, навыки. Признаками компетентности традиционно является диплом о высшем образовании или занимаемая должность, которые давали преимущества их обладателю, но не всегда отражали определенный уровень компетентности [2, с. 18].

Следовательно, компетентность – это не только наличие знаний и опыта, но и умение распорядиться ими в ходе реализации своих полномочий.

В основе подготовки офицерских кадров важнейшим критерием качества был и остается высокий уровень КМК выпускников, который определяет особенно в период их офицерского становления, сроки формирования их военно-профессиональной компетентности по должностному предназначению. Для обучающихся курсантов наиболее актуальной задачей образовательного процесса является создание в вузе надлежащих условий для формирования КМК будущим офицерам, в том числе организация повседневной жизни и деятельности в строгом соответствии с требованиями общевоинских уставов ВС РФ. Это означает,

что военный вуз должен быть не просто высшей школой военно-профессиональной подготовки специалистов, но и школой формирования КМК. От организации службы, обеспечивающей требуемый внутренний порядок и воинскую дисциплину, уровня боевой и мобилизационной готовности, зависит качество командно-методической подготовки выпускников, а также развитие у курсантов ответственности и добросовестности. Наличие этих качеств непосредственно сказывается на становлении будущего офицера.

Исследуя процесс формирования у курсантов КМК, мы выявили отсутствие определения КМК в системе военного образования. По нашему мнению, определение «КМК» может иметь следующее толкование – это личные качества, знания, умения и навыки курсанта (офицера), приобретаемые последовательно и непрерывно в процессе военно-профессиональной деятельности, в результате целенаправленных и планируемых педагогических воздействий, обеспечивающих его способность и готовность успешно осуществлять командно-методическую деятельность по своему должностному предназначению в войсках.

Необходимо отметить, что формирование компетенций происходит, как при изучении отдельных дисциплин, модулей, так и тех дидактических единиц, которые интегрируются ФГОС ВПО в циклы: гуманитарный, социальный и экономический; математический и естественнонаучный; профессиональный. Важное влияние на формирование у курсантов КМК оказывают изучение учебных дисциплин вариативной части профессионального блока: тактика; военно-инженерная подготовка; управление подразделениями в мирно время; автомобильная подготовка; огневая подготовка; общевойсковых уставов ВС РФ, строевая подготовка; военно-медицинская подготовка; применение воинских формирований. Доминантным свойством «компетенции» является ее обобщенный интегральный характер по отношению к «знаниям», «умениям» и «навыкам», не противоположный им, а включающий в себя все их конструктивное содержание.

На основании анализа вышеизложенного следует, что в определении «КМК» опыт не включен и это позволяет предположить возможность диагностирования многих КМК на этапе завершения обучения в военном вузе. Однако,

критерии наличия той или иной компетенции у конкретного человека, предполагают возможность того, может ли он в нужный момент адекватно применить соответствующие знания, умения и личные качества, но это возможно узнать только *postfactum*. Следовательно, оценивать компетенции можно лишь апостериорно, при этом на сформированность компетенций влияет личный опыт и уровень военно-профессиональной среды.

Овладение в полном объеме компетенциями военного специалиста возможно не на этапе окончания учебного заведения, а по истечении определенного времени после него, когда компетенции вместе с положительным опытом образуют новое военно-профессиональное качество, называемое «компетентностью».

Анализ содержания современных ФГОС ВПО по 12 специальностям подготовки в ВУНЦ ВВС «ВВА», показывает, что формированию КМК в них уделено недостаточное внимание, а имеющиеся компетенции в небольшом количестве (от 2-х, до 3-х) имеют размытое определение. Кроме того, по рассматриваемым специальностям компетенции имеют разброс не только по количеству, но и различие в содержании формулировок, что не в полной мере соответствует требованиям руководящих документов.

Следующим шагом в ходе исследования стала выработка или обоснование перечня компетенций, обеспечивающих необходимый уровень командно-методической подготовки выпускников военных вузов.

При формировании кластера КМК применялись методы анализа и синтеза.

В процессе анализа на подготовительном этапе проводились следующие мероприятия:

- выявлялись общие требования к командно-методической подготовке выпускников по специальностям ВУНЦ ВВС «ВВА»;
- проводился анализ отзывов на выпускников из войск с учетом их негативных качеств и недостатков;
- изучались руководящие документы по организации командно-методической подготовки;

– исследовалось современное состояние системы формирования КМК в военных вузах.

Процесс синтеза актуального состава КМК включил: сбор, сравнение, обобщение, ранжирование и формулирование компетенций с учетом современных квалифицированных требований к военно-профессиональной подготовке выпускников военных вузов и отзывов на выпускников из войск.

На основании проведенного анализа и синтеза были обоснованы следующие КМК, которые необходимо сформировать у выпускников военных вузов:

– обладать способностью организации внутренней службы в подразделении;

– проявлять настойчивость при обеспечении безопасности военной службы в подразделении;

– быть готовым обеспечить правопорядок, укрепление воинской дисциплины, поддержание твердого уставного порядка, условий жизни и быта в подразделении;

– знать порядок организации хозяйственной деятельности в подразделении;

– обладать способностью поддержания высокой боевой и мобилизационной готовности подразделения;

– уметь организовать проведение основных видов занятий по боевой подготовке с личным составом подразделения.

Таким образом, проведя анализ содержания обоснованных КМК, формируемых у курсантов в военных вузах, можно сделать вывод, что они в совокупности охватывают весь спектр задач, необходимых для решения выпускниками военных вузов, как при управлении подразделениями в процессе повседневной деятельности, так и при ведении боевых действий, что в целом, несомненно будет способствовать успешной военно-профессиональной деятельности офицеров в войсках.

## Библиографический список

1. Дудулин В. В. Формирование профессиональной компетентности курсантов военно-инженерных вузов: монография. – М.: ВА РВСН им. П. Великого (филиал Серпухов), 2012. – 147 с.

2. Шехонин А. А. Оценивание компетенций в сетевой среде вуза. [Текст] / А. А. Шехонин, В. А. Тарлыков // Высшее образование в России. 2010. № 3. – С. 17–24.

УДК 616-056.17 ББК 75

**С. М. Бизяев**

Филиал Военной академии ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Серпухов  
*Bizjaev.sergeyy@rambler.ru*

### **РОЛЬ И МЕСТО КУРСОВОГО ОФИЦЕРА В ОРГАНИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ В РАБОТЕ С КУРСАНТАМИ ВОЕННЫХ ВУЗОВ**

В статье рассмотрена важность курсового офицера в организации формирования стрессоустойчивости при работе с курсантами. Особая роль отводится курсовым офицерам-педагогам, как командирам, сочетающим самые лучшие моральные качества наставника с большим опытом работы с будущими офицерами и формирование у военных специалистов качеств, необходимых для успешной профессиональной деятельности.

**Ключевые слова:** курсовой офицер; организация; физическая культура; спортивная деятельность; курсант; военный вуз.

**S. M. Bizyaev**

Branch of the Military Academy of the Strategic Missile Forces  
named after Peter the Great, Serpukhov  
*Bizjaev.sergeyy@rambler.ru*

### **THE ROLE AND PLACE OF A COURSE OFFICER IN ORGANIZING THE FORMATION OF STRESS TOLERANCE IN WORKING WITH CADETS OF MILITARY UNIVERSITIES**

The article discusses the importance of the course officer in the organization of the formation of stress resistance when working with cadets. A special role is given to course officers-teachers, as commanders who combine the best moral qualities of a mentor with extensive experience in working with future officers and the formation of military specialists with the qualities necessary for successful professional activity.

**Keywords:** course officer, organization, physical culture, sports activity, cadet, military higher education institution.

Обучение курсантов военных вузов требует целенаправленного внимания, эффективной организации учебного процесса, направленного на формирование у будущих военных специалистов качеств, необходимых для успешной профессиональной деятельности.

Одной из положительных примет современности, наполненной разного рода и уровня конфликтами, является тенденция ухода от открытого противостояния и подавления к поискам способов и путей урегулирования этих процессов. Конфликтные ситуации, связанные с ними стрессы – неотъемлемая часть профессиональной деятельности военнослужащих любого рода войск.

Особая роль в обучении и воспитании будущих офицеров принадлежит высшим и средним военным училищам, и другим учебным заведениям министерства обороны. Именно там куются кадры командного состава воинских подразделений, которые призваны обеспечивать готовность к выполнению любой боевой и служебной задачи [1].

Процесс отбора будущих курсантов военных вузов предполагает отсеивание молодых людей, плохо подготовленных физически и психологически к несению воинской службы в роли кадрового офицера. Но вместе с тем случается, что и курсанты первых лет обучения не справляются с программой, а то и просто оказываются не готовыми к ежедневным нагрузкам.

Служебный долг помочь курсантам в преодолении этих трудностей ложится на курсовых офицеров-преподавателей. Именно они призваны стать на всех стадиях обучения будущего военного специалиста тем помощником и наставником, который проведет доверенную ему учебную группу через все испытания и даст путевку в профессиональную жизнь военнослужащего каждому своему курсанту.

Если преподаватели общеобразовательных и профильных военных дисциплин видятся с курсантами только в процессе обучения – на лекциях и семинарах, в ходе экзаменов и тестирования, то курсовой офицер по долгу своей

службы стоит ближе к курсанту. Ему вменено в обязанность устанавливать и поддерживать личный контакт с обучающимися молодыми людьми, изучать и контролировать их настроение, отношения в учебном коллективе, решение бытовых проблем и многое другое.

Не только изучать и знать, но и влиять на взаимоотношения в группе, психологический настрой, развитие личностных характеристик курсантов, обеспечивать ими неукоснительное следование уставу и воинской дисциплине. Все это связано и с постоянным преодолением конфликтных ситуаций, которые неизбежно возникают в группе ровесников с разным уровнем интеллекта, образования, культуры, национальных традиций и так далее.

Комплекс стоящих перед курсовым офицером-преподавателем задач включает в себя обеспечение успешного изучения курсантами теоретических дисциплин и получения практических навыков профессиональной деятельности, также личностное совершенствование, воспитание должного уровня морально-волевых качеств, физических кондиций и психологических характеристик каждого курсанта.

Наставник учебной роты несет ответственность за боеготовность вверенного ему учебного подразделения, владение навыками и умениями, чтобы справиться с поставленными служебными и боевыми задачами. Кроме того, в сферу забот курсового офицера-преподавателя входит систематическое воспитание курсантов, поддержание здоровой психологической обстановки и дисциплины, а также обеспечение сохранности имущества подчиненной ему учебной группы.

На наставника учебного подразделения возложены обязанности вести занятия по физической подготовке, выработке командных навыков. Для выполнения этих задач курсовой офицер должен быть надлежащим образом подготовлен не только теоретически, но и физически.

Наставник учебной группы сам должен неукоснительно точно знать учебную программу профессиональной подготовки курсантов, тематические планы и весь комплекс учебно-методических материалов по изучаемым дисциплинам.

Особое значение следует уделять освоению и активному использованию в учебном процессе современных методов и методик, с привлечением новых технологий и т. д. [2].

Первейшая задача курсового офицера – постоянный контроль учебного процесса, для чего должно быть налажено тесное взаимодействие с научно-преподавательским составом вуза, личные контакты со слабоуспевающими курсантами. Не только следить за текущими оценками, но и уметь вовремя заметить проблему, вмешаться и преодолеть трудности отдельного курсанта – вот путь, по которому нужно следовать наставнику учебной роты.

Эффективное выполнение обязанностей курсового офицера предполагает достаточно высокий уровень доверия между наставником и его подопечными – курсантами вверенной ему учебной группы. Выстраивание этих отношений начинается с первого курса, первого знакомства. В основу этого процесса должно быть положено, прежде всего, взаимное уважение двух сторон, понимание того, что только при тесном и эффективном взаимодействии в процессе обучения, из курсанта получится настоящий военный специалист.

В военных вузах сложились свои закономерности работы с будущими офицерами, одна из схем заключается в том, что воспитатель, он же курсовой офицер-преподаватель, в учебной группе взаимодействует с курсантами, которые являются в рамках данного воинского коллектива как бы солдатами и обязаны выполнять все команды старшего.

Для достижения конкретной учебно-воспитательной цели у курсового офицера есть несколько каналов воздействия на курсанта:

- непосредственное личностное воздействие;
- влияние через других военнослужащих (курсантов);
- стимулирование самосовершенствования (самовоспитания).

Если взять в качестве примера такую важнейшую задачу, как формирование стрессоустойчивости, то в ее решении можно применить в разной степени (зависит от конкретных условий и особенностей личности курсантов) все три ка-

нала воздействия. Но отправной точкой должно стать чувство взаимного уважения, как курсанта к личности офицера-наставника, так и курсового офицера к подопечному.

Нужно особенно подчеркнуть значимость личного примера старшего наставника в достижении задач по формированию заданных морально-волевых качеств, а также психологической характеристики личности. К сожалению, как подчеркивают многие исследователи, в среде научно-педагогического состава военных вузов, в том числе и среди курсовых офицеров, все реже используется этот прием.

Такая тенденция приводит к ослаблению личностных связей педагог – курсант, снижается авторитет наставников, курсанты начинают с меньшей ответственностью заниматься работой над развитием личностных характеристик. В конечном счете, понижается и уровень эффективности профессиональной деятельности курсантов в ходе выполнения поставленных задач.

В комплексе учебно-педагогических мер по формированию у курсантов должного уровня стрессоустойчивости важная роль отводится курсовому офицеру. Именно он находится ближе всех других педагогов к учебной роте, знает и наблюдает каждого курсанта в процессе учебных занятий, спортивных и иных тренировок, в общении с ровесниками, в быту [3].

Это позволяет сформировать более полное представление о личности курсанта, свойствах его характера, мотивах тех или иных поступков, которые он совершает в ходе общения с однокурсниками и преподавателями. Становятся видны и поначалу скрытые особенности личности, поскольку молодым людям, оказавшимся вне дома, семьи, приходится преодолевать многие психологические трудности.

Иной раз возникают межличностные конфликты, поскольку в одной группе могут оказаться несколько курсантов с высокой самооценкой, желающие самоутвердиться за счет других. Эти и другие подобные проблемы могут быть успешно разрешены, если курсовой офицер-преподаватель своевременно заметит и постарается скорректировать поведение курсантов.

Исследователями-психологами установлено, что стресс у человека вызывает не только положительное, но и отрицательное воздействие на него. Ключевым понятием здесь является новизна воздействия. Поэтому в основе всякого упражнения по повышению стрессоустойчивости заложена практика, то есть освоение каких-то каждый раз новых ситуаций и обстоятельств, требующих адекватной реакции испытуемого.

При возникновении конфликта в среде курсантов имеет значение и то, что это однополая сравнительно закрытая группа людей одного примерно возраста, поэтому реакции на то или иной раздражитель могут быть сходными. Столкновения в таких группах могут происходить из-за различных взглядов, мнений, желаний и интересов молодых людей, отличающихся друг от друга стилем жизни, личностными особенностями.

Курсовой офицер должен знать, что подобные конфликты опасны тем, что активно влияют на психологические процессы в жизни группы. А это приводит к тому, что затягивается процесс адаптации курсантов к новым условиям жизни и учебы в военном вузе. Поэтому необходимо изучить проблему и постараться найти выход.

Не имеющие большого жизненного опыта курсанты склонны переоценивать некоторые личные позиции, принимать импульсивные решения, сверяясь с реакцией на конфликт таких же малоопытных ровесников. Задача курсового офицера обязательно попробовать личным воздействием погасить конфликт, разобраться в его истоках и найти мирное разрешение. А также опереться на более зрелую личность из среды курсантов, чтобы за внешними, поведенческими реакциями увидеть корень противостояния.

Получение такого опыта в оценке столкновений характеров, мнений и желаний членов воинского коллектива в процессе учебы, быта, досуга позволит будущим офицерам сформировать у себя умения анализировать мотивы тех или иных поступков, находить пути разрешения конфликтных ситуаций.

В рамках психологической подготовки курсантов, повышения уровня их стрессоустойчивости в последнее время стали широко применять методы межкультурного взаимодействия. Они помогают сформировать у курсантов умение увидеть стрессовую ситуацию как бы со стороны, глазами другого человека. Для этого курсанта погружают в обстоятельства смоделированной конфликтной ситуации и предлагают несколько решений выхода из нее, из которых один – правильный. Культурные ассимиляторы отлично срабатывают при групповой форме работы с курсантами первого года обучения. Например, позволяют определить степень адаптации к военной субкультуре.

Для успешной работы по формированию стрессоустойчивости курсантов на каждом этапе обучения курсовые офицеры-преподаватели должны хорошо представлять себе разнообразие стрессоров повседневной профессиональной деятельности военнослужащих. Это выполнение служебного долга в экстремальных ситуациях, стрессогенные факторы семейной жизни – разводы, конфликты супругов, стрессоры морально-этические и нравственного характера, стрессоры социальных условий.

По длительности нужно различать кратковременные – от нескольких часов до суток (неприятные ощущения, тревога и страх, высокая интенсивность выполнения какого-либо задания и т.д.). К длительным стрессорам можно отнести те, чье действие продолжается от нескольких месяцев до нескольких лет – продолжительные дежурства, охрана ценностей, изоляция, длительные бои и так далее.

К стрессорам визуально-психического ряда относят взрывы, картины жестокого боя, вид разрушений, трупов, запах крови, жара или холод, звуки взрывов и другие. Знать виды стрессовых воздействий необходимо для того, чтобы грамотно организовать работу по формированию стрессоустойчивости у курсантов [4].

Для преодоления стресса любого рода человек использует собственную стратегию, основанную на личном опыте и своих психологических ресурсах личности. Важно научить будущего офицера в условиях стрессовых воздействий

управлять собственными эмоциями, правильно оценивать угрозу здоровью и жизни, находить пути выхода из сложной ситуации и выполнения поставленной служебно-боевой задачи.

Курсовой офицер-педагог должен сам владеть приемами и методами преодоления негативного воздействия стрессогенных факторов и уметь научить этому курсантов. Именно поэтому при формировании кадрового состава курсовых офицеров в военных вузах отдают предпочтение офицерам, имеющим опыт службы в войсках и склонность к педагогической деятельности.

Организуя процесс выработки умений в преодолении стрессовых воздействий у курсантов, надо исходить из того, что процесс этот состоит из нескольких этапов: профилактики; активного противодействия; первоочередной самопомощи. Отрабатывать эти навыки необходимо периодически меня обстоятельства, условия и характер стрессоров, ведя постоянное наблюдение за действиями курсантов, анализируя их во время подведения итогов занятий.

Наставник будущих офицеров должен представлять себе реальные возможности каждого из курсантов, исходя из их личностных характеристик и физического состояния, чтобы нацеливать на наиболее оптимальный способ преодоления, достижение поставленной цели на основе взаимовыручки и полной самореализации.

Только систематические упражнения во время учений и тренинга в ситуациях, связанных с риском, в обстановке опасности, в условиях, максимально приближенных к боевым, помогут сформировать у будущих офицеров тот уровень стрессоустойчивости, который обеспечит сохранение его физического и нравственного здоровья и выполнение своей профессиональной работы должным образом.

Наиболее опытные курсовые офицеры-педагоги неизменно отмечают, что иногда, казалось бы, уже сформированное у курсанта качество характера, в непривычных условиях учебного боя не проявляется. Все зависит от личностных свойств психотипа, психологической закалки. Отличный стрелок в тире может на поле учебного боя показать совершенно негодную стрельбу. Значит, задача

наставника – поработать с курсантом так, чтобы он не отвлекался на новые внешние обстоятельства, а сконцентрировал свое внимание на главном – меткой стрельбе.

Главной задачей психологической подготовки каждый раз является выработка новой модели поведения в условиях стрессовых воздействий, в ходе которого военный видит, слышит, осязает все то, что может случиться с ним в реальном бою. Только так курсант получает личный опыт, на основе которого от занятия к занятию повышается его уровень стрессоустойчивости, залог успеха всей его будущей профессиональной деятельности.

Трудно переоценить в этой большой работе значение современных средств обучения и имитации боевых действий. Занятия на тренажерах, имитирующих преодоление полос препятствия, завалов, водных преград, в сопровождении специфических звуков взрывающихся снарядов и мин – все это заметно интенсифицирует работу над развитием психических реакций курсантов. Групповые тренировки обеспечивают развитие волевых и эмоциональных качеств, помогают отрабатывать навыки взаимодействия и помощи друг другу [5].

Новые социально-психологические технологии формирования стрессоустойчивости требуют следование принципам, по которым выстраиваются программы тренинга курсантов. На курсовых офицерах лежит ответственность за учет специфики учебной группы, организацию обучения в ходе тренинга с учетом мотивации каждого курсанта.

Эти же наставники отвечают за очередность теоретических и практических занятий. Важнейшая задача командира учебной группы – учитывать жизненный опыт курсантов при постановке задач тренинга, а также обмен опытом между участниками группы.

Трудно отрицать, что с началом XXI века деятельность офицеров значительно усложнилась, неизмеримо возросли требования к уровню нервно-психологической подготовки и стрессоустойчивости курсантов военных вузов, а также

увеличилось количество угроз жизни и здоровью военнослужащих. Все это заставляет усилить внимание научно-педагогических коллективов военных вузов к подготовке будущих офицеров.

В этих условиях особая роль отводится курсовым офицерам-педагогам, как командирам, сочетающим самые лучшие моральные качества наставника с опытом боевого офицера. Назрела необходимость повысить социальную защищенность этой категории, с тем, чтобы для непосредственной работы с курсантами была возможность привлечь наиболее грамотных и самоотверженных, подготовленных и наделенных высокими моральными качествами военных специалистов.

### **Библиографический список**

1. Агаджинян Н. А.: Адаптация и резервы организма. – М: Ф и С. 1999 г.– С. 121.
2. Платонов В. Н.: Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте. – К. Олимпийская литература. 2004 г. – С. 383.
3. Коробков Л. В., Башкиров А. А.: Нормальная физиология. – М. Высшая школа, 1988 г. – С. 560.
4. Янасис С. В.: Физиологические и биохимические основы теории и методики спортивной тренировки. М.1987 г. – С. 361.
5. Гаврилов Л. Ф., Татаринцов В. Г.: Анатомия. – М: Медицина, 1986 г. – С. 246.

УДК 355.232:371.1

**Н.Н. Богдашев<sup>1</sup>, Е.В. Казак<sup>2</sup>**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С.К. Тимошенко, г. Кострома

*nrbogdashev@mail.ru<sup>1</sup>*

*chemlen@mail.ru<sup>2</sup>*

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО  
ЭКСПЕРИМЕНТА В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ И ВОЕННО-НАУЧНАЯ  
РАБОТА КУРСАНТОВ КАК ОДИН ИЗ ЕЕ ВИДОВ**

Рассмотрены различные подходы к проведению педагогического эксперимента в высшей школе, его цели и задачи, условия проведения, а также трудности, с которыми встречается его осуществление. Кратко описан опыт по использованию военно-научной работы (ВНР) курсантов в качестве преобразующего и констатирующего педагогического эксперимента. Показано, что у курсантов, участвовавших в данном эксперименте, улучшилось понимание многих трудностей физической химии и появился интерес к этой науке, приведший к тому, что у некоторых из них работа в кружке ВНР переросла в успешно защищенные выпускные квалификационные работы.

**Ключевые слова:** педагогический эксперимент; высшая школа; военно-научная работа.

**N. N Bogdashev<sup>1</sup>, E. V. Kazak<sup>2</sup>**

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma

*nnbogdashev@mail.ru<sup>1</sup>*

*chemlen@mail.ru<sup>2</sup>*

## **SOME FEATURES OF PEDAGOGICAL EXPERIMENT IN HIGH SCHOOL AND THE MILITARY-SCIENTIFIC WORK OF CADETS AS ONE OF ITS SPECIES**

Various approaches to conducting a pedagogical experiment in a high school, its purposes and problems, conditions for conducting, as well as the difficulties encountered in its implementation are considered. The experience of using the military-scientific work (MSW) of cadets as a transformative and ascertaining pedagogical experiment is briefly described. It was shown, that the cadets who participated in this experiment improved their understanding of many difficulties of physical chemistry and became interested in this science. It led to the fact that for some of them, participation in the MSW turned into successfully defended final qualifying work.

**Keywords:** pedagogical experiment; high school; military-scientific work.

В обширной литературе, посвященной педагогическому эксперименту, общепринятым считается такое его определение: «Педагогический эксперимент – это научно поставленный опыт в области учебной или воспитательной работы, наблюдение исследуемого педагогического явления в созданных и контролируемых исследователем условиях. Это преднамеренная организация обучения и воспитания, вызывающая необходимые сдвиги в развитии личности, группы обучаемых, коллектива. Педагогический эксперимент – метод сбора информации о воспитательных, учебных, организационных, социально-педагогических факторах, так или иначе воздействующих на изменение состояния тех или иных педагогических явлений, объектов, процессов» [1–4].

Педагогический эксперимент проводится с целью решения таких главных задач:

- установление взаимосвязей между 1) воздействием преподавателя (учителя) на обучаемых и достигаемыми при этом результатами; 2) между условиями педагогической деятельности и полученной эффективностью в решении задач;
- сравнение продуктивности различных вариантов педагогического воздействия или его условий с целью выбора оптимального по какому-либо критерию (например, результативности, времени, усилий и средств, необходимых для достижения желаемого результата) варианта.

Строгий научный педагогический эксперимент должен удовлетворять следующим четырем критериям: 1) предполагать внесение в педагогический процесс какого-либо принципиально нового воздействия на обучаемых с целью получения определенного результата, 2) обеспечивать условия, позволяющие выделить связи между воздействием и его результатом, 3) обеспечивать достаточно полный, по возможности документально фиксируемый учет параметров показателей начального и конечного состояния педагогического процесса, различие между которыми и определяет результат эксперимента, 4) быть достаточно доказательным, обладать достоверностью выводов [5, 6]. По существу, эксперимент здесь представляет опытную работу по внедрению новых научных положений или повторению передового опыта.

К сожалению, во многих случаях выполняются не все перечисленные критерии научного педагогического эксперимента, что значительно снижает достоверность получаемых исследователем выводов. Если расположить все описываемые разными авторами случаи по степени выполнения этих критериев, то получится ряд, на одном полюсе которого находятся строго научные эксперименты, а на другом те, в которых не удовлетворяется ни один из критериев [5]. Все эксперименты, находящиеся между этими полюсами, представляют собой нестрогие, так называемые квазиэксперименты, в которых не обеспечены достаточно чистые условия, отсутствует должный уровень отслеживания показателей и т. д. Для обозначения таких квазиэкспериментов в школьной практике употребляется

целый ряд терминов: «опытное преподавание», «опытное внедрение», «экспериментальное обучение», «опытно-экспериментальная работа», «творческое экспериментирование» и др. Резких границ между всеми этими понятиями не существует, а задача педагога-исследователя состоит в возможно большем приближении каждого эксперимента к строгому научному уровню [5].

В Приказе Министра обороны № 670 указывается, что «педагогические (методические) эксперименты, как и другие формы методической деятельности в военных учебных заведениях проводятся с целью совершенствования методики, повышения качества проведения всех видов учебных занятий, повышения педагогического мастерства руководящего состава, преподавательского состава и командиров подразделений слушателей (курсантов)».

Вместе с тем проведение педагогического эксперимента в высшей школе и в том числе в военных учебных заведениях наталкивается на существенные трудности, обусловленные самой спецификой существующей постановки высшего образования.

Первая причина этого – возраст обучаемых. В трудах многих известных педагогов: С. И. Архангельского, В. И. Михеева, Ю. К. Бабанского, В. И. Журавлева, В. И. Загвязинского, А. И. Пискунова [1, 2] отмечается, что наиболее приемлемо педагогический эксперимент проводить на ранних стадиях обучения и воспитания, – в начальной школе и в особенности в детском саду. Известно, что обучение одной и той же вещи проходит легче у детей, чем у взрослых.

Вторая причина и вместе с тем главная трудность – практическая невозможность осуществления контроля. Так, в начальной школе есть возможность выделить экспериментальные и контрольные группы (например, в средствах массовой информации упоминалось, что в 2019 году в одной из краснодарских школ имелись первые классы с «А» по «Ф»), тогда как в высшей школе, в том числе в нашей академии, в особенности на инженерном профиле обучения, выделить экспериментальные и контрольные группы затруднительно из-за того, что учебных групп на каждом курсе попросту мало, и чтобы набрать статистически достоверное количество данных, потребуется довольно большое время. То

есть придется на каждом приходящем на кафедру курсе выделить одну группу и проводить в ней занятия по экспериментальной методике, сравнивая результаты успеваемости с результатами двух других групп в течение нескольких лет. Дело осложняется еще и тем, что в последние годы имеются женские группы, заметно отличающиеся от мужских уровнем подготовки, усидчивостью, условиями занятий (например, у них меньше отвлечений на воинские наряды), что сильно затрудняет сравнение результатов обучения экспериментальных и контрольных групп.

Третья причина, по нашему мнению, заключается в том, что студенты и курсанты приходят в высшую школу с различным уровнем общеобразовательной подготовки, связанным, во-первых, с обучением в разных школах, у разных учителей, зачастую по разным программам; во-вторых, с различной мотивацией и установкой на обучение.

Четвертая причина связана с различными психолого-физическими особенностями личности, что обуславливает различную способность студентов и курсантов к восприятию одной и той же учебной дисциплины. Это делает проблематичной саму возможность сравнения результатов обучения не только в разных группах, но и даже внутри одной группы. Немаловажную роль в этом отношении играет и особый морально-психологический климат в каждой группе, что неизбежно сказывается на конечном результате обучения.

Из вышесказанного следует вывод, что при проведении педагогического эксперимента необходимо для получения достоверных результатов сравнивать группы по основным показателям равенства при начальных условиях. Но перечисленные выше причины, а также многие не упомянутые (например, общее состояние здоровья отдельных обучаемых или такой значимый фактор воздействия, как обучение в условиях пандемии и др.) приводят к тому, что сильно затрудняется получение сопоставимых данных о результатах педагогического эксперимента и их статистическая обработка. И если результат эксперимента на лабораторных животных считается достоверным даже в том случае, когда при его статистической обработке коэффициент корреляции составляет максимум 0,8

(причем при выборке не менее чем в 100 особей) [7], то, как нам кажется, при педагогическом эксперименте со студенческими или с курсантскими группами трудно дать однозначный критерий достижения успеха.

Нам представляется, что одним из способов проведения педагогического эксперимента в таких условиях может явиться сравнение результатов усвоения учебного материала у курсантов, занимающихся в кружке военно-научной работы (ВНР), и у других курсантов, не принимающих в этом участия. При этом надо вспомнить, что ВНР – это аналог кружковой работы в гражданском ВУЗе, которая призвана раздвинуть границы программного материала и облегчить его восприятие путем проведения дополнительных экспериментов и расчетов, ознакомления с внепрограммной научной литературой и постановкой нетривиальных задач, а также способствовать развитию у курсантов способности к самостоятельной познавательной деятельности.

Такой подход может сочетать в себе черты преобразующего и констатирующего педагогического эксперимента.

Преобразующий эксперимент (иногда его называют созидательным, формирующим, или научно-исследовательским) предусматривает разработку нового положения в соответствии с выдвинутой оригинальной гипотезой. Примером экспериментов такого рода могут явиться исследования эффективности программированного обучения.

Констатирующий эксперимент (иначе, контролирующий) предполагает проверку уже имеющихся знаний о том или ином факте, явлении. Такой эксперимент очень часто проводится для проверки действия того или иного известного факта, явления при работе в новых условиях, с другим контингентом обучаемых. К этой же категории экспериментов относятся и такие, которые призваны обосновать, раскрыть связи между явлениями, установить меру воздействия того или иного фактора и т. п.

Кроме того, педагогическим экспериментом может быть специально сконструированный учебно-воспитательный процесс, дающий возможность изучения и проверки педагогических воздействий в контролируемых и поддающихся

учету условиях. Принято считать также, что понятие педагогического эксперимента используется в качестве синонима педагогического исследования, как например, многолетняя воспитательная деятельность В. А. Сухомлинского [8].

Во всех областях науки есть некие нормы и традиции рассмотрения проблем и решения задач. Они не упали с потолка. А стали результатом решения множества задач, практических и учебных. И если данная область знания в течение долгого времени ограничивалась некоторыми значениями параметров, при которых действовали какие-то приближения, то к ним все привыкли и применяют их совершенно автоматически. Но, например, при переходе в нанобласть растет роль явлений, которые в макросистемах были незаметны (поверхностное натяжение, капиллярные явления и др.).

Постановка трудной задачи дает возможность проверить исходный уровень знаний курсанта, изъявившего желание выполнить военно-научную работу и серьезность этого желания. При поиске курсантом путей решения такой задачи проверяется и совершенствуется знание химии и умение применять ее законы. Причем умение применять знания в новой ситуации идет вразрез с современной тенденцией в массовом преподавании – заменой умения разбираться заучиванием нескольких стандартных приемов.

Одним из авторов в течение нескольких лет перед курсантами, пришедшими на ВНР, ставилась задача проанализировать, в какой мере и почему окружение фармакофора или токсифора в молекуле биологически активного вещества усиливает или ослабляет его действие. Решение этой задачи в рамках проблемы количественной связи «структура – активность», как представляется, помогало курсантам понять физический смысл таких традиционно трудных для восприятия понятий, как энергия Гиббса и энтропия, энергетический уровень молекулы и др.). Расчет эффективных зарядов на атомах и углов между связями помогает наглядно представить пространственную конфигурацию молекулы и оценить различие индукционных эффектов в молекулах подобных, но содержащих разные заместители. То есть, с рассмотрением, казалось бы, чисто биологической проблемы, у курсантов происходит некий сдвиг в сознании, приводящий

к более глубокому пониманию физического смысла величин, факторов и процессов.

Эксперимент, выполняемый в рамках научного исследования (каковым в определенной степени является и военно-научная работа курсантов), имеет целью получить тот или иной педагогический эффект впервые. Согласно сформулированной гипотезе в научном исследовании новое знание является целью эксперимента, выступает в функции цели. При экспериментировании с технологией сотрудничества и развития новое знание является уже средством улучшения педагогического процесса, выполняет функцию средства [5].

Трудно однозначно определить успешность данного методического эксперимента, опять-таки из-за недостаточности статистической выборки, тем более, что эксперимент продолжается. Но некоторые качественные результаты в смысле сбора информации все-таки есть. Как нам кажется, у курсантов, участвовавших в решении подобных задач, улучшилось понимание многих трудностей физической химии и появился интерес к этой, как считается, сухой, трудной и непонятной науке. По крайней мере у трех из них работа в кружке ВНР переросла в успешно защищенные выпускные квалификационные работы.

### **Библиографический список**

1. Бабанский Ю. К. Педагогическая наука и творчество учителя // М. : Сов. Педагогика, 1987.
2. Введение в научное исследование по педагогике: Учебное пособие для студентов пед. ин-тов – 2-е изд. / Ю. К. Бабанский, В. И. Журавлев, В. К. Розов и др. / Под ред. Ю. К. Бабанского. –: Просвещение, 1988. – 479 с.
3. Методы педагогических исследований. Лекции для студентов педагогических институтов. Под ред. В.И. Журавлева. – М. «Просвещение», 1972. – 159 с.
4. Большая Советская энциклопедия. 3-е изд. Т. 30. – М. : Сов. энциклопедия, 1978.

5. Скаткин М.Н. Методология и методика педагогических исследований. М. : Педагогика, 1986. – 152 с.

6. Селевко Г.К., Басов А.В. Новое педагогическое мышление, педагогический поиск и экспериментирование. Ярославль : Ярославский ин-т повышения квалификации, 1991.

7. Государственная Фармакопея СССР - 11-е изд., доп. – М. : Медицина, 1987. – 336 с.

8. Батищев Г.И. Педагогическое экспериментирование // Сов. педагогика - 1990. – № 11. – С. 24 – 30.

УДК 37.032.5

**Л. М. Бойматова**

Военная академия ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Балашиха  
*L.Boymatova@yandex.ru*

## **РОЛЕВЫЕ ИГРЫ КАК МЕТОД РАЗВИТИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

В статье говорится о необходимости развития эмоционального интеллекта для повышения уровня сформированности управленческих компетенций курсантов. Подчеркивается значимость повышения уровня эмоционального интеллекта у будущих командиров. Более подробно рассматривается метод ролевых игр как наиболее актуальный с учетом особенностей поколения Z, которое обучается в высших учебных заведениях. Приводится пример применения ролевых игр в рамках занятий по английскому языку.

**Ключевые слова:** управленческие компетенции, эмоциональный интеллект, ролевые игры, поколение Z.

**L. M. Boymatova**

The Military Academy of Strategic Rocket Troops after Peter the Great,  
Balashikha  
*L.Boymatova@yandex.ru*

## **ROLE-PLAYING GAMES AS A METHOD OF DEVELOPING EMOTIONAL INTELLIGENCE**

The article talks about the need to develop emotional intelligence to increase the level of formation of managerial competencies of cadets. The importance of increasing the level of emotional intelligence in future commanders is emphasized. The method of role-playing games is considered in more detail as the most relevant, taking into account the features of generation Z, which is studying

in higher educational institutions. An example of the use of role-playing games in English classes is given.

**Keywords:** managerial competencies, emotional intelligence, role-playing games, generation Z.

Курсантам, как будущим командирам, важно обладать управленческими навыками, умением взаимодействовать с людьми, видеть изменения в эмоциональном фоне подчиненных. От этих умений во многом зависит их успешность в профессиональной деятельности. Хороший командир всегда заметит изменение в настрое подчиненного, сможет подсказать и направить его. Зная личный состав, способности и особенности каждого, командир сможет подобрать необходимый подход к подчиненным и использовать это для продуктивной работы. К такому командиру тянутся, его боятся подвести, не оправдать возложенных надежд. Сформировать управленческие компетенции можно посредством развития эмоционального интеллекта, который так недооценивают на данный момент в армии.

На сегодняшний день проведено много исследований, подтверждающих, что современный человек проводит длительное время во всемирной информационной сети. Это различные соцсети, такие как: Instagram, Twitter, Facebook, TikTok, ВКонтакте; мессенджеры: WhatsApp, Telegram и т.д. Среднестатистический житель планеты проводит онлайн почти 7 часов ежедневно, об этом свидетельствуют результаты исследования компании «We Are Social», опубликовавшей доклад о потреблении интернета во всем мире. На текущий момент свыше 4,5 миллиардов человек на Земле пользуются интернетом, то есть почти 60% населения планеты имеют возможность выходить во всемирную сеть. Количество пользователей социальных сетей преодолело отметку в 3,8 миллиарда человек. Что же касается смартфонов, то владельцами мобильных устройств во всем мире являются 5,19 миллиарда человек – этот показатель вырос на 124 миллиона, или на 2,4%, по сравнению с прошлым годом. Среднестатистический пользователь интернета в возрасте от 16 до 64 лет проводит онлайн 6 часов 43 минуты ежедневно. Если представить, что каждый человек тратит на сон 8 часов в день,

то получается, что 40% нашего бодрствования проходит в сети. Российская Федерация попала в топ-15 стран, наиболее зависимых от интернета, - средний россиянин проводит в онлайн 7 часов 17 минут в день. Первые три места заняли Филиппины, ЮАР и Бразилия (9 часов 45 минут, 9 часов 22 минуты и 9 часов 17 минут соответственно) [1].

Конечно, можно утверждать, что данные цифры актуальны для гражданского человека, у которого мобильный телефон и ноутбук всегда в зоне доступа. Кто-то вынужден выходить на «удаленку», а кто-то осознанно выбирает работу онлайн. Для военного же человека существуют ограничения, связанные с использованием устройств с расширенными мультимедийными возможностями на территории части, вуза. Но это не отменяет самого факта использования соцсетей, мессенджеров, просто это делается в свободное от службы время.

Так в период каникулярного отпуска был проведен опрос среди курсантов Военной академии с просьбой сообщить время нахождения во всемирной информационной сети и непосредственное время нахождения в социальных сетях, благо современные устройства посредством специальных приложений проводят подсчет экранного времени и времени нахождения в том или ином приложении. Результаты оказались неожиданными, на первый взгляд, ведь курсанты едут домой к родным и друзьям, которых не видят большую часть года. В среднем экранное время составило 4 часа 29 минут, из них примерно 2 часа 28 минут на общение (в программах обмена мгновенными сообщениями). И нельзя утверждать, что «дорвались», ведь примерно четверть курсантов старших курсов проживает дома и имеет возможность свободно использовать смартфон. Не будем забывать, что сейчас все направлено на цифровизацию, по сути, на контакт «человек – монитор». Но только ли плюсы в данном направлении? При обучении курсантов все больше времени уходит на их взаимодействие с компьютером и все меньше на прямой контакт с преподавателем «глаза в глаза». Но как тогда курсанты научатся считывать эмоции окружающих, как будущие командиры научатся предотвращать конфликты, если они даже не научились предвидеть их начало. Когда и где им учиться? Сейчас в вузах и в школах преимущественно

учится поколение Z («зумеров») – поколение, которое практически с рождения имеет доступ к интернету. Это они не умеют общаться, а на школьных переменах вместо того чтобы общаться с одноклассниками стоят по углам, уткнувшись в телефон. Что мы можем в свою очередь сделать, чтобы курсанты могли овладеть управленческими компетенциями? Конечно же, развить эмоциональный интеллект, и тут необходимо подобрать правильный подход, но для начала разберемся, что понимается под эмоциональным интеллектом.

Термин «эмоциональный интеллект (emotional intelligence)» впервые употребили Джон Майер и Питер Сэловей в 1990 году. Авторы дали ему такое определение: «Это способность воспринимать и выражать эмоции, понимать их и объяснять, ассимилировать эмоции и мысли, регулировать собственные эмоции и эмоции других людей» [2]. Эмоциональный интеллект (EQ) обуславливает не только рост понимания эмоций, но и развитие мышления. Исследователи доказали, что настроение влияет на мышление человека. Например, радость и положительный настрой вселяют веру в себя, улучшают физическое самочувствие. Печаль заставляет чувствовать те проблемы и болезни, которых нет. Эмоциональный интеллект позволяет угадывать не только эмоции и предвосхищать поступки, но и определять намерения и мотивацию людей. Значимость эмоционального интеллекта нельзя принижать, она прослеживается как в гражданской сфере (например, менеджмент), так и в сферах с повышенной опасностью для жизни, это, например, Министерство чрезвычайных ситуаций или Вооруженные силы Российской Федерации. Если в первом случае высокий эмоциональный интеллект может помочь в заключении выгодной сделки или при устройстве на работу, то во второй ситуации от профессиональной подготовки (эмоциональной зрелости) зачастую зависит, какое решение будет принято и как это решение отобразится на судьбах людей, будет ли это гениальное решение или же это решение или его отсутствие повлекут за собой необратимые последствия. История знает немало случаев, когда от командирских решений зависело многое, когда с помощью правильно подобранных слов командир мог настроить своих подчиненных на преодоление любых трудностей и преград [3, с. 326].

Одним из методов для развития эмоционального интеллекта может послужить применение ролевых игр. К ним относят ситуационные задачи, которые необходимо решить, обыграв их на публике (перед отделением), а затем разобрать коллективно, так как возможно у кого-то из присутствующих найдутся другие варианты решения задачи. Метод решения ситуационных задач был уже применен автором статьи, но ранее он осуществлялся только на бумаге. Но именно решение задач перед аудиторией с дальнейшим разбором позволяет отработать навыки: публичное выступление, наблюдение и интерпретацию эмоций актеров. Командиру важно быть хорошим психологом, ведь сначала личный состав будет проверять его на «прочность» и важно показать свой профессионализм и заслужить авторитет.

Ролевые игры можно применить в рамках занятий по иностранному языку, например, разыгрывая сцену с допросом военнопленного. Когда курсанты могут выступать в ролях военнопленного, переводчиков, ведущих допрос офицеров, писарей. Прежде чем приступить к «допросу военнопленного» преподаватель инструктирует участников. Сначала преподаватель проводит инструктаж с «военнопленным» и аудиторией. Переводчика, писарей и офицера, ведущего допрос, просят выйти из аудитории на время инструктажа. «Военнопленному» определяют информацию, которую он может сообщить в ходе допроса. Преподаватель предупреждает, что при ответе на определенные вопросы «военнопленный» должен дезинформировать курсантов, которые будут вести допрос. Аудитория знает, в какой именно момент «военнопленный» будет лгать. После этого в класс приглашают остальных участников. Им сообщают, что «военнопленный», возможно, будет лгать при допросе, и просят помимо исполнения ролей попытаться определить, в какой именно момент это произойдет. Офицер, ведущий допрос, должен определить ложь по изменениям выражения лица «военнопленного», по его мимике, эмоциям. Подобного рода занятия вызывают интерес у курсантов и способствуют достижению сразу нескольких целей, таких как языковая практика, тренировка публичного выступления, развитие эмоционального

интеллекта. Стоит отметить, что при данной форме проведения занятия преподаватель принимает минимальное участие, выступает как наблюдатель и лишь изредка корректирует действия обучающихся, тем самым передавая бразды правления будущим командирам. На подобных занятиях курсанты ведут себя более открыто, проявляют себя с творческой стороны, ведь на этом занятии они еще и актеры. На подобном занятии курсанты учатся считывать чужие эмоции и контролировать свои, что является прекрасной тренировкой для будущих командиров. Опросы, проведенные после применения этого метода, подтверждают, что на такие занятия курсанты идут с удовольствием, они охотно делятся впечатлениями и выражают слова благодарности преподавателю за подобный эксперимент.

Еще одним приемом развития эмоционального интеллекта может служить составление устава группы с дальнейшей презентацией и голосованием за лучший устав среди отделений, участвовавших в данном конкурсе. Данный конкурс проводится следующим образом: курсантам представляется ограниченное время для составления устава группы посредством «мозгового штурма», после этого от каждого учебного отделения выбирается актив группы, который представляет разработанный устав. Презентовать устав курсанты могут в удобной для них форме, приветствуется творческая составляющая. После презентации желающие могут высказать свое мнение по поводу работы каждой группы, затем проводится голосование на выбор лучшего устава, по мнению аудитории. Подобный метод развития эмоционального интеллекта способствует воинскому сплочению коллектива, взаимодействию с другими отделениями, развитию творческой составляющей у курсантов.

Таким образом, мы рассмотрели возможные методы для развития эмоционального интеллекта курсантов с учетом их принадлежности к поколению Z, поколению, которое значительно отличается от предыдущих своей погруженностью в компьютеры и жизнь «онлайн», у которых совершенно иные ценности и чья концентрация внимания на 25% ниже чем у миллениумов и его сложнее при-

влекать. Поколение, которое в большей степени нуждается в привитии профессионально важных качеств, свойственных офицеру. Сформировать управленческие компетенции у курсантов можно за счет развития эмоционального интеллекта, в частности, используя метод ролевых игр, в процессе которых курсанты учатся считывать чужие эмоции, контролировать свои, вступать во взаимодействие с другими обучающимися, находить выход из проблемных ситуаций, принимать командирские решения, проявлять себя с творческой стороны. Применение подобных методов способствует формированию здорового психологического климата в подразделении, сплочению коллектива, повышению интереса к занятиям.

### **Библиографический список**

1. [https://www.gazeta.ru/tech/2020/02/12/12956929/we\\_are\\_social.shtml? updated.](https://www.gazeta.ru/tech/2020/02/12/12956929/we_are_social.shtml?updated)
2. [https://sch2083.mskobr.ru/files/mocional\\_nyj\\_intellekt\\_dlya\\_uchitelya\\_-\\_ chto\\_e\\_to\\_takoe.pdf.](https://sch2083.mskobr.ru/files/mocional_nyj_intellekt_dlya_uchitelya_-_chto_e_to_takoe.pdf)
3. Бойматова Л. М. Понятие эмоционального интеллекта. НТС «Известия» №295: Состояние и перспективы развития интеллектуальных систем специального назначения/под общ. редакцией Зайцева А. В. – Балашиха, ВА РВСН им. Петра Великого, 2020. – С. 324–330.

УДК 378.147

**И. В. Болдакова, А. М. Болдаков**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С.К. Тимошенко, г. Кострома  
*kasatik7919@mail.ru*

### **ИНТЕГРАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНИКОВ И ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ В СОСТАВ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

Электронные учебники и обучающие курсы являются эффективными инструментами преподавателя высшего учебного заведения. Они дают возможность автоматизировать наиболее трудоемкие и рутинные элементы преподавательской деятельности. С их помощью занятие становится не только интересным, но и динамичным. Электронные учебники и обучающие курсы призваны помочь обучающимся быстрее и глубже осваивать новый учебный материал. Интегрируя электронные учебники и электронные обучающие курсы в учебный процесс в

паре с традиционным «бумажными» учебниками, у обучающегося создаётся более объёмное представление об изучаемой дисциплине и прослеживаются существующие междисциплинарные связи.

**Ключевые слова:** электронный учебник, электронный обучающий курс, электронный образовательный ресурс, информационно-образовательная среда, интеграция, мотивация, уровень обученности, междисциплинарные связи.

**I. V. Boldakova, A. M. Boldakov**  
Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*kasatik7919@mail.ru*

## **INTEGRATION ELECTRICAL TEXTBOOK AND TEACH COURSE CONSISTING OF INFORMATIVE-EDUCATIONAL MILIEU EDUCATIONAL INSTITUTION**

Electrical textbook and teach course be efficient instrument instructor. They enable automate most time-consuming and routine element teacher activity. With they help occupation become not only interesting, but and dynamic. Electrical textbook and teach course call help learn quick and deep master new instruction material. Integrate electrical textbook and electrical teach course in academic activity in pair with traditional paper textbook, by learn arise more volume representation of study discipline and trace current interdisciplinary links.

**Keywords:** electrical textbook, electrical teach course, electrical formative resource, informative-educational milieu, integration, motivation, level of training, interdisciplinary links.

В соответствии с вновь введёнными федеральными государственными стандартами одним из основных условий исполнения основной образовательной программы является использование вузом информационно-образовательной среды (ИОС), которая включает в себя информационные образовательные ресурсы, комплекс технологических средств информационных и телекоммуникационных технологий. Для полноценной работы ИОС необходим следующий набор её составляющих: компьютеры, телекоммуникационное-оборудование, каналы связи; система новых педагогических технологий, дающий возможность обучения в современной информационно-образовательной среде.

Одной из основных целей функционирования информационной образовательной среды вуза является обеспечение дистанционной коммуникации всех членов образовательной деятельности (преподавателей с обучающимися, обучающихся с преподавателями, руководство вуза с преподавателями и обучающи-

мися и обратная связь). Вместе с этим ИОС должна осуществлять информационно-методическую поддержку и планирование образовательной деятельности в вузе, контроль и регистрацию процесса и итогов образовательной деятельности [1, с. 31-32].

На рисунке 1 представлена структура ИОС вуза. Из рисунка видно, что входит в неё электронный образовательный ресурс (ЭОР) и иногда электронное приложение к учебнику. При этом электронный учебник (ЭУ) и электронный обучающий курс (ЭОК) являются ядром ИОС, благодаря которому осуществляется связь всех составляющих ЭОР.



Рис. 1 Структура ИОС

Проанализировав рисунок 1, можно рекомендовать составителям и разработчикам электронных учебников и обучающих курсов использовать возможность объединения данных ресурсов при помощи взаимоссылок.

Остановимся подробнее на рассмотрении одной из основных составляющих ИОС – электронном учебнике (ЭУ).

Применение ЭУ в учебной деятельности не может рассматриваться в отрыве от такой составляющей процесса обучения, как система управления обучением. При правильном и эффективном использовании ЭУ преподаватель получает возможность контроля за образовательной деятельностью обучающихся с помощью коммуникации посредством персональных электронных устройств, компьютера или других средств обучения на основе информационно-коммуникационных технологий в пределах информационной среды вуза.

Благодаря использованию электронных учебников появилась возможность

воплотить в учебный процесс элементы индивидуальной работы преподавателя с обучающимся и конкретной помощи ему на каждом этапе его деятельности.

Необходимо также отметить тот факт, что организация совместной работы преподавателя и обучающихся по сети создаёт условия формирования навыков сотрудничества и коммуникативной компетентности.

Качественная работа всех участников процесса обучения в информационной образовательной среде с использованием электронных учебников невозможна без обеспечения ряда условий. К этим условиям можно отнести:

- организация единой локальной сети персональных компьютеров всех участников процесса;
- организация работы по сети в небольших группах обучающихся при выполнении общего задания для обмена информацией;
- возможность индивидуальной работы преподавателя с обучающимся или коллективной работы с группой обучающихся;
- организация обмена информацией о результатах выполненных заданий, результатах тестирований и т.д.;
- возможность занесения этих результатов в электронные журналы;
- организация контроля преподавателем за работой обучающихся на занятии;
- необходимость блокировать работу с конкретными разделами ЭУ во время проведения проверочных работ (фронтального опроса, тестирования, контрольных работ и т.п.) [2, с.76].

Следует заметить, что обязательным элементом работы в ИОС является возможность создания портфолио на каждого обучающегося, которое содержало бы все результаты его обучения, творческие работы, проекты, достижения и результаты всех проверочных работ.

Остановимся подробнее на методических особенностях организации образовательной деятельности с использованием ЭУ.

Конечно, применение ЭУ в учебном процессе заменить методики преподавания с обычными «бумажными» учебниками не может. Но использование ЭУ с

лёгкостью дополнит традиционные методики новыми свойствами, присущими электронным изданиям. И таким образом произойдёт плавный, не означающий отрицания имеющейся практики преподавания переход от традиционного печатного учебника к ЭУ и ЭОК.

Основная форма организации образовательной деятельности в любом вузе является занятие, на котором применение ЭУ и ЭОК возможно по разным направлениям: фронтальная работа преподавателя со всей группой, самостоятельная познавательная деятельность обучающегося по индивидуальной программе и т.п.

Рассмотрим пример использования ЭУ и ЭОК на занятии, проводимом по традиционной методике.

Как правило в начале занятия преподаватель организует устный или письменный опрос обучающихся с целью определения уровня их подготовленности к восприятию нового или применения изученного материала. Большую экономию времени при опросе даёт, как известно, использование интерактивных заданий, предусмотренных в структуре ЭУ и ЭОК. А при изучении нового материала обучающиеся могут работать со структурными единицами ЭУ либо под руководством преподавателя, либо по заранее предложенному преподавателем плану.

На этапе закрепления материала ЭУ и ЭОК могут облегчить деятельность преподавателя с точки зрения построения индивидуальной работы обучающегося и подборки заданий различного типа и уровня сложности в зависимости от подготовленности обучающихся.

Неоспоримым преимуществом ЭУ и ЭОК является возможность размещения на одном электронном устройстве всего набора используемых ЭУ и ЭОК за один год или несколько лет обучения. Это даёт возможность преподавателю на практике показать существующие горизонтальные и вертикальные междисциплинарные связи. Обучающиеся имеют возможность использовать не только основной учебник по данной дисциплине, но и понять, как изучаемая тема представлена в другом учебнике; увидеть перспективы развития изучаемой темы;

научиться производить поиск нужной информации в учебниках других дисциплин. Такая организация образовательной деятельности сможет создать у обучающихся дополнительный мотив к работе с ЭУ и ЭОК.

Одним из видов самостоятельной работы в вузе является написание докладов и тезисов к выступлениям, работа над конспектами и рефератами по изучаемым дисциплинам. Помощь в осуществлении этой работы оказывает такая возможность применения ЭУ и ЭОК, как выделение значимых частей текста. Эта функция позволит создать дополнительную мотивацию обучающихся к учению. В таком режиме обучающиеся получают возможность проработать больше материала по сравнению с чтением «бумажных» учебников. Реализованные в ЭУ и ЭОК возможности выделения значимых частей текста, создания пользовательских закладок и заметок положительно скажутся на навыках смыслового чтения обучающихся.

Следует так же отметить тот факт, что использование ЭУ и ЭОК даёт возможность перераспределить время, отводимое на традиционное усвоение учебного материала и на применение активных форм обучения. Возможность оперативной корректировки преподавателем результатов учебной деятельности обучающихся – важная составляющая процесса использования ЭУ и ЭОК в учебном процессе.

И конечно нельзя не отметить уникальную возможность использования ЭУ и ЭОК в качестве средства контроля усвоенного материала обучающимися. Безусловно, компьютерные задания, автоматизированные системы проверки знаний существуют не один десяток лет и говорить о чём-то новом нет смысла. И тем не менее, следует обязательно отметить, что процесс развития названных заданий и систем привёл к созданию инновационной системы мониторинга итогов образовательной деятельности, которая осуществляет как количественный, так и качественный контроль полученных знаний и приобретённых навыков по завершению работы над творческими заданиями и проектной деятельностью.

Использование ЭУ и ЭОК в ИОС в учебном заведении обеспечивает фиксацию, обработку и хранение результатов обучения каждого обучающегося вуза.

Доступ к этим данным имеют и обучающиеся, и преподаватели, и руководство вуза. Знание этой информации даёт возможность всем участникам процесса обучения осуществить мониторинг уровня обученности и освоения учебного материала и понять, какие темы усвоены недостаточно и нуждаются в дополнительной работе [3].

Работая по такой схеме, преподаватель может управлять процессом обучения: включать в обучение повторение необходимой темы для достижения высокого уровня обученности, а также вносить изменения в личные планы обучения отдельных обучающихся для получения максимального результата в учении.

Вместе с этим необходимо отметить такую функцию ИОС, как активизация методической работы преподавателя не только по темам, разделам и модулям, но и в целом конкретно отдельной дисциплины. Преподаватель и руководство вуза имеет возможность контролировать оптимальность учебного плана дисциплины, вносить изменения и коррективы.

Можно полагать, что широкое использование ЭУ и ЭОК в учебном процессе вуза изменит функцию преподавателя с «передатчика знаний» на «руководителя процессом обучения». Всё больше информации обучающиеся будут «добывать» самостоятельно. Имеет смысл говорить об индивидуализации обучения, как возможности выбора формы изучаемой информации обучающимся в ЭУ, которая бы в полной мере соответствовала его способностям и умениям.

Таким образом, на основании всего вышеизложенного можно сделать вывод, что одна из задач ЭУ и ЭОК – это применение их на различных видах занятий для получения наибольшего результата в самостоятельной работе обучающихся и для осуществления дистанционного обучения.

### **Библиографический список**

1. Ситаров В. А. Электронные формы учебников в образовательном пространстве // Знание. Понимание. Умение, 2015. – №3. – С.30–37.

2. Башмаков А. И., Башмаков И. А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. / М.: Филин, 2003. – 616 с.

3. Нурмухаметова Ф. Б. Использование электронных учебников в свете ФГОС [Электронный ресурс] / Ф. Б. Нурмухаметова. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/materialy-metodicheskikh-obedinenii/library/2020/04/16>.

УДК 37.022

**Р. А. Ганиева**

Филиал Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота  
«Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза  
Н. Г. Кузнецова, Калининград  
*rita-ganieva@yandex.ru*

## **МЕТОД СТРУКТУРИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

В статье проведен анализ типов информации, вопросов структурирования учебной информации, принципов основополагающего системного подхода. Рассмотрен такой тип информации, как математическая информация. Описан авторский метод структурирования и систематизации математической информации, основанный на принципах системного подхода. Сформулирован алгоритм структурирования математической информации. Приведен пример практической реализации разработанного метода структурирования математической информации.

**Ключевые слова:** математическая информация, системный подход, принципы системного подхода, метод структурирования математической информации.

**R. A. Ganieva**

Branch of the Military Training and Scientific Center of the Navy "Naval  
Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union  
N. G. Kuznetsov, Kaliningrad  
*rita-ganieva@yandex.ru*

## **METHOD OF STRUCTURING MATHEMATICAL INFORMATION**

The article analyzes the types of information, the issues of structuring educational information, the principles of the fundamental system approach. Such type of information as mathematical information is considered. The author's method of structuring and systematization of mathematical information based on the principles of a systematic approach is described. An algorithm for structuring mathematical information is formulated. An example of the practical implementation of the developed method of structuring mathematical information is given.

**Keywords:** mathematical information, system approach, principles of the system approach, method of structuring mathematical information.

Сегодня требования к качеству математической подготовки будущих военно-морских специалистов повысились. Современный же курс высшей математики по объективным причинам скорее носит экстенсивный характер, нежели интенсивный. Естественно этот фактор не может не сказываться на качестве математической подготовки, неотъемлемой составляющей профессиональной подготовки будущих офицеров Военно-морского флота. Именно по этой причине, а также из-за перенасыщенности пространства, в том числе и образовательного, различной информацией метод структурирования востребован и актуален при изучении любой дисциплины всех звеньев непрерывной системы образования.

Практическая реализация структурирования информации разнообразна и определяется в большей степени, к какому типу относится информация, числовому, графическому, текстовому или другому. Математическая учебная информация, по нашему мнению, представляет собой некий симбиоз всех трех перечисленных типов информации, отражающей сведения о реальных объектах на математическом языке, языке точных наук. Математический язык – это формальный знаково-графический язык.

Любой объект с научных позиций следует рассматривать как систему. Поэтому в основу разработанного нами метода структурирования учебной информации был положен системный подход.

Основополагающим принципом системного подхода является принцип структурности. Структурность предполагает детерминацию элементов системы, установление связей и отношений элементов, функционально значимых элементов системы [3, с. 553].

Отметим, что в реальной практике обучения высшей математике принцип системности, как правило, реализуется на уровне определения тем классического курса математики, набора изучаемых понятий, внешней и внутренней логики изучения тем. Нами был проведен анализ изучаемых понятий в курсе математике с целью выявления структуры конкретных понятий и возможностью построения обобщенной структуры абстрактного математического понятия. На основе этого анализа нами был построен обобщенный ассоциативный ряд, отражающий

структуру абстрактного математического понятия. Каждое конкретное понятие может быть представлено набором структурных единиц из этого обобщенного ассоциативного ряда. На рисунке 1 представлена структура понятия «вектор».

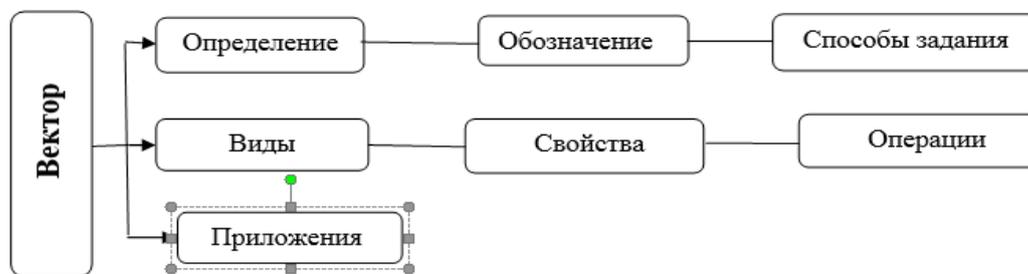


Рис. 1 Структура понятия «вектор»

Название структурной единицы уточняется в зависимости от содержания конкретного понятия. Например, структурная единица «способы» может быть интерпретирована как «способы задания», «методы вычисления», «методы интегрирования». Кроме того, обобщенная структура математического понятия должна включать в себя такие условные структурные единицы как «геометрия» и «физика» понятия. В структуре векторного произведения двух векторов эти условные единицы интерпретируются как «геометрический смысл» и «физический смысл» соответственно.

Наиболее трудно реализуемым аспектом на практике принципа структурности является установление связей и отношений между элементами системы, выделение функционально значимых элементов системы. Для решения этого вопроса все понятия конкретной темы были нами разделены на базовые и комплементарные понятия.

К базовым понятиям были отнесены понятия, вокруг которых концентрируется содержание темы, как правило, синонимичные названию темы. Так, к базовым понятиям в теме «Элементы векторной алгебры» было отнесено понятие вектор, в разделе «Интегральное исчисление функции одной переменной» – интегралы: неопределенный, определенный, несобственный.

Комплетивные отношения – это отношения, при которых зависимый компонент словосочетания является необходимым смысловым дополнением. Комплетивность от латинского *completus* – полный [4, с.170]. Применительно к математической информации мы интерпретировали это определение следующим образом. Одно понятие дополняет или раскрывает содержание другого. К примеру, для определения определенного интеграла необходимо понятие интегральной суммы. Следовательно, понятие интегральной суммы следует отнести к комплетивным (дополнительным) понятиям темы «Интегральное исчисление функции одной переменной» и соответственно между понятиями определенный интеграл и интегральная сумма существует связь по принципу комплетивности.

Анализ ассоциативных рядов различных математических понятий показал, что структуры некоторых из них аналогичны. Например, структуры понятий неопределенный и определенный интегралы, двойные и тройные интегралы. Поэтому логично выявлять и устанавливать связь по аналогии.

Построение обобщенного ассоциативного ряда абстрактного математического понятия, выявление связей между понятиями позволило нам реализовать основополагающий принцип системного подхода при структурировании математической информации, принцип структурности. Однако не в полной мере, так как вопрос выделения функционально значимого элемента остается открытым.

При практической реализации основополагающего принципа системного подхода, принципа структурности, автоматически реализуются и другие: иерархичность и множественность. В соответствии с комплетивной связью между математическими понятиями устанавливается некая соподчиненность. Комплетивные понятия, а также некоторые структурные единицы имеют свою структуру и представляют собой в свою очередь систему как часть более широкой системы.

Итак, авторский метод структурирования учебной информации по курсу математики для военно-морских вузов предполагает следующий алгоритм:

– составление списка базовых понятий, то есть понятий вокруг которых концентрируется содержание конкретной темы;

– составление комплетивных понятий, то есть понятий, необходимых для раскрытия содержания базовых понятий;

– для каждого понятия конкретизировать структуру каждого понятия на основе обобщенного ассоциативного ряда в визуальной форме.

На основе структуры математической учебной информации были разработаны структурно-логические схемы некоторых изучаемых разделов математики в военно-морских вузах, в совокупности составляющих знаково-графическую модель математической информации.

Фрагмент одной из таких схем представлен на рисунке 2 [1, с. 26].

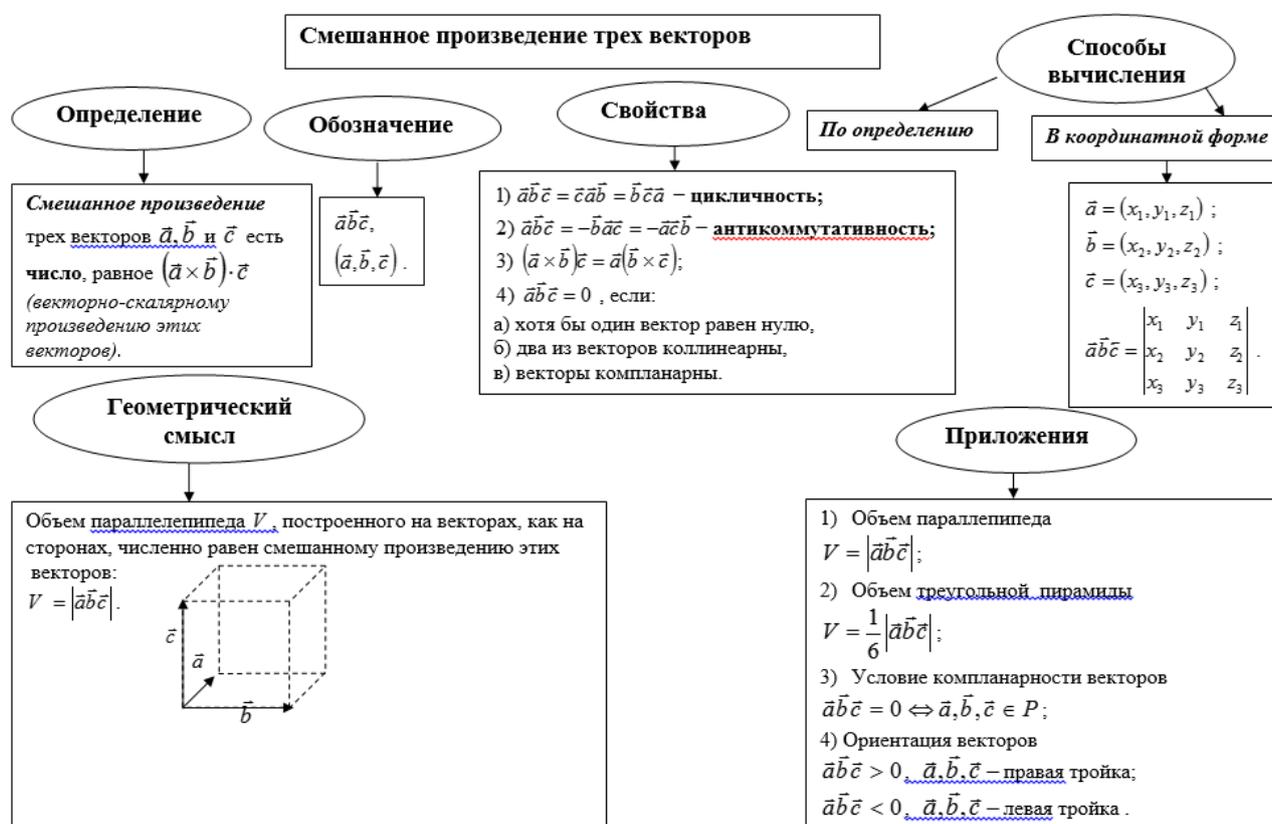


Рис. 2 Структурно-логическая схема смешанного произведения двух векторов

Описание и практическая реализация вышеописанного метода структуризации учебной информации по курсу математики для военно-морских вузов представлена в работах автора [1, 2].

## Библиографический список

1. Ганиева Р. А. Математика. Знаково-графическая модель: учебное пособие [Текст]: в 2 ч. Ч.1 / Р. А. Ганиева. – Калининград, 2017. – 103с.
2. Ганиева Р. А. Математика. Знаково-графическая модель: учебное пособие [Текст] в 2 ч. Ч.2 / Р. А. Ганиева. – Калининград, 2017. – 98с.
3. Новая философская энциклопедия [Текст]: в 3 т. Т.3 – М: Мысль, 2001. – С. 553.
4. Розенталь Д.Э. Справочник по русскому языку / Д. Э. Розенталь, М. А. Теленкова. – М: Мир и образование, 2003. – С.170.

УДК 54: 378,147

**О. Н. Глебова**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С.К. Тимошенко, г. Кострома  
*lida-glebova@yandex.ru*

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ В ПОДГОТОВКЕ КУРСАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

В статье рассматриваются проблемные вопросы необходимости перехода с традиционного контроля обучаемых курсантов второго курса по дисциплине «Органическая химия». Указываются недостатки и погрешности традиционного семестрового контроля знаний курсантов. Предлагается сравнительная характеристика рейтинговой системы оценки знаний, ее структура построения возможности и преимущества. Излагается возможность каждого курсанта самостоятельно отслеживать свою успеваемость по дисциплине органическая химия и тем самым иметь возможность планомерно использовать свои интеллектуальные и эмоциональные возможности в период сдачи сессии.

**Ключевые слова:** стимул, семестровый контроль, внутрисеместровая аттестация, модуль, рейтинг, рейтинг-лист, интегральность, многобальность.

**O. N. Glebova**

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*lida-glebova@yandex.ru*

### USING THE RATING SYSTEM IN TRAINING OF CADETS IN THE DISCIPLINE «ORGANIC CHEMISTRY»

The article discusses the problematic issues of the need to switch from the traditional control of second-year students in the discipline "Organic Chemistry". The shortcomings and errors of the traditional semester control of cadets' knowledge are indicated. The comparative characteristics of the rating system of knowledge assessment, its structure, opportunities and advantages are proposed. The possibility of each cadet to independently monitor their progress in the discipline of organic chemistry and thereby be able to systematically use their intellectual and emotional capabilities during the session is outlined.

**Keywords:** incentive, semester control, in-semester certification, module, rating, rating list, integrality, multi-level.

Далек, видимо, тот день, когда главным стимулом добросовестной учебы станет убеждение, что уровень жизни специалиста прямо связан с уровнем знаний, полученных в вузе. Пока же актуальна задача создания стимулов, побуждающих и курсанта, и преподавателя вкладывать максимум сил для качественной работы.

Недостатки традиционного семестрового контроля знаний известны: он слабо стимулирует текущую работу «массового» курсанта, его лотерейный характер провоцирует многих надеяться на «авось», на «счастливый билетик». Напротив, добросовестных курсантов на экзамене может подстеречь неудача.

С другой стороны, система итоговой оценки не подталкивает преподавателя к организации других форм контроля, кроме годами устоявшихся, превращает зачастую в формальность внутрисеместровую аттестацию курсантов.

Нельзя не отметить и пресловутый «субъективизм»: бывают случаи завышения или занижения оценок по личным симпатиям, а то и по корыстным мотивам.

В вузах давно ведутся поиски путей преодоления этих негативных сторон. Один из них – вынуждение преподавателя на так называемый «автомат», то есть на выставление оценки за учебный курс по совокупности знаний, показанных курсантом на занятиях. Известно, что такого рода практика (текущие оценки), когда курсант, имея одну-две в лучшем случае оценки, а иногда по ряду причин, не имея вообще ни одной, вызывает известные возражения со стороны преподавательского состава. Более того, эта методика не имеет под собой никакой нормативной базы.

В последние годы наметился путь, который позволяет как-то совместить практически все достоинства известных способов контроля знаний курсантов и свести к минимуму недостатки каждого из них, как-то нивелировать современную силовую систему вузовского обучения.

Одним из путей решения вышеуказанных вопросов, по нашему мнению, является использование системы Рейтинговой Интенсивной Технологии Модульного обучения. [1, с. 8] Идея этой системы проста и многим известна. Учебный курс делится на модули.

Модуль – это логически завершенная часть (тема, раздел) курса, которая заканчивается контрольной акцией.

Контрольной акцией может быть контрольная работа, расчётно-графическое задание, лабораторная работа и т. п. У модуля есть цены в баллах. Изучив модуль и доказав это, курсант может заработать эти баллы. Все заработанные баллы складываются и образуют рейтинг курсанта.

Рейтинг – это сумма баллов, набранная курсантом в течение некоторого промежутка времени по определенным правилам, не изменяющимся в течение этого промежутка.

В свою очередь рейтинг подразделяется на:

- текущий рейтинг – сумма баллов, набранная на данный момент времени (баллы за контрольную работу, на коллоквиумах, НИР и др.);
- итоговый рейтинг – включает в себя полную сумму баллов, набранную курсантом за всю работу в семестре, плюс баллы, полученные на экзамене;
- суммарный рейтинг – общий рейтинг по нескольким дисциплинам.

Список курсантов, отсортированный в порядке убывания их рейтинга, называется рейтинг-листом или хит-парадом.

Итак, рейтинговые системы известны уже достаточно широко, и в некоторых вузах рейтинг вычисляют по довольно сложным формулам. Это различные – т.н. рейтинговые системы оценки знаний – РСОЗ, это и унифицированная рейтинговая формула – УРФ и др.

В целом же основные отличия РИТМа от традиционной системы обучения следующие:

1. Модульное построение курса; учебный материал преподносится продуманными порциями и исключает эффект «затаривания мозгов».

2. Многобальные оценки: дифференцированный подход к курсантам. Исключена одинаковая оценка разных результатов и субъективная позиция преподавателя по отношению к курсанту.

3. Интегральность оценки: даже самый малый сиюминутный положительный результат курсанта – ступенька к достижению им хорошего результата на экзамене. Эффект заработной платы – очень мощный стимул для постоянной равномерной работы курсанта в течение всего семестра.

Основная цель «РИТМа» – заинтересовать курсанта благотворно работать в течение семестра и заслужить высокую итоговую оценку в ходе семестра с возможным освобождением от процедуры сдачи экзамена (зачета).

Опыт введения в учебный процесс системы «РИТМ» на кафедре «Общей и специальной химии» показал:

Внедрению рейтинга в учебный процесс на кафедре, а точнее на дисциплине «Органическая химия», предшествовала большая подготовительная работа, включавшая анализ публикаций, содержащих описание различных вариантов рейтинговых систем, разработку типовых и индивидуальных заданий, составление ситуационных задач.

В основе лежала идея кумуляции баллов, полученных курсантом в течение всего периода изучения предмета, т.е. курсант после каждого модуля зарабатывал не только оценки, но и баллы.

«Органическая химия» изучается курсантами на втором курсе. Причём независимо от результатов вступительных экзаменов были более глубоко проверены знания курсантов с помощью индивидуальных заданий состоящих из десяти вопросов (т.е. на каждую изученную в школе тему по одному вопросу). В зависимости от важности темы каждый вопрос имел свою цену – выраженную в баллах.

Все заработанные баллы суммировались, и каждый курсант получал свой рейтинг. На основании этого рейтинга все учебные группы делились на примерно одинаковые по уровню школьной подготовки группы.

В дальнейшем были разработаны технологические карты (памятки), где обговорены все условия работы с данным взводом по методике РИТМ. Памятки размножили и довели до курсантов.

Следующий этап сопровождался модульной программой примерно следующей структуры:

1. Технологическая карта
2. Подробная программа модуля
3. Цели, которые достигает курсант, изучив данный модуль (что он должен будет знать и уметь, изучив этот раздел)
4. Путеводитель по литературе
5. Система индивидуальных заданий различной сложности
6. Темы рефератов
7. Описание процедуры сдачи модуля

Переход к рейтингу на дисциплине явился стимулом для научно-методической работы преподавателей. Разработанные в предыдущие годы методы организации самостоятельной работы и текстового контроля органично вписались в рейтинговую систему. Появилась подборка литературы по использованию рейтинговой системы в учебном процессе. К положительным результатам внедрения рейтинга можно отнести и интенсификацию реферативной работы.

О повышении заинтересованности курсантов к изучению дисциплины свидетельствует и такой нетрадиционный вид внеаудиторной работы, как составление кроссвордов по химической тематике. Нет необходимости говорить о том, что подготовка качественного кроссворда по химии требует работы с дополнительной литературой, что способствует расширению научного кругозора.

В качестве положительного момента следует отметить и снижение эмоционального напряжения курсантов именно второго курса при сдаче экзамена. Зная

свой рейтинг, каждый из них мог ориентировочно оценить свои возможности, т.е. уменьшить элемент случайности, неожиданности и субъективизма.

Дальнейшее совершенствование рейтинговой системы в настоящее время ведётся по следующим направлениям:

- более тщательный отбор содержания предмета с ориентацией на конечные цели обучения в современном военно-химическом вузе;
- совершенствование текстовых заданий для текущего и итогового контроля;
- создание тестов повышенной трудности и набора ситуационных задач для курсантов, желающих более глубоко изучить и понять курс химии;
- создание междисциплинарных тестов, позволяющих как бы перекинуть достаточно ясные и прочные «мостики» от органической химии к ФХМА, специальной химии.

Однако в системе организации рейтингового контроля, интенсификации качества учебы курсанта имеются некоторые недостатки и «нестыковки» с привычной традиционной системой обучения и действующими учебными планами.

Один из принципов рейтинга – индивидуальный подход. Индивидуальный подход требует наличия индивидуальных заданий. При наличии 15–20 лабораторных и групповых занятий и с учетом 10 вариантов заданий на одно занятие получается, что на каждый предмет надо подготовить 150–200 индивидуальных заданий.

Причем каждый вопрос в зависимости от важности и сложности темы должен быть объективно оценен коллегиально, т.е. всеми преподавателями дисциплины, т.е. нужна достаточно длительная подготовка при переходе к рейтингу.

Нужен ли экзамен при работе по рейтинговой системе? Что мы теряем, отказавшись от экзаменов?

Перед экзаменом курсант вынужден полностью повторить материал – это плюс в обучении, т.е. экзамен и по рейтинговой методике полезен, но как избавить курсантов от сессионного стресса?

На дисциплине этот вопрос был решен так. Мы гарантировали курсанту экзаменационную оценку по уровню его рейтинга, набранного в семестре. Но разрешали идти на экзамен, чтобы повысить рейтинг.

Для объективности оценки ответов на экзамене были введены коэффициенты правильности ответов. Например,

$K=1$  – ответ на вопрос без замечаний;

$K=0,9$  – есть несущественные недостатки;

$K=0,8$  – несколько несущественных недочетов;

$K=0,7$  – ответ в основном правильный, но есть недостатки, которые качественно не влияют на понимание вопроса;

$K=0,3$  – присутствуют лишь элементы правильного ответа;

$K=0$  – ответа на вопрос нет или он абсолютно неправильный;

В действующие учебные нормативы, по которым планируется учебная нагрузка, затраты на ведение обучения курсантов по указанной системе не заложены.

На данный момент ситуацию облегчает внедрение компьютерной системы оценки. Более того, имея компьютеры, можно фиксировать в них баллы курсантов, полученные за изучение модулей. Перед экзаменом полезно получить распечатку типа «успеваемость взвода по всем темам курса». Имея на экзамене этот материал, экзаменатор может в буквальном смысле видеть пробелы в знаниях курсанта, даже если он и не вел этот взвод. Именно по темам с низким числом набранных баллов задавать дополнительные вопросы. Это опять же позволит иметь под рукой гектограмму среднего балла.

В целом же на сегодня – разработка, внедрение, применение рейтинговой системы – достаточно сложная технология, требующая высокой квалификации преподавателей и больших затрат рабочего времени. Вместе с тем, ее применение повышает ритмичность работы курсантов, способствует индивидуализации обучения, повышает прочность знаний за счет систематической работы над материалом, увеличивает объективность итоговой оценки, дает более достоверную информацию для морального и материального поощрения преподавателей и курсантов.

## Библиографический список

1. Гордиенко В. А., Николаенко В. К. Рейтинговая система знаний при разноуровневом преподавании / В. А. Гордиенко, В. К. Николаенко. – Химия в школе. – № 2. – С. 40–43.

УДК 378

**И. А. Голицына**

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,  
г. Ярославль  
*rengoli@yandex.ru*

### МЕЖКАФЕДРАЛЬНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПО ПОДГОТОВКЕ КУРСАНТОВ К ИЗУЧЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ НА КАФЕДРЕ ЭЛЕКТРОНИКИ

В статье приводится характеристика авторского подхода по созданию учебного пособия, направленного на качественную подготовку курсантов к усвоению и применению комплексных чисел на кафедрах училища, в том числе на кафедре электроники. Автором отмечается положительный результат межкафедрального сотрудничества, учитывающего запросы кафедры электроники, как по пропедевтики изучения комплексных чисел, так и при дальнейшем использовании.

**Ключевые слова:** комплексные числа, прикладная направленность, профессиональная направленность, практическое применение, мотивация обучающихся, межкафедральное сотрудничество, создание учебных пособий, практические занятия по математике

**I. A. Golitsyna**

Yroslavl Higher Military School of Air Defense, Yroslavl  
*rengoli@yandex.ru*

### INTERDEPARTMENTAL COOPERATION ON THE PREPARATION OF CADETS FOR THE STUDY AND APPLICATION OF COMPLEX NUMBERS AT THE DEPARTMENT OF ELECTRONICS

The article describes the author's approach to creating a textbook aimed at high-quality training of cadets for the assimilation and application of complex numbers in the departments of the school, including the Department of Electronics. The author notes the positive result of interdepartmental cooperation, taking into account the requests of the Department of Electronics, both on the propaedeutics of studying complex numbers, and with further use.

**Keywords:** complex numbers, applied orientation, professional orientation, practical application, motivation of students, interdepartmental cooperation, creation of textbooks, practical classes in mathematics.

Чешский педагог Ян Амос Коменский в «Великой дидактике» пишет: «что всё, что находится во взаимной связи, должно преподаваться в такой же связи. Всё должно вестись в неразрывной последовательности так, чтобы всё сегодняшнее закрепляло вчерашнее и пролагало дорогу для завтрашнего» [1, с. 190]. Написанное Яном Амосом Коменским может быть отнесено как к вопросу преподавания математики, так и к вопросу непрерывности и преемственности в образовании, к вопросу междисциплинарного подхода, внутрипредметных и межпредметных связей. В современном варианте выше сказанное может быть отнесено к вопросу межкафедрального сотрудничества.

Тематике межкафедрального сотрудничества посвящены исследования А. И. Лесниковича, Е. М. Каргиной, Ю. Кириллиной, Г. Л. Аракелян, И. В. Егшина, В. И. Павловой [2–4] и ряда других.

Вопрос межкафедрального сотрудничества в рассматриваемом нами случае, возник в связи с изучением темы комплексных чисел на кафедре математики.

Много лет назад тему «Комплексные числа» изучали в курсе средней школы. Затем эту тему вытеснили элементы высшей математики. Вот тут-то и сказались отсутствие соответствующих знаний у вчерашних школьников. Авторы классических учебников по высшей математике по-прежнему ссылались на то, что материал рассматривался в школе, хотя реальная ситуация была иной. В более современные учебники по математике впоследствии включались вопросы изучения комплексных чисел, но в основном эта учебная литература не была предназначена для высших технических учебных заведений. В виду высокой востребованности использования комплексных чисел и незначительного количества часов на их изучение, возник вопрос о создании, по сути, междисциплинарного учебного пособия. При этом нами была поставлена задача следования сформулированными Я. А. Коменским и ныне актуальными наставлениями: «и на чём я настаиваю (..), чтобы эти книги были написаны понятно и доступно и давали бы учащимся такое освещение, благодаря которому они понимали бы всё сами, даже без учителя» [1, с. 197].

При разработке пособия нами учитывались как запросы внутрипредметных связей кафедры математики, так и запросы принимающих кафедр инженерного профиля. Учебные материалы прошли предварительную апробацию на кафедре математики. Учитывалось то, что пособие должно было быть ориентированным не только на ознакомление с указанными вопросами по теме «Элементы высшей алгебры». Вопросы данной темы предваряют изучение двух тем «Неопределенный интеграл», «Определенный интеграл», в изложении которых идет непосредственная опора на элементы высшей алгебры, на аппарат комплексных чисел. Интегрирование дробно-рациональных функций методом неопределённых коэффициентов предполагает знание курсантами комплексных чисел, понятий разложения многочлена на множители в комплексной области. При изучении темы «Обыкновенные дифференциальные уравнения» и особенно темы «Числовые и функциональные ряды» также огромную роль играет знание курсантами математического аппарата комплексных чисел. Изложение данных важных тем не рассчитано на детальное повторение темы комплексных чисел. В данном учебном пособии активно использованы внутрипредметные связи с «Аналитической геометрией и линейной алгеброй» при рассмотрении вопросов выполнения действий над комплексными числами на комплексной плоскости по правилам действий над векторами, продемонстрированы возможности использования полярной системы координат.

Комплексные числа широко используются в физике. Начиная со второго семестра курсанты-первокурсники, обучающиеся по специальности «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения», активно используют аппарат комплексных чисел при изучении электротехники, электроники. При выполнении одной из лабораторных работ на принимающей кафедре курсантам приходится выполнять расчеты с использованием решения систем линейных уравнений по методу Крамера. При этом определители системы имеют в качестве элементов, комплексные числа в показательной форме. Курсанты, обучающиеся по специальности «Специальные радиотехнические системы», встретятся с еще большей востребованностью

аппарата комплексных чисел при изучении общепрофессиональных дисциплин. Важно отметить, что данное пособие может быть своего рода буфером при переходе от более понятного курсантам изложения вопросов, связанных с комплексными числами на предметном языке математики, к применению данных вопросов на предметных языках вводимых общепрофессиональных дисциплин.

Все сказанное выше привело к идее создания учебного пособия [5], которое является не просто учебным пособием по математике, а может рассматриваться в качестве особого междисциплинарного пособия, направленного на подготовку к изучению общепрофессиональных дисциплин, опирающихся на математический аппарат комплексных чисел. Данное учебное пособие может служить теоретическим и практическим источником пропедевтики изучения вопросов ТФКП.

В процессе межкафедрального сотрудничества нами были откорректированы задачи, мотивирующие курсантов на изучение комплексных чисел, обеспечивающие прикладную и профессиональную направленность. Например, курсантам предлагается к рассмотрению следующая задача.

Дана электрическая цепь (рис. 1), которая может быть представлена эквивалентной схемой электрической цепи (рис. 2).

Определить эквивалентное сопротивление двух параллельных ветвей с параметрами элементов  $R_1 = 10$ ,  $R_2 = 20$ ,  $L = 0,1$  Гн,  $C = 200$  мкФ (микрофарад),  $\omega = 314$  рад /с.

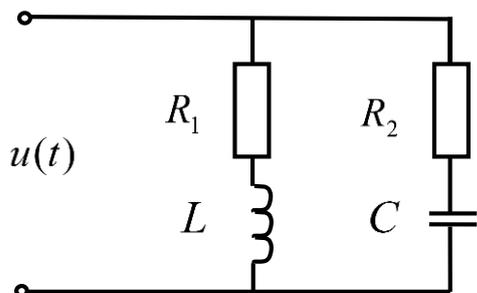


Рис. 1 Схема электрической цепи

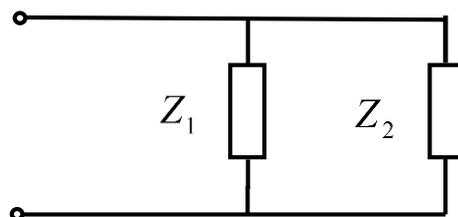


Рис. 2 Эквивалентная схема электрической цепи

Решение.

$$\omega L = 0,1 \cdot 3,14 = 31,4 \text{ (Ом)};$$

$$Z_1 = R_1 + j\omega L = 10 + j31,4 \text{ (Ом)};$$

$$Z_2 = R_2 - \frac{j}{\omega C} = 20 - j15,9 \text{ (Ом)}.$$

Подставляем полученные данные в формулу для эквивалентного сопротивления.

$$Z = \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2}.$$

Отсюда эквивалентное сопротивление равно:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{(10 + j \cdot 31,4)(20 - j \cdot 15,9)}{(10 + j \cdot 31,4) + (20 - j \cdot 15,9)} = \\ &= \frac{10 \cdot 20 + j \cdot 31,4 \cdot 20 - 10 \cdot j \cdot 15,9 - j \cdot 31,4 \cdot j \cdot 15,9}{10 + j \cdot 31,4 + 20 - j \cdot 15,9} = \\ &= \frac{699,26 + j \cdot 469}{30 + j \cdot 15,5} = \frac{(699,26 + j \cdot 469)(30 - j \cdot 15,5)}{(30 + j \cdot 15,5)(30 - j \cdot 15,5)} = \\ &= \frac{(699,26 + j \cdot 469)(30 - j \cdot 15,5)}{900 - j^2 15,5^2} = 31,148 - j \cdot 2,834. \end{aligned}$$

Ответ.  $Z \approx 31,15 - j \cdot 2,83 \text{ (Ом)}$ .

При расчете цепей переменного тока приходится иметь дело, как с комплексными числами, так и с системами линейных уравнений.

При нахождении токов в конкретной заданной схеме методом контурных токов возникает необходимость решения следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} I_{11} Z_{11} + I_{22} Z_{12} = E_{11}, \\ I_{11} Z_{21} + I_{22} Z_{22} = E_{22}. \end{cases}$$

Абстрагируясь от некоторых деталей формулировки задачи, можно привести готовые результаты по определению значений числовых коэффициентов:

$$Z_{11} = \dots = 5 - 2j; \quad Z_{22} = \dots = 5 + 5j; \quad Z_{12} = Z_{21} = \dots = -5; \quad E_{11} = \dots = 100;$$

$$\overset{\square}{E}_{22} = \dots = -100j.$$

Затем непосредственно перейти к рассмотрению системы линейных уравнений:

$$\begin{cases} (5 - 2j)\overset{\square}{I}_{11} - 5\overset{\square}{I}_{22} = 100, \\ -5\overset{\square}{I}_{11} + (5 + 5j)\overset{\square}{I}_{22} = -100j. \end{cases}$$

Токи в схеме находят по формулам Крамера, что приводит к необходимости вычисления определителей второго порядка, элементами которых являются комплексные числа. Данный подход обеспечивает выработку кооперативных умений выполнения действий сложения и умножения комплексных чисел в алгебраической форме в процессе вычисления определителей. Формулируется правило вычисления определителей второго порядка, повторяются правила действий над многочленами (которые лежат в основе выполнения арифметических действий над комплексными числами в алгебраической форме). Отрабатывается методика перехода от алгебраической формы записи комплексного числа к показательной, так как, исходя из определенных технических потребностей, требуется результаты вычислений представлять в показательной форме.

Данный переход позволяет обеспечивать работа с тригонометрическим кругом.

$$\Delta = \begin{vmatrix} 5 - 2j & -5 \\ -5 & 5 + 5j \end{vmatrix} = 10 + 15j = 18e^{j56^\circ 20'};$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 100 & -5 \\ -100j & 5 + 5j \end{vmatrix} = 500;$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 5 - 2j & 100 \\ -5 & -100j \end{vmatrix} = 300 - 500j = 582e^{j59^\circ}.$$

На завершающем этапе необходимо изобразить результат  $\overset{\square}{I}_R = \overset{\square}{I}_{11} - \overset{\square}{I}_{22}$  как разность векторов, выполнить вычитание векторов, изображения которых

представлены в полярной системе координат, затем найти координаты такого вектора [6].

Учитывая то, что курсантам предстоит работать с программой Mathcad, в качестве иллюстрации предлагалась следующая информация: операции над комплексными числами в программе Mathcad.

*Задача.* Для комплексных чисел  $z_1 = 10 + 12j$ ,  $z_2 = -5 - 7j$  в программе MathCad найдите модуль и аргумент (в радианах и градусах) числа  $z_1$ , вычислите сумму, разность, умножение и деление чисел  $z_1$  и  $z_2$ .

### 1. Ввод исходных данных задачи

Команды в Mathcad	Комментарии
$j := \sqrt{-1}$	Ввод мнимой единицы $j$
$a := 10$	Ввод действительной части числа $z_1$
$b := 12$	Ввод мнимой части числа $z_1$
$k := -5$	Ввод действительной части числа $z_2$
$d := -7$	Ввод мнимой части числа $z_2$

### 2. Ввод комплексных чисел ( $z_1$ и $z_2$ )

Команды в Mathcad	Комментарии
$z_1 := a + j \cdot b$	Ввод комплексного числа $z_1$
$z_1 \rightarrow 10 + 12j$	Проверка результата
$z_2 := k + j \cdot d$	Ввод комплексного числа $z_2$
$z_2 \rightarrow -5 - 7j$	Проверка результата

### 3. Вычисление модуля и аргумента числа $z_1$

Команды в Mathcad	Комментарии
$ z_1  = 15.62$	Вычисление модуля числа $z_1$
$\arg(z_1) = 0.876$	Вычисление аргумента числа $z_1$ в радианах
$\arg(z_1) \cdot \frac{180}{\pi} = 50.194$	Вычисление аргумента числа $z_1$ в градусах

#### 4. Сложение комплексных чисел

Команда в Mathcad	Комментарии
$z3 := z1 + z2 = 5 + 5i$	Вычисление суммы чисел $z1$ и $z2$

#### 5. Вычитание комплексных чисел

Команда в Mathcad	Комментарии
$z4 := z1 - z2 = 15 + 19i$	Вычисление разности чисел $z1$ и $z2$

#### 6. Умножение комплексных чисел

Команда в Mathcad	Комментарии
$z5 := z1 \cdot z2 = 34 - 130i$	Вычисление произведения чисел $z1$ и $z2$

#### 7. Деление комплексных чисел

Команда в Mathcad	Комментарии
$z6 := \frac{z1}{z2} = -1.811 + 0.135i$	Вычисление частного чисел $z1$ и $z2$

Согласно отзывам курсантов, преподавателей кафедр данное учебное пособие, возникшее в результате межкафедрального сотрудничества, обеспечивает получение осознанных знаний по комплексным числам, мотивирует курсантов к их изучению и дальнейшему применению математического аппарата комплексных чисел в ходе изучения инженерных дисциплин, т.е. способствует качественной подготовке военных специалистов.

#### Библиографический список

1. Ян Амос Коменский. – т.1. Великая дидактика. Государственное Учебно-педагогическое издательство Наркомпроса РСФСР. – 1939. – 318 с.
2. Лесникович А.И. Кафедра в центре современных проблем науки и образования // Вестник БГУ. Сер.2. – 2009. – №1 – С. 13–17.

3. Каргина Е.М. Роль межкафедрального взаимодействия в процессе профилизации образовательной среды / Е.М. Каргина // Молодой учёный. – 2014. – №10. – С. 370–372.

4. Кириллина Ю. Механизм межкафедрального взаимодействия // Высшее образование в России. 2004. №9. [Электронный ресурс ] / Ю. Кириллина. – Режим доступа URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-mezhkafedralnogo-vzaimodeystviya> (дата обращения: 27.01.2022).

5. Голицына И. А. Математика. Комплексные числа : учебное пособие. – Ярославль: ЯВВУ ПВО, 2017. – 152 с.

6. Голицына И. А. Подготовка курсантов-первокурсников к восприятию учебных текстов по общеинженерным дисциплинам: вестник ВКА им. А. Ф. Можайского (филиал, г. Ярославль). Вып. 17. – Ярославль, 2014.

УДК 378.016

**Д. Г. Дейкун<sup>1</sup>, В. А. Турчин<sup>2</sup>**  
Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков  
имени Героя Советского Союза А. К. Серова, г. Краснодар  
*d.g.deykun@mail.ru<sup>1</sup>*  
*tyrchin@rambler.ru<sup>2</sup>*

## **ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ В ВОЕННОМ АВИАЦИОННОМ ВУЗЕ**

В статье отмечены особенности изучения информатики курсантами военных авиационных вузов. В качестве способа улучшения подготовки военного специалиста предлагается разработка практикума, состоящего из базовой части (традиционных заданий) и вариативной части (профессионально-ориентированных заданий). Приведен пример профессионально-ориентированной задачи по созданию и настройке демонстрации презентации, содержащей информацию о военных асах, защищавших небо Кубани в Великой Отечественной войне, непосредственно связанной с патриотическим воспитанием будущих военных летчиков.

**Ключевые слова:** обучение, информатика, профессионально-ориентированные задачи, патриотическое воспитание, практикум.

**D. G. Deykun<sup>1</sup>, V. A. Turchin<sup>2</sup>**  
Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots  
named after Hero of the Soviet Union A. K. Serov, Krasnodar  
*d.g.deykun@mail.ru<sup>1</sup>*  
*tyrchin@rambler.ru<sup>2</sup>*

## PECULIARITIES OF TEACHING INFORMATICS IN A MILITARY AVIATION UNIVERSITY

The article notes the peculiarities of studying computer science by military aviation cadets. As a way to improve the training of a military specialist the development of a practical training course, consisting of the basic part (traditional tasks) and the variable part (professionally-oriented tasks) is proposed. The example of professionally-oriented tasks of creating and demonstrating a presentation containing information about the military aces who defended the sky of Kuban in the Great Patriotic War, directly related to the patriotic education of future military pilots, is given.

**Keywords:** training, computer science, professionally oriented tasks, patriotic education, workshop.

*«Постановка преподавания во всяком училище находится в самой тесной связи с условиями приема в это училище, ибо ими определяется степень подготовки и развития поступающих».*

*А. Н. Крылов*

Подготовка высококвалифицированных офицеров в летном военном училище – очень сложный и трудоёмкий процесс. За время обучения у курсанта формируются базовые компетенции, предусмотренные не только федеральным образовательным стандартом, утверждаемым Министерством науки и высшего образования, но и с учетом требований военной специальности, определяемых Министерством обороны.

Специфика военного летного образования проявляется уже при поступлении абитуриентов в училище. При отборе кандидатов учитываются не только уровень знаний (баллы ЕГЭ, оценки, и средний балл документа об образовании), но и повышенные требования к их физическим и психофизиологическим качествам, в результате на первый курс могут быть зачислены обучающиеся, набравшие минимально необходимые для поступления в высшее учебное заведение баллы ЕГЭ (27 баллов по математике, 36 баллов по русскому языку и 36 баллов по физике) [1]. Таким образом часть поступивших на обучение имеет низкий уровень подготовки по естественным наукам. Вместе с тем специальность 25.05.04 «Летная эксплуатация и применение авиационных комплексов», по которой им предстоит обучаться относится по ОКСО к области образования «инже-

нерное дело, технологии и технические науки» и, следовательно, требует углубленного изучения таких точных дисциплин, как математика, информатика, физика.

Информатика – это научное направление, имеющее междисциплинарный характер, которое активно выполняет интеграционную функцию при изучении различных инженерных дисциплин. Изучать дисциплину «Информатика» начинают еще со средней школы, и довольно большая часть обучающихся рассматривает данную дисциплину как необходимость повторять пройденный материал, что кажется им ненужным и неинтересным делом. Совсем иначе представляется изучение профильных дисциплин, таких как, «Авиационное радиоэлектронное оборудование», «Электрооборудование воздушных судов», которые по мнению обучающихся – важные предметы, и их прилежное изучение позволит им получить знания и диплом выпускника военного вуза.

Другой актуальной проблемой преподавания курса информатики в военном вузе является то, что обучение носит интенсивный характер в связи с ограниченным свободным временем у обучающихся, а также недостаточной связью информатики с профильными дисциплинами, в результате чего курсанты первых курсов могут получить недостаточный стимул к обучению. В силу перечисленных выше «аргументов» многие обучающиеся не прилагают необходимых усилий при изучении информатики и выполняют самые минимальные требования для прохождения промежуточной аттестации. Однако, к тому времени, когда курсанты начнут изучать профильные дисциплины, у них может исчезнуть мотивация к познавательной деятельности.

Возможным решением данной проблемы в нашем вузе считаем реализованный лекционный курс с профессионально значимыми примерами в совокупности со специализированным практикумом по решению задач и выполнению заданий, связанных с прикладными вопросами летной деятельности.

В практикуме мы сохранили основную базовую часть по решению задач и дополнили в банк заданий большее количество профессионально ориентированных задач, часть из которых – более высокой сложности. Сложность при этом

состояла в том, чтобы добавить не просто задачи с техническим содержанием, а задачи летного профиля. В текст задач были включены исторические сведения, летно-технические характеристики самолетов, принципы действия авиационных приборов, примеры из практики самолетовождения.

Так при изучении модульного программирования обучающимся предлагается, используя базовые функции и процедуры модуля GraphABC создать компьютерное изображение «Воздушный бой» [2, с. 104]. Выполняя задание, обучающиеся, отрабатывают не только навыки программирования, но и работы с растровой графикой: масштабирование, поворот, инверсия цвета, редактирование фрагментов изображения, вставка и редактирование текстовых надписей. Изображение, представленное на рисунке 1 создается путем вставки в окно программы 3 растровых изображений из jpg-файлов их обработки и компоновки средствами PascalABC.NET.



Рис. 1 Пример профессионально ориентированного задания по программированию

Важной составляющей обучения является военно-патриотическое воспитание – многоплановая, систематическая, целенаправленная и скоординирован-

ная деятельность по формированию у молодежи высокого патриотического сознания, возвышенного чувства верности своему Отечеству, готовности к выполнению гражданского долга, важнейших конституционных обязанностей по защите интересов страны [3, с. 70].

В разработанный нами курс были добавлены практические задания патриотической направленности о военных подвигах советских летчиков-асов – А. И. Покрышкина, Г. А. Речкалова, И. Н. Кожедуба, А. П. Маресьева во время Великой Отечественной войны, представляющие значимость с точки зрения воспитательного процесса, познания исторических корней Отечества, гордости за сопричастность к деяниям предков и современников, и исторической ответственности за происходящее в обществе и государстве.

Определенную трудность при составлении таких задач представляет подбор реальных исходных данных, имеющих в свободном доступе в официальных и открытых источниках. Считаем, что необходимо использовать реальные летно-технические характеристики самолетов, принципы действия авиационных приборов для получения максимально возможных правдоподобных результатов, хотя это не всегда бывает возможным.

Больше всего времени приходится уделять поиску графических изображений в хорошем разрешении и качестве, проверке исторических фактов использования определенных типов самолетов в различных сражениях.

Профессионально-ориентированные задачи составляют вариативную часть практикума по информатике, и включены в разработанное нами электронное пособие.

В качестве примера приводим фрагмент задания для выполнения практического занятия, которое предлагается курсантам.

### **Практическое задание**

С помощью средства создания и демонстрации презентаций Impress создать презентацию, содержащую информацию о военных асах, защищавших небо Кубани в Великой Отечественной войне, используя эффекты анимации.

Для выполнения задания необходимо работать с исходным материалом из папки, указанной преподавателем.

Общие требования к презентации:

Создать презентацию с именем «Практическое занятие – Иванов А.В.» (где Иванов А. В. – фамилия и инициалы курсанта).

Задание №1 Первый слайд

1. ФОН СЛАЙДА: используется файл Фон\_1.jpg, прозрачность 40%.
2. ЗАГОЛОВОК СЛАЙДА: Шрифт: Calibri (Заголовок), размер – 80 пт, начертание – полужирный, регистр – все прописные, цвет RGB (219,65,40).
3. ИЗОБРАЖЕНИЯ НА СЛАЙДЕ: разместить файл ВКС\_логотип.png, как показано на рисунке (рисунок 2), средствами программы выполнить обрезку: высота – 2,51 см, ширина – 4,1 см.



Рис. 1 Первый слайд

Задание №2 Второй слайд

1. ФОН СЛАЙДА: используется файл Фон\_2. jpg, прозрачность 80%;
2. ЗАГОЛОВОК СЛАЙДА: Шрифт: Calibri (Заголовок), размер – 36 пт, начертание – полужирный, цвет RGB (219,65,40); Применить анимацию: плавное приближение, параметр эффекта – выплывание вверх, длительность – 01,00.

3. НАДПИСИ И ТАБЛИЦЫ: разместить, как показано на рисунке (рисунок 3), применить анимацию, установить последовательность появления объектов на слайде, как на рисунке.

– Надпись 1-2: Шрифт – Calibri (Основной текст), размер – 18 пт, начертание – обычный, цвет – черный; Анимация: плавное приближение, параметр эффекта – выплывание вверх, длительность – 01,00.

– Таблица 1: Шрифт - Calibri (Основной текст), размер – 16 пт, начертание – курсив, цвет – синий; Анимация: плавное приближение, параметр эффекта – выплывание вверх, длительность – 01,00.

4. ИЗОБРАЖЕНИЯ: разместить файлы Флаг\_СССР.png и Флаг\_Германия.png в строке заголовков таблицы 2, как показано на рисунке (рисунок 3), установить последовательность появления объектов на слайде, как на рисунке: Размер: высота – 1,2 см, ширина – 2,0 см; Анимация: появление, параметр эффекта – снизу, длительность – 00,50.

**Воздушные сражения над Кубанью в 1943 году**  
(краткая историческая справка)

Место: Кубань, Северо-Кавказский фронт  
Дата: апрель – июнь 1943 года

<i>Первое сражение</i>	17.04 – 24.04	<i>район Мысхако (Малая земля)</i>
<i>Второе сражение</i>	29.04 – 10.05	<i>ст. Крымская</i>
<i>Третье сражение</i>	26.05 – 07.06	<i>ст. Киевская, ст. Молдавнская</i>

Основные данные:

Противники	 СССР	 Германия
Силы сторон	≈ 900 – 1050 самолетов из них: - 360 бомбардировщики; - 370 истребители; - 170 штурмовики.	≈ 1000 – 1200 самолетов из них: - 580 бомбардировщики; - 250 истребители; - 220 разведчики.
Командующие	ген.-лейт. авиации К.А. Вершинин	фельдмаршал В. фон Рихтгофен
Потери	≈ 750 самолетов	≈ 1100 самолетов

**Итоги битвы: Завоевание ВВС РККА СССР господства в воздухе**

Рис. 3 Второй слайд

### Задание №3 Третий слайд

1. ФОН СЛАЙДА: используется файл Фон\_3. jpg, смещения – слева – 7%, справа – 7%, прозрачность 60%;

## 2. ИЗОБРАЖЕНИЯ:

- Самолет: разместить файл Самолет.png на слайде требуемое количество раз, как показано на рисунке (рисунок 4), выполнить попарную группировку объектов, средствами программы выполнить обрезку и удалить фон, установить последовательность появления объекта на слайде, как на рисунке. Размер объекта «самолет»: высота – 2,34 см, ширина – 3,1 см. Положение на слайде:

- Нижний эшелон: от левого верхнего угла: по горизонтали – 18,8 см, по вертикали – 10,94 см.
  - Средний эшелон: от левого верхнего угла: по горизонтали – 11,9 см, по вертикали – 7,93 см.
  - Верхний эшелон: от левого верхнего угла: по горизонтали – 4,3 см, по вертикали – 4,14 см.
- Анимация: вылет, параметр эффекта – справа, длительность – 00,50.



Рис. 4 Третий слайд

### Задание №4 Четвертый слайд

1. ФОН СЛАЙДА: используется файл Фон\_4. jpg, смещения – слева – 3%, справа – 3%, прозрачность 63%;

2. ЗАГОЛОВОК СЛАЙДА: Шрифт: Calibri (Заголовок), размер – 44 пт, начертание – полужирный, цвет RGB (219,65,40); Применить анимацию: появление, параметр эффекта – снизу, длительность – 00,50.

### 3. ИЗОБРАЖЕНИЯ:

- Фото Героев: разместить файлы (Глинка.jpg, Покрышкин.jpg, Речкалов.jpg, Фадеев.jpg) на слайде, как показано на рисунке (рисунок 5), установить последовательность появления объекта на слайде, как на рисунке. Размер: высота – 6,3–6,5 см, ширина – 4,3–4,5 см; Положение на слайде: симметричное расположение 4 объектов. Анимация: появление, параметр эффекта – снизу, длительность – 00,50.

- Звезда Героя: разместить файл Звезда.png на слайде требуемое количество раз, как показано на рисунке (рисунок 5), установить последовательность появления объекта на слайде, как на рисунке. Размер: высота – 1,5 см, ширина – 0,8 см; Анимация: вылет, параметр эффекта – снизу, длительность – 00,50.

4. НАДПИСИ: разместить, как показано на рисунке (Рис. 2), применить анимацию, установить последовательность появления объектов на слайде, как на рисунке.

- Надпись 1-4: Шрифт - Calibri (Основной текст), размер – 18 пт, начертание – полужирный, цвет – темно-синий, для показателя – красный.



Рис. 2 Четвертый слайд

Использование подобных задач позволяет заинтересовать курсантов изучать информационные технологии и различные исторические события с первых шагов обучения, и тем самым повысить мотивацию к обучению, реализовать принцип последовательности и преемственности в обучении, сформировав фундамент для специальных дисциплин.

Считаем, что такой подход к процессу обучения в совокупности с патриотическим воспитанием привнесет свой вклад в формирование личности курсанта не только как военного специалиста, но и настоящего патриота своей Родины.

### **Библиографический список**

1. Минимальное количество баллов ЕГЭ, необходимое для поступления в 2022 году [Электронный ресурс]: официальный сайт КВВАУЛ. – Краснодар, 2022. – URL: <https://kvvaul.mil.ru/Postupayuschim/EGE/> (30.01.2022).

2. Дейкун Д. Г., Турчин В. А. Изучение базовых понятий компьютерной графики на примере языка программирования PASCALABC.NET // Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы. Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж: ВГПУ, 2020. С. 102–108.

3. Ляженко А. И. Современные проблемы в системе патриотического воспитания молодежи в наследии генерала Лященко Н. Г. // Межвузовский сборник научных трудов (выпуск 8) – Краснодар. КВАИ, 2004. – С. 67–74.

УДК 37.0

**В. В. Демиденко<sup>1</sup>, Е. В. Абакумова<sup>2</sup>, В. Е. Спектор<sup>3</sup>**  
Филиал Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота  
«Военно-морская академия» имени Адмирала Флота Советского Союза  
Н. Г. Кузнецова, Калининград  
*vd\_0606@mail.ru<sup>1</sup>*  
*mesi\_ae@mail.ru<sup>2</sup>*  
*v.spektor@bk.ru<sup>3</sup>*

**ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОЙ МЕТОДОЛОГИИ  
В ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНОСТРАННОГО ВОЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА  
В ВЫСШЕМ ВОЕННОМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ**

В данной статье приводятся научно обоснованные рекомендации применения системной методологии к решению задач формирования компетенций иностранного военного специалиста в период процесса обучения в высшем учебном заведении. Рассматривается применение в совокупности фундаментальных знаний для эффективного решения поставленных задач системы образования при подготовке военных иностранных специалистов на любых уровнях и в различных сферах военной деятельности. Авторами отмечается положительный результат применения системного подхода к определению круга способов, принципов и регуляторов, применяемых в обучении иностранных военных специалистов ВМФ.

**Ключевые слова:** системный подход, высшее образование, иностранный военный специалист, системная методология, практические навыки, принципы обучения.

**V.V. Demidenko<sup>1</sup>, E.V. Abakumova<sup>2</sup>, V. E. Spektor<sup>3</sup>**

Branch of the Military Educational and Scientific Center of the Navy "Naval Academy" named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N. G. Kuznetsov,  
Kaliningrad

*vd\_0606@mail.ru<sup>1</sup>*

*mesi\_ae@mail.ru<sup>2</sup>*

*v.spektor@bk.ru<sup>3</sup>*

## **APPLICATION OF SYSTEM METHODOLOGY IN THE ORGANIZATION OF EDUCATIONAL ACTIVITIES IN TRAINING A FOREIGN MILITARY SPECIALIST IN A HIGHER MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTION**

This article provides evidence-based recommendations for the application of systemic methodology to solving the problems of forming the competencies of a foreign military specialist during the learning process in a higher educational institution. The article considers the application of a combination of fundamental knowledge for the effective solution of the tasks of the education system in the preparation of foreign military specialists at any level and in various fields of military activity. The authors note the positive result of applying a systematic approach to determining the range of methods, principles and regulators used in the training of foreign military specialists of the Navy.

**Keywords:** systemic approach, higher education, foreign military specialist, systemic methodology, practical skills, teaching principles.

Для того, чтобы эффективно решать поставленные задачи системы образования при подготовке иностранных военных специалистов (ИВС) ВУНЦ ВМФ на любых уровнях и в различных сферах деятельности – необходима совокупность фундаментальных знаний, что требует всестороннего рассмотрения данной позиции по педагогике, социальной психологии, философии, культурологии.

Существенным фактором движения современной науки является формирование системного взгляда на мир. Системный подход позволяет дать научно

обоснованные рекомендации в самых разных отраслях человеческой деятельности. Применение системной методологии к анализу высшего образования исследуемого процесса подготовки иностранного военного специалиста позволит сделать ряд выводов в направлении оптимизации процесса обучения специалистов в военно-образовательном учреждении высшего образования.

В современной литературе нет единого мнения в отношении применения системного подхода к анализу социальных систем. В последнее время появились исследования в области технологий обучения (Н. В. Бордовская, А. А. Вербицкая, В. Я. Веленский, В. В. Волкова, А. И. Уман), посвященные этой проблеме [1, с. 125].

Системный подход рассматривается в ряде научных работ, как направление методологии специально научного познания и социальной практики в основе которого лежит исследование и анализ объекта системы.

Раскрытие теоретических основ организации процесса обучения, а также поиск и разработка новых принципов, стратегий, методик, технологий обучения определяют системный подход в организации образовательной деятельности подготовки иностранного военного специалиста (ИВС) в высшем учебном заведении, как главное направление.

Для российской школы высшего образования характерны внутренние (внутривузовские) ориентиры подготовки иностранных военных специалистов на любых уровнях и в различных сферах деятельности, при этом необходима стройная система фундаментальных знаний по вопросам выбора не только самой подготовки, но и в определении системного подхода (дидактики) к решению основных проблем стоящими перед обучающимися и обучаемыми. Это требует всестороннего, системного рассмотрения данной тематики с позиции философии, педагогики на основе отечественного подхода путем решения триединой задачи: зачем учить, чему учить, как учить? Зарубежная философия образования ставит единую задачу: зачем учить?

Высшие учебные заведения (вузы) дают набор теоретических знаний и минимальный комплект практических навыков, которые не позволяют выпускнику

сразу включиться в работу на конкретном предприятии или в конкретной организации [2, с. 234].

Очевидно, что в этих обстоятельствах без системного подхода к решению проблемы подготовки иностранного военного специалиста в процессе получения им знаний невозможно выйти на достижение требований образовательного пространства вуза.

Необходим качественно иной подход к решению задач формирования компетенций иностранных студентов на этапе всего процесса обучения, что в конечном итоге будет определяться технологией обучения.

При этом следует учитывать, что педагогическая технология функционирует в качестве науки и в качестве системы принципов, способов и методов, применяемых в обучении, в качестве рационального процесса обучения.

Значимость данной темы заключается в поиске и апробации новых подходов к процессу подготовки ИВС (студентов-иностранцев), которые будут определять систему, учитывающую педагогические элементы, социокультурную среду иностранца, но при этом сохраняют основные элементы педагогической технологии обучения посредством определения цели и задач обучения представителя иностранного государства, объекта и субъекта обучения, учитывая результаты деятельности (в том числе и уровень подготовки участников дидактического процесса) [3, с. 283].

Уровень подготовки участников дидактического процесса определяется насущной необходимостью при помощи обучения решить важную жизненную проблему подготовки иностранных студентов (в том числе к уровню знания русского языка) к условиям обучения в вузе, которую приходится решать руководству вуза, психологам и преподавателям.

При этом иностранный студент должен стремиться в кратчайшие сроки применить полученные в процессе обучения знания, умения, навыки, качества, чтобы как можно успешнее разрешить указанную проблему.

Для применения системного подхода состояния подготовки иностранного военного специалиста высшего образования вуза, необходимо определить круг

способов, принципов и регуляторов, применяемых в обучении, которые можно сформулировать следующим образом [3, с. 364]:

- изучение опыта реализуемых в образовательном учреждении высшего образования технологий обучения иностранных военных специалистов;
- исследование методик к определению структурно-функциональных параметров конкретной системы подготовки иностранных военных специалистов;
- изучение существующих подходов системного анализа применительно к подготовке иностранных военных специалистов;
- изучение особенностей системы высшего образования как объекта исследования, овладение всем арсеналом средств научного исследования объекта;
- выбор и реализация общепедагогических принципов обучения иностранных военных специалистов, установления уровня их применения;
- разработка на основе анализа результатов исследования предложений и рекомендаций, направленных на оптимизацию системы подготовки иностранных военных специалистов в вузе.

Системный подход не является единой теоретической концепцией, а включает в себя целый ряд теорий различной степени общности [4, с. 177]. С точки зрения автора, отдельные области окружающего нас мира представляют собой качественно специфические целостные системы, развивающиеся на основе объективных законов, теоретическое воспроизведение которых предполагает системное построение знания.

Возможности применения системного подхода определяются наличием целого комплекса объектов, выступающих в качестве компонентов и находящихся во взаимосвязи.

В качестве компонентов системы могут выступать любые явления, состояния, процессы, свойства, отношения, образующие в своей совокупности данное явление, процесс, некое новое свойство, отношение и так далее [5, с. 128].

Это дает возможность исследовать с позиции системного подхода не только объекты с четко очерченными границами, но и свойства, отношения, присущие этому объекту, а также и явления, происходящие в нем.

Опираясь на данное положение, мы можем с полным основанием использовать системный подход для изучения процесса обучения иностранных военных специалистов. Рассмотреть как внешние, так и внутренние факторы, влияющие на систему обучения, которая должна быть направлена на поэтапное формирование профессионально-ориентированных компетенций иностранного военного специалиста: прежде всего это индивидуальные качества (личность), организаторские и методические способности.

### **Библиографический список**

1. Стародубцев Ю. И., Харченко Е. Б., Митрофанов М. Б., Лаута О. С. Образовательные технологии преподавания учебных дисциплин. НПК «Стратегические ориентиры развития высшей школы», 2019. – 326 с.
2. Россия в цифрах. Официальное издание. Краткий стат. сборник. – М.: Госкомстат, 2002. – 398 с.
3. Бордовская Н. В., Реан А. А. Педагогические технологии. Учебное пособие. – СПб.: 2006. – 304 с.
4. Давыдов А. А. Системный подход в социологии: новые направления, теории и методы анализа социальных систем. – М.: КомКнига, 2005. – 328 с.
5. Докторович А. Б. Социально ориентированное развитие общества: теории и методы системного исследования: Монография. – М.: Издательство «ИКАР», 2003. – 420 с.

УДК 37.013

**С. А. Донец**

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж  
*pt\_ig@mail.ru*

### **МНОГОМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ**

В статье рассматриваются вопросы формирования профессиональных компетенций. Описывается онтологическая модель как структурированная формализация определенной области знаний. Предлагается многомерная модель профессиональной компетенции состоящая

из трех составляющих: когнитивной, герменевтической и деятельностной, обосновываются преимущества данного подхода. Предложено использование многомерной модели профессиональной компетенции для проектирования адаптивной обучающей системы, которая будет учитывать текущие знания обучающегося, его способности, мотивации.

**Ключевые слова:** профессиональная компетенция, онтология, таксономия, когнитивность, герменевтика, адаптивная обучающая система.

**S.A. Donets**

Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh  
*pm\_ig@mail.ru*

## MULTIDIMENSIONAL MODEL OF PROFESSIONAL COMPETENCE

The article discusses the issues of the formation of professional competencies. The ontological model is described as a structured formalization of a certain area of knowledge. A multidimensional model of professional competence consisting of three components is proposed: cognitive, hermeneutic and activity, the advantages of this approach are substantiated. It is proposed to use a multidimensional model of professional competence for designing an adaptive learning system that will take into account the current knowledge of the student, his abilities, motivation.

**Keywords:** professional competence, ontology, taxonomy, cognition, hermeneutics, adaptive learning system.

**Введение.** Задача подготовки кадров в вузах, повышение уровня профессиональной компетенции всегда являлась актуальной. Поэтому процесс формирования профессиональной компетенции является достаточно сложным и ответственным для педагога и обучаемого. С педагогической точки зрения его можно представить как последовательное изменение свойств и качественных параметров через взаимопроникновение: черт, качеств личности, с одной стороны, и направления, содержания деятельности с другой, а в сумме определить как траекторию развития компетенции.

Несмотря на существующее в педагогике широкое многообразие описательных моделей, их определенные, бесспорные достоинства, такие как наглядность, отсутствие специальных, особых требований к структуре и полноте описываемой предметной области, все же более эффективными в практическом смысле являются формальные модели предметных областей, например, такие как онтологическая модель [1].

**Онтологическая модель.** Онтологии имеют определенную классификацию: по цели создания разделяют на онтологии верхнего уровня, предметных областей и прикладные. Онтологии *верхнего уровня* обобщают знания множества предметных областей. Онтология *предметной области* строится для описания общих концепций множества знаний, принадлежащих одной области задач. И онтология *прикладного уровня* описывает модель конкретной задачи либо информационной системы.

В материале статьи описывается онтологическая модель предметной области, в которой присутствует система понятий, терминов некоторой предметной области, включающая в себя широкий набор сущностей, соединенных между собой различными связями и отношениями.

В общем, можно утверждать, что онтология – это подробная, детальная, структурированная формализация некоторой, определенной области знаний посредством таксономии.

Таксономия с научной точки зрения является методом систематизации областей знания со сложной организацией согласно иерархическому положению каждого из рассматриваемых элементов. Наиболее близким к таксономии понятием является классификация – строгая иерархическая структура данных, упорядоченной информации, в которой изучаемые объекты объединяются в классы, группы на основании общих черт и характеристик. Таксономия – базовая составляющая онтологии.

Разработку, подготовку онтологии, преимущественно, следует начинать с подбора, составления глоссария терминов предметной области. Глоссарий терминов будет необходим на следующем этапе исследования и анализа свойств, характеристик и отношений. Он представляет собой список терминов с описанием их значений. Значения описываются в виде комментариев на естественном языке. Это дает больше информации, а, следовательно, упрощают понимание смысла термина. Интерпретации терминов могут быть многозначными. Затем создается список определений. Список размещается в глоссарий терминов, и на

этой основе, а также таксономических отношений, строятся деревья классификации понятий, которых в онтологии может быть не одно. Далее, руководствуясь целями разработки онтологии, в нее могут дополнительно включаться экземпляры классов. И завершается все созданием системы правил логических выводов, которые позволяют оперировать данными, извлекать из созданной онтологии новые знания [2].

Известно, что для формирования профессиональных компетенций требуется определенный базис, состоящий из необходимых междисциплинарных знаний, в которые входят не только понятийные знания, но также и функциональные. Следует отметить, что онтологии достаточно эффективны при устранении проблем обнаружения взаимосвязей, возникающих при суммировании данных из различных предметных областей. Но, в случае формализованного представления исследуемой предметной области, онтологии не могут применяться обособлено, так как описание предметной области, созданное посредством одной из моделей и онтологий, не является достаточными и исчерпывающими.

Обобщая, мы можем судить о том, что профессиональная компетенция представляет собой совокупность субкомпетенций (подкомпетенций). Очевидно, что специалист, в полной мере компетентен только в том случае, если он обладает всей суммой субкомпетенций.

В педагогике принято считать, что построение модели профессиональной компетенции в виде онтологии включает [3]:

- определение классов в онтологии;
- организацию классов в таксономической (подкласс-суперкласс) иерархии;
- определение свойств и описание допустимых значений для этих свойств;
- заполнение значений свойств экземпляров.

**Многомерная модель.** Так как модель профессиональной компетенции является достаточно широким знанием, она включает три составляющих: *когнитивную, герменевтическую и деятельностьную.*

Упрощенно *когнитивность* – это способность к умственному восприятию и переработке внешней информации.

*Герменевтика*, применительно к педагогике, теория и практика истолкования педагогических знаний, находящихся в различных источниках, имеющая целью наиболее полное и глубокое их понимание с учетом социальных, культурных традиций, рефлексивного осмысления эмоционального и духовного опыта человеческого развития и личного духовного опыта субъекта понимания.

При применении *деятельностного подхода* обучающийся добывает знания в процессе учебно–познавательной деятельности.

Поэтому, в подобной модели сформированность профессиональной компетенции обучающегося оценивается не как владение темой (содержанием предмета), а как изученное в контексте многомерного пространства компетенции.

Исходя из этого, три составляющих модели, представленные в виде онтологий, могут быть отражены в многомерном пространстве (рис. 1).

Данный подход дает возможность отображения и более сложных компетенций. Таксономии когнитивной, деятельностной и герменевтической составляющих могут быть представлены в виде онтологий, основанных на Simple Knowledge Organisation System «простая система организации знаний» (SKOS).

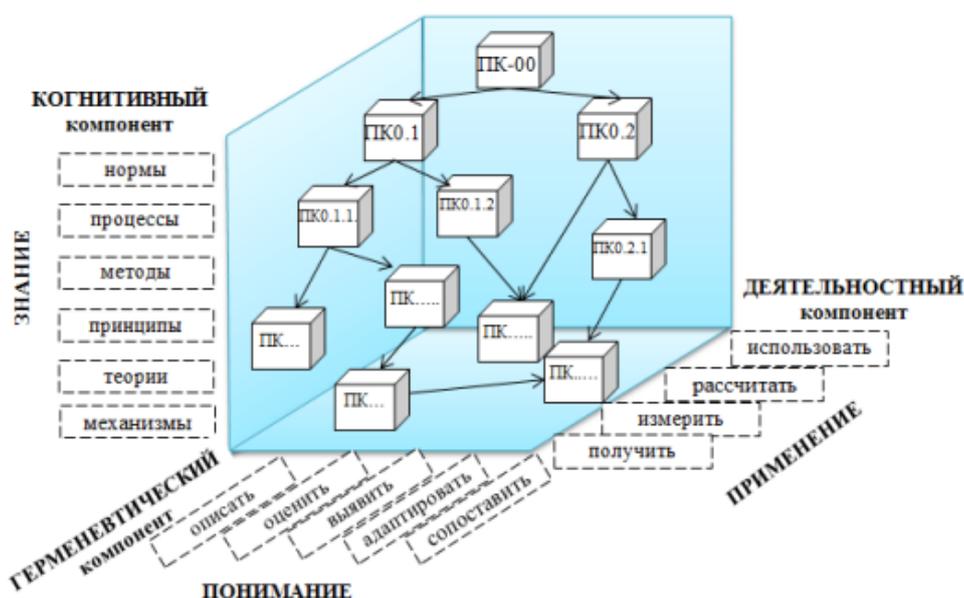


Рис. 1. Многомерная модель профессиональной компетенции

Но достижение обучающимися вузов необходимого и требуемого уровня сформированности профессиональных компетенций, обеспечивающих успешное выполнение задач профессиональной деятельности в настоящее время невозможно без решения задач повышения уровня сформированности компетенций за счет совершенствования технологий обучения, применяемых в высшей школе. Широкое внедрение в учебный процесс информационных и телекоммуникационных средств, создает в вузе специальную профессионально-ориентированную обучающую среду, которая будет способствовать возникновению и развитию информационного взаимодействия между обучающимися и преподавателями [4].

**Вывод.** Следует отметить, что значимым преимуществом онтологии, как способа представления профессиональных компетенций в виде декомпозиции до уровня профессионально-ориентированных задач и формальной структуры, является возможность ее компьютерной обработки. Таким образом, разработанная многомерная модель профессиональной компетенции в сочетании с прикладным программным обеспечением может быть положена в основу проектирования адаптивной обучающей системы. И такая обучающая система, основанная на построении индивидуальной учебной траектории, будет учитывать текущие знания обучающегося, его способности, мотивации и другое. В конечном итоге способствовать повышению уровня формирования профессиональных компетенций обучающихся.

### **Библиографический список**

1. Дорохова О.Е., Донец С.А. Многомерная модель профессиональной компетенции как основа проектирования адаптивной обучающей системы // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. Т. 2. № 1 (7). С. 111-113. Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2016. Т. 1. № 1 (7). С. 39-40.
2. Писарев И.А. Учебные онтологии как средство представления знаний [Текст] / И.А. Писарев // Матер. XX Междунар. науч.-метод. конф. «Современное

образование: содержание, технологии, качество». – Пермь. – 2014. – Т.1. – С. 143-144.

3. Стюарт Рассел. Искусственный интеллект: современный подход 2-е изд.: пер. с англ. [Текст] / Стюарт Рассел, Питер Норвиг. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.

4. Теория и практика профессионально-педагогического образования [Текст] / Под ред. Г.М. Романцева. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. унта. – 2013. – Т. 3. – 308 с.

УДК 378.14

**К. В. Зайцева<sup>1</sup>, С. В. Занозин<sup>2</sup>**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С.К. Тимошенко, г. Кострома  
*kseniya\_zaiцева@mail.ru<sup>1</sup>*

## **ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭТАП ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

В статье даются основные понятия целеполагания. Авторами сформулированы основные требования, предъявляемые к постановке целей учебных занятий в военном вузе, перечислены условия проведения занятия, благодаря которым эти требования достижимы. В статье раскрыты причины, по которым курсанты должны четко знать цели занятия. Также разобрана триединая цель занятия и, исходя из этого описания, приведены примеры постановки целей занятий в военном вузе.

**Ключевые слова:** целеполагание, учебные занятия, цели занятий, результаты занятий, аспекты триединой цели.

**K.V. Zaiceva<sup>1</sup>, S.V. Zanozin<sup>2</sup>**

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*kseniya\_zaiцева@mail.ru<sup>1</sup>*

## **PURPOSE SETTING AS THE MOST IMPORTANT STAGE OF STUDY PLANNING**

The basic concepts of goal-setting are given in the article. The authors formulated the main requirements for setting the goals of training sessions at a military university, listing the conditions for conducting a lesson, thanks to which these requirements are achievable. The article reveals the reasons why cadets should clearly know the objectives of the lesson. The triune goal of the lesson is

also disassembled and, based on this description, examples of setting the goals of classes in a military university are given.

**Keywords:** goal-setting, training sessions, training goals, training results, aspects of the triune goal.

Учебное занятие в военном вузе – это форма организации учебного процесса, ограниченная временными рамками, предполагающая специально организованное преподавателем обучение курсантов (передача им знаний, умений и навыков по конкретной дисциплине), в результате которого происходит усвоение курсантами знаний, формирование и развитие умений и навыков.

Для того чтобы занятие отвечало всем вышеперечисленным требованиям, оно должно быть тщательно спланировано и подготовлено. Прежде чем найти оптимальный вариант планирования занятия, преподаватель должен продумать цель данного занятия. В педагогике целеполагание – это процесс выявления целей и задач субъектов деятельности, их предъявления друг другу, согласования и достижения. Целеполагание – процесс субъектный и должен соответствовать планируемому результату.

Наука о целеполагании – таксономия (от др.-греч. τάξις – строй, порядок и νόμος – закон) доказывает необходимость начинать любую деятельность с обсуждения конечных целей, т.е. предполагаемых результатов этой деятельности.

Цель занятия как заранее запрограммированный желаемый педагогом результат, который должен быть достигнут преподавателем и обучающимися в конце занятия, может ставиться как на одно, так и на несколько занятий, а возможно даже на целую тему в зависимости от того, сколько времени отводится на изучение поставленной проблемы.

Проанализировав имеющуюся литературу [1, 2, 3], автором были сформулированы основные требования, предъявляемые к целям занятий:

- цели занятия должны быть реальны, достижимы и конкретны, т.е. контролируемы во время проведения данного занятия;
- цели необходимо сформулировать продуктивно с прогнозированием образовательного результата;
- цели должны быть соотносимы с типом и содержанием занятия;

– и, конечно, личностно ориентированы.

Для осуществления данных требований необходимо, чтобы соблюдались следующие условия проведения занятия:

1. учет уровня знаний и опыта курсантов;
2. доступность цели, т.е. разрешимая степень трудности (цель должна быть обязательно достигнута в результате занятия);
3. толерантность, необходимость выслушивания всех мнений курсантов как правильных, так и неправильных, но обязательно обоснованных;
4. вся работа должна быть направлена на активную мыслительную деятельность курсантов.

Для преподавателя осознание целей занятий дает целый ряд преимуществ для проведения качественного данного занятия. Во-первых, правильная постановка целей подчиняет всю деятельность преподавателя на занятии этим целям, делая ее более эффективной и результативной. Во-вторых, дает возможность сбора, анализа и структурирования необходимого материала для проведения качественного занятия. В-третьих, позволяет связать предыдущие и последующие занятия в одну логически построенную схему, которая позволит более продуктивно усваивать курсантами материала дисциплины. В-четвертых, четко сформулированная и объявленная (при необходимости разъясненная) цель занятия подготавливает учащихся к усвоению нового материала, активизирует их познавательную деятельность на занятии.

Зачем же курсанту знать цели занятия или целой серии занятий? Во-первых, курсанты, зная цели занятия, изучают и анализируют материал с осознанием конечного требуемого преподавателем результата. Во-вторых, курсант имеет четкое понимание того, в чем ему предстоит участвовать, и потому более уверен в себе. В-третьих, курсант точно знает какой материал с него в дальнейшем будут спрашивать, что облегчает его самостоятельную работы и подготовку к контрольным мероприятиям.

В цель занятия входят объект, предмет и действие цели. При этом объект – это сам обучающийся, имеющий особые характеристики, такие как возраст,

уровень умственного и психического развития, мотивацию и т.д. Предметом цели становится то, что преподаватель хочет преобразовать в ходе занятия, что изменить, какого результата достичь. Действие цели показывает меру преобразования предмета по отношению к данному объекту.

На любом виде занятия курсант военного вуза в том или ином виде выполняет следующие виды деятельности: усваивает знания, выполняет умственные и физические действия, повышает уровень нравственно-волевых качеств. Из этих видов деятельности складывается триединая цель занятия, состоящая из следующих аспектов:

- 1) образовательном;
- 2) развивающем;
- 3) воспитательном.

**Образовательный (обучающий) аспект цели** – это основной, важный и определяющий ее аспект. Образовательную цель (ее еще могут называть познавательной, практической или когнитивной) ставить труднее, потому что к её формулировке нет единого подхода, при этом она самая конкретная, самая проверяемая и обязательно достижимая.

Т.к. основная задача обучения – освоение конкретного предметного материала, т.е. непосредственного формирования знаний и умений, то рекомендуется декомпозировать (расчленивать) цель всего занятия на цели этапов и моментов.

Примерами постановки образовательных целей занятия могут быть следующие формулировки:

- Формирование знаний/умений/навыков курсантов по теме...;
- Организация деятельности курсантов по изучению (закреплению, повторению, обобщению) ...;
- Организация проверки знаний ...

**Развивающий аспект цели.** Развитие происходит гораздо медленнее, чем процесс обучения и воспитания обучающихся. Достигнуть высокого результата в развитии курсантов поможет только правильная организация процесса их обучения.

Развивающий аспект целей занятия складывается из нескольких блоков: развития речи, развития мышления и сенсорной сферы.

Примерами постановки развивающих целей занятия могут быть следующие формулировки:

– Развитие умений применять полученные знания в нестандартных (типовых) условиях ....;

– Создание условий для развития умений грамотно, четко и точно выражать свои мысли ...;

– Создание условий для развития умений и навыков работы курсантов с источниками учебной и научно-технической информации, выделять главное и характерное ...;

– Способствовать развитию умений курсантов обобщать полученные знания (проводить анализ, синтез, сравнения, делать необходимые выводы) ...;

– Создание условий для развития умений устанавливать причинно-следственные связи между ...;

– Развитие волевых качеств курсантов при ...

– Развитие ориентировки в пространстве и во времени;

– Создание условий для развития внимательности, наблюдательности и умений для оценки различных процессов, явлений и фактов.

**Воспитательный аспект цели.** Задачи воспитания должны рассматриваться как возможность использования познавательного процесса обучения для выработки или повышения личностных качеств, таких как воля, усидчивость, терпение, ответственность и т.д. Также рекомендуется во время проведения занятий с курсантами поднимать вопросы патриотизма, гуманизма, этические нормы поведения и т.д.

Для этого обучающийся с точки зрения психологии должен рассматриваться с позиции нескольких Я:

1. Я – концепция, данная позиция отвечает за такие качества как дисциплинированность, ответственность, добросовестность, чувство собственного достоинства и т.д.;

2. Я – другие люди, отвечает за следующие качества: гуманность, товарищество, доброта, деликатность и вежливость, терпимость, взаимовыручка и т.д.;

3. Я – общество – позиция, которая отвечает за формирование чувства долга, ответственности, трудолюбия, радость за успехи товарищей соперничества и т.д.);

4. Я – труд, формирует ответственное выполнение самостоятельной работы и подготовку своего рабочего места перед занятием, дисциплинированность и собранность, честность и усердие и т.д.;

5. Я – Родина – позиция, которая отвечает за формирование чувства гордости за свою Родину, озабоченность ее трудностями и т.д.

Примеры воспитательных целей:

– Создание условий, обеспечивающих воспитание интереса к будущей профессии ...;

– Обеспечение условий для воспитания интереса к изучаемому предмету;

– Обеспечение условий, обеспечивающих воспитание аккуратности и внимательности при выполнении работ с применением ...;

– Воспитание бережного отношения к окружающей природе ...;

– Обеспечение высокой творческой активности при выполнении ...

Таким образом, подготовка преподавателя к проведению занятия должна начинаться с постановки целей занятий или даже серии занятий, от которой будет зависеть не только грамотное построение самого занятия, выбор материала для качественного и логически структурированного проведения учебного занятия, но и активность курсантов на занятии, формирование необходимых компетенций, установленные программой специалитета.

### **Библиографический список**

1. Хуторской А. В. Проблемы и технологии образовательного целеполагания [Электронный ресурс] / А. В. Хуторской. Режим доступа: <https://coach.jofo.me/539659.html> (дата обращения 28.01.2021).

2. Ряписов Н. А. Целеполагание в педагогике: практикум / Н. А. Ряписов, А. Г. Ряписова. – Новосибирск: Изд. НГПУ, 2005. – 58 с.

3. Голубчикова М. Г. От творчества учителя к творчеству ученика: путеводитель по продуктивному обучению [Текст]: / Учеб. пособие / М. Г. Голубчикова. – Изд. 4-е, дополн. и перераб. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. пед. ун-та, 2007. – 127с.

УДК 371.3

**М. В. Завьялова<sup>1</sup>, Н. И. Иванова<sup>2</sup>**

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,  
г. Ярославль  
*ya.mary.k@yandex.ru<sup>1</sup>*  
*natalii803@mail.ru<sup>2</sup>*

## **ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В РАБОТЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ**

В статье рассматриваются задачи, возникающие перед преподавателем в ходе учебного процесса, в частности, по созданию у студентов активного интереса к курсу лекций и материалу практических занятий. Это одна из сложнейших творческих задач, которую приходится решать современному преподавателю. Сложность такой задачи зависит от совокупности факторов, которые определяются конкретными обстоятельствами, обуславливающими ее решение. Необходимо учесть содержание преподаваемого курса, выбрать форму изложения и объем материала, подлежащего усвоению студентами с учетом отведенного времени. Важным является учет уровня подготовки студентов к восприятию преподаваемого предмета, важность предмета для будущей профессии, степень осознания ими этой важности, а также заинтересованности в усвоении предмета.

**Ключевые слова:** учебный процесс, творческая задача, преподаватель, студент, курсант, курс лекций, практическое занятие.

**M. V. Zavyalova<sup>1</sup>, N. I. Ivanova<sup>2</sup>**

Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl  
*ya.mary.k@yandex.ru<sup>1</sup>*  
*natalii803@mail.ru<sup>2</sup>*

## **CREATIVE TASKS IN THE WORK OF A TEACHER**

The article discusses the tasks facing the teacher that arise during the educational process, in particular, to create an active interest in the course of lectures and the material of practical classes among students and cadets. This is one of the most difficult creative tasks that a modern teacher has to solve. The complexity of such a task depends on a combination of factors that are determined by

the specific circumstances that determine its solution. It is necessary to take into account the content of the course taught, choose the form of presentation and the amount of material to be assimilated by students and cadets, taking into account time and the logical connection between the sections. It is important to take into account the characteristics of students, their level of preparation for the perception of the taught subject, the importance of the subject for the future profession of students, the degree of awareness of this importance, different levels of training and interest in mastering the subject.

**Keywords:** educational process, creative task, teacher, student, cadet, course of lectures, practical lesson.

Одной из важнейших задач в работе современного преподавателя является создание у студентов и курсантов активного интереса к курсу лекций и материалу практических занятий. Несмотря на то, что такая задача рассматривается в литературе по педагогике и педагогической психологии, практически каждому преподавателю приходится решать эту задачу. Сложность такой задачи зависит от совокупности факторов, которые определяются конкретными обстоятельствами, обуславливающими ее решение [1, с. 21]. Необходимо учесть содержание преподаваемого курса, выбрать форму изложения и объем материала, подлежащего усвоению студентами с учетом отведенного времени и логической связи между разделами. Важным является учет характеристик обучающихся, уровня их подготовки к восприятию преподаваемого предмета, важность предмета для будущей профессии студентов, степень осознания ими этой важности, разный уровень подготовки и заинтересованности в усвоении предмета разными студентами.

Отметим, что важнейшим условием создания интереса у аудитории являются личные качества преподавателя. Задача создания у студентов и курсантов интереса к предмету и к процессу его изложения преподавателем является сложной. Часто опытные преподаватели, обладающие личным обаянием, справляются с этой задачей интуитивно, даже не задумываясь над ней. Для других задача вызвать интерес у студентов к своему предмету представляется сложной проблемой, иногда практически неразрешимой.

Другой важной задачей, связанной с первой, является учет и создание общего информационного поля, в котором происходит общение студента и преподавателя.

давателя. Эта задача зависит от предмета, начальной подготовки студентов, преподавателя, его владения предметом и особенностями педагогического процесса. Под информационным полем в данном случае понимается не только общий язык, на котором происходит общение преподавателя со студентами, но и одинаковое понимание студентами и преподавателем используемых терминов, а также достаточный уровень владения студентами этими терминами. Преподаватель, не учитывающий существующее у студентов информационное поле, в котором протекает работа, может ориентироваться на собственное информационное поле. Однако это будет ошибочно с точки зрения эффективности преподавательского процесса. В информационном поле преподавателя, который долгое время ведет определенный предмет, некоторые понятия могут стать настолько привычными, что они ему кажутся вообще не требующими объяснения. Часто именно такие случаи использования преподавателем, казалось бы, очевидных истин ставят в тупик обучающихся, впервые знакомящихся с предметом. Задача приспособить свое информационное поле к информационному полю студентов или курсантов во многих случаях требует использования творческого интеллекта преподавателя.

Создание положительного эмоционального контакта с аудиторией является одной из наиболее сложных проблем в работе преподавателя и одной из важнейших [2, с. 239]. Создание этого контакта в большой степени определяется эмоциональным воздействием на обучающихся личности преподавателя, его манерой чтения лекций и проведения практических занятий, умением излагать свой предмет так, как будто важнее и интереснее этого предмета нет. Некоторые преподаватели решают эту задачу интуитивно, к другим умение привить любовь к своему предмету приходит в результате опыта и использования накопленных в его результате приемов. Часто такая задача особенно для молодых преподавателей является новой и сложной, она подпадает под разряд задач, входящих в сферу творческого интеллекта. Перечисленные задачи далеко не исчерпывают всех задач, которые встают перед преподавателем.

Рассмотрим практические возможности использования творческого интеллекта в решении задач, возникающих в деятельности преподавателя. При решении практически любой творческой задачи надо учесть всю возможную информацию, которая имеет отношение к возможным путям достижения желаемого результата.

Начать решать такую задачу можно с анализа желаемого результата, возможных затрат времени, а также других средств на его получение. Не всегда такой анализ даст все необходимые условия получения результата. Может оказаться неосознанным условие, которое заключается в желании проявить свой ум и эрудицию, показать себя хорошо понимающим предмет специалистом. Должна быть подвергнута анализу информация об условиях, в которых должно быть реализовано получение нужного результата. Какие студенты, каков их начальный уровень знаний, имеющих хоть какое-то отношение к предмету, какие новые знания о предмете они должны получить, как сам преподаватель осведомлен в данной теме. Список вопросов может быть продолжен.

Важнейшей частью информации, необходимой для решения конкретной задачи, создания интереса и положительного эмоционального отношения студентов к читаемому курсу является учет преподавателем особенностей собственного стиля чтения лекций. При этом важное значение имеет умение объективно оценивать свои собственные плюсы и минусы, свои возможности и умения. Большую роль в объективности оценки имеет информация о достигаемых результатах. Преподаватель для достижения положительного эмоционального отношения к лекции со стороны студентов и для создания у них интереса к предмету может демонстрировать значимость предмета для будущей профессиональной деятельности или дать представление общей схемы читаемого курса так, чтобы нацелить слушателей на результат, который они получают после прослушивания этого курса.

Существенное значение имеют особенности изложения лекционного материала, связанные с его содержанием и важностью в будущей профессии. Если

некоторые важные компоненты курса и методики его изложения отсутствуют, то на внимание аудитории и на ее интерес к курсу лекций рассчитывать трудно.

К сожалению, рациональных методов и соображений может быть недостаточно для того, чтобы захватить внимание аудитории и создать у нее интерес к излагаемому материалу. У некоторых преподавателей даже самый важный и нужный студентам и курсантам лекционный материал может превратиться в вызывающий скуку нудный поток высказываний.

Рассмотрим некоторые соображения по повышению интереса аудитории к излагаемому материалу. Допустим, принято решение о выборе содержания лекции, намечен частичный результат, который должен быть получен по итогу ее прочтения. В этот результат может быть включен и такой его компонент, как создание у студентов живого интереса к читаемому курсу. Но тогда сразу же задача, стоящая перед преподавателем, становится существенно сложнее. Такая задача должна решаться с учетом индивидуальных особенностей самого преподавателя. Рецептов учета индивидуальных особенностей преподавателя для превращения его лекций в увлекательное для студентов занятие нет. Но сама постановка такой задачи, обращение внимания на его особенности чтения лекции, а также на случаи в собственной практике, когда достигались те или иные результаты, подскажет интересные возможности для превращения лекций в увлекательный процесс и для студентов, и для самого преподавателя.

Важными положительными и совпадающими с намеченными результатами моментами может быть понимание студентами нового материала, чувство овладения этим материалом. В этом аспекте важно создание лектором проблемных ситуаций и их разрешение. Проблемная ситуация может создаваться как некоторая трудность в понимании предмета или неявно формулируемая задача. Нужно понять задачу и разрешить возникшую проблемную ситуацию. Это способствует концентрации внимания на проблеме, создает интерес к предмету. Если проблемная ситуация вовремя разрешается, не превращаясь в смесь непонятого материала с новым материалом, также не вполне понятным, то студент

испытывает удовлетворение от разрешения проблемной ситуации. Отсюда следует чрезвычайная важность оптимального уровня трудности при изложении лектором своего предмета. Слишком легкое для восприятия изложение не будет создавать даже минимальных проблемных ситуаций, в то время, как сложное изложение материала может вызвать отказ от его восприятия, неприятие. Сложность материала может быть связана с нечеткостью его изложения, слишком быстрым темпом, отсутствием закрепления изложенных понятий и их взаимосвязей, отсутствием наглядности и связи с известными положениями и не только. Здесь важную роль играют, так называемые, невербальные компоненты. Как известно, эмоции заразительны, если самому лектору нравится читаемый материал, если чтение лекции сопровождается энтузиазмом в отношении излагаемого предмета, то студентам будет проще включиться в положительное эмоциональное восприятие и лектора, и изучаемого предмета. Конечно, только энтузиазма лектора может быть недостаточно для того, чтобы создать устойчивый интерес у студентов. Если энтузиазм не будет подкреплён действительно важным и интересным содержанием лекции, вряд ли он удержится долго.

Остановимся ещё раз несколько подробнее на стиле и манере чтения лекции. Невербальные компоненты чтения лекции не ограничиваются непосредственным выражением эмоций. В число этих компонентов входят такие, как темп изложения материала, паузы и вопросы к аудитории, выразительная мимика, жестикуляция и характер совершаемых движений при работе у доски. Важную роль играет отношение к аудитории в целом и к отдельным студентам, в частности. Почти в каждой группе студентов есть лидеры, если лектор захватил внимание и интерес лидеров, как правило, ему обеспечен успех. Однако лидеры по складу своей психики могут отличаться от средних студентов, они могут ставить лектору нетривиальные вопросы, выделяться иногда необычной и даже неадекватной манерой поведения. Завладеть их вниманием может оказаться непростой творческой задачей для преподавателя, которая тоже должна решаться в процессе проведения занятия.

Нами рассмотрена только часть факторов, которые определяют реализацию программы чтения лекции, траекторию достижения ее желаемого результата. Чтение лекции включает разные компоненты и разные действия. Основная часть лекции – это непосредственное изложение предмета. Однако, в траекторию, программу достижения намеченного результата, могут входить и невербальные компоненты, выражаемые мимикой, двигательной активностью, тоном и модуляцией голоса, и другими средствами общения с аудиторией и воздействия на нее. Многоуровневая организация этой программы подразумевает, что в ней более или менее отчетливо выделяются некоторые промежуточные этапные результаты. Контроль этих этапных результатов и обратная связь от их получения или, наоборот, неполучения играет важнейшую роль в успешной реализации всей программы.

Очевидно, что недостаточно наметить определенный уровень сложности изложения материала. Необходимо проконтролировать реальную сложность, достижение намеченного результата. Для этого могут быть использованы разные типы обратной связи.

Рассмотрим виды этой обратной связи подробнее. Проще всего контролировать получение намеченных результатов в процессе чтения лекции. Если преподаватель решил задать по ходу лекции вопросы, контролирующие степень понимания студентами читаемого материала, то обратная связь будет получена в ответах студентов на эти вопросы. Неполнота такой обратной связи может быть обусловлена тем, что чаще всего лишь небольшая часть студентов может быть выбрана для получения ответов на вопросы преподавателя. Кроме того, сами вопросы могут относиться лишь к некоторым, опять-таки, выбранным пунктам излагаемого материала.

Включение в обратную связь только осознаваемых компонентов обратной связи может также ограничивать ее. Во время чтения лекции сознание преподавателя может быть поглощено самим содержанием излагаемого материала. Дополнительные соображения о получении обратной связи могут при этом выпасть из сферы внимания.

Среди компонентов обратной связи можно выделить ряд параметров, которые могут восприниматься преподавателем интуитивно, например, поза студента, выражение его лица, двигательная активность, несвязанная с восприятием материала лекции. К знакам отвлечения внимания студента от материала лекции можно отнести блуждающий взгляд, разговоры, занятия посторонними предметами и другие.

Опытному преподавателю не нужно заострять свое внимание на таких знаках незаинтересованности студента в читаемом материале, он воспринимает такие знаки автоматически. Точно так же и причины отвлечения внимания, не всегда связанные с процессом чтения лекции, часто могут быть легко выяснены без лишней траты времени. При наличии у преподавателя соответствующего опыта, необходимым условием обратной связи является намеченность конечного и этапных результатов. Если создание у студентов интереса к читаемому курсу не входит в число результатов, намеченных преподавателем, у него не будет аппарата оценки этих результатов, соответственно не будет и обратной связи.

Отсутствие аппарата оценки обратной связи может быть связано не только с тем, что у преподавателя нет заинтересованности в донесении до студентов материала читаемой лекции [3, с. 109]. Могут быть и другие причины, например, отсутствие опыта чтения лекций, излишнее эмоциональное возбуждение и волнение при чтении лекции или проведении занятия. Так отсутствие опыта чтения лекций может обуславливать несколько вариантов затруднения в получении обратной связи от достигаемых результатов. Внимание преподавателя может быть существенно сужено задачей донесения до студентов содержания читаемого курса. Трудность в этом случае может также представлять выделение наиболее существенных сигналов обратной связи на фоне большого объема информации, которая может быть объектом осознанного внимания неопытного лектора. Излишнее волнение при чтении лекции может быть связано с несколькими причинами. Чаще всего оно имеет в своей основе некоторые личностные особенности преподавателя, излишнюю заостренность интереса на производимом на аудиторию впечатлении, а также некий негативный опыт. Такие причины эмоционального волнения основаны на неосознаваемых мотивах, среди которых может быть

и страх публичного выступления, и повышенная чувствительность к вниманию или невниманию со стороны других людей.

Многие причины волнения и сосредоточенности внимания преподавателя на себе вместо акцента на содержании курса и его восприятии студентами могут быть обусловлены разными особенностями личности преподавателя. Поэтому совершенствование индивидуального стиля, качеств своей личности, отражающихся на результатах преподавательской деятельности, представляется творческой задачей. Большие возможности в совершенствовании преподавания предоставляет использование современных технических средств для осуществления эффективных способов обратной связи, в частности, видеозаписи занятия. Такие средства могут быть чрезвычайно эффективны для совершенствования его опыта преподавательской работы. Человек может быть удивлен расхождением существующего внутреннего образа самого себя и тем, как он выглядит со стороны. Дефекты речи, частые повторы некоторых слов, паузы или, на оборот, неадекватная скороговорка и другие досадные недостатки, не замечаемые при обычном чтении лекций, со стороны становятся очевидными. Переделка некоторых таких индивидуальных особенностей может быть довольно сложной, а, следовательно, творческой задачей. Иногда в формировании внутреннего образа самого себя учитывается также мнение других людей относительно их впечатлений при восприятии человека, поэтому приветствуется посещение занятий опытными педагогами с последующей конструктивной критикой.

### **Библиографический список**

1. Бойко Е. И. Механизмы умственной деятельности. – М.: Педагогика, 1976.
2. Смирнов С. Д. Педагогика и психология высшего образования. М.: Издательский центр «Академия», 2001.
3. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.: Педагогика, 1975.

**Е. Б. Зборовская<sup>1</sup>, Е. А. Козлова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Международная академия бизнеса и новых технологий, г. Ярославль

<sup>2</sup>Ярославский колледж индустрии питания, г. Ярославль

*kelena453@gmail.com*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ**

Модели проведения аттестации выпускников позволяют показать практическую ситуацию и оцениваются экспертами на: скорость и качество выполнения задания каждым участником. Важным моментом является жесткая система оценивания каждого этапа выполненного задания академией Ворлдскиллс. Сегодня становится явной тенденция увеличения числа студентов, выбирающих именно специальное образование. Одним из требований реализации Федерального государственного стандарта, является выдвижение компетентностного подхода. Введение демонстрационного экзамена поможет выпускнику стать более квалифицированным специалистом, соответствующих запросам работодателей.

**Ключевые слова:** программа подготовки специалистов высшего звена, общие и профессиональные компетенции, компетентностная модель выпускника, демонстрационный экзамен, критерии оценки, эксперт, экспертиза, стандарты WorldSkills.

**E. B. Zborovskaya<sup>1</sup>, E. A. Kozlova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>International Academy of Business and New Technologies

<sup>2</sup>Yaroslavl College of Food Industry Graduate certification, Yaroslavl

*kelena453@gmail.com*

## **IMPROVING THE LEARNING PROCESS AND FINAL CERTIFICATION OF UNIVERSITY GRADUATES**

Models allow you to simulate a practical situation and are evaluated by experts on: the speed and quality of the task by each participant. An important point is the rigid system of evaluation of each stage of the completed task by the Worldskills Academy. Today, there is a clear trend of increasing the number of students choosing special education. One of the requirements for the implementation of the Federal State Standard is the promotion of a competence-based approach. The introduction of a demonstration exam will help the graduate become more qualified specialists who meet the needs of employers.

**Keywords:** training program for top-level specialists, general and professional competencies, graduate competence model, demonstration exam, evaluation criteria, expert, expertise, WorldSkills standards.

Не секрет, что в современном мире образование переживает переломный момент развития, продиктованный мировыми тенденциями. В начале тысяче-

тия присоединение России к Болонскому процессу (сентябрь 2003 года) на берлинской встрече министров образования европейских стран заставляет внедрять новые методы и методики как в начальном, среднем, так и в среднеспециальном и высшем образовании. Несомненно, современная эпоха характеризуется стремительно развивающейся цифровой экономикой, коммуникационными технологиями, что влечет за собой быстрый темп перемен и введение изменений образовательного процесса, образовательных стандартов, учебных планов. Проблема методик и технологий преподавания является ключевой, как для отдельных предметов и категорий, так и для развития государства в целом. Очевидно, что качество образования сегодня определяет качество жизни. Экономическое, социальное и духовное развитие страны в значительной степени зависит от качества образования. Кроме того, глобализация экономики, тенденции роста и развития информатизации общества претендуют на подготовку высококвалифицированных и подготовленных кадров. Соответственно и система образования должна отвечать вызовам общества и удовлетворить потребности работодателя в получении высококвалифицированных специалистов.

В настоящее время актуальным вопросом является реализация программ непрерывного образования, которые направлены на потребности в обучении и адаптацию в меняющейся конкурентной среде. Это могут быть как рабочие профессии в СПО, профильная переподготовка программ дополнительного профессионального образования, так и обучение в системе «колледж-вуз». Студент (слушатель) должен приобрести компетенции и сформировать умения овладеть информацией и «добывать» знания. Организация учебно-познавательной деятельности предполагает обеспечение условий, необходимых для подготовки высококвалифицированных специалистов, обладающих одновременно обширным общеобразовательным кругозором. Реализация этой задачи способствует сформировать свой интеллектуальный уровень параллельно с практическим овладением профессиональными навыками [2]. В процессе обучения важно знакомить студента с компьютерными справочными системами, каждая из которых включает в себя целые семейства информационных баз определенной

направленности, в том числе и полную подборку нормативных документов, например, по бухгалтерскому и налоговому учету, консультации и разъяснения по практическому применению этих документов, авторами которых являются специалисты Минфина, Госналогслужбы, Центрального Банка и других министерств, и ведомств. Например, для экономического направления подготовки необходимо чтобы студенты изучали наиболее распространенное программное обеспечение «1С-Бухгалтерия», «СБИС++», «Инталев» и другие. Таким образом, информационно-технические средства обучения являются неотъемлемой составной частью учебного процесса вуза и позволяют четко и оперативно решать задачи финансовой направленности, бухгалтерского и налогового учета [3].

Следует отметить, что в последнее десятилетие во многих колледжах и вузах применяется система обучения Moodle. Собственно, это система управления курсом – некий открытый пакет программ, созданный в помощь педагогам для эффективного создания online – обучения с использованием широкого спектра педагогических принципов. Системе доступны различные пакеты загрузки с дифференцированными уровнями стабильности. Имеется возможность загрузки множества дополнительных компонентов, таких, как модули и языковые пакеты. Следует отметить, что современные инструменты позволяют и отправлять работы преподавателю на проверку и проводить обсуждения в виде форумов и чатов. Кроме того, в рамках современной образовательной организации могут реализовываться интерактивные учебно-тренинговые практикумы по различным дисциплинам и блокам учебных дисциплин учебного плана бакалавров и магистрантов; а также, дополнительного профессионального образования. Более современная платформа реального дистанционного обучения – Teams не первый год используется в Академии МУБиНТ. Собственный опыт проведения онлайн занятий в режиме реального времени по расписанию с записью курса и дублированию ссылок для просмотра на занятие для студентов, позволяет контактировать с группами по различным вопросам: собрания по практикам, защита отчетов, проведение лекционных и практических занятий, что является неоспо-

римым преимуществом в современной жизни в период борьбы всего мира с проявлениями и ограничениями связанными с COVID-19.

В процессе исследования вопроса реформы образования стоит согласиться с профессором Ю. И. Федчишиным, что «каждого студента нужно научить систематически, работать в течение всего периода обучения в вузе с первых его дней, прорабатывать лекции, вдумчиво читать и конспектировать учебники и другую рекомендованную литературу, оптимально выбирать время работы в электронной библиотеке и системе электронного обучения» [5].

По нашему мнению, в настоящее время необходимо акцентировать внимание на изучении важнейших дисциплин различных модулей подготовки в различных учебных заведениях начиная от высшей математики, микро и макроэкономики и заканчивая специальными блоками, определяющими специальность. Не исключаем, что применение в учебном процессе моделей чемпионатов и экзаменов WSR позвонить повысить уровень знаний студентов.

Таким образом, в процессе обучения современных студентов учебных заведений различного уровня несомненно имеют место различные модели позволяющие получить профессиональные умения и навыки в разрезе специальности или направления подготовки. Одной из них, на наш взгляд может быть внедрение в учебный процесс и использование для оценки текущих или выпускных экзаменов с применением стандартов Ворлдскиллс Россия (WSR). Тенденция последнего времени в СПО – приём выпускных экзаменов с применением стандартов WSR [4]. Данные модели проведения аттестации выпускников позволяют смоделировать практическую ситуацию и оцениваются экспертам на: скорость и качество выполнения задания каждым участником. Важным моментом является жесткая система оценивания каждого этапа выполненного задания академией Ворлдскиллс. Хочется отметить факт того, что настоящее время в высшее школе плавно начинается использование данного формата проведения промежуточной аттестации бакалавров. Это может обусловлено созданием опорных кафедр, реализующих в образовательном процессе те или иные программ-

ные продукты. Если обратиться к Ярославскому региону, то может видеть наличие базовых кафедр, например, в ЯрГУ им. П. Г. Демидова – базовая кафедра разработки облачных сервисов в ООО Компания «Тензор», базовая кафедра разработки цифровых платформ для государственного управления в ООО НПО «Криста» [1]. Следует помнить, что современные тенденции образования и рынка труда обязывают искать новые актуальные инструменты взаимодействия вузов, научных и производственных структур. Формирование базовых кафедр один из самых успешных таких инструментов. Совместный опыт работы причем не только с крупными предприятиями Ярославского региона, но и в других городах показывает, что если руководство предприятия имеет возможности и желание потратить определенные средства и усилия на то, чтобы такой инструмент работал – успех не заставит себя ждать.

Тенденции же современного образования трактуют использование стандартов WSR в итоговой и промежуточной аттестации в ближайшем будущем будет развиваться и скорее всего, реализовываться и в процессе итоговой аттестации студентов высшей школы. Это лишь дело времени. Если обратимся к данным цифровой платформы, о увидим использование в качестве промежуточной аттестации бакалавров модели демонстрационного экзамена. Вспомним, что за основу демонстрационного экзамена брался европейский и финский опыт оценки квалификации сотрудников компаний. Для подавляющего большинства из них квалификация работника основывается на том, что работодатель подтверждает его умения (а соответственно, знания и опыт), которые сформировались в процессе обучения и последующей работе по специальности. Основной способ такой оценки в европейской практике – демонстрационный экзамен. Отметим, что в состав комиссии, принимающей промежуточную аттестацию и итоговый экзамен, входят компетентные лица, прошедшие обучение и получившие сертификат эксперта.

Собственно, задача такого формата экзаменационных мероприятий – это публичная демонстрация конкретных профессиональных навыков специально

назначенным экспертам. Отметим, что по результатам прохождения демонстрационного экзамена участники получают официальный документ о наличии освоенных компетенций на цифровой платформе в Skills Passport (паспорт компетенции). Официальный документ содержит основную информацию о результатах демонстрационного экзамена. Вышеназванный документ является подтверждением уровня знаний, компетенций и может быть предъявлен работодателю, который сможет увидеть электронно, на платформе, результаты аттестации кандидата в сравнении с региональными показателями. Таким образом, используя электронный паспорт на цифровой платформе WSR во время трудоустройства на работу успешные кандидаты с высокими показателями, по нашему мнению, имеют конкурентные преимущества. В результате реформирования системы образования в нашей стране стремительно изменяются методики и модели обучения, используются различные платформы для реализации дистанционного и смешанного обучения. Имеет место тенденция на цифровизацию результатов и усиление текущего и итогового контроля.

### **Библиографический список**

1. Волков М. А., Зборовская Е. Б. О методических проблемах регулирования и преподавания финансового контроля // Высшая школа России перед вызовами современности: перспективы развития. Материалы VII Международной учебно-методической конференции. Чебоксары, 2015. С. 167–171.
2. Зборовская Е. Б., Волков А. Ю. Использование современных технологий преподавания в экономическом вузе // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2016. Т. 37. С. 62–67.
3. Зборовская Е. Б. Информационные технологии в среднем профессиональном образовании // Проблемы экономики и информатизации образования: Материалы III международной научнопрактической конференции. г. Тула: ТФ МЭСИ, 30 марта 2006 г. – С.103–105.

4. Козлова Е. А. Зборовская Е. Б., Особенности проведения демонстрационного экзамена по стандартам WORLDSKILLS в России: компетенция «Бухгалтерский учет» (с. 100–105). // Россия и Европа: связь культуры и экономики: Материалы XXX международной научно-практической конференции (25 июня 2021 года). – Отв. редактор Наумов В. А. – Прага, Чешская Республика: Изд-во WORLD PRESS s.r.o., 2021. – 116 с.

5. Федчишин Ю. И. Самостоятельная работа обучаемых и ее место в учебном процессе. Организация электронного обучения (e-learning) в вузе: Сб. науч. Статей / Под общ. ред. Н. Н. Снеткова: МЭСИ, ЯФ МЭСИ. – Ярославль: Изд-во ЯФ МЭСИ, 2006. – С. 94–99.

УДК 355.359

**И. Б. Иванов**

Тюменское высшее военно-инженерное командное училище  
имени маршала инженерных войск А. И. Прошлякова, г. Тюмень  
*ivanovsvbs@mail.ru*

### **ФОРМИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОБЯЗАННОСТЕЙ НА ОСНОВНЫХ ВОИНСКИХ ДОЛЖНОСТЯХ ПО ЭТАПАМ ОБУЧЕНИЯ В ВОЕННОМ ВУЗЕ**

В статье отображена частая методика получения компетенций, касающихся управления подразделением на основных должностях, в части звена отделения (взвода, роты), получаемых во время обучения в военном вузе и направленных на формирование командно-методических навыков, необходимых для прохождения дальнейшей военной службы в войсках. Данная методика основана на отзывах на выпускников и курсантов по итогам войсковой стажировки.

**Ключевые слова:** формирование компетенций; командно-методические навыки; обучение в военном вузе.

**I. B. Ivanov**

Tyumen Higher Military Engineering Command School  
named after Marshal of Engineering Troops A. I. Proshlyakov, Tyumen  
*ivanovsvbs@mail.ru*

### **FORMATION OF PRACTICAL SKILLS AND ABILITIES TO PERFORM DUTIES IN THE MAIN MILITARY POSITIONS ACCORDING TO THE STAGES OF TRAINING AT A MILITARY UNIVERSITY**

The article shows a frequent method of obtaining competencies related to the management of a unit in the main positions, in terms of the unit level (platoon, company), obtained during training at a military university and aimed at the formation of command and methodological skills necessary for further military service in the troops. This technique is based on reviews of graduates and cadets based on the results of military training.

**Keywords:** formation of competencies; command and methodological skills; training in a military university.

Важной составной частью организации и проведения образовательного процесса в военном вузе является привитие курсантам командно-методических навыков.

В этом направлении, что особенно важно отметить, деятельность соответствующих должностных лиц (начальника военного вуза, его заместителей, начальников отделов и служб, преподавательского состава и командиров подразделений курсантов) должна осуществляться как в рамках учебных занятий по расписанию, так и в ходе мероприятий, предусмотренных распорядком дня во внеучебное время: тренировки и тренажи, методические занятия, спортивно-массовая и культурно-досуговая работа, выполнение должностных обязанностей по управлению подразделениями в повседневной деятельности и др. [1].

Анализ опыта службы в войсках показывает, что если всю повседневную служебную деятельность командира подразделения звена «взвод – рота» взять за 100%, то управленческой и воспитательной деятельностью он занимается постоянно, обучением проведением занятий по предметам боевой и общественно-государственной подготовке около 60–65%; технической деятельностью (подготовка, обслуживание и ремонт боевой техники и вооружения) – около 15%.

Анализ отзывов показывает, что многие выпускники испытывают наибольшие трудности и показывают наименьшую подготовленность в вопросах управления подразделениями в повседневной деятельности, в вопросах обучения и воспитания подчиненных. Учитывая ограниченные возможности выделения дополнительного бюджета учебного времени для изучения данных вопросов в условиях перехода на новые образовательные программы, возникает необходимость искать дополнительные пути совершенствования системы подготовки офицера-командира в военном вузе.

Опираясь на вышеизложенное, предлагается далеко не новая, но усовершенствованная, следующая методика привития практических умений и навыков выполнения обязанностей на основных должностях по этапам обучения.

Формирование навыков командира отделения, заместителя командира взвода. В начале очередного семестра в масштабе военного вуза под руководством одного из заместителей с привлечением кафедр, изучающих управление подразделениями в мирное время, гуманитарных и социально-экономических дисциплин и физической подготовки и спорта проводятся инструкторско-методические занятия с командирами и сержантским составом подразделений курсантов, на которых отрабатываются единая организация и методика стажировки курсантов, доводятся наиболее эффективные формы её проведения, разъясняются действия штатных командиров и возможные типовые ошибки стажеров, пути их устранения.

В масштабе подразделения инструкторско-методические занятия с сержантским составом проводятся ежемесячно под руководством командира подразделения.

Для командиров подразделений на базе одного из подразделений курсантов с целью показа образцовой организации и методики исполнения должностных обязанностей командирами отделений (заместителями командиров взводов) проводятся показательные занятия.

В дальнейшем, как правило, за 2–3 недели до назначения курсантов на временное исполнение должностей командира отделения, заместителя командира взвода формируется 2–3 состава командиров-стажеров. Количество стажеров определяется исходя из количества взводов и отделений в них. Командир подразделения ставит задачу на подготовку и проводит, с обязательным привлечением курсовых офицеров (командиров взводов), необходимый инструктаж, на котором определяется объём знаний общевоинских уставов, доводится перечень учебно-методических материалов с указанием конкретных учебных вопросов, разъясняются типовые задачи (мероприятия).

Для курсантов-стажёров разрабатывается отличительный знак (нарукавная повязка), по которому они должны отличаться от штатных командиров и других курсантов.

К стажировке целесообразно приступать с начала очередной недели и завершать выходным днём. Курсанты-стажёры под контролем штатных командиров отделений (заместителей командиров взводов) выполняют весь объём задач по должностному предназначению. Особо необходимо отметить, что они наравне со штатными командирами присутствуют на всех служебных совещаниях, проводимых командирами подразделений. В ходе стажировки курсанты обязательно должны лично провести подведение итогов за неделю с отделением (взводом).

Командир подразделения осуществляет контроль за ходом стажировки и периодически заслушивает стажёров и штатных командиров отделений (заместителей командиров взводов) о выполнении командирами-стажёрами своих обязанностей. Штатные командиры всех уровней должны создавать для стажёров благоприятную атмосферу для приобретения необходимых навыков, обеспечивать неукоснительное соблюдение всем личным составом их указаний.

По результатам каждой стажировки каждый курсант получает оценку от штатного командира отделения (заместителя командира взвода), которая утверждается командиром взвода. Командир подразделения делает краткий отзыв о проведенной стажировке в «Личной книжке курсанта».

В конце каждого семестра командиром подразделения подводятся итоги выполнения обязанностей командирами-стажёрами с детальным разбором их действий, утверждаются итоговые оценки курсантам за семестр, ставятся задачи на дальнейшее совершенствование приобретенных практических умений и навыков.

Оценки за семестр, а также выводы и рекомендации по порядку подготовки каждого курсанта заносятся в журнал учёта уровня сформированных военно-профессиональных навыков, находящийся в подразделениях курсантов. Данные

оценки учитываются при итоговом контроле успеваемости и качества подготовки курсантов по общевоенным дисциплинам, а также по дисциплине «Управление подразделениями в мирное время».

Формирование навыков командира взвода, командира роты. Организация стажировки курсантов в должностях командиров взводов и рот осуществляется по аналогичной схеме, но проводится на старших курсах. Курсант-стажёр исполняет должностные обязанности от подъёма до начала учебных занятий по расписанию, а также с момента их завершения и до отбоя.

Оценку курсанту-стажёру в этом случае ставит командир роты или командир взвода того подразделения, в котором он проходил стажировку, а утверждает командир батальона.

По завершении очередного семестра на каждого курсанта пишется отзыв в произвольной форме, в котором оценивается уровень его подготовки, отмечаются недостатки и даются необходимые рекомендации по их устранению.

На младших курсах отзыв готовит командир отделения (заместитель командира взвода) под контролем командира взвода, который утверждает командир роты. На старших курсах отзыв готовит командир роты, (командир взвода), а утверждает командир батальона.

По результатам отзывов определяется дальнейшая направленность и продолжительность стажировки курсантов в той или иной должности.

Главным условием создания интенсивной системы формирования военно-профессиональных навыков являются: правильный их выбор в соответствии с квалификационными требованиями и определение замысла по их формированию в учебных планах и программах, а также согласование с бюджетом времени, выделяемым на проведение соответствующих мероприятий распорядка дня (во внеучебное время).

При этом необходимо и важно чётко согласовать по времени и содержанию проведение мероприятий распорядка дня (внеучебное время) с соответствующими разделами, темами (вопросами) дисциплин учебного плана (учебное

время). В этом случае мероприятия распорядка дня становятся своего рода дополнительными учебными занятиями, расширяющими возможности практической подготовки курсантов в военном вузе [1].

С этой целью в военном вузе на весь период подготовки будущих офицеров по каждой специальности разрабатывается комплексный план, который утверждается начальником военного вуза.

В соответствии с ним на кафедрах, в батальонах и в подразделениях курсантов разрабатываются более детальные планы. В них целесообразно отражать основные прививаемые навыки (группы навыков), а также конкретные мероприятия по их формированию, периодичность и сроки их проведения.

Все командно-методические навыки и навыки военно-политической работы целесообразно подразделять на такие группы (подгруппы), которые характеризуют уровень профессиональной подготовки выпускников. Например, в части командных навыков это:

- управление отделением, взводом, ротой (организация боевой подготовки и службы войск, поддержание внутреннего порядка, проведение парково-хозяйственного дня и т.п.);
- проведение военно-политической работы (поддержание правопорядка и воинской дисциплины, обеспечение морально-психологического состояния и социально-правовой защиты военнослужащих, других мероприятий);
- поддержание боевой и технической готовности вооружения и военной техники (организация подготовки, применения и эксплуатации вооружения и военной техники по профилю подготовки).

При разработке комплексного плана необходимо в первую очередь учитывать специфику подготовки офицера. Это должно выражаться в сроках и последовательности формирования навыков, а также в объёме учебного времени, выделяемого на это. Как правило, специфика предстоящей профессиональной деятельности обучаемого реализуется за счёт дисциплин учебного плана [1, 2].

В комплексном плане должны быть четко разграничены задачи кафедр (учебных дисциплин), подразделений вуза, направленные на привитие практических умений и навыков выполнения обязанностей на основных должностях по этапам обучения.

Таким образом, на всех этапах обучения курсанта в военном вузе будет осуществляться привитие ему необходимых для дальнейшей службы в войсках командно-методических навыков.

### **Библиографический список**

1. Организация и ведение образовательного процесса в высшем военном учебном заведении. Приложения к сборнику методических рекомендаций. – Москва. – 2003 год.

2. Приказ МО РФ от 15.04.2014 г. № 670 «О мерах по реализации отдельных положений статьи 81 ФЗ от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в РФ».

УДК 372.862

**В. Д. Иванов, В. П. Хантов, М. В. Иванова**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С.К. Тимошенко, г. Кострома  
*varhbz@mil.ru*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

В статье рассмотрены вопросы использования современных исследовательских технологий в учебном процессе, обоснована необходимость такого использования, рассмотрены возможные проблемы и ограничения, возникающие при этом, предложены пути их преодоления. В качестве примера рассмотрен алгоритм проведения учебной лабораторной работы измерения коэффициента отражения радиопоглощающих материалов с использованием современной инструментальной исследовательской установки.

**Ключевые слова:** исследовательские технологии; учебный процесс; лабораторная работа; радиопоглощающие материалы; коэффициент отражения; безэховые камеры; векторные анализаторы цепей.

## **THE USE OF MODERN INSTRUMENTAL RESEARCH TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS**

The article considers the issues of using modern research technologies in the educational process, justifies the need of such use, considers the problems and limitations that arise in this case, and suggests ways to overcome them. As an example, the algorithm of conducting educational laboratory work on measuring of reflection coefficient of the radio-absorbing materials using modern research equipment is considered.

**Keywords:** research technologies; educational process; laboratory work; the radio-absorbing material; reflection coefficient; anechoic chamber; vector network analyzer.

В настоящее время развитие науки и техники происходит стремительными темпами. Основой этого развития являются современные исследовательские технологии, позволяющие открывать неизвестные ранее явления и получать новые сведения об уже известных. К сожалению, образовательные процессы зачастую отстают от стремительно развивающихся исследовательских технологий. И если теоретическую часть учебного процесса можно сравнительно легко привести в соответствие с современным уровнем научных и технических знаний, то в экспериментальной части учебного процесса добиться этого значительно сложнее. Учебные лаборатории и учебное лабораторное оборудование очень часто отстают от самых передовых исследовательских технологий.

Можно ли каким-либо образом, организовать процесс модернизации учебных лабораторий так, чтобы свести это отставание до минимума? По всей видимости, нет. Во-первых, потому, что для этого требуются очень большие финансовые затраты, во-вторых, исследовательские технологии постоянно развиваются и трансформируются непосредственно в ходе проведения исследований, поэтому учебная лабораторная база всегда будет от них, хоть немного, но отставать.

Каким же образом в процессе обучения обеспечить доступ к самым пере-

довым и современным исследовательских технологиях, с которыми выпускникам высших учебных заведений (вузов), возможно, придется столкнуться сразу же после окончания вуза, как сделать так, чтобы они были к этому максимально готовы?

В принципе решение этой задачи очевидно. Практически все вузы наряду с образовательной занимаются также и исследовательской деятельностью, при осуществлении которой создаются и применяются новые исследовательские технологии, в том числе новые образцы приборов и оборудования, новые методы (методики) исследований. Это оборудование и методы, как правило, более современные, чем те, что используются в учебном процессе.

Таким образом, для повышения уровня подготовки в вузах, необходимо постараться использовать имеющиеся в их распоряжении исследовательские технологии в учебном процессе. Однако, эта простая и естественная очевидность требует очень тонкого сбалансированного подхода, который с одной стороны не навредил бы исследовательским работам, с другой стороны помог обучающимся составить достаточное представление о современном уровне развития исследовательских технологий. Во многих случаях такой разумный компромисс может быть найден.

Рассмотрим это на примере современных технологий исследований свойств радиопоглощающих материалов (РПМ). Учебными программами некоторых специальностей вузов предусмотрено проведение лабораторных работ по изучению свойств РПМ, в которых применяются, хотя еще и встречающиеся на практике, но сильно устаревшие волноводные или квазиоптические методы измерений в ближней зоне с применением устаревшего оборудования (СВЧ-генераторов, измерителей КСВН и элементов волноводного тракта прямоугольного сечения). Этим методам измерений в совокупности с применяемыми для их реализации средствами измерений свойственны высокая трудоемкость выполнения измерений, значительные погрешности и, как следствие, невысокая воспроизводимость и детализация результатов измерений.

Наиболее перспективные современные технологии исследования свойств

РПМ основаны на использовании метода квазиоптических измерений в дальней зоне, что требует наличия радиоволновой экранированной безэховой камеры (БЭК) [1]. Для измерений применяются векторные анализаторы цепей (ВАЦ) [2], широкополосные рупорные измерительные антенны [3] и коаксиальные кабельные сборки и соединители [4] в качестве линий передачи электромагнитной энергии. Современные ВАЦ существенно меняют технику выполнения измерений по сравнению с предыдущим поколением приборов и обладают целым рядом возможностей, которых не было не только у панорамных измерителей КСВН, но и у следующего за ними поколения устройств для измерения коэффициента отражения – скалярных анализаторов цепей.

В последние годы в вузах периодически создаются исследовательские комплексы с БЭК, оснащенные современным оборудованием, включая ВАЦ ведущих мировых производителей. В 2020 году такой комплекс создан в Санкт-Петербургском Университете ИТМО [6], в 2021 году – в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ» [7].

В исследовательском комплексе с БЭК Университета ИТМО работает некоторое количество студентов-магистрантов специальности «Радиочастотные системы и устройства», в том числе, непосредственно на дорогом современном приборном оборудовании. Однако, при обучении всех студентов в рамках соответствующих учебных программ этот исследовательский комплекс, по всей видимости, не используется.

Безусловно, всем обучающимся по профильным специальностям весьма желательно получение навыков работы с использованием наиболее современных методов и средств измерений, но... Современные приборы, используемые для проведения исследований, в большинстве случаев требуют проведения тщательной калибровки и тонкой настройки и поэтому весьма не любят «чужих рук», тем более, не владеющих навыками работы на подобном оборудовании в совершенстве. Поэтому, допускать всех обучающихся к самостоятельной работе («своими руками») на инновационном исследовательском оборудовании рискованно и вряд ли целесообразно.

Однако, при проведении учебных занятий можно рассказать всем обучающимся по профильной специальности о современных методиках исследований и показать им это наглядно в исследовательском комплексе, реализуя тем самым известную поговорку, что лучше один раз увидеть (и немного потрогать), чем сто раз услышать.

В рассматриваемом нами случае, обучающимся можно рассказать об основных принципах измерений коэффициента отражения РПМ квазиоптическим методом в дальней зоне и об условиях реализуемости этого метода, показать устройство БЭК.

Благодаря определенному сходству свойств упругих (акустических) и электромагнитных волн [5, с. 16–29] можно наглядно продемонстрировать принцип работы БЭК, в которой, кроме эффекта ослабления отражений электромагнитных волн, происходит также и значительное ослабление отражений акустических волн, что позволяет ощутить («услышать») эффект безэховости и, соответственно, получить лучшее представление об одной из основных характеристик БЭК.

На занятиях можно также рассказать о критерии дальней зоны и рабочей зоне БЭК, наглядно продемонстрировав при этом положение и размеры последней, и о методической составляющей погрешности, возникающей вследствие неидеальности условий реализации данного метода измерений. Можно рассказать об общих требованиях к СВЧ тракту, принципах работы ВАЦ, общие сведения об инструментальных систематических погрешностях измерительной установки и способах их корректировки, наглядно продемонстрировав это.

Учитывая вышеизложенное, можно предложить следующий алгоритм проведения лабораторной работы на базе исследовательской установки:

- 1) получение образца РПМ для проведения измерений частотной зависимости коэффициента отражения, которая для каждого образца предварительно была тщательно измерена персоналом исследовательской лаборатории, но заранее неизвестна обучающимся;

- 2) самостоятельное размещение выданного образца РПМ в рабочей зоне

БЭЖ, и ориентация его относительно приемо-передающей антенны;

3) самостоятельное определение режимов выполнения измерений (диапазона частот, выходной мощности, типа сканирования, формата и масштаба вывода графиков результатов измерений и т.п.), внесение выбранных режимов в соответствующую форму и передача формы оператору из числа персонала исследовательской лаборатории для установки выбранных режимов измерительной системы (при условии отсутствия грубых ошибок, противоречащих надлежащему использованию исследовательского оборудования) и выполнения измерений;

4) получение обучающимися графиков частотной зависимости коэффициента отражения, сравнение их с результатами, ранее проведенных измерений персоналом исследовательской лаборатории для данного образца, сопоставление и общий анализ результатов измерений, составление описания свойств и особенностей исследуемого образца РПМ, оценивание погрешности и пояснение причин ее возникновения.

Обычно лабораторные работы проводятся с использованием специального учебного оборудования (стендов) на которых обучающимся предлагается и позволяется самостоятельно проводить настройки и регулировки этого оборудования в целях реализации конкретного метода измерений (исследований), предложенного им в рамках данной лабораторной работы. Отличие предлагаемого алгоритма проведения лабораторной работы с использованием современной исследовательской установки заключается в разделении функций при реализации методики, предлагаемой лабораторной работой, между обучающимися и персоналом исследовательской лаборатории ровно в той части, которая достаточна для обеспечения надлежащей эксплуатации дорогостоящего оборудования, в чем, собственно, и заключается разумный компромисс.

Приведенный выше алгоритм является примерным и может при необходимости изменяться как в сторону упрощения, так и в сторону усложнения, исключая отдельные действия или включая дополнительные. Тем не менее, представ-

ляется, что при реализации такой лабораторной работы на базе исследовательской установки обучающиеся приобретут достаточно навыков и наглядное представление о современном методе измерений коэффициента отражения РПМ.

Таким образом, рассмотренный нами пример показывает, что при использовании современной исследовательской установки для измерения коэффициента отражения РПМ в учебном процессе может быть успешно разрешен компромисс между необходимостью доступа к работе на сложном и дорогостоящем оборудовании только специально подготовленного персонала и получением наглядных знаний и практических навыков всеми обучающимися по соответствующим специальностям вузов. Во многих случаях подобным образом в учебном процессе могут быть использованы и другие исследовательские технологии, при условии обеспечения соответствующих компромиссов.

Учитывая вышеизложенное, представляется целесообразным шире использовать имеющиеся в вузах современные исследовательские технологии в учебном процессе, проводя на их базе практические занятия с обучающимися по соответствующим специальностям. При этом целесообразно проводить эту работу планомерно и целенаправленно. Для этого в каждом учебном заведении желательно провести «инвентаризацию» имеющихся инструментальных исследовательских технологий и учебных дисциплин, в которые такие технологии могут быть интегрированы, и разработать соответствующее методическое обеспечение проведения учебных лабораторных работ с использованием передовых инструментальных исследовательских технологий.

### **Библиографический список**

1. Семененко В. Н., Чистяев В. А., Политико А. А., Басков К. М. Стенд для измерений в свободном пространстве радиофизических параметров материалов в сверхширокой полосе сверхвысоких частот [Текст]. – Москва: Измерительная техника № 2, 2019, С. 55–59.

2. Дансмор Джоэль П. Настольная книга инженера. Измерения параметров СВЧ-устройств с использованием передовых методик векторного анализа цепей.

– Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2018. – 736 с.

3. П.Д. Куроптев, В.В. Левяков, А.В. Фатеев. Широкополосная рупорная антенна диапазона 0,8–30 ГГц [Текст]. – Томск: Доклады ТУСУР, 2016, том 19, № 2. – С. 23–27.

4. Джурицкий, К.Б. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ. Соединители, коаксиально-микроразветвляющиеся переходы, адаптеры, СВЧ-вводы, низкочастотные вводы, изоляционные стойки, фильтры помех. – Москва: Техносфера, 2006. – 62 с.

5. Соловьянова, И.П. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник / И.П. Соловьянова, Ю.Е. Миттельман, С.Н. Шабунин. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. – 412 с.

6. <https://news.itmo.ru/ru/science/photonics/news/9679/>.

7. <https://www.kommersant.ru/doc/4664153>.

УДК 378.16

**И. В. Кавзалина<sup>1</sup>, Е. М. Паршина<sup>2</sup>**

Военная академия войсковой противовоздушной обороны  
имени Маршала Советского Союза А. М. Василевского, г. Смоленск

*ikavzalina@yandex.ru<sup>1</sup>*

*katia.parschina2016@yandex.ru<sup>2</sup>*

## **ПРИНЦИПЫ ПОДГОТОВКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ КУРСАНТАМ ВОЕННОГО ВУЗА**

В статье рассматриваются некоторые особенности создания и применения в образовательной деятельности высшего военного учебного заведения вспомогательных демонстрационных материалов. Раскрыты общие требования, предъявляемые к их созданию, обусловленные задачами, стоящими перед преподавателями, работающими с курсантами. На примере задач начертательной геометрии и расчетно-графических заданий рассмотрены принципы подготовки и использования наглядных материалов, разработанных с учётом особенностей образовательной деятельности военного вуза.

**Ключевые слова:** демонстрационные материалы; практические занятия; военный вуз; обучение; курсанты; инженерная и компьютерная графика.

**I. V. Kavzalina<sup>1</sup>, E. M. Parshina<sup>2</sup>**  
Military Academy of Military Air Defense  
named after Marshal of the Soviet Union A. M. Vasilevsky, Smolensk  
*ikavzalina@yandex.ru<sup>1</sup>*  
*katia.parschina2016@yandex.ru<sup>2</sup>*

**PRINCIPLES OF PREPARATION AND USE OF THE DATABASE  
AUXILIARY DEMONSTRATION MATERIALS  
FOR TEACHING ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE  
CHARTS FOR CADETS OF A MILITARY UNIVERSITY**

The article discusses some features of the creation and application of auxiliary demonstration materials in the educational activities of the higher military educational institution. The general requirements for their creation are revealed, due to the tasks facing teachers working with cadets. The principles of preparation and use of visual materials developed taking into account the peculiarities of educational activities of a military university are considered on the example of descriptive geometry tasks and computational and graphic tasks.

**Keywords:** demonstration materials; practical exercises; military university; training; cadets; engineering and computer graphics.

Характерной особенностью преподавания графических дисциплин, таких как начертательная геометрия, проекционное и машиностроительное черчение, компьютерная графика является необходимость создания, применения и постоянного совершенствования различного рода демонстрационных материалов. Это обусловлено тем, что графические дисциплины опираются, прежде всего, на средства наглядности. Поэтому каждая лекция, каждое практическое занятие обязательно сопровождается значительным количеством электронных слайдов, которые содержат различные изображения – рисунки, чертежи, схемы [1, с. 197].

Ведущую роль играет иллюстративный ряд, приведённый в учебниках и учебных пособиях, как печатных, так и электронных. Преподаватель, проводя занятия, обязательно выполняет построение чертежей на традиционной классной доске, таким образом добиваясь понимания курсантами принципов и алгоритмов решения графических задач. Следовательно, каждый этап преподавания дисциплины в достаточном объеме обеспечен демонстрационными материалами разной степени сложности.

Вместе с тем, опыт работы с курсантами первого курса, а также курсантами, являющимися членами военно-научной секции по инженерной и компьютерной графике, подсказал необходимость создания дополнительной базы демонстрационных материалов, рассчитанных на применение не на всех занятиях и не для каждого курсанта, а тогда, когда в этом возникает индивидуальная необходимость.

Инженерная и компьютерная графика изучается в Военной академии войсковой противовоздушной обороны на первом курсе, включает в себя всего несколько лекций по базовому материалу тем, предусмотренных учебной программой и тематическим планом дисциплины. Основной объем учебного материала изучается на практических занятиях, где решаются задачи по начертательной геометрии, выполняются расчетно-графические работы. Уже на первых практических занятиях преподаватель может дать общую характеристику каждого учебного взвода: выделить курсантов, которые с лёгкостью осваивают материал и проявляют явные способности к изучению дисциплины, курсантов, которым на каждом этапе требуется дополнительное внимание и помощь. И с первой, и со второй группой необходима, как правило, индивидуальная работа на протяжении всего учебного года. Одним из способов упростить для преподавателя и сделать более эффективной для курсанта взаимодействие на каждом этапе обучения, является подготовка вспомогательных материалов, как правило созданных и используемых при помощи информационных технологий. По назначению их условно можно разделить на следующие группы:

1. Наглядные материалы, предназначенные для проверки и контроля решения задач и выполнения заданий хорошо успевающими курсантами. Их подготовка ведётся параллельно поиску и подбору интересных, относительно сложных задач. На практическом занятии (прежде всего, если речь идёт о начертательной геометрии) преподаватель обсуждает с курсантами теоретические положения, предлагает для решения типовые задачи. Они могут быть собраны в учебном пособии, начерчены на доске или слайде, представлены в раздаточных ма-

териалах [2, с. 224]. Условия и общие моменты решения преподаватель обсуждает с курсантами, затем взвод работает самостоятельно, а преподаватель контролирует работу и оказывает необходимую помощь. После того, как вышло время, отведённое для решения, или большая часть курсантов с задачей справились и получила предварительную оценку, преподаватель подробно обсуждает построение, максимально привлекая к обсуждению обучающихся. Почти в каждом учебном взводе находятся курсанты, которые эту работу выполняют быстро. Для них всегда предусмотрены дополнительные задания, более сложные и интересные, чем типовые. Но по завершению выполнения таких чертежей, рассматривать так же подробно и обстоятельно их решение, как правило, нет времени. Поэтому преподавателям рационально заранее приготовить чертёж, или, если это необходимо, динамический слайд с решением задачи и через систему гиперссылок (рис. 1) поместить его в презентацию. В этом случае можно в любой момент показать или кратко обсудить решение именно той задачи, которую требуется проверить или пояснить, не тратя дополнительное время на вычерчивание;

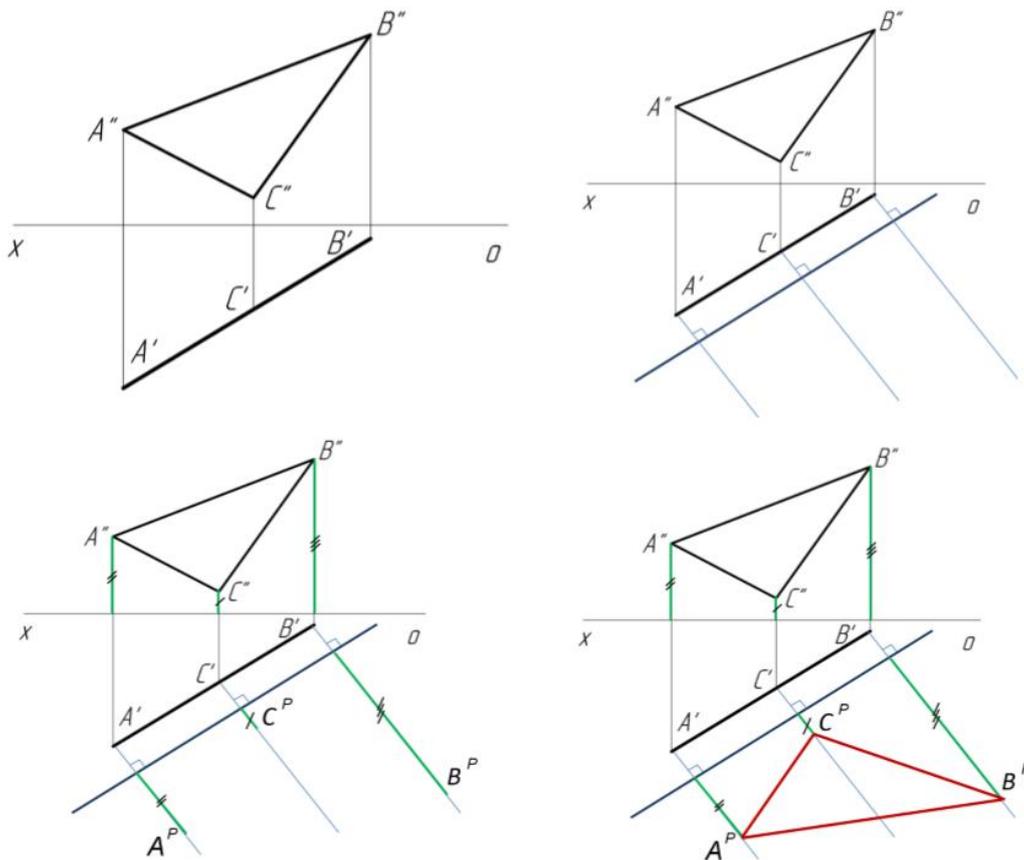


Рис. 1 Динамический слайд с решением задачи

2. Материалы, предназначенные для курсантов, имеющих сложности с решением задач. Затруднения нередко связаны с тем, что недостаточный уровень развития пространственного мышления препятствует пониманию принципов ведения построения. Задача преподавателя, в этом случае, не просто показать или проговорить решение, но демонстрацией вспомогательных изображений (это могут быть, и рисунки, и 3D-модели) добиться понимания и самостоятельного выполнения построения курсантом. Иногда необходима целая последовательность изображений, где каждый следующий шаг является большей подсказкой и демонстрируется только если возникла такая необходимость [3, с. 247–254]. В качестве примера можно привести задачу на нахождение действительной величины отрезка способом замены плоскостей, при рассмотрении решения которой используются анимированные слайды, позволяющие понять принцип получения изображения на плоскости (рис. 2).

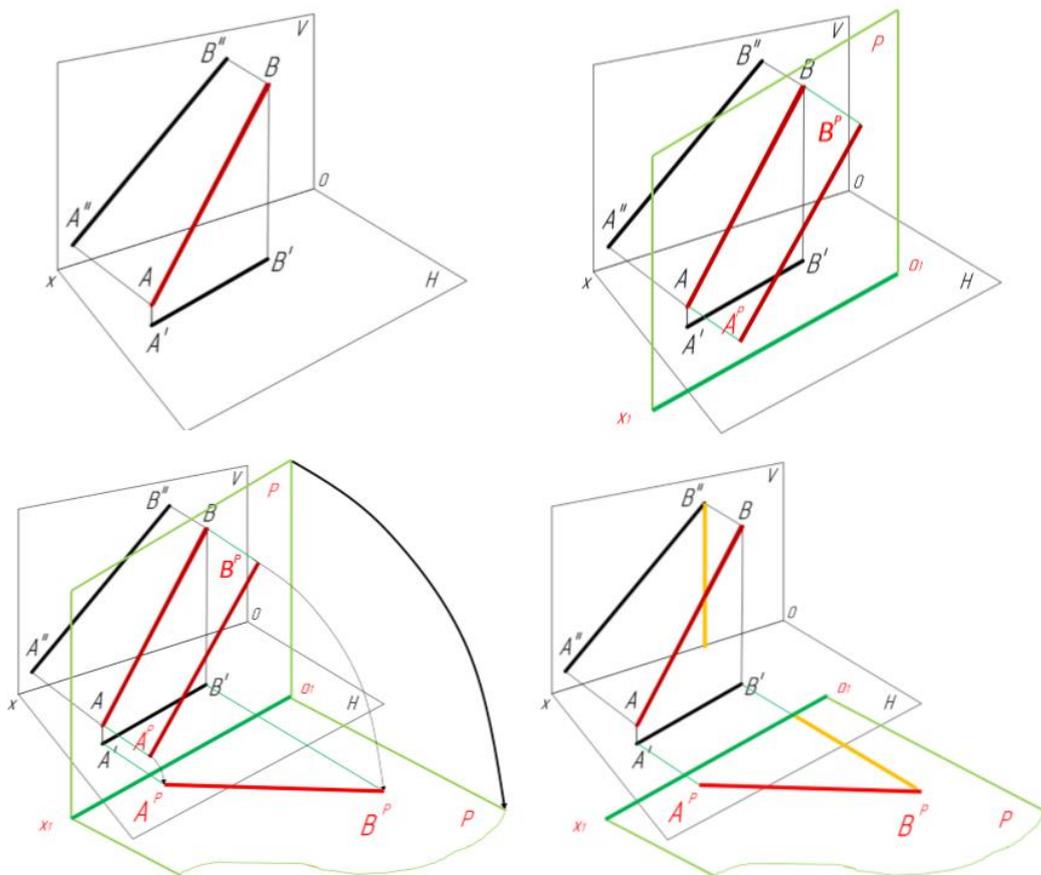


Рис. 2 Анимированный слайд, поясняющий принцип получения изображения

3. Материалы, используемые при выполнении расчетно-графических работ. В курсе инженерной и компьютерной графики военной академии курсанты выполняют пять чертежей по индивидуальным вариантам. Эта работа требует внимания, усердия, аккуратности и реализации знаний, умений и навыков, полученных на лекциях и подготовительных практических занятиях. У значительного числа курсантов выполнение чертежей вызывает немалые затруднения. Особенно это касается первых работ. Недостаток опыта, требования соблюдения графических стандартов и отсутствие навыка черчения на форматах сказывается и на качестве, и на скорости, и на правильности выполнения чертежа. Преподаватели работают с курсантами индивидуально, помогая найти правильное решение, понять форму и конструкцию, что занимает значительное количество времени на занятии. Для упрощения этой деятельности была подготовлена база 3D-моделей, соответствующих деталям или группам геометрических тел, предлагаемых курсантам в качестве задания (рис. 3).

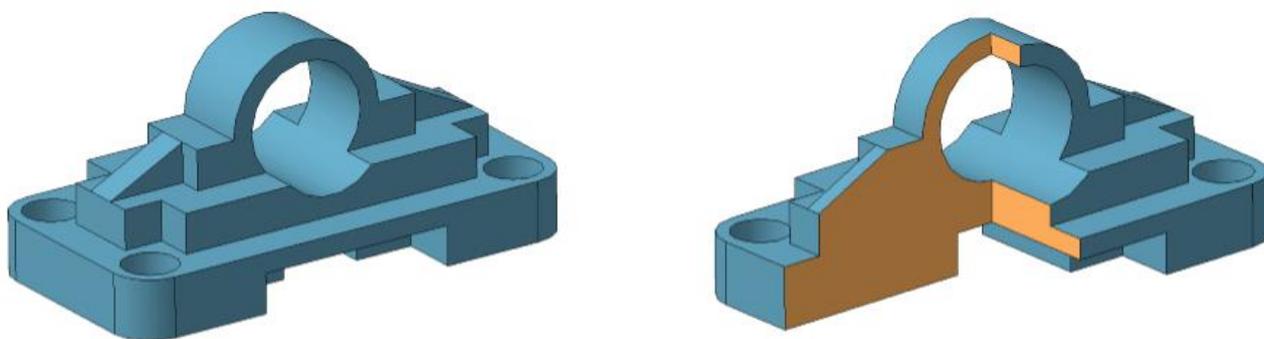


Рис. 3 3D-модели, используемые на практических занятиях

При этом нужно учесть, что подготовленные модели никогда не показываются обучающимся сразу же вместе с заданием или в начале работы. Преподаватели, прежде всего, организуют обсуждение общего алгоритма, приводят примеры, анализируют индивидуальные задания. Только в случае возникновения у курсанта явных затруднений, даётся возможность посмотреть сначала на общий вид модели, потом, в случае необходимости, она разворачивается соответ-

ственно основным видам. К каждому следующему шагу этой условной подсказки преподаватель переходит только если предыдущие не оказали ожидаемой помощи.

В ряде случаев, модель может быть показана и хорошо успевающему курсанту, выполняющему сложное задание, для того, чтобы он убедился, что понял форму правильно, проверил себя или уяснил отдельный сложный элемент.

Важной частью курса является компьютерная графика. Курсанты учатся применять современные методы и инструменты для работы с чертежами [4, с. 78–79]. Для проведения практических занятий подготовлены учебные пособия, содержащие подробные и доступные алгоритмы построения изображений. Однако и здесь находится место дополнительным элементам наглядности. В этом качестве могут выступать короткие (продолжительностью не больше 5–7 минут) видеоролики, поясняющие принцип формообразования или особенность работы с тем или иным инструментом (рис. 4). Вариантом их создания может быть захват процесса работы с экрана. При этом видео вполне может не иметь озвучивания, что экономит время автора и позволяет просматривать его на занятии, не мешая окружающим.

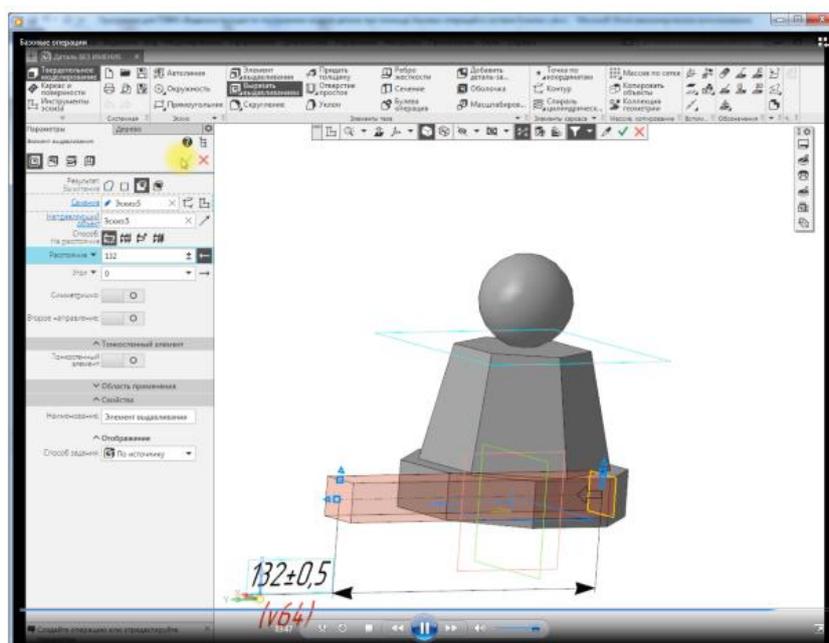


Рис. 4 Фрагмент видеоролика, поясняющий принцип формообразования в системе Компас-3D

Подобные материалы могут быть полезны на практических занятиях, применяться для работы военно-научных секций, а также могут заинтересовать старшекурсников, подготавливающих и оформляющих дипломные проекты.

Разработка вспомогательных демонстрационных материалов – процесс постепенный и длительный. Создание базы может занять не один год, её разработка опирается на опыт, творческое видение преподавателя, насущные требования дисциплины. Но в случае успешной подготовки, процесс преподавания и изучения любой темы может стать и более простым, и более интересным для каждого из участников образовательного процесса.

### **Библиографический список**

1. Филимонова, О. Роль и место дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» в подготовке военных специалистов / О. Филимонова. – Текст: непосредственный // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2016 – № 3 (16). С. 196–199.

2. Кодукова, И. Особенности преподавания начертательной геометрии курсантам военного вуза / И. Кодукова, Е. Паршина. – Текст: электронный // NovaInfo.Ru. – 2018 – № 84. С. 221–228.

3. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения / В. В. Давыдов. – М.: ИНТОР, 1996. – 544 с. – ISBN 5-89404-001-9. – Текст: непосредственный.

4. Сакулина, Ю. Компьютерная графика как средство формирования профессиональных компетенций / Ю. Сакулина, И. Рожина. Текст: непосредственный // Педагогическое образование в России – 2012 – № 6. С. 76–80.

УДК 372.851

**Г. А. Кирюхина**  
Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, Орёл  
*galina.kiriuhina.new@yandex.ru*

**ПРОВЕДЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ С ИГРОВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

В работе описаны дидактические основы организации и поведения учебных занятий в вузе с применением игрового обучения, рассмотрен дифференцированный подход к обучению математике в вузе, описаны дифференциация и индивидуализация обучения при таких занятиях, представлены некоторые виды учебных занятий математического цикла, позволяющие стимулировать обучающихся и повысить их интерес к математике, развивая учебно-познавательную деятельность. Описанные формы и методы проведения учебных занятий являются рекомендательными. Опыт работы по внедрению таких форм и методов в образовательный процесс показывает их эффективность.

**Ключевые слова:** обучение математике в вузе, дидактические основы организации и проведения учебных занятий с игровыми элементами, дифференцированное обучение.

**G. A. Kiryukhina**

The Academy of the Federal Guard Service of the Russian Federation, Orel  
*galina.kiriuhina.new@yandex.ru*

## CONDUCTING TRAINING SESSIONS WITH GAME ELEMENTS

The paper describes the didactic foundations of the organization and behavior of educational classes at the university with the use of game learning, considers a differentiated approach to teaching mathematics at the university, describes the differentiation and individualization of learning in such classes, presents some types of mathematical cycle classes that allow students to stimulate and increase their interest in mathematics, developing educational and cognitive activity. The described forms and methods of conducting training sessions are recommended. The experience of implementing such forms and methods in the educational process shows their effectiveness.

**Keywords:** teaching mathematics at a university, didactic basics of organizing and conducting training sessions with game elements, differentiated training.

Разнообразие методов и форм проведения учебных занятий в военных вузах стимулируют познавательную деятельность курсантов. Игровые формы занятий или элементы игры имеют большое значение при повышении качества образования. Педагогические игры используют для активации обучения. В них преобладает продуктивная деятельность обучающихся.

Игровые методы обучения направлены на создание таких учебных ситуаций, при которых обучающиеся должны продемонстрировать усвоение изученного теоретического и / или практического материала, показать свои знания, умения и навыки, полученные на предыдущих занятиях.

При применении игровых форм происходит развитие творческого мышления курсантов. Поисковый подход к проблеме имитирует выполнение в будущем их служебных обязанностей, тем самым формирует необходимые компетенции.

В учебной игре от обучающегося (индивидуально или как от члена команды) требуется провести выбор решения, обосновав его правильность и рациональность, принять решение в абстрактных и конкретных условиях. Это предлагает большие возможности для дифференциации и индивидуализации обучения.

Игровые формы предлагают разнообразные условия их проведения, возможность повтора учебной ситуации, определенные временные ограничения.

Часто условия учебной игры отличаются от традиционных. Результаты принимаемых решений можно не только осмыслить, но и сделать наглядными. Можно «проиграть» ту ситуацию, появление которой вероятно в будущей службе или деятельности. Тем самым происходит единение теории и практики.

Использование на учебных занятиях игровых форм развивают у курсантов умения и закрепляют навыки самостоятельной деятельности, учат принимать взвешенное решение, помогают организовать их практическое выполнение.

Учебные игры развивают продуктивное мышление участников, позволяют анализировать поставленные задачи и оценивать эффективность их решения, указывают на анализ предоставленной информации, устанавливают крепкие связи с будущей профессиональной деятельностью и дальнейшей службой.

Необходимо указать, что игры в высшей школе являются одним из важнейших элементов волевой подготовки будущих специалистов. Участвуя в них, обучающиеся приучаются решать профессиональные задачи в близких к реальным условиям, проходят своеобразную психологическую закалку [1].

При проведении такого рода учебных занятий группа курсантов разбивается по определенному принципу на подгруппы, минигруппы, пары и т.п. При этом совершенствуется работа в коллективе, которая имеет особое значение: используется групповое мышление, вырабатываются коллегиальные решения, развивается абстрактное мышление, образное мышление каждого члена команды, систематизируется подход к представленной проблеме (конкретные виды занятий перечислим ниже).

Рассмотрим основные функции игры: учебная, познавательная, воспитательная, исследовательская и контролирующая.

Преподавателю отводится очень важная и ответственная роль. Он планирует, организовывает, проводит, учитывает различные дидактические и методические особенности, участвует в контроле и оценивании.

Для преподавателя дидактические игры являются довольно трудоемким видом учебных занятий. Подготовка к их проведению требует, как глубокого понимания процесса обучения в новых условиях, так и больших временных затрат педагога. Опыт показывает, что час работы в группе из 20 человек над конкретной ситуацией средней сложности требует 15–17 часов подготовительной работы [2].

Но если рассмотреть все преимущества занятия с игровыми элементами, то окажется, что достоинства превышают недостатки. Хороший преподаватель понимает такой «пропедевтический ход».

При планировании необходимо установить соответствие с объемом учебной дисциплины, целями и задачами, решаемыми при ее изучении, вкладом в профессиональную подготовку курсантов.

Преимущества игровых методов и форм обучения (по сравнению с традиционно-проводимыми занятиями) доказывают их эффективность и желательность использования.

Перечислим некоторые из них [1]:

- наглядность последствий принимаемых решений. В игре можно не рассматривать некоторые моменты и детали, не относящиеся по существу к делу;
- переменный масштаб времени. Игра позволяет изменять темп, ускорять и замедлять ход событий. В обстановке, которую создает игра, можно за несколько минут рассмотреть события многих лет;
- повторение опыта с изменением условий в результате приобретенных умений и навыков. В игре можно неоднократно рассмотреть проблему, по-разному подходя к ее решению.

Планирование и организация учебных игр очень важны. Продумать время проведения и место в учебном процессе нужно заранее. Возможно, такое занятие будет осуществлять междисциплинарные и внутрипредметные связи. Также необходимо учитывать год обучения курсантов: по мере «взросления» участников поставленные задачи усложняются и становятся более привязанными к практической деятельности. Тогда для организации и проведения можно привлекать преподавателей разных кафедр, усиливая межпредметные взаимосвязи.

Соответствующее информационное обеспечение позволяет создать игровую модель, составляющую основу занятия. Материально-техническое обеспечение зависит от объема применения игровых элементов в занятии, числа участников, состава команд и других решающих факторов. Приветствуется привлечение курсантов к этим организационным моментам. Это и помогает преподавателю, и подключает обучающихся к учебной игре на самом начальном ее этапе.

Немаловажным моментом игры является оценивание ее хода и результатов. Здесь очень много существенных аспектов. И на этом заключительном этапе также большую роль играет взаимодействие преподавателя с обучающимися – участниками игры.

Подведение итогов можно провести кратко в конце занятия, а можно организовать так, что это тоже будет в игровой форме. И значение будет иметь не менее важное!

Рассмотрим более подробно некоторые конкретные учебные занятия в аудиторное и внеаудиторное время, опробованные на практике [3].

При изучении темы «Элементы теории функций комплексного переменного» вводится понятие интеграла функции комплексного переменного и методы его вычисления. Тема также достаточно трудная и методов интегрирования несколько в зависимости от разных данных. Но, несмотря на все трудности, опрос курсантов проходит в игровой форме. Учебная группа разбивается на несколько подгрупп по 4–5 человек (по возможности дифференцированно). Каждой подгруппе предлагается карточка с четырьмя примерами на лицевой стороне и четырьмя «ячейками» на оборотной. Задание: вычислить четыре интеграла и

найденные значения вписать в соответствующую «ячейку». В результате чего получится некоторое четырехзначное число, которое имеет определенный смысл(!). Преподаватель оценивает скорость и правильность выполнения заданий каждой командой. Если члены команды правильно распределяют выполнение, то скорость будет высокой. Интегралы в заданиях подобраны таким образом, чтобы, во-первых, были рассмотрены все изученные к тому моменту методы решения, и, во-вторых, чтобы с заданиями справились и слабоуспевающие курсанты тоже. Одно из заданий предлагается теоретического характера.

Достаточно часто практикуется работа в парах. На занятии по теме «Гармонический анализ», например, предлагается парам курсантов определить положение некоторых знаковых географических объектов по координатам, зашифрованным в выражениях, содержащих суммы рядов Фурье, в которые необходимо разложить предложенные функции. Решение такого рода заданий также проходит в игровой форме.

На практическом занятии по теме «Числовые и функциональные ряды» проводится опрос по теории также «покомандно», но только команды формируются по рядам сидящих друг за другом. Впередисидящий отвечает письменно на вопрос и передает листок назад своему товарищу (так называемая детская игра «Гармошка»). Преподаватель снова оценивает правильность и скорость ответов, учитывая высказывания курсантов – участников.

При проведении учебных занятий в актуальной в настоящее время дистанционной форме также используются игровые элементы. Интерес курсантов к таким занятиям очень большой.

Если игровое учебное занятие хорошо продумано, спланировано, организовано, наполнено необходимым содержанием, то оно может проводиться в течение нескольких лет, и не перестанет быть интересным для курсантов и актуальным. Если сравнивать игровые методы проведения занятия с традиционными методами обучения, то первые обладают важным свойством интегрировать полученные теоретические знания с практическими, а также применительно к будущей профессии и службе.

## Библиографический список

1. Образцов П. И. Дидактика высшей военной школы: учебное пособие. / П. И. Образцов, В. М. Косухин. – Орёл: Академия Спецсвязи России, 2004. – 307 с.
2. Военная дидактика: учебное пособие / под общ. ред. Н. Е. Соловцова и Н. Д. Никандрова. – М.: ВА РВСН им. Петра Великого, 2000 – 806 с.
3. Кирюхина Г. А. Использование нестандартных и игровых форм обучения для повышения интереса к занятиям по математике / Г. А. Кирюхина. – Научно-методический журнал «Continuum. Математика. Информатика. Образование». Вып. 4: Елец, изд-во ЕГУ, 2016 – с. 50–53.

УДК 37.02

**В. А. Короткий**

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,  
г. Ярославль  
*vkortkii@yandex.ru*

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЕЙС-МЕТОДА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ

В работе обсуждаются возможности применения кейс метода, как одного из современных способов повышения качества технического образования. Показана интегрирующая способность метода для различных разделов математики и дисциплин специального профиля. Отмечается, что проведение занятий этим методом заметно усиливает интерес курсантов к математике и значительно повышает их мотивацию ко всем видам занятий в соответствии с учебным планом.

**Ключевые слова:** кейс-метод, кейс метод в преподавании математики, методы повышения качества технического образования, междисциплинарный подход в преподавании математики.

**V. A. Korotkii**

Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl  
*vkortkii@yandex.ru*

## THE POSSIBILITIES OF USING THE CASE METHOD AT A TECHNICAL UNIVERSITY WHEN STUDYING MATHEMATICS

The paper discusses the possibilities of using the case method as one of the modern ways to improve the quality of technical education. The integrating ability of the method for various branches of mathematics and disciplines of a special profile is shown. It is noted that conducting classes by this method noticeably increases the interest of cadets in mathematics and significantly increases their motivation for all types of classes in accordance with the curriculum.

**Keywords:** case method, case method in teaching mathematics, methods of improving the quality of technical education, interdisciplinary approach in teaching mathematics.

Математика в техническом вузе является базовой дисциплиной, формирующей все основные профессиональные компетенции инженера. С одной стороны, она является теоретической основой всех прикладных технических дисциплин, а с другой стороны определяет уровень мышления будущего специалиста. Однако преподавание высшей математики в вузах встречается со многими трудностями [1]. Систематические сокращения учебных часов, увеличение скорости и плотности изучения учебного материала, требуют поиска новых форм работы, помогающих углублённому пониманию дисциплины для решения военно-прикладных задач.

Одной из таких форм может стать кейс-метод [2–4]. Цель метода – раскрыть пути и способы применения теоретических знаний к практике, связать теорию с конкретикой решения практических задач. Кейс-метод очень привлекателен для курсантов благодаря разнообразию и необычности форм учебной деятельности, а для преподавателя – многообразием достигаемых целей обучения при его применении. Однако, применять его удастся достаточно редко вследствие большой временной «затратности» на подготовку к занятию и на проведение самого занятия. Кроме того, и сама специфика метода налагает определенные ограничения на выбор круга тем занятий, проводимых в его рамках. Кейс-метод особенно полезен в темах, где есть возможности решения одной проблемы разными методами. В курсе математики такие задачи имеются практически во всех разделах. Особенно эффективен этот метод при проведении занятий обобщающего характера, когда курсант ознакомлен с широким арсеналом математических средств, определенных тем, и ему необходимо выявить специфику применения различных математических приемов или методов решения, выяснить условия применимости и достоинства каждого метода для конкретной задачи.

Именно на этих занятиях курсанты получают возможность решать задачи в значительной степени приближенные к реальности: достоинства или ограниченности (или универсальность) каждого метода обретают наглядность.

Подготовка к таким занятиям включает разработку довольно объёмных методических материалов, включающих кроме заданий, краткую методику проведения, формулировки целей и учебных задач занятий.

Дидактические цели кейса:

- формирование навыков работы со специальной литературой: поиск, отбор и обработка информации, необходимой для решения задачи;
- формирование умения выделять главное, вычленять отдельные этапы вычисления, конкретизировать и обобщать процедуру вычислений;
- формирование навыка анализа конкретной ситуации, приемов выбора оптимального варианта решения, умений обобщать и систематизировать учебный материал;
- развитие умений доказательно, связно и логично представлять результаты своей работы;
- определяют конкретные умения и навыки, формируемые в процессе подготовки и в процессе учебной деятельности, и помогают в оценке и самооценке проведенного занятия.

В качестве примера в работе представлен кейс по математическому анализу, составленный автором по теме «Площадь криволинейной трапеции».

Для его проведения курсантам предлагается развернутый план подготовки к аудиторному обобщающему занятию. Вначале дается определение проблемной ситуации:

Кейс представляет задачу поиска различных способов вычисления площади криволинейной трапеции, сравнения различных способов и определения оптимального способа вычисления в зависимости от конкретных условий реальной задачи.

Затем дается перечень заданий, предполагающих самостоятельную внеаудиторную работу.

Задания к обобщающему занятию.

1. Найдите в специальной литературе или придумайте свои способы определения площади криволинейной трапеции. Приведите краткое описание каждого способа с формулировкой процедуры вычисления площади в каждом случае.

2. Найдите в специальной литературе или проведите самостоятельно сравнение различных методов вычисления площади криволинейной трапеции, укажите критерии сравнения. Сделайте выводы.

3. Приведите оценку точности каждого представленного метода, проведя или самостоятельное исследование, или используя справочную, учебную литературу или монографии.

4. Рассмотрите исторические аспекты данной задачи: кем и когда она была впервые сформулирована, решена, когда и кем предложены иные способы решения и т. п.

#### *Организация учебной деятельности*

Работа проводится в три этапа.

Первый этап – подготовительный. На подготовительном этапе курсанты разделяются на две команды. Преподаватель или курсанты выбирают капитана каждой команды и выполняют домашние задания, которые одинаковы для обеих команд.

Функции членов команды.

Капитан самостоятельно (если это не оговорено заранее) распределяет домашние задания между членами команды, договаривается о форме представления итоговых материалов, выбирает докладчиков, защитника, оппонента, курсантов, готовящих презентации или демонстрации с помощью наглядных пособий. Он организует работу команды в аудитории, на заключительном этапе проводит обсуждение и оценку работы своей и конкурирующей команды.

Оппонент готовит «каверзные» и «тонкие» вопросы для конкурирующей команды, с целью организовать обсуждение и побуждать «противника» к более четкой аргументации своих выводов и доказательств. Он готовит также перечень

наиболее важных, с его точки зрения, вопросов для прояснения обсуждаемой проблемы, заранее знакомит с ними свою команду.

Защитник – наиболее подготовленный член команды - должен подготовить четкую аргументацию выводов и доказательств для своей команды, на втором этапе он участвует в дискуссии вместе с оппонентом. Может помогать своим выступающим с презентациями или с докладами. Выбор защитника желательно проводить вместе с преподавателем, выбирая для этой должности курсанта не только знающего, но и умеющего быстро переключаться с одного вопроса на другой.

Ведущая тройка специалистов команды – капитан, оппонент и защитник – обладают самыми большими правами в команде и выполняют самую большую часть работы. Как и все члены команды, они готовят по одному вопросу из домашнего задания. Они же обычно сами предварительно оценивают домашнюю работу своих членов команды. За дополнительную работу в команде они получают поэтому дополнительные баллы.

Заканчивается подготовительный этап представлением всех материалов, подготовленных членами команды, капитану, оппоненту и защитнику за несколько дней до проведения занятия. Последние втроем определяют, насколько хорошо подготовлены материалы, если есть недостатки, устраняют их сами или возвращают материалы на доработку, приводят свои доказательства и возможные вопросы. При условии готовности материалов капитаны команд накануне занятия показывают свои материалы преподавателю. Он определяет, готовы ли команды к занятию.

Порядок обсуждения вопросов в целом соответствует плану кейса. Но конкретно он обычно обсуждается заранее накануне аудиторного занятия. Решение, какая команда выступает первой по каждому вопросу, могут решать капитаны команд путем жеребьевки, или они договариваются, по каким вопросам будут выступать первыми. Возможным решением является чередование выступления команд. Например, если по первому вопросу плана выступает команда А, то второму вопросу плана первой будет выступать команда Б. Если методы решения

проблемы совпадают у обеих команд, то преподаватель сам определяет порядок выступлений, выбирая выступление той команды, которая привела лучшее решение или доказательство. Составляется план проведения дискуссии. В соответствии с числом подготовленных презентаций и выступлений определяется регламент каждого выступления.

Второй этап – основной – выступление команд с докладами и презентациями – проводится в аудитории.

За неделю до проведения занятия, если необходимо, можно провести консультации с каждой командой по собранным материалам.

На аудиторном занятии капитаны организуют выступления и презентации в соответствии с составленным планом, следят за выполнением регламента. Порядок выступлений может быть различным. Обычно он таков: докладчик одной команды представляет презентацию и свое решение вопроса, после его выступления оппонент другой команды может задавать вопросы по теме доклада, например, уточнить постановку задачи или пояснить метод решения и т. п., или указать на неточности, ошибки.

Задавать вопросы могут все члены команды. Особенно (на балл выше) оцениваются вопросы, сформулированные непосредственно в процессе обсуждения. Оппонент может задавать и «провокационные» вопросы, например, содержащие ошибочное утверждение, проверяя степень подготовленности противника. Запрещается только задавать вопросы по темам следующих докладов. Если докладчик не может ответить на вопросы, ему на помощь может прийти любой из ведущей тройки специалистов своей команды. Затем, по тому же вопросу выступает докладчик второй команды (если у него иное решение или метод).

После ответа на вопросы, участники занятия обсуждают оба выступления и оценивают, чье решение лучше, выступление доказательнее, презентации нагляднее. Обязательна аргументированная оценка одного из ведущих специалистов от каждой команды, в обсуждении и оценке желательно участие других членов команды. Для того, чтобы вопросы или оценки были корректными и не

вызывали разногласий, кто-то из тройки специалистов по договоренности записывает все ошибки и неточности в докладе «противника». После этого переходят к обсуждению следующего вопроса в соответствии с регламентом.

Заключительная часть второго этапа - подведение общего итога. Выбирается лучший вариант решения задачи, лучший доклад, лучшая презентация. Решается, какая команда является победителем. Озвучиваются предварительные оценки выступлений. Капитаны команд передают все подготовленные материалы преподавателю для окончательной итоговой оценки. Он проверяет все материалы, выставляет свои оценки за домашнюю работу, за «плановые» выступления, за выступления и замечания «с мест», дает оценку работе тройке специалистов. Подведение итогов проводится на ближайшем занятии. Оно посвящено обсуждению окончательных оценок, которые складываются из оценок капитанов, домашнего задания участников, оценок работы на основном этапе тройками специалистов обеих команд, оценок преподавателя.

#### Приложение 1.

##### Домашние задания для каждой команды.

1. Ознакомьтесь с указанной литературой и отберите материал для выполнения заданий. Проведите самостоятельный поиск необходимой литературы по теме задания.

2. Оформите результаты работы с литературой в виде краткого обзора, в котором нужно представить: источник информации, автора, дать краткое описание содержания (описание метода, или оценка точности метода, или историческая справка и т.п.). Подготовьте компьютерную презентацию.

3а. Приведите решения задачи найденными Вами методами.

3б. Подготовьте компьютерные презентации и выступления.

4. Оформите в виде компьютерных презентаций обобщение процедуры решения каждым методом с четким выделением каждого этапа вычисления. Подготовьте выступление.

5а. Проведите сравнительный анализ представленных методов решения. Определите критерии сравнения и представьте свои результаты в наглядном и удобном для обозрения и сравнения виде.

5б. По результатам подготовьте компьютерную презентацию и выступление.

6а. Проведите оценку точности представленных методов, указав способ оценки, и оформите результаты в наглядном виде.

6б. Подготовьте компьютерную презентацию и выступление.

7. Сформулируйте условия оптимального применения каждого метода. Сформулируйте критерии выбора метода в зависимости от конкретной ситуации. Оформите результаты в наглядном виде и подготовьте компьютерную презентацию и выступление.

8. Подготовьте презентацию и выступление по результатам анализа исторических аспектов проблемы.

#### Приложение 2.

##### *Лист оценки работы каждого члена команды тройкой специалистов*

ФИО	Дом. задание	Оценка дом. зад	Работа в ауд.	Оценка ауд. раб.	Доп. работа	Оценка доп. раб.	Итог оценка
-----	--------------	-----------------	---------------	------------------	-------------	------------------	-------------

##### *Лист оценки работы каждого члена команды преподавателем*

ФИО	Дом. задание	Оценка дом. зад	Работа в ауд.	Оценка ауд. раб.	Оценка оригин. решен.	Оценка оригин. выступ.	Итогов оценка
-----	--------------	-----------------	---------------	------------------	-----------------------	------------------------	---------------

Для итогового занятия потребуется 4 академических часа, для него можно использовать время, выделяемое курсантам на самоподготовку. Во время занятия необходимо «накалять градус» дискуссии, чтобы избежать комплиментарности (из-за боязни встречной критики). Возможен отказ от идеи «оппонентов» и «защитников» и тогда обсуждение ведётся всей учебной группой.

Как видим, применение кейс-метода предполагает специфическую организацию учебного материала и учебной деятельности, увлекающие курсантов, что

повышает интерес к математике и является мощным мотивирующим фактором её изучения.

В заключении, можно отметить также полезность этой формы самостоятельной работы курсантов, требующей интеграции знаний внутри одного раздела, из различных математических дисциплин и привлечения межпредметных связей математики [1]. Мы считаем, что наиболее эффективным применением кейс-метода возможно при организации совместных занятий специализированных кафедр и кафедры высшей математики.

### **Библиографический список**

1. Короткий В. А. Межпредметный подход в военно-научной работе курсантов – вызов времени // XXI Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы развития и применения средств противовоздушной обороны на современном этапе. Средства противовоздушной обороны России и других стран мира, их сравнительный анализ», 9 октября 2020 г. Секции 9–11, материалы конференции / Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны. – Ярославль, 2020. – С.277–285.

2. Louis B. Barnes, C. Roland Chistensen and Abby J. Hansen, Teaching and the Case Method, Harvard Business School Press, 2014, 333p.

3. Свиридов А. В. Применение кейс-метода в гражданских и военных вузах / А. В. Свиридов, А. П. Кебец, Н. М. Кебец. //Материалы Всероссийской научно-методической конференции «Актуальные проблемы преподавания математических и естественно-научных дисциплин в образовательных организациях высшего образования», Кострома: ФГКВОУ ВО ВАРХБЗ имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко, 2020. – С. 292–297.

4. Фролова, О. В. Кейс-метод – метод интерактивного обучения в ходе преподавания правовых дисциплин в военных образовательных организациях / О. В. Фролова, В. В. Фролов // Развитие военной педагогики в XXI веке: Материалы V межвузовской научно-практической конференции / под ред. С. В. Костарева, И. И. Соколовой, Н. В. Ершова. - СПб.: ВАС, 2018. – С. 325–329.

**С. В. Костарев<sup>1</sup>, Ю. С. Остроумова<sup>2</sup>, С. Д. Ханин<sup>3</sup>**

Военная академия связи имени маршала Советского Союза С. М. Буденного

г. Санкт-Петербург

*vas@mil.ru<sup>1</sup>*

*sinklit@mail.ru<sup>2</sup>*

*sd\_khanin@mail.ru<sup>3</sup>*

## **РАСКРЫТИЕ В СОДЕРЖАНИИ ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ ВОЕННО-ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА КЛЮЧЕВЫХ КОНЦЕПТОВ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

В статье раскрываются возможности освоения в логике задачно-деятельностного подхода ключевых концептов современного научно-технологического развития с опорой на информационные и методологические ресурсы преподаваемых в военно-инженерных вузах физических дисциплин. Развиваемая методика конкретизируется на примерах содержания обучения основам нанoeлектроники и нанoфотоники – квантовым размерным эффектам в системах пониженной размерности и физическим эффектам в двойных полупроводниковых гетероструктурах, являющихся основой инжекционных полупроводниковых лазеров.

**Ключевые слова:** образовательные ресурсы фундаментальных дисциплин; задачно-деятельностный подход; концепты развития нанoeлектроники и нанoфотоники; системы пониженной размерности; сверхрешётки; двойные гетероструктуры.

**S. V. Kostarev<sup>1</sup>, Yu. S. Ostroumova<sup>2</sup>, S. D. Khanin<sup>3</sup>**

Military Telecommunications Academy

named after Marshal of the Soviet Union S. M. Budyonny, St. Petersburg

*vas@mil.ru<sup>1</sup>*

*sinklit@mail.ru<sup>2</sup>*

*sd\_khanin@mail.ru<sup>3</sup>*

## **KEY CONCEPTS DISCLOSURE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN THE CONTENT OF CADETS STUDYING FOR THE MILITARY ENGINEERING UNIVERSITY**

The article reveals the possibilities of mastering in the logic of the task-activity approach the key concepts of modern scientific and technological development based on information and methodological resources of physical disciplines taught in military engineering universities. The developed methodology is concretized on the examples of the content of teaching the basics of nanoelectronics and nanophotonics - quantum dimensional effects in systems of reduced dimension and physical effects in double semiconductor heterostructures, which are the basis of injection semiconductor lasers.

**Keywords:** educational resources of fundamental disciplines; task-activity approach; concepts of development of nanoelectronics and nanophotonics; systems of reduced dimension; superlattices; double heterostructures.

В настоящей работе показывается, что теоретические концепты, являющиеся ориентировочной основой в современном научно-технологическом развитии, могут быть интегрированы в содержание обучения [1, 2] посредством активизации информационных и методологических ресурсов, изучаемых в военно-инженерном вузе фундаментальных дисциплин и осваиваться в логике задачно-деятельностного подхода [3].

В качестве основных методических приёмов в построении содержания подлежащего изучению материала предлагаются следующие:

- расширительный анализ и применение традиционно формируемых в физическом образовании модельных представлений;
- расширение области применения осваиваемых в физических дисциплинах способов получения знаний (знаний-умений);
- получение новых знаний методом аналогий.

Раскроем открываемые применением этих приёмов возможности на примерах интеграции в содержание обучения будущих военных инженеров-связистов квантовых размерных эффектов в системах пониженной размерности как ключевых концептов развития наноэлектроники и нанофотоники.

Выбор в качестве примера этого материала обусловлен рядом причин. Во-первых, его значимостью в развитии военных технологий, перспективы которого в значительной степени определяются возможностями миниатюризации элементной базы и создания материалов и компонентов с принципиально новыми, значимыми для практики функциональными свойствами.

Во-вторых, разработанностью подлежащего изучению теоретического материала и, вместе с тем, интенсивным развитием науки в рассматриваемой области, что создаёт необходимые условия для организации продуктивной исследовательской деятельности в процессе обучения и основание для будущего профессионального развития выпускников военно-инженерного вуза.

В-третьих, доступностью изучаемых объектов для полномасштабного, включая экспериментальное, изучения в условиях вуза.

Наконец, наличием представительной информационной базы для освоения подлежащего изучению материала.

Возможности, открываемые использованием первого из предлагаемых методических приёмов, продемонстрируем на примере формирования представлений об особенностях электронных свойств систем пониженной размерности. Опорными здесь являются модельные представления, приобретаемыми обучающимися в разделах курса физики «Основы квантовой физики» и «Основы физики твёрдого тела».

Вслед за изучением квантовомеханической модели электрона в потенциальном ящике, анализ которой, как правило, ограничивается в общем курсе физики рассмотрением ситуации, когда ширина ямы велика по сравнению с длиной волны де Бройля (трёхмерная система), перед обучающимися ставится задача проанализировать изменения, которые произойдут в энергетическом спектре электронных состояний при уменьшении размеров ограничивающей движение электрона квантовой ямы до нанометровых, сравнимых с дебройлевской длиной волны электронов в полупроводниках величин.

Анализируя выводимое в курсе физики выражение для энергетического расстояния между соседними уровнями энергии электрона в потенциальном ящике, обучающиеся приходят к выводу, что при уменьшении ширины ящика до 100 нм и ниже, происходит переход от присущего трёхмерным системам квазинепрерывного энергетического спектра к дискретно-непрерывному.

Далее, при переходе к одномерным системам выясняется, что дискретизация энергетического спектра электронов в них имеет место уже в двух направлениях ограничения движения электрона.

Наконец, в случае нульмерных систем энергетический спектр становится полностью дискретным, что объясняет предложенное Ж. И. Алфёровым название квантовых точек – искусственные атомы.

Аналитический подход к получению отражающих эффекты размерного квантования энергии результаты сопрягается с экспериментальным, что открывает возможности сопоставления результатов теоретического прогноза с опытными данными по оптическим свойствам систем пониженной размерности.

В части изучения особенностей энергетического спектра связанных электронов в системах пониженной размерности опорной моделью является модель водородоподобного центра. Она применяется к электрически активным примесям в легированных полупроводниках и экситонным состояниям. Изменение энергии связи, по сравнению с трёхмерными системами здесь имеет место при условии, что размеры системы становятся меньшими радиуса связанных состояний.

Решая известным из курса физики методом уравнение Шредингера для двумерной системы, в котором зависимость кулоновского потенциала от координаты в направлении ограничения движения не учитывается, обучающиеся приходят к выводу о возрастании энергии ионизации водородоподобных примесных центров в двумерной системе по сравнению с трёхмерной. На качественном уровне это объясняется локализацией электронного состояния вблизи примесного центра.

Аналогичный вывод на основе аналитического решения делается и в отношении двумерных экситонов.

Полученные результаты указывают на возможность реализации примесных и экситонных эффектов в системах пониженной размерности при значительно более высоких, по сравнению с трёхмерными системами, температурах, что подтверждается представляемыми экспериментальными данными по спектрам оптического поглощения полупроводников.

Рассматриваемый методический приём применим и к определению энергетического спектра сверхрешёток. Для его выяснения достаточно продолжить анализ традиционно изучаемой в теме «Зонная теория твёрдого тела» модели Кронига-Пенни при разных ширинах потенциальных барьеров, разделяющих

квантовые ямы. С увеличением ширины барьеров до значений выше 100 нм обнаруживается переход от зонного энергетического спектра (в терминах физики сверхрешёток – наличия минизон) к дискретному спектру, что проявляется в экспериментально наблюдаемом качественном изменении спектра оптического поглощения.

Применение второго из указанных методических приёмов конкретизируем на примере формирования в содержании обучения представлений о физических эффектах в полупроводниковых гетероструктурах, лежащих в основе принципа действия инжекционных лазеров.

Базовым здесь является осваиваемый в курсе физики метод зонных диаграмм, используемый для анализа свойств р-п-гомопереходов. Расширение сферы применения этого метода с целью охвата гетеропереходов осуществляется посредством введения в рассмотрение двух параметров: работы выхода электронов из полупроводника и энергии сродства к электрону, представляющих собой энергетическое расстояние от уровня свободного электрона до уровня Ферми и энергия дна зоны проводимости полупроводника соответственно.

Обучающимся предлагается построить зонную диаграмму п-Р и р-Н-гетеропереходов в состоянии равновесия. При этом им рекомендуется следующая последовательность действий. Провести единый для структуры в состоянии равновесия уровень Ферми; отложить от него соответствующие полупроводникам гетероструктуры значения работы выхода электрона; провести уровень энергии свободного электрона с учётом непрерывности зависимости его энергии от координаты; от уровня энергии свободного электрона отложить значение энергии сродства к электрону полупроводников гетеропары; учитывая одинаковость последней во всех сечениях полупроводника, провести уровень энергии дна зоны проводимости; достроить с обеих сторон от границы энергетическую диаграмму с учётом независимости от координаты ширины их запрещённой зоны.

В результате анализа получаемой энергетической диаграммы обнаруживается её качественное отличие от зонной диаграммы гомоперехода, состоящая в наличии разрывов краёв разрешённых зон.

Вслед за построением зонной диаграммы обучающимся предлагается проанализировать влияние её особенностей на прохождение излучения в гетероструктурах и транспорт носителей заряда в них при приложении прямого напряжения.

В первой части на основе известных представлений о фундаментальном (собственном) поглощении электромагнитного излучения в полупроводниках обучающиеся приходят к выводу об отсутствии в гетеропереходе, в отличие от гомоперехода, самопоглощения при генерации излучения в узкозонном полупроводнике и возможности его вывода через широкозонный полупроводник – наличия эффекта широкозонного окна.

Во второй части, руководствуясь известными представлениями о транспорте носителей заряда в р-п-переходе и учитывая различие высот барьеров для диффузионного транспорта электронов и дырок в гетеропереходе, обучающиеся делают вывод о преимущественной инжекции неосновных носителей зарядов из широкозонного полупроводника в узкозонный – наличии эффекта односторонней инжекции.

В предлагаемом к выполнению анализе влияния величины приложенного напряжения на условия транспорта носителей заряда в гетеропереходе выясняется, что при достаточно большом напряжении концентрация инжектированных в базу (узкозонный полупроводник гетероперехода) носителей заряда оказывается более высокой, чем концентрация носителей этого типа в эмиттере – имеет место эффект сверхинжекции.

Для понимания концепции двойных гетероструктур (ДГС), лежащей в основе принципа действия инжекционных лазеров с низким значением пороговой плотности тока, способных функционировать в непрерывном режиме при комнатной температуре [4], остаётся рассмотреть ещё два эффекта – электронное и оптическое ограничения в таких структурах.

Первый эффект выявляется посредством анализа условий транспорта носителей заряда в ДГС с использованием зонных диаграмм.

Второй эффект объясняется различием в величинах показателя преломления узкозонного и широкозонного полупроводников, приводящим к полному внутреннему отражению генерируемого в узкозонном полупроводнике лазерного излучения.

На основе проведённого анализа делается вывод о том, что в отличие от р-п-гомопереходов, в ДГС-структурах удаётся совместить электронный и световой потоки, что делает эти структуры перспективными в плане создания полупроводниковых инжекционных лазеров с необходимыми функциональными свойствами.

В качестве примера применения третьего из указанных методических приёмов рассмотрим формирование в содержании обучения представлений об оптических свойствах фотонных кристаллов – наноструктур с периодически изменяющимся показателем преломления.

Руководствуясь уравнениями Максвелла, обучающиеся решают задачу о распространении в таких наноструктурах электромагнитной волны, используя при этом принятые в теории фотонных кристаллов допущения. В результате известных преобразований уравнений Максвелла они приходят к уравнению для напряжённости магнитного поля, имеющему вид аналогичный известному из курса физики уравнению Шредингера для электронов в кристалле.

Используя метод аналогий, обучающиеся приходят к ключевому в плане оптических свойств фотонных кристаллов выводу о наличии фотонных запрещённых зон – интервалов длин волн, при которых они не могут распространяться в фотонном кристалле.

Наряду со сказанным, существование фотонных запрещённых зон обосновывается аналогично запрещённым зонам в полупроводниковом кристалле с позиций брэгговской дифракции света с длинами волн, соизмеримыми с периодом наноструктуры.

Полученные представления позволяют сделать принципиально важный вывод о возможностях управления электромагнитным излучением с использова-

нием фотонных кристаллов и, соответственно, позволяют понять принципиальные возможности создания оптических элементов, обладающих аналогичными электронным функциональными свойствами, что является основой наиболее интенсивно развивающейся в настоящее время области знаний и деятельности – фотоники (нанофотоники).

В качестве объекта экспериментального изучения здесь выступают опалы, представляющие собой в структурном плане трёхмерные фотонные кристаллы, проявляющие свои специфические свойства в видимом диапазоне спектра.

Подтверждением наличия фотонных запрещённых зон в указанной спектральной области служит наличие характерных максимумов в спектрах отражения и соответствующих им минимумов в спектрах пропускания.

В заключение отметим, что интеграция ключевых концептов научно-технологического развития содержания физических дисциплин способствует решению ряда проблем фундаментального образования в военно-инженерных вузах, в том числе:

- повышения мотивации обучающихся к достижению цели обучения – в силу соответствия интегрируемого содержания определяемым в педагогике как основные стимулам познавательной деятельности [5, 6], открывающихся возможностей предметного понимания роли фундаментальных знаний как ориентировочной основы развития современных наукоёмких технологий;

- преодоления неоправданного сильного отставания содержания обучения от современного состояния науки и технологии – в силу обогащения учебного материала физическими принципами, лежащими в основе проектирования и применения материалов и компонентов с качественно новыми функциональными свойствами;

- достижения интегрированности и системности приобретаемых обучающимися знаний – в силу востребованности в освоении интегрируемого содержания всего комплекса физических знаний;

– развития у обучающихся физического (научного) понимания [7] – в силу выразительности проявления в интегрируемом содержании обучения объяснения, описания и, что особенно важно, прогнозирования новых, находящихся важное практическое применение физических явлений.

### **Библиографический список**

1. Костарев С. В., Остроумова Ю. С., Ханин С. Д. Научно-технологическое развитие как фактор и направляющая системного обновления военно-инженерного образования. – Развитие военной педагогики в XXI веке: Материалы VII межвузовской научно-практической конференции / под ред. С.В. Костарева, И.И. Соколовой, В.А. Митраховича, М.В. Ершова. – СПб.: ВАС, 2020. – С. 166–174.

2. Костарев С. В., Остроумова Ю. С., Ханин С. Д. Совершенствование подготовки к научно-технологической деятельности как направление развития военно-инженерного образования. – Военная безопасность России: Взгляд в будущее: Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции научного отделения №10 РАН. – Москва, 2021. – Т. 1. – С. 70–79.

3. Сериков В.В. Педагогическая реальность и практическое знание. – М.: Редакц.-издат. дом Российского нового университета, 2018. – 299 с.

4. Алфёров Ж.И. Двойные гетероструктуры: концепции и применение в физике, электронике и технологии (Нобелевские лекции по физике) // Успехи физических наук, 2002. – Т. 172. – №9. – С. 1068–1086.

5. Щукина Г.И Проблемы познавательного интереса в педагогике. – М.: Педагогика, 1971. – 352 с.

6. Ланина И.Я. Формирование познавательных интересов учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1985. – 128 с.

7. Кондратьев А.С. Физическое понимание и его уровни // Вестник Северо-Западного отделения РАО, 1998. – Вып. 2. – С. 137-144.

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТРИОТИЧЕСКИХ ЦЕННОСТЕЙ У КУРСАНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА**

В статье рассматриваются возможности формирования патриотических ценностей у будущих офицеров при изучении учебных дисциплин математического цикла в военном вузе. Анализируются различные аспекты воспитательного потенциала математического обучения. Приводятся конкретные механизмы педагогического воздействия при обучении математике, которые способствуют повышению эффективности воспитательной работы с курсантами в вопросах патриотического воспитания.

**Ключевые слова:** военное образование, патриотическое воспитание, математика.

**E. Y. Kofman**

The Academy of the Federal Guard Service of the Russian Federation, Orel  
*anel2702@yandex.ru*

## **ABOUT THE POSSIBILITY OF FORMING PATRIOTIC VALUES AMONG CADETS IN THE STUDY OF MATHEMATICAL CYCLE DISCIPLINES**

The article discusses the possibilities of forming patriotic values among future officers while studying academic disciplines of the mathematical cycle at the higher military education institution. Various aspects of the educational potential of mathematical education are analyzed. Specific mechanisms of pedagogical influence in teaching mathematics are given, which contribute to increasing the effectiveness of educational work with cadets in matters of patriotic education.

**Keywords:** military education, patriotic education, mathematics.

В современных реалиях одним из факторов формирования общественного сознания становится агрессивный космополитизм, который обычно противопоставляется патриотизму и приводит к пренебрежению культурных традиций Отечества. В сложившейся обстановке наша страна как никогда нуждается в сохранении духовно-нравственных ценностей и формировании патриотических качеств своих граждан.

За последние годы в России предприняты значительные меры по укреплению и развитию патриотического воспитания молодежи. В частности, была реализована государственная программа «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2016–2020 годы», в конце июля 2020 года подписан Федеральный закон №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации по вопросам воспитания обучающихся». Согласно последнему понятие воспитания рассматривается, как «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде» [1].

Однако в СМИ то и дело проскальзывает информация об осквернении мест захоронений воинов ВОВ, о неподобающих действиях блогеров и других деградирующих личностях у постаментов ветеранов ВОВ. Все это говорит о крайней необходимости пропаганды патриотического воспитания среди молодежи, а особенно среди курсантов военных вузов, так как их военно-профессиональная деятельность тесно связана с чувством патриотизма.

Отметим, что наиболее интенсивный период формирования системы ценности у молодого поколения приходится на годы учебы. Именно в этот период происходит взросление и становление будущего офицера, его подготовка не только к профессиональной деятельности, но и для выполнения своего гражданского долга.

Образовательная среда военного вуза предоставляет большие возможности для создания фундамента патриотических ценностей у будущих офицеров. Военно-патриотическое воспитание курсантов выражается целым комплексом

индивидуально-психологических, социально-экономических, информационно-пропагандистских, морально-этических, культурно-досуговых, спортивно-массовых и иных мероприятий.

При этом формирование патриотических ценностей у курсантов возможно и непосредственно на учебных занятиях. Так, выдающийся учёный-анатом, естествоиспытатель и педагог Н. И. Пирогов говорил, что «...наука нужна не для одного только приобретения сведений, что в ней кроется – иногда глубоко и потому для поверхностного наблюдателя незаметно – другой важный элемент – воспитательный. Кто не сумеет им воспользоваться, тот еще не знает всех свойств науки и выпускает из своих рук такой рычаг, которым можно легко поднять большие тяжести» [2].

Перед преподавателем стоит задача не только дать знания, которые пригодятся в профессиональной деятельности, но и реализовать возможности своей учебной дисциплины в развитии личности курсанта. При этом, несмотря на то, что математика достаточно абстрактный предмет, учебные дисциплины математического цикла также могут участвовать в формировании патриотизма.

В качестве оптимальных и эффективных механизмов патриотического воспитания при изучении учебной дисциплины «Математика» являются:

- 1) сообщение исторических сведений, демонстрирующих роль ученых-математиков в жизни нашей страны или того края, где расположено военное учебное заведение;
- 2) подбор патриотически-ориентированных математических задач;
- 3) внеаудиторная работа с курсантами, проводимая профессорско-преподавательским составом.

В молодости нужно обязательно иметь достойный пример для подражания. Таковыми могут быть ученые математики, которые прославили русскую науку. Поэтому перед началом занятия по математике, если это возможно, полезно провести небольшой исторический экскурс о тех ученых – математиках, чьи имена большими буквами вписаны в историю нашей страны. Можно рассказать кратко о жизни С. В. Ковалевской, Н. И. Лобачевского, М. В. Остроградского и других.

Сделать акцент на роли ученых, которые в годы Великой Отечественной войны работали на благо нашей Родины. Так, можно рассказать, что А. Н. Крылов, С. А. Христианович, М. В. Келдыш, А. Н. Колмогоров и другие участвовали в создании и совершенствовании новой военной техники, укреплении оборонной мощи нашей страны. Работы Андрея Николаевича Колмогорова во время Великой Отечественной способствовали созданию теории артиллерийской стрельбы, им изучалось явление рассеяния артиллерийских снарядов. А. Н. Крылов удачно применял математический аппарат в теории кораблестроения, а также для расчёта продольных колебаний ствола артиллерийского орудия при выстреле.

Если есть возможность указать на достижения какого-либо ученого-земляка, то это также способствует развитию патриотизма. Так историк, методист, математик Демман И. Я. считал, что: «Исторические сведения о математике своей малой Родины и ее достижениях естественно развивают патриотические чувства и любовь к своей стране, своему народу» [2].

Вторым направлением военно-патриотического воспитания курсантов является решение задач прикладного или исторического содержания. Такие задачи помогают курсантам не только отработать теоретический материал, закрепить навыки и умения, но и имеют скрытое влияние на курсантов. Решение таких задач пробуждают чувства сопричастности к величию своей страны, своих предков, заставляет задуматься о тяготах военных лет, способствует воспитанию чувства гордости за свою Родину, за труд ученых, инженеров и простых рабочих создававших боевую технику.

Например, при изучении раздела «Теория вероятностей и математическая статистика» можно рассмотреть такие задачи:

1) Воздушные налёты на Москву продолжались 9 месяцев. Всего в налётах участвовало 7200 фашистских самолётов. Предположив, что вероятность сбить зенитным орудием самолет противника равна 0,15, найдите наивероятнейшее число сбитых самолетов и соответствующую вероятность.

2) При изучении вышедших из строя танков Т-34 выяснили, что процент поражения тем или иным снарядом очень сильно варьируется. При этом попадание 88-мм снарядом в танк в 95% попаданий приводили если не к уничтожению машины с экипажем, то к тяжелым повреждениям. У 75-мм это показатель равнялся 69%, у 50-мм снарядов – 43%. Предположим, что в июле 1943 года на Орловско-Курской дуге в районе Саборовки в танк Т-34 произошло попадание снаряда противника, однако боевая машина продолжила бой. Найти вероятность того, что выстрел был произведен 75-мм снарядом.

3) Известно, что с ноября 1941 года по март 1942 года Сталинградский тракторный завод занимал ведущее место в стране по выпуску танков Т-34. В 1941 г. завод выпустил 956 танков, в 1942 году – 2520 танков. В битве на Орловско-Курской дуге в районе Саборовки 5 июля отражали атаки противника танкисты 237 отдельного танкового полка (ком. подп-к Ивлиев И. Д., 32 танка Т-34 и семь Т-70). Какова вероятность того, что все 32 танка Т-34 были выпущены в 1941 году.

4) В таблице 1 представлено количество выпущенных танков Т-70 по данным Военной приемки за 1942–1943 годы. Найдите вероятность того, что танк, установленный в августе 1943 года в Сквере Танкистов в городе Орёл, был выпущен в городе Киров в 1942 году.

Таблица 1

Производство Т-70 (по данным Военной приемки)

Год	Производитель	Всего
1942	ГАЗ (Горький)	3495
	№ 37 (Свердловск)	10
	№ 38 (Киров)	1378
Всего		4883
1943	ГАЗ (Горький)	3348
Итого		8231

Задачи такого плана помимо образовательного характера содействуют военно-патриотическому воспитанию обучающихся.

Еще одним рычагом в формировании патриотических взглядов курсантов является внеаудиторная работа, проводимая профессорско-преподавательским

составом в рамках воспитательной работы. Это могут быть беседы, круглые столы, устные журналы, исследовательские проекты по темам: «Подвиг советских математиков в годы Великой Отечественной войны», «Математика во время второй мировой войны: интеллект важнее грубой силы», «Прикладная математика в военном деле» и т. д.

Таким образом, подводя итог, можно сказать, что патриотизм – это важное духовно-нравственное качество, предполагающее любовь к Отечеству, своему народу, гражданственность. Очень важно, чтобы дух патриотизма присутствовал на занятиях по дисциплинам математического цикла. Большая ответственность в этом вопросе лежит на преподавателе, так как именно он может донести до курсантов основные идеи, сформировать патриотические и гражданские взгляды.

### **Библиографический список**

1. №304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации по вопросам воспитания обучающихся» от 31.07.2020.
2. Гревцева Н. Д. Воспитание патриотизма студентов в процессе обучения математике // Организация практико-ориентированного обучения в профессиональной образовательной организации: материалы регион. научно-практич. Интернет-конф. (Ливны, 16 декабря 2016 г.). – Орёл, 2016. – С.181–186.
3. Мачульская И. А. Педагогические условия, способствующие повышению эффективности патриотического воспитания курсантов военных вузов // Перспективы науки и образования. 2018. 4 (34), С. 313–319.
4. Шлыков А. В. Патриотизм и патриотическое воспитание в ВУЗе / А. В. Шлыков. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2012. – № 8 (43). – С. 386-388. – URL: <https://moluch.ru/archive/43/5195/> (дата обращения: 17.01.2022).

**Е.Ю. Кудрявцев<sup>1</sup>, О.Н. Рябинин<sup>2</sup>**

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского  
и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж

*ron131065@ mail.ru<sup>1</sup>*

*evgen1979-08@ mail.ru<sup>2</sup>*

## **МОТИВАЦИЯ - ДВИГАТЕЛЬ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ**

В статье рассмотрен вопрос развития у будущих военных профессионалов определённого мотивированного мировоззрения, в основе которого лежит особый тип мышления, обеспечивающий устойчивость личности к информационно-психологическим воздействиям, адекватное восприятие окружающего мира и осознание своей роли. Определена одна из задач подготовки военных специалистов - научить работать с информацией, находить в ней те ценностные основы, которые позволят сформировать у обучающихся культуру информационной безопасности.

**Ключевые слова:** мотивация, обучающиеся, познавательный процесс, подсознание, педагогические условия.

**E.Y. Kudryavtsev<sup>1</sup>, O.N. Ryabinin<sup>2</sup>**

Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy  
named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh

*ron131065@ mail.ru<sup>1</sup>*

*evgen1979-08@ mail.ru<sup>2</sup>*

## **MOTIVATION IS THE ENGINE OF THE COGNITIVE PROCESS IN HIGHER EDUCATION**

The article considers the issue of the development of a certain motivated worldview among future military professionals, which is based on a special type of thinking that ensures the stability of the individual to information and psychological influences, an adequate perception of the surrounding world and awareness of his role. One of the tasks of training military specialists is defined - to teach how to work with information, to find in it those value bases that will allow students to form a culture of information security.

**Keywords:** motivation, students, cognitive process, subconscious, pedagogical conditions.

Система военного образования Российской Федерации, складывающаяся на протяжении трех столетий и имеющая богатейшую историю, считается сегодня одной из ведущих в мире, живым примером служит большое количество слушателей и курсантов из многочисленных стран мира обучающихся, как в ВУНЦ

ВВС «Военно-воздушная академия» г. Воронеж, так и в филиалах академии. Характерной особенностью военного вуза является фундаментальная и всесторонняя подготовка будущих военных специалистов с учетом современных геополитических интересов и национальной безопасности страны, сочетающаяся с всесторонним развитием личности будущего офицера – патриота своей страны [1, с. 36].

Смысл данного подхода заключается, не только в педагогическом управлении доступной для обучающихся информацией, переводе противоречивых сведений с применением сочетания эмоционально-образного и рационально-логического компонентов взаимодействия субъектов воспитательного процесса в плоскость адекватного восприятия информации, но и формировании мотивированного подхода к процессу получения знаний по различным предметам обучения в академии и взаимосвязи с компетентностью будущего офицера, специалиста при выполнении задач. На сегодняшний день, сама педагогическая деятельность рассматривается как «информационное воздействие, эффект которого основан на том, что за счет усвоения определенных сведений могут быть сформированы новые знания и навыки, освоены новые роли и ценности, генерирующие новые механизмы регуляции поведения.

Надо осознавать, что информационное общество, оснащённое высокими технологиями, перестаёт быть средой, в которой усваиваются готовые и общепринятые ценности жизни. Поэтому одной из задач подготовки военных специалистов – научить работать с информацией, находить в ней те ценностные основы, которые позволят сформировать у обучающихся культуру информационной безопасности.

Решение данной проблемы предполагает не только знание информационных ресурсов, умение работать с информацией, но и развитие у будущих военных профессионалов определённого мотивированного мировоззрения, в основе которого лежит особый тип мышления, обеспечивающий устойчивость личности к информационно-психологическим воздействиям, адекватное восприятие окружающего мира и осознание своей роли.

Следует отметить, что в настоящих условиях офицеру, который выполняет поставленные перед ним задачи, необходимы научные знания, как о сущности и закономерностях, происходящих на различных этапах подготовки авиационных комплексов перед полетом и при выполнении полета непосредственно, так и знания в различных областях при выполнении тех же задач, например, в условиях радиоактивного, химического и биологического заражения аэродрома, влияющего на боеспособность воинских частей.

Развитие у курсантов военного вуза знаний, умений и навыков заключается в познавательном процессе без понимания важности получаемых знаний по различным предметам обучения, применительно к будущей профессии.

Одним из факторов оказывающим воздействие на подсознание обучающегося должна быть, мотивация курсанта и формирование жизненных ценностей, таких как, защитника отечества. Скрытые установки – беспрепятственно проникают в сознание и вносят свои искажения, что сказывается на поведении, ценностных ориентациях обучающихся.

Влияние подсознания на сознательные процессы человека осуществляется в виде формирования субъективных эмоциональных отношений к реальным фактам. Как отмечают исследователи, на уровне подсознания протекает примерно 97% всей психической деятельности человека и только 3% – в осознанном режиме [2, с. 64].

В решении обозначенных проблем, существенную роль играют педагогические условия, созданные в рамках образовательного процесса военных вузов, способствующие формированию у курсантов предметно-практического и личностного опыта в области выполнения функциональных и специальных задач офицера.

Одним из педагогических условий предполагает сочетание индивидуального и коллективного характера обучения. Индивидуализация процесса обучения осуществляется за счет обеспечения индивидуальной информационной среды курсанта посредством учебно-методического обеспечения самостоятельной работы в часы самоподготовки.

Кроме того, в рамках военного научного общества академии, на факультетах и кафедрах созданы и функционируют военно-научные секции, где учащиеся имеют возможность углубиться в научные исследования по различным проблемам и направлениям, что предусматривает со стороны курсантов разносторонний анализ, многоаспектное рассмотрение изучаемой области. Данные исследования приводят к получению информации, отвечающей критериям критической корректности.

Дискуссионные обсуждения актуальных тем по проблемам и научным направлениям на кафедрах в рамках заседаний военного научного общества способствуют рассмотрению различных позиций, жизненного и профессионального опыта, формируют критичность восприятия, требовательность к дополнительным аргументам, умение вычленять в информации обобщения, логические и содержательные противоречия.

Реализация второго педагогического условия предусматривает сочетание в рамках образовательного процесса военного вуза учебной и служебной деятельности. Обучение курсантов организуется совместно с выполнением служебных обязанностей, что предполагает уставную дисциплину и армейский уклад жизни всех военнослужащих в вузе, боеготовность личного состава, режим секретности.

Для овладения военной профессией используется реальная боевая техника и вооружение, что связано с психологическими и физическими трудностями. В образовательном процессе военного вуза у курсантов формируется устойчивая психика, готовность к решению боевых, учебных, служебных задач различной степени сложности, развивается устойчивость к негативным информационно-психологическим воздействиям, готовность к работе с личным составом.

Реализация третьего педагогического условия, как наиболее важного, является задействование в содержание процесса обучения курсантов, не только преподавателей академии, но и слушателей по соответствующим специальностям обучения, как кураторов и наставников, последние в скорой перспективе окажутся командирами в воинских частях у выпускников специалитета.

Преподаватели закрепляются за конкретными группами и участвуют в, обучении, быте и организованном групповом отдыхе курсантов.

Роль слушателя очень высока, как наставника, который может донести до курсантов, как требования предъявляемые к выпускникам академии в воинских частях, так и важность самого познавательного процесса военного обучения в академии. С другой стороны, происходит знакомство будущего командира, начальника и подчиненного.

Рассмотренный комплекс педагогических условий способствует формированию у курсантов нового качества, позволяющего осваивать и применять междисциплинарные знания и умения в своей будущей профессиональной деятельности.

### **Библиографический список**

1. Рыков С. Л. Реализация воспитательного потенциала средств массовой информации в военно-педагогической деятельности. М.: ВУ, 1995. – 84 с.

2. Крысько В. Г. Секреты психологической войны (цели, задачи, методы, формы, опыт). Минск: Харвест, 1999. – 144 с.

УДК 372.851

**С. А. Курочкина<sup>1</sup>, Т. В. Левчук<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,  
г. Ярославль  
*svetlana\_k\_621@mail.ru*

<sup>2</sup>Российский университет транспорта  
(Московский институт инженеров транспорта), г. Москва  
*levchuktv@yandex.ru*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ И ИНТЕГРИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО»**

Рассмотрены актуальные проблемы, связанные с обучением математике иностранных военнослужащих и практические способы преодоления языкового барьера, разницы между школьной программой России и программой обучения в странах дальнего и ближнего зарубежья и адаптации иностранных курсантов. Показано на примере темы «Дифференцирование и

интегрирование функций комплексного переменного» применение схемных моделей учебного материала, предполагающих свертывание информации, которое делает более эффективным процесс усвоения и использования знаний у иностранных военнослужащих.

**Ключевые слова:** методы визуализации, обучение математике, иностранные военнослужащие, схемные модели, функция комплексного переменного, дифференцирование, интегрирование.

**S. A. Kurochkina<sup>1</sup>, T. V. Levchuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl  
*svetlana\_k\_621@mail.ru*

<sup>2</sup>Russian University of Transport (Moscow Institute of Transport Engineers),  
Moscow  
*levchuktv@yandex.ru*

## **USING IMAGING TECHNIQUES IN THE STUDY OF THE TOPIC "DIFFERENTIATION AND INTEGRATION OF FUNCTIONS OF A COMPLEX VARIABLE"**

The actual problems associated with teaching mathematics to foreign military personnel and practical ways to overcome the language barrier, the difference between the school curriculum in Russia and the curriculum in countries near and far abroad and the adaptation of foreign cadets are considered. On the example of the topic "Differentiation and integration of functions of a complex variable", the use of circuit models of educational material, involving the folding of information, which makes the process of assimilation and use of knowledge from foreign military personnel more efficient, is shown.

**Keywords:** visualization methods, teaching mathematics, foreign military personnel, circuit models, function of a complex variable, differentiation, integration.

Обучение математике в военном вузе имеет целью освоение базовых математических методов, необходимых для анализа и моделирования устройств, процессов и явлений, поиска оптимальных решений, выбора наилучших способов реализации этих решений, методов обработки результатов численных и натуральных экспериментов. Формирование личности курсанта как военного специалиста, развитие его интеллекта и способности к логическому и алгоритмическому мышлению. Учебные и воспитательные цели, которые ставятся перед российскими и иностранными курсантами в образовательном процессе, одинаковы. Получение иностранными курсантами глубоких знаний и навыков решения математических задач зависит не только от методики преподавания данной дисциплины, но и от уровня владения русским языком.

Иностранным курсантам тяжело воспринимать информацию во время занятий. Основное внимание уделяется специфической терминологии, правилам введения конспекта, развитию устной речи. Также в процессе обучения иностранных курсантов решаются такие задачи, как восстановление забытых знаний, умений, навыков; приобретение новых знаний, составляющих разницу между школьной программой России и программой обучения в их родной стране; расширение и углубление знаний до уровня, на котором базируется преподавание в вузе; адаптация иностранных курсантов.

Опыт работы с учащимися дальнего зарубежья выявил следующие проблемы:

1. сложность уяснения математических терминов и понятий;
2. ограниченность словарного запаса;
3. трудности восприятия связного текста.

Преподавательская практика позволила выработать несколько способов преодоления описанных выше проблем. Максимально эффективным методом решения является использование более простых, доступных для понимания речевых конструкций. Не прибегать к фразеологизмам, диалектизмам, большому количеству синонимов, применять в речи слова в их прямом значении. При подготовке к занятиям преподавателю приходится адаптировать научный текст, путем избирания важной информации, с сохранением основного смысла изучаемых понятий. Использование связного текста на слайдах во время презентаций показало себя малопродуктивным методическим приемом. Переписывание со слайдов приводит к потере большого количества времени.

Следует отметить, что преподавание математики, по сравнению с преподаванием дисциплин гуманитарного цикла для иностранных курсантов, имеет ряд преимуществ. Связано это, в первую очередь, с тем, что язык математики – международный. Международная система регламентирует написание формул, математических обозначений, логических символов, формулировку определений, давая возможность общаться преподавателям и курсантам на едином математическом языке. Унифицированный язык математики дает возможность курсантам в

процессе самоподготовки пользоваться литературой, справочными материалами, пособиями на родном языке, что облегчает процесс обучения.

Для обеспечения наглядности материала, эффективно применение графиков, таблиц, схем, рисунков, опорного материала по теме. Схемные модели учебного материала предполагают свертывание информации, что позволяет избегать сплошного текста, минимизировать количество новых для обучающихся слов, делает более эффективным процесс запоминания и использования знаний при решении задач. «Сжатие» информации, то есть представление в компактном виде, так же дает возможность систематизировать и выделять главное в содержании. А мыслительная деятельность при изучении математики будет основана не только на логическом мышлении, но и на образном, то есть к процессу усвоения материала подключается и правое полушарие мозга. Освоение учебного материала предполагает составление схем в уме, и при необходимости обучаемый может восстановить и «развернуть» весь текст. Таким образом, такой подход обоснован психологическими и физиологическими механизмами обработки и применения знаний [1].

В последнее время методы визуализации широко применяются в школьном образовании, в том числе, и на уроках математики, поскольку именно математике присуща наибольшая абстрактность [2].

Учителя используют различные приемы, которые позволяют преодолеть трудности, связанные с изучением математики у школьников, опирающимся на абстрактно-логическое мышление:

1. мультимедийные презентации;
2. интеллект-карты;
3. облако слов;
4. инфографика.

Принципы когнитивной визуализации показали свою эффективность и при обучении математике иностранных военнослужащих. Учебный материал, содер-

жащий большой объём текста на иностранном языке плохо воспринимается учащимися, а компактное расположение в определенной системе, выделение важных по смыслу пунктов способствуют лучшему запоминанию и усвоению [3].

Рассмотрим использование приемов визуализации при изучении темы «Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного». На изучение данной темы в тематическом плане отводится пять занятий: два лекционных и три практических. Освоить методы интегрирования и дифференцирования функций комплексного переменного вызывает затруднения и у российских курсантов. Сжатие информации, создание схем, по которым учебный материал может быть изложен, позволяет учесть особенности дифференцирования и интегрирования функций комплексного переменного, обобщить изученные ранее методы в разделе «Математический анализ».

Понятия функции, производной в точке, комплексные числа, дифференцирование и интегрирование, системы уравнений изучаются курсантами в разделах «Математический анализ» и «Аналитическая геометрия и линейная алгебра». При изучении темы «Дифференцирование и интегрирование функций комплексного переменного» необходимо актуализировать и обобщить полученные ранее знания и обратить внимание на особенности методов решения.

Необходимое и достаточное условия дифференцируемости функции комплексного переменного представлено на рисунке 1.

**Функция комплексного переменного**

$$w = f(z) = u(x, y) + j \cdot v(x, y)$$

дифференцируемая, если

- 1)  $u(x, y), v(x, y)$  – дифференцируемы в точке  $(x_0, y_0)$ ;
- 2) выполняется условие Коши-Римана

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}; \\ \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}. \end{cases}$$

Рис. 1 Условия дифференцируемости функции комплексного переменного

Далее, исходя из определения дифференцируемости функции, рассматриваются методы дифференцирования (рисунок 2) и интегрирования (рисунок 3) функций комплексного переменного.

### Дифференцирование функции комплексного переменного

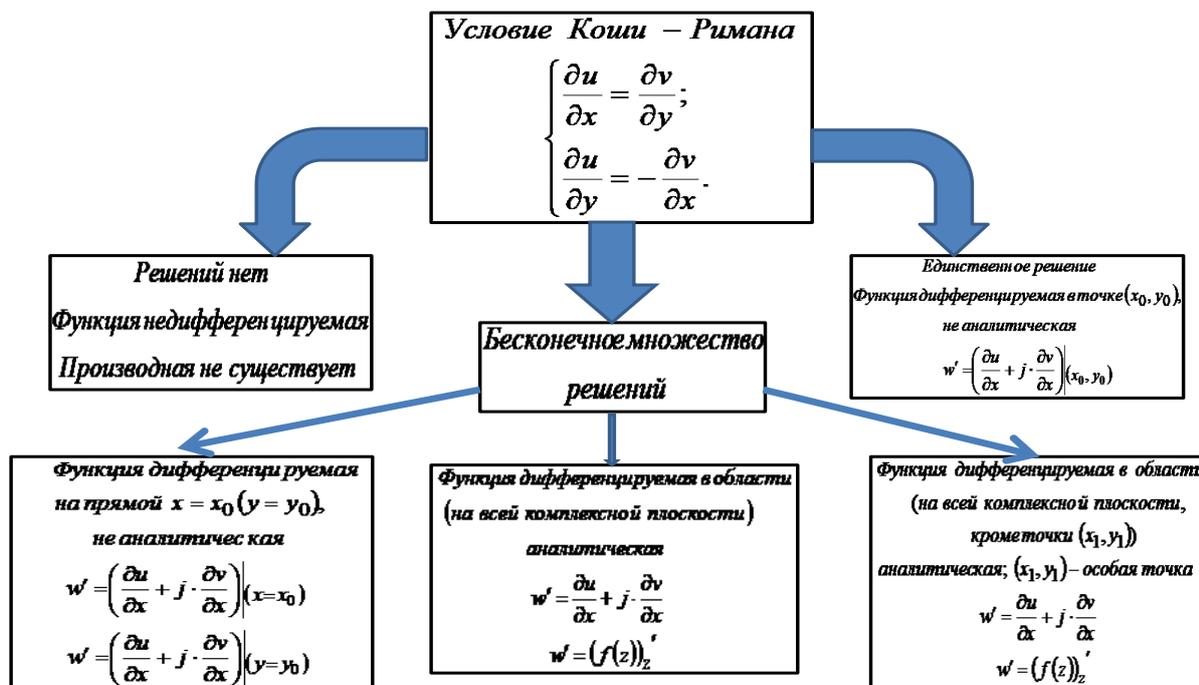


Рис. 2 Методы дифференцирования функций комплексного переменного

### Интегрирование функции комплексного переменного

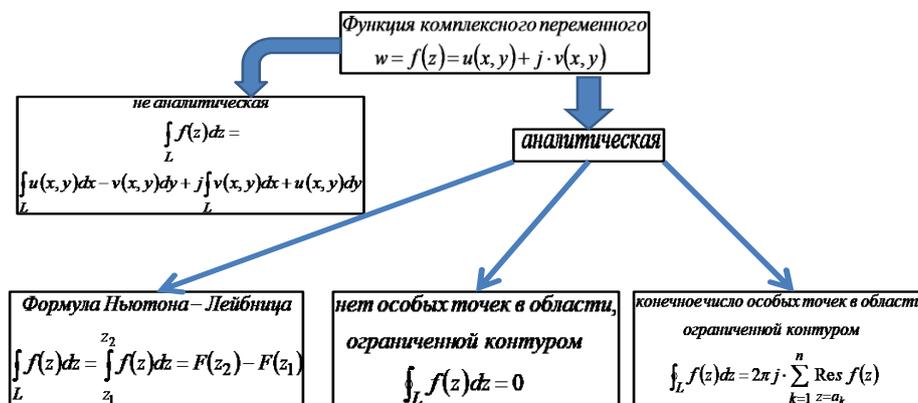


Рис. 3 Методы интегрирования функций комплексного переменного

Исходя из выше изложенного, использование приемов визуализации наиболее эффективный метод преподавания математики для иностранных военнослужащих. Графическое изображение информации помогает повысить эффективность образовательного процесса, систематизировать знания, преодолеть языковой барьер, способствует развитию и поддержанию интереса к математике.

### **Библиографический список**

1. Лаврентьев Г. В. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов / Г. В. Лаврентьев, Н. Б. Лаврентьева, Н. А. Неудахина. – Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, Ч.2, 2004. – 232 с.

2. Трухан И. А., Трухан Д. А. Визуализация учебной информации в обучении математике, ее значение и роль [Электронный ресурс] / И. А. Трухан, Д. А. Трухан // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 10. – С. 113-115. – Режим доступа: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=32992> (дата обращения: 06.02.2022).

3. Украинец Н. В. Способы визуализации учебной информации в работе с иноязычным текстовым материалом / Н. В. Украинец // Общественные и гуманитарные науки : материалы докладов 84-й научно-технической конференции, посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с международным участием), Минск, 03-14 февраля 2020 г. – Минск : БГТУ, 2020. – С. 401–403.

УДК 372.851

**И. В. Кучеренко<sup>1</sup>, А. В. Мищенко<sup>2</sup>**

Новосибирское высшее военное командное училище, г. Новосибирск

*kucher@ngs.ru<sup>1</sup>*

*mavr59@ngs.ru<sup>2</sup>*

### **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ НА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MS EXCEL**

В статье описан новый подход к проведению лабораторной работы по дисциплине «Высшая математика». Этот подход позволяет в рамках учебного занятия сосредоточиться на

исследовательской стороне работы. С целью интенсификации и повышения качества учебного процесса разработаны интерактивные электронные формы на базе табличного процессора MS Excel. Применение разработанных электронных форм позволяет повысить эффективность лабораторного занятия, глубину и качество проработки учебного материала, расширить у обучающихся навыки анализа и оценки достоверности получаемых результатов

**Ключевые слова:** лабораторная работа, линейная алгебра, электронные средства обучения, вычислительный эксперимент.

**I. V. Kucherenko<sup>1</sup>, A. V. Mishchenko<sup>2</sup>**

Novosibirsk Higher Military Command School, Novosibirsk

*kucher@ngs.ru<sup>1</sup>*

*mavr59@ngs.ru<sup>2</sup>*

## **COMPUTING EXPERIMENT ON LABORATORY CLASS IN LINEAR ALGEBRA USING THE MS EXCEL**

The article discusses a new approach to conducting laboratory class in the discipline "Higher Mathematics". This approach allows the study session to focus on the research side of the work. In order to intensify and improve the quality of the educational process, interactive electronic forms based on the spreadsheet MS Excel have been developed. The use of the developed electronic forms makes it possible to increase the efficiency of laboratory classes, the depth and quality of study of educational material, to expand the skills of students in analyzing and evaluating the reliability of the results obtained.

**Keywords:** laboratory class, linear algebra, e-learning tools, computing experiment.

Рабочая учебная программа по дисциплине «Высшая математика» содержит такой вид занятий как лабораторная работа, на которых учащиеся отрабатывают практические навыки применения математических методов в профессиональных и исследовательских задачах. Лабораторная работа по линейной алгебре, являясь логическим завершением соответствующего раздела учебной дисциплины, предназначена для практического закрепления навыков решения систем линейных уравнений, должна содержать элементы научного исследования и способствовать формированию целостного восприятия учащимися изученного раздела учебной дисциплины.

В соответствии со сложившейся практикой обучения математике, лабораторная работа заключается в исследовании систем линейных алгебраических уравнений и сравнении различных методов их решения. Авторы поставили перед собой задачу по расширению исследовательской части лабораторной работы в

рамках одного учебного занятия. В связи с этим возникла необходимость в использовании новых подходов к проведению лабораторной работы с учетом новых технических возможностей, в частности, с привлечением электронных средств обучения. Данная статья является логическим продолжением ранее опубликованных работ [1, 2].

Лабораторная работа является видом практических учебных занятий, предусмотренных учебным планом, на которых учащиеся:

- закрепляют, развивают и детализируют теоретические знания, полученные на лекциях и практических занятиях;
- получают новую информацию по изучаемой дисциплине;
- приобретают практические навыки исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- приобретают навыки самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами, навыки проведения эксперимента, анализа и обобщения полученных результатов.

Главной идеей лабораторного эксперимента является сопоставление некоторого реального явления, происходящего в природе или технике, подчиняющегося известным теоретическим закономерностям, с практическим экспериментом (опытом). Сравнивая результаты эксперимента с теоретическими данными, учащиеся могут сделать выводы о точности эксперимента или достоверности самой теории. Последнее восходит к философскому принципу: «практика – критерий истины».

Традиционно лабораторные работы, как вид учебного занятия, широко используются в естественно-научных дисциплинах: физике, химии, биологии. Также они применяются и в технических дисциплинах: электротехнике, гидравлике, технической механике, сопротивлении материалов, теории механизмов и машин, аэродинамике, конструкторских дисциплинах. Правомерность и практическая значимость опытов, проводимых в указанных дисциплинах, не вызывает сомнения.

Так о каком же эксперименте может идти речь в математике? Ответ здесь следующий: в математике должен быть поставлен *вычислительный эксперимент*. Специалистам, выполняющим различные прикладные исследования с помощью математических моделей, он хорошо известен. В качестве математического объекта может выступать какая-либо математическая процедура или метод, например, нахождение определенного интеграла, производной функции, решение алгебраических и дифференциальных уравнений (систем уравнений) и т.п.

Для получения результата эксперимента, выполняемого над математическим объектом, необходимо ввести определенный набор исходных данных. При проведении вычислительного эксперимента требуется также протестировать математический объект на изменение результата при изменении исходных данных. Анализ данных изменений позволяет сделать выводы о степени доверия к результатам.

Человеку, несведущему в математике, может показаться странным, что степень доверия к полученному математическому результату, а именно, его точности, не всегда легко предсказуема, а зависит от самих исходных данных и параметров, а также характеристик объекта. Данный вопрос требует специального аналитического исследования или проведения вычислительного эксперимента. Результатом исследования является вывод об *устойчивости решения*, то есть чувствительности его к малым изменениям в исходных параметрах задачи. По А. М. Ляпунову решение является устойчивым, если малым изменениям начальных данных соответствуют малые изменения в результатах. Для вычислительных проблем линейной алгебры чаще используется термин «обусловленность» по отношению к задаче и «устойчивость» по отношению к ее решению [3, с. 90].

Для иллюстрации можно привести простой пример неустойчивого решения системы двух линейных алгебраических уравнений (пример 1):

$$\begin{cases} 100x + 99y = 199, \\ 99x + 98y = 197. \end{cases} \quad (1)$$

Указанная система (1) имеет единственное решение  $x = 1$ ,  $y = 1$ . Рассмотрим возмущенную систему, два коэффициента которой отличаются от коэффициентов исходной на 0,01:

$$\begin{cases} 100,01x + 99y = 199, \\ 99x + 97,99y = 197. \end{cases} \quad (2)$$

Приближенным решением системы (2) будет пара чисел  $x = 2,9311$ ;  $y = -0,9509$ , существенно отличных от решений исходной системы (1). Таким образом, решение системы (1) является неустойчивым, так как малым изменениям коэффициентов (входные данные) соответствуют большие изменения её решения (выходные данные). В практических задачах, если коэффициенты системы являются результатом каких-либо измерений, аналогичная ситуация встречается достаточно часто.

В данной статье предлагается проводить лабораторную работу по линейной алгебре, комбинируя «ручное» решение системы с вычислительным экспериментом. Основная цель лабораторной работы – исследовательская, поэтому остановимся подробнее на принципах ее формулирования.

Согласно [4] «*исследование* – вид систематической познавательной деятельности, направленной на получение новых знаний, информации, на изучение определенных проблем на основе специальных стандартизированных методов (эксперимент, наблюдение и т.д.)». Основная роль преподавателя на лабораторной работе – направляющая, связанная с формулировкой целей, путей ее достижения и выдачей подходящего математического материала.

Исследование устойчивости системы линейных уравнений и поиск её корректного решения являются отдельными математическими задачами [3, с. 179–182] примерно равной трудоемкости. На практике достоверность решения часто проверяется вычислительным экспериментом – решается ряд задач с различными входными данными и на основе анализа множества полученных решений

делается вывод о его качестве. Поэтому в рамках лабораторной работы организация вычислительного эксперимента согласуется с существующей практикой научных исследований и позволяет использовать только знания и методы, полученные курсантами в ходе изучения темы «Линейная алгебра», не выходя за пределы учебной программы дисциплины.

Исследовательская цель лабораторной работы тесно связана с *учебной целью занятия* в виде осмысления, обобщения и интеграции теоретических знаний и практических навыков курсантов по изученной теме. Причем данная цель достигается уже на новом уровне – выполненном самостоятельно исследовании – вычислительном эксперименте.

Важное значение имеет воспитательная цель – воспитывать у курсантов чувство уважения к математике как удобному и универсальному инструменту описания Мира, прививать навыки математической и информационной культуры.

Применительно к лабораторной работе по теме «Системы линейных уравнений» исследовательскую цель можно сформулировать как *исследование заданной системы линейных уравнений на предмет существования её решения, его единственности и устойчивости на основе аналитического решения и вычислительного эксперимента*.

Учебная цель – *представлять пути решения задачи, выбирать наилучший из изученных для данной задачи метод решения, выполнять линейные преобразования матриц, анализировать правильность полученного решения*.

Анализировать правильность полученного решения можно несколькими способами – прямой подстановкой в исходную задачу, сравнением решений, полученных разными методами, в том числе с помощью специальных программ. Согласно [5] «элементы исследования в лабораторных работах по математике реализуются с помощью... анализа хода решения задачи, выявления возможных причин накопления погрешности численного решения».

Предлагается включить в лабораторную работу три вопроса:

- исследование системы линейных уравнений методом Гаусса;

- решение этой же системы по правилу Крамера;
- исследование устойчивости решения рассмотренной системы на основе вычислительного эксперимента.

Так как вопрос исследования решения на устойчивость на лекционных и практических занятиях не рассматривается, то для самостоятельной подготовки курсантов к лабораторной работе следует им выдать установочный пример совместной системы второго порядка с единственным решением, не обладающим свойством устойчивости (например, система (1) с решением и выводами). При подготовке занятия следует обратить внимание, что расчетные модели для проверки устойчивости курсанты выбирают самостоятельно, большее число проведенных вычислительных экспериментов, выполненных над одним объектом, повышает достоверность вывода. Итогом лабораторной работы будет увеличение вычислительного опыта и качественно новое знание.

С целью интенсификации и повышения качества учебного процесса для проведения лабораторной работы по линейной алгебре авторами разработаны интерактивные электронные формы на базе табличного процессора Microsoft Excel. Интерактивные электронные формы содержат следующие разделы:

- инструкция пользователя;
- первое задание, частично автоматизированное и включающее анализ системы уравнений по теореме Кронекера-Капелли, приведение матрицы системы к верхнему треугольному виду методом Гаусса и ее решение «вручную»;
- второе задание, позволяющее с помощью интегрированных в электронную таблицу формул получить решение по правилу Крамера с проверкой невырожденности системы линейных уравнений;
- третье задание, в котором проводится самостоятельный вычислительный эксперимент и анализируется устойчивость решения системы уравнений;
- автоматически формируемый отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа проводится в компьютерном классе под руководством преподавателя. Интерактивные формы должны быть загружены на рабочий стол компьютеров до начала занятия. Основное техническое требование –

наличие табличного процессора MS Excel. Каждый учащийся выполняет свое задание за отдельным рабочим местом.

В начале занятия преподаватель проводит инструктаж, доводит цели занятия и разбирает установочный пример. Нужно подчеркнуть, что методы линейной алгебры достаточно трудоемки при «ручном» счете, но допускают программную реализацию. Однако применение программ не должно быть излишне формализованным, поэтому в учебных целях в интерактивных формах для получения окончательных результатов учащимся предложено часть действий выполнять в «ручном» режиме. Необходимо глубоко разбираться в поставленной задаче и уметь оценивать достоверность полученных результатов. Далее учащиеся получают индивидуальное занятие, читают инструкцию, уясняют порядок выполнения и приступают к работе. Фрагмент инструкции приведен на рисунке 1.

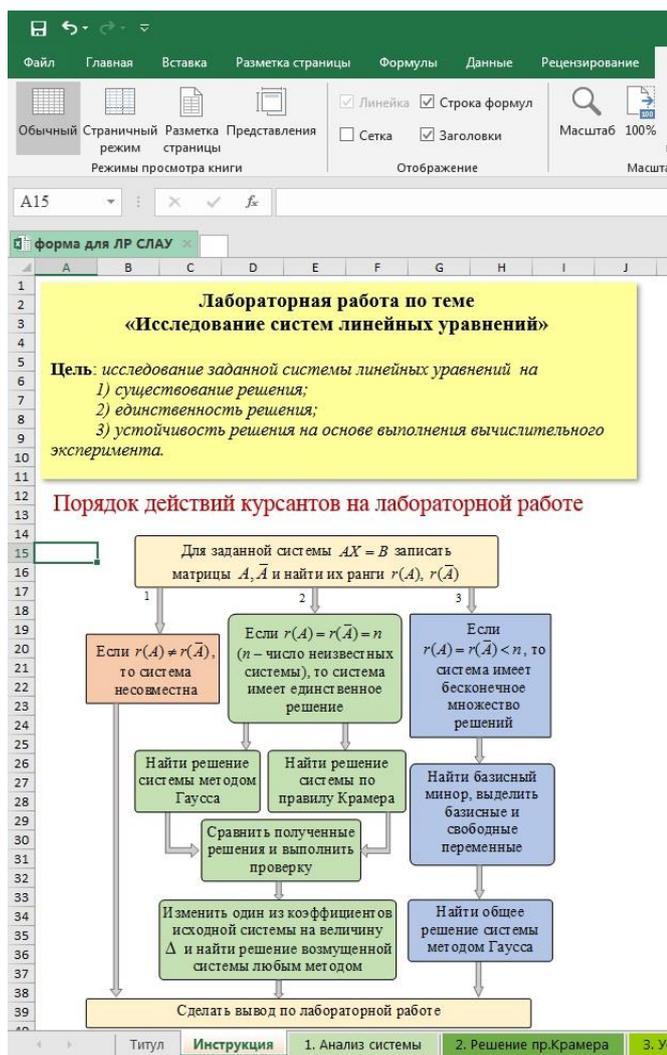


Рис.1 Фрагмент инструкции Excel программы

Поля для ввода исходных значений на страницах заданий выделены зеленым и голубым цветами. Блоки, выделенные желтым цветом, содержат указания и пояснения. Программа наглядно иллюстрирует этапы решения задачи, например, приведение расширенной матрицы системы к треугольному виду. Интерактивные электронные формы содержат формулы, позволяющие минимизировать вычислительную работу и особое внимание уделить качеству решения задачи.

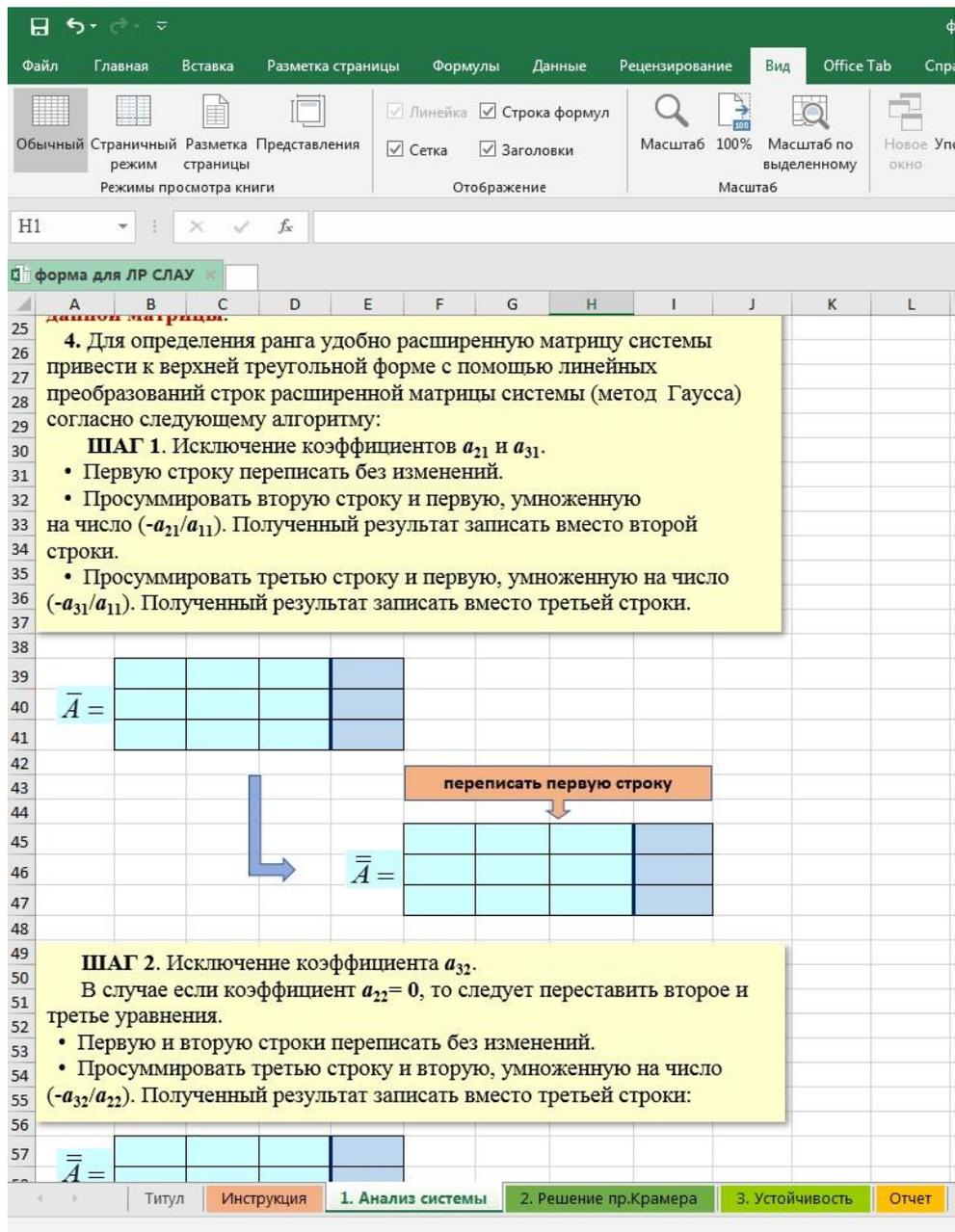


Рис. 2 Фрагмент Excel программы, посвященный методу Гаусса

За счет экономии учебного времени становится возможным рассмотреть вопрос устойчивости решения, который обычно в курсе математики не рассматривается. Соответствующий вычислительный эксперимент можно проиллюстрировать следующим примером.

Пример 2. Сравнить решения следующих систем:

$$\text{а) } \begin{cases} 3x + 4y + 2z = 2 \\ x + y + 4z = 8; \\ 2x - y - 3z = 0 \end{cases} \quad \text{б) } \begin{cases} 3x + 4y + 2z = 2 \\ x + 1,1y + 4z = 8. \\ 2x - y - 3z = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Очевидно, что система (б) является *возмущенной системой* (а), при этом изменять можно один или несколько коэффициентов, в данном случае на величину  $\Delta = 0,1$  изменён второй коэффициент второго уравнения. Точным решением системы (а) является тройка чисел (2; -2; 2). Решение системы (б) – набор чисел (2,05; -2,065; 2,06) – имеет погрешность, меньшую  $\Delta$  – погрешности исходных данных, поэтому решение системы можно считать устойчивым. На рисунке 3 приведен соответствующий фрагмент Excel программы.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<b>Исследование устойчивости решения системы линейных уравнений</b>									
2										
3										
4										
5	<b>Устойчивость решения</b> - это его чувствительность к малым изменениям значений исходных значений коэффициентов системы.									
6										
7	<b>Если малым изменениям коэффициентов исходной системы соответствует малое изменение решения, то оно считается устойчивым.</b>									
8										
9										
10										
11										
12	Коэффициенты исходной системы:					Решение исходной системы:				
13										
14	$A =$			$B =$				$x_1 =$		
15	3	4	2	1	4	2	8	2	-2	2
16	1	1	4	2	-3	0	x <sub>2</sub> =	-2	2	2
17	2	-1	-3							
18										
19	<b>1. Ввести вручную коэффициенты возмущенной системы, изменив один из коэффициентов исходной системы на величину <math>D = 0,01</math>:</b>									
20										
21										
22	$\tilde{A} =$					$\tilde{B} =$				
23	3,00	4,00	2,00			2,00				
24	1,00	1,10	4,00			8,00				
25	2,00	-1,00	-3,00			0,00				
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										
82										
83										
84										
85										
86										
87										
88										
89										
90										
91										
92										
93										
94										
95										
96										
97										
98										
99										
100										

Рис. 3 Фрагмент Excel программы, посвященный исследованию устойчивости решения

По итогам лабораторной работы должен быть составлен отчет, написание которого можно рассматривать как подготовку курсантов к самостоятельной научной работе. Основные разделы отчета в разработанной программе формируются автоматически, что также способствует экономии учебного времени.

Традиционно курсантам на лабораторной работе предлагается совместная система линейных уравнений третьего порядка с устойчивым решением [6]. Для хорошо подготовленных курсантов коэффициенты можно изменить так, чтобы решение стало не единственным или неустойчивым. Изучение особенностей таких систем расширяет кругозор курсанта и развивает его профессиональные компетенции [1, 7].

В дальнейшем, при изучении темы «Элементы аналитической геометрии на плоскости и в трехмерном пространстве» полезно вернуться к теме лабораторной работы, рассмотреть геометрическую интерпретацию решения совместных и несовместных систем линейных уравнений, его устойчивости или неустойчивости.

Интерактивные электронные формы также можно рассматривать как элемент ЭИОС Училища, позволяющий организовать занятия в локально дистанционной форме. В исключительных ситуациях (пропуск занятия, карантинные мероприятия) курсанты могут выполнить работу самостоятельно.

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Лабораторная работа является эффективной формой учебного занятия для синтеза теоретических знаний и практических навыков обучающихся, получения новых знаний о качестве исследуемого объекта, а также способом воспитания у курсантов самостоятельности и ответственности в принятии решений.

2. Поиск новых форм проведения лабораторной работы и разработка новых электронных средств обучения являются актуальными методическими задачами.

3. Применение разработанных авторами интерактивных электронных форм позволяет повысить эффективность лабораторного занятия в плане глубины и качества проработки учебного материала, сформировать у обучающихся

целостное видение темы «Элементы линейной алгебры», а также расширить их навыки анализа и оценки достоверности получаемых результатов.

### Библиографический список

1. Мищенко, А. В., Волоткович, Д. А. Роль математических и естественно-научных дисциплин в формировании профессиональных компетенций курсантов военного вуза / А. В. Мищенко, Д. А. Волоткович. – Гуманитарные проблемы военного дела. 2019. № 4 (21). С. 175–179.

2. Кучеренко, И. В., Мищенко, А. В. Вычислительный эксперимент на лабораторной работе по математике / И.В. Кучеренко, А.В. Мищенко. – Передовой педагогический опыт обучения и воспитания курсантов НВВКУ. Методический сборник. Новосибирск: НВВКУ, 2021. – с. 28–35.

3. Уилкинсон, Дж. Х. Алгебраическая проблема собственных значений / Дж. Х. Уилкинсон. – М.: Наука. 1970. – 564 с.

4. Социологический энциклопедический словарь. Редактор-координатор – академик РАН Г. В. Осипов. – М.: Издательство НОРМА. 2000. – 488 с.

5. Артищева, Е. К., Сеницына, Т. В. Лабораторный практикум по математике как средство формирования исследовательской компетентности студента технического вуза / Е. К. Артищева, Т. В. Сеницына. – Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2016. Сер. Филология, педагогика, психология. № 1. С. 65–71.

6. Лабораторная работа № 1 / С.И. Перегудина – НВВКУ, 2014. 14 с.

7. Артюхина, О. Ф. Решение математических задач прикладной направленности как способ развития профессиональных компетенций курсантов военных вузов / О.Ф. Артюхина. – Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки», 2017. – № 14 (том 2). – с. 687–690. – URL: <http://Alley-science.ru>.

**Л. М. Лучшева<sup>1</sup>, О. А. Морозова<sup>2</sup>, С. М. Андреев<sup>3</sup>**  
Военная академия материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулева, г. Санкт-Петербург  
*lucseva@mail.ru<sup>1</sup>*  
*torimo@mail.ru<sup>2</sup>*  
*sergej-andreev@yandex.ru<sup>3</sup>*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН В ВОЕННОМ ВУЗЕ**

В статье описываются особенности преподавания гуманитарных дисциплин в военном вузе. Гуманитарные дисциплины способствуют формированию мировоззрению, ценностно-смысловой ориентации курсанта. Изучение дисциплин гуманитарного профиля формирует разного рода умения, навыки и компетенции, которые будут востребованы в дальнейшей профессиональной деятельности военнослужащего. Рассматриваются основные методы и тенденции в преподавании гуманитарных дисциплин в военном вузе.

**Ключевые слова:** гуманитарные дисциплины, методы преподавания, высшее военное учебное заведение, курсанты.

**L. M. Luchsheva<sup>1</sup>, O. A. Morozova<sup>2</sup>, S. M. Andreev<sup>3</sup>**  
Military Academy of Logistics named after General of the Army  
A.V. Khrulev, St. Petersburg  
*lucseva@mail.ru<sup>1</sup>*  
*torimo@mail.ru<sup>2</sup>*  
*sergej-andreev@yandex.ru<sup>3</sup>*

## **FEATURES OF TEACHING HUMANITIES IN A MILITARY UNIVERSITY**

The article describes the features of the organization of independent work of cadets, which contribute to the success of training in a military university. The level of self-assessment of cadets and the success of training were determined. The relationship was revealed using the Pearson r-criterion between cadets' self-esteem and success in educational activities. The results obtained make it possible to state the revealed positive relationship between self-esteem and learning success. It is concluded that with the growth of success in educational activities, the level of self-esteem of the cadet increases.

**Keywords:** cadets of a military higher educational institution, self-assessment, learning success.

В современном мире растет потребность в подготовленных специалистах, но не просто подготовленных, а хорошо знающих свое дело, у которых сформир-

рованы на высоком уровне необходимые компетенции. Исходя из этого, повышается роль всей системы высшего образования, а вместе с ней значимость преподавания гуманитарных дисциплин.

В высших военных учебных заведениях гуманитарные дисциплины не являются профилирующими, но они являются дисциплинами, входящими в обязательную часть учебного плана.

К дисциплинам гуманитарного и социально-экономического цикла относятся история, философия, культурология, психология, педагогика и др. Безусловно, на них отводится небольшой бюджет времени и, как правило, изучаются на младших курсах, но вместе с тем, именно гуманитарные дисциплины позволяют приобрести курсанту тот фундамент, ту основу личности, которая составит основу будущей профессиональной деятельности.

Роль преподавателя дисциплин гуманитарного профиля очень значима, и в последнее время все больше возрастает, так как именно он формирует ценностно-смысловую основу личности курсанта. Но, большинство курсантов технических вузов ориентированы на изучение дисциплин имеющих прикладной характер, информационных технологий, физико-математических профиля.

Руководящими документами МО РФ предусмотрены разнообразные виды учебных занятий часть из них применяются в преподавании гуманитарных дисциплин, например, такие как лекции, семинары, практические занятия, групповые упражнения и занятия, теоретические конференции, контрольные работы и др.

У курсантов технических вузов преобладают особые виды мышления, например, такие как практическое, логическое, творческое и т.д. Поэтому при изучении гуманитарных дисциплин у них могут возникать трудности определенного характера, выражающиеся в том, что курсантам трудно рефлексировать свои мысли, переживания, абстрагироваться от конкретных примеров или ситуаций. Помощь преподавателя будет заключаться в структурировании предложенного для изучения материала в виде схем, наглядных таблиц, слайдовых презентаций, определенных шаблонов.

Гуманитарные дисциплины часто носят смысловой, ценностно-ориентированный, мировоззренческий и патриотический характер, поэтому дословное или механическое запоминание, не носящее лично-ориентированный характер не приемлемо в данном случае.

Поэтому обучение гуманитарным дисциплинам должно строиться на следующих основах: формировании заинтересованности курсантов в преподаваемой дисциплине; подача учебного материала должна быть эмоционально окрашенной; опираться на визуальную поддержку; практико-ориентированный характер учебного материала (разбор задач, ситуаций, примеров из будущей профессиональной деятельности).

Со стороны преподавателя необходимо глубокое владение учебным материалом, знание особенностей преподаваемой дисциплины, владение диалоговыми приемами обучения и обратной связи с курсантами.

В преподавании гуманитарных дисциплин можно использовать разные виды заданий: например, при изучении дисциплины «Психология и педагогика», «История», «Философия» курсанты могут составлять кроссворды по изученным темам, тесты и задачи за которые им проставляются дополнительные баллы [1].

Хорошо себя зарекомендовали методы визуальной подачи учебного материала. Это может быть просмотр видеороликов, фильмов об исторических событиях или персоналиях, слайдов. Визуализация учебного материала может носить эмоциональный характер, быть яркой, красочной и визуально привлекательной, что всегда способствует более качественному восприятию и запоминанию.

Теоретические конференции являются одним из методов преподавания гуманитарных дисциплин. На профильной кафедре можно запланировать проведение конференций, к участию в которых привлекаются курсанты, изучающие гуманитарные дисциплины. Темы конференций могут носить разнообразный характер, например, такие как «Подвиг Дмитрия Михайловича Карбышева – память на века», «Победа. История и современность», «Офицер – благородный защитник Отечества, имя честное, звание высочайшее» и т. д. Курсанты совместно

с преподавателями должны приготовить доклады, презентации, для этого они работают в архивах и библиотеках, обращаются к справочникам и предметным каталогам, посещают музеи и научные конференции, обращаются к поисковым системам сети Интернет [2]. Изучение рекомендованной преподавателем литературы необходимо начинать с учебных, учебно-методических пособий и учебников, затем рассматривать научные монографии, периодические издания и научные статьи. Кроме этого курсант может самостоятельно подбирать интересующий его материал, тогда преподаватель выступает в роли консультанта и координатора. Преподаватель может обучить курсанта формировать личный архив, каталогизировать используемые источники, данный навык будет в дальнейшем актуален при изучении других дисциплин и работе над курсовым и дипломным проектом.

Доклады, сообщения, выступления являются формой представления результатов своих научных достижений, являются формой публичного выступления, которое должен освоить курсант. Навыки публичного выступления, которые осваивает курсант, будут востребованы не только для коммуникации в своем подразделении, но и в дальнейшей деятельности военнослужащего. По своей форме сообщения, доклады представляют собой краткое изложение полученных результатов, выводов, сути изучаемой проблемы, изложение имеющихся в науке взглядов, а также собственного мнения по изучаемой теме. Именно данные навыки и умения формируются и отрабатываются при изучении гуманитарных дисциплин, а в последующем будут актуальны при изучении технических дисциплин.

Эффективным методом в изучении гуманитарных дисциплин показал себя проектный метод обучения. Данный метод способствует формированию универсальных и общепрофессиональных компетенций будущего военного инженера. Результаты своих изысканий курсанты могут воплотить в военно-историческую работу или научную статью. Тематика военно-научных работ должна носить гуманитарный характер, курсанты на семинарских и практических занятиях могут представлять результаты своих исследований, что, безусловно, будет

способствовать получению дополнительных баллов за изучение гуманитарных дисциплин. Кроме этого, курсант должен выбрать интересную для себя тему, подобрать литературу, составить план исследования, поставить цель, задачи, подобрать методы, разработать эффективность проводимого исследовательского мероприятия. Полученные навыки и умения будут способствовать развитию аналитических способностей, исследовательских и творческих способностей, умений самостоятельной работы. Приобретенные и сформированные навыки и умения, в дальнейшей учебной деятельности будут востребованы курсантом при работе над курсовыми и дипломными проектами [3].

Самостоятельная работа выполняет разнообразные дидактические функции: воспитывает самостоятельность, ответственность, последовательность, систематичность, целеустремленность, развивает культуру умственного труда, и способность добиваться поставленных целей и доводить начатое дело до логического конца, обобщать и анализировать.

При изучении определенных тем и разделов учебных дисциплин основной акцент делается на самостоятельном изучении, это способствует увеличению объема знаний, прочному формированию умений и навыков, овладению приемами будущей профессиональной деятельности. При изучении гуманитарных дисциплин эффективными являются разборы конкретных ситуаций. Курсанты должны опираться на имеющиеся теоретические знания, но применять их при решении задач, связанных с их будущей профессией или повседневной деятельностью курсантов. Решение конкретных ситуаций или практико-ориентированных задач требует от курсанта осмысление имеющейся информации полученной в ходе изучения учебной дисциплины, кроме этого синтез теории и практики, межпредметных связей.

Такие формы работы с курсантами являются огромным ресурсом и мощным мотиватором в изучении гуманитарных дисциплин. Интерес к изучению гуманитарных дисциплин высок, так как мировоззренческая и ценностно-смысловая функция привлекает любого человека, в том числе и военного. Безусловно,

изучение гуманитарных дисциплин в технических военных вузах вызывает определенные трудности, но если в преподавании применять творческий подход, опираться на смысло-жизненные вопросы, позволять размышлять и выражать свою точку зрения, связывать жизненные и практические ситуации, то они станут понятнее и ближе для курсантов.

### **Библиографический список**

1. Антропова, Н. К. Практическая философия (из опыта преподавания философии) // Совершенствование гуманитарных технологий в образовательном пространстве вуза: факторы, проблемы, перспективы. Материалы Всероссийского (с международным участием) научно-методического семинара (г. Екатеринбург, 13 марта 2013 г). Екатеринбург: ФГАОУ ВПО УрФУ, 2013 – С. 5–8.

2. Кузина, Н. В. Методика преподавания гуманитарных дисциплин в высшей школе. Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Н. В. Кузина – Нижний Новгород: изд-во ННГУ, 2019. – 68 с.

3. Шагбанова, Ю. Б. Преподавание гуманитарных дисциплин в высшем учебном заведении: опыт и основные тенденции [Электронный ресурс]. // Мир науки. Педагогика и психология, 2019 №4, Режим доступа: <https://mir-nauki.com/PDF/40PDMN419.pdf> (дата обращения: 01.02.2022).

УДК 378.147.34

**А. Г. Малышев<sup>1</sup>, В. С. Жиренко<sup>2</sup>, Л. М. Новичкова<sup>3</sup>**

Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний,

г. Рязань

*malichevag@mail.ru<sup>1</sup>*

*viktoriazirenko@gmail.com<sup>2</sup>*

*lyudochka.novichkova.17@mail.ru<sup>3</sup>*

**ЗНАЧИМОСТЬ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ  
У СОТРУДНИКОВ УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ  
ПРИ СТРЕЛБЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ**

В данной работе проводится анализ вопросов борьбы со страхами, возникающими у сотрудников при осуществлении стрельбы из пистолета Макарова. Рассматриваются применяемые преподавателями на практических занятиях по огневой подготовке методы борьбы с данными страхами. Также приводятся действенные методы помощи, применяемые практиками, по борьбе с негативными психологическими реакциями, которые могут возникнуть в процессе стрельбы.

**Ключевые слова:** психологическая помощь, сотрудник, огневая подготовка, стрельба, уголовно-исполнительная система, пистолет Макарова.

**A. G. Malyshev<sup>1</sup>, V. S. Zhirenko<sup>2</sup>, L. M. Novichkova<sup>3</sup>**  
Academy of the Federal Penal Service of Russia, Ryazan  
*malichevag@mail.ru<sup>1</sup>*  
*viktoriazirenko@gmail.com<sup>2</sup>*  
*lyudochka.novichkova.17@mail.ru<sup>3</sup>*

## **THE IMPORTANCE OF PSYCHOLOGICAL TRAINING FOR EMPLOYEES OF THE PENAL SYSTEM WHEN SHOOTING IN EXTREME SITUATIONS**

In this paper, the analysis of the issues of combating fears that arise among employees when firing a Makarov`s pistol is carried out. The methods used by teachers in practical classes on fire training to combat these fears are considered. It also provides effective methods of assistance used by practitioners to combat negative psychological reactions that may occur during the shooting process.

**Keywords:** psychological assistance, employee, fire training, shooting, penal enforcement system, Makarov`s pistol.

Применение огнестрельного оружия началось на Руси примерно с 1382 года, когда для обороны Москвы были применены короткоствольные пушки. В ходе развития нашего государства и общества совершенствовались и улучшались тактико-технические характеристики оружия. На данный момент на вооружении у сотрудников УИС неизменно, с 1951 года, стоит пистолет Макарова, именуемый кратко ПМ. Данный пистолет показал свое значительное удобство применения, мобильность, а также эффективность применения, что позволило ему стать принятым на вооружение. Именно с этого момента и началась практика просвещения сотрудников в основах использования и изучения устройства данного огнестрельного оружия, которая реализовывалась в процессе прохождения ими службы и исполнения служебных обязанностей.

Целью исследования является выявление эффективности психологической стрелковой подготовки курсантов вузов ФСИН России средствами служебного биатлона.

Проходя профессиональную подготовку для службы в уголовно-исполнительной системе, сотруднику необходимо освоить множество различных дисциплин, одной из ведущих в которых является дисциплина «Огневая подготовка». Именно в рамках данного предмета сотрудник знакомится с основными теоретическими аспектами при работе с пистолетом Макарова, а также приобретает практические навыки, отрабатывая за учебное время стрельбу. Учебная стрельба, которая осуществляется в образовательных организациях, готовящих будущих сотрудников правоохранительных органов, носит название «Курс стрельб из стрелкового оружия для сотрудников уголовно-исполнительной системы». Однако каким бы ни был необходимым и полезным в дальнейшем применении данный предмет, он все равно вызывает у сотрудников некое чувство страха, тревоги и стресса, которые могут привести к излишней напряженности, следовательно, и изматыванию организма как курсанта, так и офицера постоянного состава. Из этого следует вывод, что нужно проводить психологическую подготовку с сотрудниками как постоянного, так и переменного состава, которая будет учитывать индивидуальные особенности человека, его характер, предрасположенности и темперамент.

Для выявления оптимальной и эффективной психологической подготовки работников системы использовались такие методы исследования, как изучение материала и сравнение изученных данных.

Если рассматривать практический опыт некоторых стран, то можно сделать вывод, что при должном уровне психологической подготовленности и самонастройке курсантов, уровень возникновения страха или каких-либо произвольных действий с оружием, которые мешают выполнению поставленных служебных задач, сводится к минимальной отметке. Экстремальные условия и чрезвычайные ситуации при таком уровне подготовки гораздо меньше оказывают влияние на итог деятельности.

По мнению некоторых ученых, сведущих в основах психологии служебной деятельности, разные условия и разный промежуток времени могут по-разному определить уровень успешности одного того же человека. Причинами данного явления можно считать личные особенности человека, уровень его здоровья как психологического, так и физического, а также особую значимость имеет психологическая готовность к преодолению данных стрессовых ситуаций.

Курсанты и офицеры получают данную психологическую подготовку тремя уровнями:

- во время выполнения курса стрельб на практических занятиях;
- во время проведения сборов, посвященных отработке навыков тактической стрельбы;
- во время проведения соревнований, экзаменов, а также контрольно-проверочных стрельб [5, с. 11–14].

На данный момент в образовательном процессе происходит стандартизация психологической готовности курсантов, так как присутствует жесткая система оценивания, которая ставит в рамки не только самих курсантов, но и самих преподавателей, так как именно пятибалльная система держит в строго определенных рамках. Рассматривая приказ Минюста Российской Федерации от 26.02.2006 г. № 24 «Об утверждении курса стрельб из стрелкового оружия для сотрудников уголовно-исполнительной системы», можно сделать вывод, что оценивание выполнения, даже классического первого упражнения курса стрельб, осуществляется строго по пятибалльной шкале, которая определяет, что от 25 очков ставится оценка «отлично», от 21 – «хорошо», а от 18 – «удовлетворительно», все же, что попало ниже 18 баллов расценивается как «неудовлетворительно».

Данная система оценивания значительно сказывается на общем состоянии здоровья сотрудников и курсантов, а в особенности на состоянии психики последних. Многими учеными доказано, что психологическое состояние человека зависит от различных аспектов: от умственной нагрузки, от напряженности, от

количества переживаний и т. д. В процессе обучения в образовательных организациях ФСИН России многие курсанты часто претерпевают различные состояния организма: от стресса до заболеваний. Это связано с тем, что в процессе обучения они сталкиваются со многими лишениями, трудностями и переживаниями, которые возникают в связи со спецификой службы.

Изучение влияния специфики службы на организм молодых сотрудников все чаще стал привлекать внимание ученых. Некоторые отмечают, что именно в процессе обучения у курсантов проявляется негативное состояние психики: депрессия, усталость, вялость и тревожность. Общаясь с лица переменного состава Академии ФСИН России, мы пришли к выводу, что именно в дни выполнения нормативов по стрельбе не на очки, а на попадания у курсантов значительно ухудшается результат. Это связано с тем, что в такие моменты у ребят возникает страх в получении неудовлетворительной оценки и неуверенность в собственных силах. Все это действует в совокупности с естественным раздражителем - громким звуком, который сопровождает каждый выстрел. В такие моменты наблюдается повышенное психоэмоциональное напряжение, которое без должной профилактики может привести к депрессии или другому психическому заболеванию.

Анализ вышесказанного приводит к тому, что сотрудникам необходима психологическая помощь и поддержка в процессе осуществления курса стрельб, так как под воздействием таких сильных стресс-факторов у них могут развиваться различные негативные психические проявления. Для профилактики данных проявлений необходимо проводить различные мероприятия по релаксации и переключению, также значительно могут помочь физические нагрузки, количество которых значительно уменьшилось у курсантов на данный момент в связи с противоэпидемическими мерами по предотвращению развития новой коронавирусной инфекцией. Из чего следует, что на данный момент многие курсанты переживают больше стресса, нежели в период очного обучения, так как не могут должным образом переключиться со стресса, полученного в процессе стрельб, и не имеют возможности заниматься физической активностью, которая сейчас ограничена. У молодого поколения остается всего один способ избавления от

стресса- релаксация, которая также имеет сокращенный вариант, так как полноценно отдохнуть и погрузиться в полный самоанализ в век гаджетов и стремительного развития общества не получится, так как будет много отвлекающих элементов: например, сообщение о готовящейся проверке или построения на территории учебного заведения. Кто-то может сказать, что при желании можно отгородиться от таких негативных влияний современных средств связи, но в связи со спецификой обучения в ведомственных учебных заведениях и постоянного ожидания сбора группы, простое отключение телефона на время создает также определенный стрессовый фактор, проявляющийся в тревожном ожидании.

Далее стоит отметить, что неправильная организация и психологическое воздействие на курсантов в процессе организации курса стрельб могут привести к развитию боязни выстрела или вообще выполнения определенных действий с огнестрельным оружием.

С целью помощи преподавателям по пресечению возникновения страха у сотрудников уголовно- исполнительной системы, можно предложить создание индивидуально направленных программ психологической подготовки. Такими индивидуально направленными программами можно обозначить следующие примеры:

- разработка индивидуальных практических занятий по отработке техники стрельбы;
- тренировка мышечной памяти, которая основана на многократном повторении упражнений по стрельбе в работе с огнестрельным оружием;
- тренировка собственной реакции на промахи и попадания с целью исключения переоценки или недооценки своих способностей. [1, с. 4].

Еще с древних времен осуществляются различные практики по подготовке бойцов к выполнению операций и действий в условиях стресса и влияния различных негативных факторов. Если отмечать развитие психологии в области подготовке сотрудников к проведению стрельб, то стоит отметить, что данная область является сравнительно молодой сферой научной разработки.

Рассматривая различные способы борьбы со стрессом, которые применялись в прошлом, мы разработали собственные рекомендации, которые могут способствовать повышению психологической подготовленности сотрудников, а также борьбе со страхами, возникающими у постоянного и переменного состава.

Мы решили большее внимание уделить первоначальной подготовки сотрудников по выполнению действий с огнестрельным оружием. Преподавателям мы предлагаем разработать план проведения индивидуальных занятий с каждым курсантом, чтобы определить характер индивидуальной обработки спуска крючка, стиля обращения с оружием при проведении стрельб, так как у каждого из нас определен свой стиль организации своего организма при обработке выстрела, которые стоит учитывать и грамотно подбирать, ведь мы не универсальны и не идентичны. Наш план должен основываться на том, что:

- каждый человек выбирает наиболее удобную для него позу, которая помогает ему для более устойчивой постановки: ноги могут быть на ширине плеч перпендикулярно расставлены по отношению к мишени, параллельно или же одна нога может незначительно выдаваться вперед.

- также есть различие в том, как человек организует дыхание и спуск курка: кому-то гораздо удобнее после вдоха задерживать дыхание, а кому-то после выдоха;

- хват оружия тоже важен. У разных людей он тоже различен: однако стоит отметить, что правильным признается уверенный, устойчивый, но в то же время нервно не пережимающий хват. Нужно отучать курсантов осуществлять пережимание пистолета, так как это приводит к увеличению силы напряжения, и может возникнуть тряска, которая негативно сказывается на точности выстрела [3, с. 56–58]. Для того, чтобы научить курсантов правильному хвату, необходимо проводить с ними релаксационные занятия, на которых они научатся правильно контролировать свое тело, а значит, в определенные моменты напрягать или расслаблять его [6, с. 13–16].

Данный план может помочь в процессе индивидуальных занятий с сотрудниками, так как она содержит основные положения, над которыми стоит работать и которые нужно совершенствовать. Из этого следует, что психологическая подготовка играет важную роль в процессе организации курса стрельб, ведь морально неготовый человек вряд ли сможет стать профессионалом своего дела.

Однако есть такой феномен в стрельбе, который свидетельствует о том, что сотрудники и курсанты, которые впервые стреляют из огнестрельного оружия, имеют достаточно высокие показатели. Такое обстоятельство связано с тем, что они являются неподготовленными к такому обстоятельству как отдача. Они не ждут выстрела и не испытывают страха, что позволяет им держаться уверенно и стрелять намного точнее, чем люди, которые уже несколько раз практиковались в стрельбе на учебных занятиях. Это связано с тем, что у таких стрелков еще не развился такой инстинктивный рефлекс, как реакция на оглушительный выстрел, сопротивление отдаче с целью минимизации ее действия. Это является свидетельством того, что как только человек реально осознает суть выстрела, у него появляются внутренние психологические страхи, искоренение которых является одной из первостепенных задач преподавателя в процессе подготовки профессионалов к стрельбам [2, с. 623–626].

Для того чтобы минимизировать действия данных рефлексов необходимо проводить практическую психологическую помощь по борьбе с сопротивлением по отношению к отдаче и страху громкого звука. Как пример можно использовать такую практику:

Преподаватель без ведома стрелка снаряжает магазин, но при этом вместо боевого патрона устанавливает учебный или не снаряжает вовсе, что приводит к отсутствию воспроизводства выстрела, однако стрелок по незнанию все равно ожидает выстрела и инстинктивно одергивает руку сопротивляясь отдаче. Данная практика производится до тех пор, пока человек не перестанет ожидать отдачи выстрела. После этого, опять же по незнанию стрелка, преподаватель сна-

ряжает магазин боевым патроном. Данный выстрел будет неожиданным для производящего выстрел человека, что позволит добиться желаемого результата по психологическому противодействию отдаче [4, с. 45–49].

Из данной практики следует, что данный психологический способ противодействия отдаче позволяет развивать у курсантов единую связь физиологии и психики, что способствует подборке определенного мысленного образа правильности осуществления стрельбы. Данная практика помогает сформировать понимание ощущений и эмоций, которые человек испытывает при выполнении упражнений по стрельбе. При выполнении упражнений с учебными патронами у абсолютно любого курсанта проявляются даже мельчайшие ошибки, которые он осуществляет на ранних этапах и в дальнейшей работе с боевыми снарядами, ожидая выстрела и отдачи. Однако после перехода от учебных снарядов к боевым, у курсанта результаты улучшаются. Все это происходит по тому, что именно в процессе данной тренировки у него в подсознании формируется мастерский набросок или алгоритм выполнения эффективных действий, которые и способствуют правильной организации ощущений на уровне мышечной памяти.

Подводя итог всему вышесказанному, необходимо уяснить, что в процессе обучения и получения необходимых знаний на различных учебных занятиях курсанты, безусловно, испытывают стресс. Он сказывается на общем состоянии их организма как в физическом, так и в психологическом аспектах. Особенно много стрессовых факторов оказывают влияние на оценку и самого обучающегося в процессе выполнения упражнений из курса стрельб, так как эти факторы воздействуют не только как внутренние установки человека, но и как внешние раздражители. Общеизвестно, что любой стресс негативно сказывается на формировании проблем, связанных с психическим состоянием человека. Именно для профилактики развития таких проблем и необходима психологическая помощь, так как она будет помогать приведению организма в нормальное состояние, которое способствует правильной организации действий человека и контролю над его те-

лом, что немаловажно для осуществления курса стрельб. Следовательно, психологическая подготовка играет одну из важных ролей в обучении сотрудника уголовно-исполнительной системы стрельбе из огнестрельного оружия.

### **Библиографический список**

1. Столяренко А. М. Экстремальная психопедагогика. М., 2002.
2. Глотов В. А. Роль психологической подготовки сотрудников УИС к действиям в экстремальных условиях / В. А. Глотов. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 25 (129). – 623–626 с.
3. Вайнштейн Л. М. Психические состояния стрелка во время стрельбы и возможные пути преодоления вредных стрелковых рефлексов – М.: Издательство ДОСААФ СССР, 1977. – С. 359–434.
4. Вайнштейн Л.М. Стрелок и тренер. – М.: Издательство ДОСААФ СССР, 1977 с.
5. Строилов С. В., Гагиев Б. Х. Огневая подготовка сотрудников УИС методы и приемы ее совершенствования и развития / под общ. ред. С. М. Смолева. 2019. – С. 11–14.
6. Строилов С. В., Борзунова А. А. Влияние поведения стрелка на результат стрельбы: прикладка, дыхание и прицеливание / Под общей редакцией С. М. Смолева. 2018. – С. 13–16.

УДК 374.31

**Ю. М. Мартынюк<sup>1</sup>, С. В. Даниленко<sup>2</sup>, В. С. Ванькова<sup>3</sup>**  
Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого,  
г. Тула  
*juliamart@ya.ru<sup>1</sup>*  
*vsvankova@gmail.com<sup>2</sup>*  
*sv-danilenko@rambler.ru<sup>3</sup>*

### **ПОДГОТОВКА ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ К ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Представлены элементы методики подготовки ИТ-специалистов к осуществлению педагогической деятельности на примере работы кафедры информатики и информационных тех-

нологий факультета математики, физики и информатики ТГПУ им. Л. Н. Толстого по направлению 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем. Приведены примеры содержания изучаемых тем по дисциплине «Теория и методика изучения информатических дисциплин в системе дополнительного образования».

**Ключевые слова:** педагогическая деятельность, преподавание информатики в организациях и учреждениях общего и дополнительного образования, педагог дополнительного образования.

**Yu. M. Martynyuk<sup>1</sup>, S. V. Danilenko<sup>2</sup>, V. S. Vankova<sup>3</sup>**  
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula  
*juliamart@ya.ru<sup>1</sup>*  
*vsvankova@gmail.com<sup>2</sup>*  
*sv-danilenko@rambler.ru<sup>3</sup>*

## **TEACHING COMPUTER SCIENCE IN ORGANIZATIONS AND INSTITUTIONS OF GENERAL AND ADDITIONAL EDUCATION**

The elements of the methodology of training IT specialists to carry out pedagogical activities are presented on the example of the work of the Department of Informatics and Information Technologies of the Faculty of Mathematics, Physics and Informatics of the L. N. Tolstoy TSPU in the direction 02.03.03 Mathematical support and administration of information systems. Examples of the content of the topics studied in the discipline "Theory and methodology of studying computer science disciplines in the system of additional education" are given.

**Keywords:** pedagogical activity, teaching of computer science in organizations and institutions of general and additional education, teacher of additional education.

В традиционную подготовку в вузе студентов направления 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем входят дисциплины, формирующие у выпускников профессиональные компетенции, необходимые для решения задач в области научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности. Данные виды деятельности декларируются практически во всех основных профессиональных образовательных программах (ОПОП) по данному направлению подготовки. Выпускники в рамках данных видов деятельности должны быть готовы к решению профессиональных задач по развитию новых областей и методов применения вычислительной техники; по созданию и применению средств математического обеспечения информационных систем; по разработке программного и аппаратного обеспечения и т.п. Однако, современный этап развития общества диктует настоятельную потребность в профессионалах, способных не только хорошо выполнять свои

функциональные обязанности, но и учить этому других. Причем учеба здесь понимается не только как конкретное взаимодействие наставника, тьютора, руководителя со стажером, молодым специалистом, членом творческого коллектива или команды. В понятие обучения входит и непосредственное обучение школьников, учащихся средних профессиональных учебных заведений, вузов.

Не секрет, что в последнее время существенно возросло количество различного рода учреждений дополнительного образования, предлагающих широкий спектр образовательных услуг по изучению новых интересных дисциплин и предметов, существенно расширяющих рамки традиционной учебной дисциплины с условным названием «Информатика». Здесь и робототехника, и 3D-моделирование, и виртуальная и дополненная реальности, и искусственный интеллект во всех его проявлениях. Данные обстоятельства порождают спрос на специалистов, способных преподавать данные дисциплины на высоком научном уровне, творчески, нестандартно. К сожалению, среднестатистический учитель информатики чаще всего не в полной мере обладает такими способностями. Подобные рассуждения определяют еще одну область деятельности выпускника ИТ-направления подготовки – педагогическую, включающую преподавание информатики в организациях и учреждениях общего и дополнительного образования с методическим обеспечением учебного процесса по данной дисциплине.

С целью формирования и развития профессиональных компетенций в области педагогической деятельности у выпускника ИТ-специальности в действующий учебный план направления подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем наряду с прочими включена дисциплина «Теория и методика изучения информатических дисциплин в системе дополнительного образования». Дисциплина изучается в 5 и 6 семестрах и охватывает не только традиционное содержание методики обучения информатике, но и вопросы, связанные с организацией системы дополнительного образования и внеурочной деятельности по информатике. Такой подход позволяет по-новому взглянуть на изучение отдельных тем общей и частных методик преподавания информатики, т.к. предполагает выход за рамки устоявшихся канонов и

рекомендаций, сложившихся в методической системе обучения школьной информатике.

Определяя содержание данной дисциплины, авторы рассматривали информатику не только как учебный предмет, но и, прежде всего, как интересную занимательную науку, проникающую практически во все сферы деятельности человека, диктующую новые правила жизни, формирующую новый тип мировоззрения. Кроме того, на определение содержания дисциплины существенно повлияло осознание совершенно новых требований, предъявляемых к современному педагогу, среди которых выделяют:

- ориентацию в информационном поле больших массивов данных;
- создание и реализацию проектов различной направленности и тематики;
- помощь в определении и реализации траектории жизни учеников;
- работу в пространстве разных культур и смыслов.

С этой точки зрения в первом семестре изучения дисциплины рассматривается, например, тема «Различные роли учителя нового времени», в рамках которой студенты анализируют содержание таких понятий, как коуч, тьютор, фасилитатор, модератор, эдвайзер, тренер, выявляя их общие черты и различия. Здесь же студенты определяют качества педагога, способного наполнить смыслом работу своих учеников, вовлечь их в процессы творчества, размышления и самосовершенствования на основе доверия к себе, личных ценностей и убеждений.

Педагог дополнительного образования осуществляет обучение в рамках внеурочной деятельности, результатом которой является непосредственный итог участия ребенка в какой-либо деятельности; приобретение им знаний, опыта, формирование ценностей. Под эффектом внеурочной деятельности понимаются последствия результата, влияние приобретения на процесс становления и развития личности ребенка. Различия этих двух понятий: результат и итог раскрываются при изучении темы «Внеурочная деятельность». Здесь студенты устанавли-

вают преимущества внеурочной деятельности, определяемые добровольным характером и свободным выбором. Анализ специфики различных видов внеурочной деятельности позволяет сконцентрироваться на наиболее распространенных из них: кружок, студия, клуб, мастерская. В качестве задания студентам предлагается определить направленность и тематику занятий на кружках с условными названиями «Я рисую мир», «AI друг», «Окно в мир», «Без кода», «Весь мир в кармане», «Райтер-копирайтер» и др.

Необходимость работы с одаренными детьми в рамках дополнительного образования диктует настоятельную потребность изучения темы «Олимпиады по информатике». Здесь формируется понимание сущности олимпиадных задач, представляющих собой опережающие задания, и олимпиад, выступающих в роли порогов сложности ученика. На лабораторных занятиях студентам предлагается раскрыть специфику олимпиад по информатике, которую составляют: опора на технологичность – использование компьютерной среды соревнований; способы реализации идей в виде компьютерной программы; умения и навыки по обнаружению и устранению ошибок в решении; оценка результатов посредством компьютера, который является средством реализации идей и отклика на ошибочное решение; умения работы с автоматизированными тестирующими системами т.п. Данные качества легко определить специалисту, четко представляющему себе специфику программирования. Кроме того, студенты решают задачи, предлагаемые на прошедших олимпиадах разных уровней, пробуя себя в качестве наставника команды, участвующей в олимпиаде.

Особого внимания в изучении данной дисциплины требует тема «Инновационные формы организации учебной деятельности», в которой рассматриваются наиболее востребованные и перспективные формы организации обучения: квест, интеллектуальная онлайн-игра (квиз, викторина и т.п.), интеллектуальный флешмоб и др. В рамках данной темы студенты знакомятся с различными онлайн-сервисами для подготовки и проведения подобных мероприятий ([learningapp.org](http://learningapp.org), [learnis.ru](http://learnis.ru), [socrative.com](http://socrative.com), [kahoot.com](http://kahoot.com), [quizizz.com](http://quizizz.com) и др.) [1, с. 58], [2, с.161]. Разобраться с данными сервисами может даже начинающий, но только

IT-специалист способен проникнуть в специфику данных инструментов, глубже осознав тем самым их назначение. Лабораторные занятия по данной теме способны превратиться в увлекательную интеллектуальную игру.

Следует отметить, что рассматриваемая дисциплина находится в стадии становления и апробации её содержания и методики изучения. Какие-то вопросы уточняются, вносятся коррективы в порядок и время изучения отдельных тем, меняются формы и средства обучения. Однако, сравнительная «молодость» дисциплины «Теория и методика изучения информатических дисциплин в системе дополнительного образования» не влияет на её значимость в подготовке специалиста IT-направления подготовки, способного на высоком качественном уровне осуществлять педагогическую деятельность по обучению информатике. Умный, творческий специалист, обладающий солидными знаниями из разных областей и умеющий применять эти знания при решении различных задач, составляет основу дальнейшего успешного развития общества.

### **Библиографический список**

1. Ванькова В.С. Актуальные образовательные ресурсы в содержании дисциплины «Современные методики в обучении информатике / В. С. Ванькова, Ю. М. Мартынюк, Б. П. Ваньков, С. В. Даниленко// Informative and communicative space and a person : materials of the VIII International scientific conference on April 15-16, 2018. – Prague : Vedecko vydavatelske centrum «Sociosfera-CZ», 2018. – P. 57–60.

2. Гербут С. С. Методические особенности использования интернет-сервисов в разработке контента электронных образовательных ресурсов / С. С. Гербут, С. В. Даниленко, Ю. М. Мартынюк // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. № 2 (54). – Н. Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2019. – С. 158–165.

**Е. В. Неберт<sup>1</sup>, И. К. Неберт<sup>2</sup>**

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,

г. Ярославль

*Elenanebert@mail.ru<sup>1</sup>*

*ultrakiller381@gmail.com<sup>2</sup>*

## **ЗАДАЧИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ В ВОЕННОМ ВУЗЕ**

В статье рассматривается методика обучения аналитической геометрии с использованием задач профессиональной направленности. Аналитическая геометрия изучается на первом курсе военного вуза и является основой для изучения многих специальных дисциплин. Профессионально-ориентированные задачи для повышения познавательного интереса к начальному формированию профессиональных компетенций. В статье представлены примеры использования задач профессиональной направленности для проведения практических занятий раздела «Аналитическая геометрия и линейная алгебра».

**Ключевые слова:** задачи профессиональной направленности, аналитическая геометрия, познавательный интерес, военные инженеры, военный вуз.

**E. V. Nebert<sup>1</sup>, I. K. Nebert<sup>2</sup>**

Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl

*Elenanebert@mail.ru<sup>1</sup>*

*ultrakiller381@gmail.com<sup>2</sup>*

## **TASKS OF PROFESSIONAL ORIENTATION IN TEACHING ANALYTICAL GEOMETRY AT A MILITARY UNIVERSITY**

The article discusses the methodology of teaching analytical geometry using professional orientation tasks. Analytical geometry is studied in the first year of a military university and is the basis for the study of many special disciplines. Professionally oriented tasks to increase cognitive interest in the initial formation of professional competencies. The article presents examples of the use of professional-oriented tasks for conducting practical classes in the section «Analytical geometry and linear algebra».

**Keywords:** tasks of professional orientation, analytical geometry, cognitive interest, military engineers, military university.

Одним из разделов высшей математики является аналитическая геометрия, которая развивает пространственное мышление и формирует умение давать оценку изучаемых объектов в  $n$ -мерном пространстве. Прикладная направленность обучения данного раздела связана с современной концепцией построения

образовательных систем, направленных на приоритет развития личностных качеств, обучающихся средствами предмета. Для реализации принципа профессиональной направленности обучения используются задачи с физическим, техническим или военным направлением. Профессиональная направленность задач на практических занятиях вызывает познавательный интерес и дает положительную мотивацию к обучению, поскольку позволяет установить связи между фундаментальными математическими понятиями и их приложению на практике, позволяют подумать, осмыслить и выявить полезную информацию. Специалист, владеющий математическим аппаратом в решении различных вопросов практической деятельности, всегда востребован работодателем, поэтому актуально применять принцип профессиональной направленности в процессе обучения курсантов.

Большая часть учебно-методической литературы не содержит специализированных задач из-за сложности их расчетов, невозможности отделить часть аналитической геометрии от дифференциального исчисления, но элементы таких расчетов можно использовать в практических занятиях дисциплины «Аналитическая геометрия», сделав уклон в военную тематику. Актуальным для военных инженеров является качество военного образования, в том числе математических расчетов при выполнении военных операций. Возьмем следующие данные: в сентябре 2018 г. была организована переправа (форсирования) правительственных войск через реку Евфрат российскими военными. Данное событие заложило успех наступления в восточном направлении для окончательного освобождения территории САР от боевиков. Приведем примеры некоторых задач, связанных с возможными расчетами.

*Пример 1.* Между точками  $A$  и  $B$ , течёт река с приблизительно параллельными берегами. Нужно построить через реку мост под прямым углом к его берегам так, чтобы путь от точки  $A$  до точки  $B$ , был кратчайшим. Составить параметрические и канонические уравнения прямых, проходящих через две точки ( $A$  и  $E$ ), ( $D$  и  $B$ ), по точке  $E$  и нормальному вектору  $\overline{ED}$ .

Точки  $A(1; -3; -2)$ ,  $C(8; 0; -4)$ ,  $D(4; 8; -3)$ ,  $E(-3; 5; -1)$ ,  $B(0; 16; -2)$ .

*Указание:* Провести через точку  $A$  прямую, перпендикулярную к направлению реки, и отложить отрезок  $AC$ , равный ширине реки. Через точку  $C$  провести прямую, соединяющую ее с точкой  $B$ . Получим точку пересечения берега реки  $D$ . В этой точке нужно построить мост  $ED$ , перпендикулярно берегам. Соединим  $E$  с  $A$ , получаем путь  $AEDB$  – кратчайшее расстояние. ( $ACDE$ – параллелограмм, рис.1). Составляем по заданным координатам параметрические и канонические уравнения.

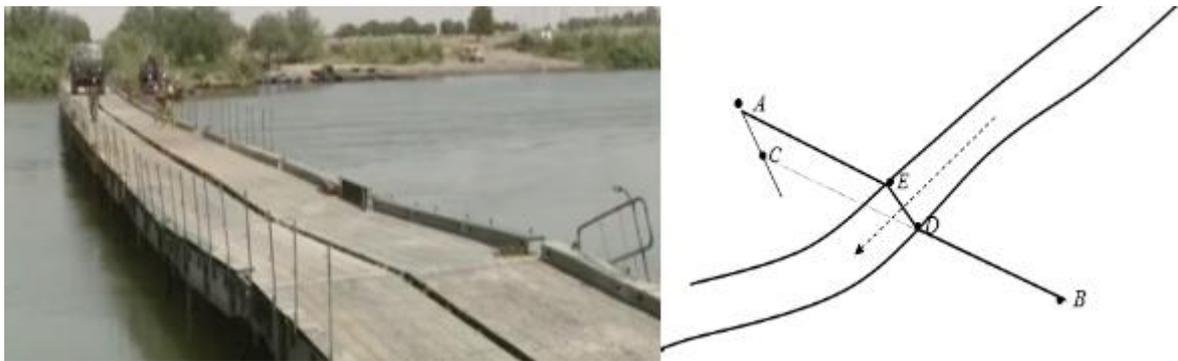


Рис.1 Иллюстрация к примеру 1

*Пример 2.* В зону военных действий необходимо доставить 95 единиц пунктов управления (ПУ), 100 единиц зенитно-артиллерийских комплексов (ЗАК) и 185 единиц (ЗРС+РТС) (зенитно-ракетных средств и радиотехнических средств). Для их доставки к пункту назначения имеется три вида транспорта. Загрузка может осуществляться в соответствии с матрицей:

Вид транспортировки	Воздушный	Морской	Наземный	Количество
ПУ	3	2	1	95
ЗАК	4	1	2	100
ЗРС+РТС	3	5	4	185

Требуется рассчитать количество оборудования для транспортировки груза, используя все виды транспорта. Получаем расширенную матрицу с тремя неизвестными, которую можно решить различными способами. Акцентируем внимание на возможность добавления нужного количества переменных данных

(например, стоимостные характеристики) и выполнения экономических расчетов, решения задач на снижение расходов по доставке.

Основой фортификационного оборудования рубежей и позиций в САР, стало создание внешнего земляного вала высотой 2,5–3 метра с оборудованием в нем ячеек для наблюдения и ведения огня, создание выносных позиций на дальность до 150–200 метров для ведения огня из танка (БМП, БТР, ЗУ и других видов боевой техники) [1, с. 22].

*Пример 3.* Рассчитать приблизительный объем котлована под танк для фортификационного оборудования рубежей (рисунок 2). Рассмотреть альтернативные варианты быстровозводимого сооружения.

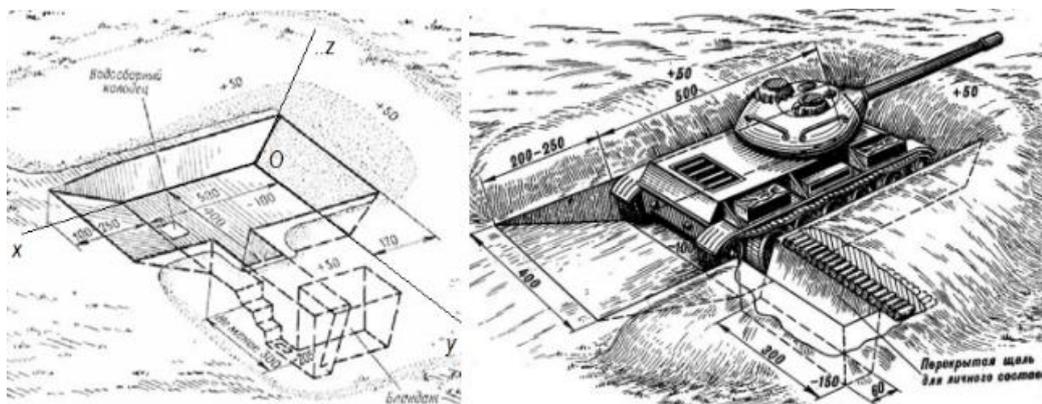


Рис. 2 Иллюстрация к примеру 3

*Решение.* Введем систему координат в котором  $O$  – точка начала координат совпадает с левым углом сооружения. Тогда рассматривая смешанное произведение трех векторов, которое равно объему параллелепипеда, построенному на этих векторах, произведем расчет земляных работ. Примерный объем грунта составит  $8 \cdot 4 \cdot 3 = 96$  кубометров. При наличии землеройной техники средней производительности типа ПЗМ-2, БТМ-3, МДК-2М время работы на сооружение составит 1 час.

В связи с отсутствием землеройной техники в местах ведения военных действий, нашло применение использование быстровозводимых габионов типа ГНТ-1 и ГНТ-2. Например тактико-технические характеристики ГНТ-2 составляют после заполнения грунтом  $3,6 \times 0,9 \times 1,2$  м. Их количество для

создания вышеуказанного фортификационного оборудования рубежей составит приблизительно 14 штук.

*Пример 4.* Докажите, что треугольник (рисунок 3), образованный наклонной дальностью, высотой полета самолета и горизонтальной дальностью РЛС прямоугольный, если координаты самолета  $A(3; -1; 6)$ , координаты РЛС  $B(-1; 7; -2)$ ,  $C(1; -3; 2)$ .

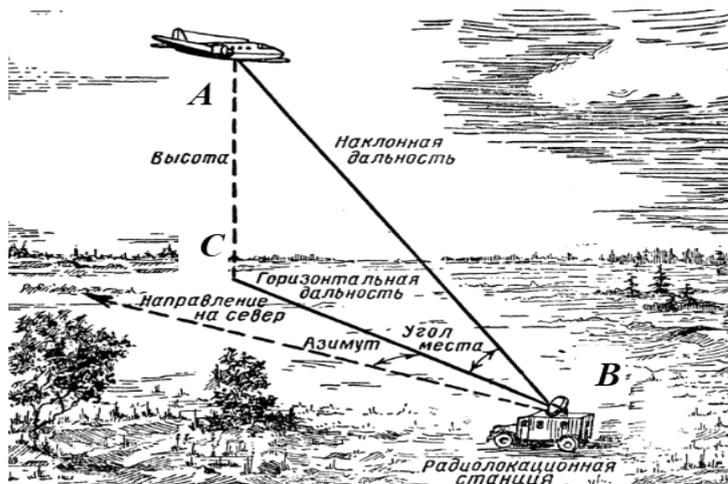


Рис. 3 Иллюстрация к примеру 4

Для разминирования самодельных взрывных устройств в Алеппо САР вооружёнными силами РФ использованы мобильные робототехнические комплексы. Математическая модель, описывающая навигацию робота к цели определяется в полярных координатах с  $\rho$  – расстоянием до цели и  $\varphi$  – азимутом (азимут – угол между осью  $Ox$  и направлением на цель).

*Пример 5.* В полярной системе координат постройте линии движения робота, заданные следующими уравнениями:

$$\text{а) } \rho = \cos \varphi, 0 < \varphi < \frac{\pi}{2}; \text{ б) } \rho = \frac{9}{4 + 5 \cos \varphi}; \text{ в) } \rho = \sin 2\varphi.$$

Для исследования движения исполнительного механизма манипулятора в пространстве используют метод преобразования координат с матричной формой записи. Координаты стрелы манипулятора, точки  $P$ , определяют в прямоугольной декартовой системе как матрицу размерностью  $3 \times 3$  преобразования трехмерного вектора положения в евклидовом пространстве.

переводящую его координаты из повернутой (связанной) системы отсчета  $OUVW$  в абсолютную систему координат  $OXYZ$ . Рассмотрим две правые прямоугольные системы координат (рисунок 4): система координат  $OXYZ$  с осями  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$  (фиксированная) и система  $OUVW$  с осями  $OU$ ,  $OV$ ,  $OW$  (подвижная). В точке  $O$  расположены и совпадают начала этих систем [2, с. 17].

Если точка  $P$  фиксирована, то ее координаты в данных системах соответственно  $P_{uvw} = (p_u; p_v; p_w)^T$ ,  $P_{xyz} = (p_x; p_y; p_z)^T$ . При повороте системы  $OUVW$  вокруг какой то из трех основных осей на некий угол, изменяются координаты  $(p_x; p_y; p_z)$ . Необходимо определить матрицу  $R$ , которая преобразует координаты  $p_{x,y,z} = R \cdot p_{u,v,w}$ . Тогда соответствующие матрицы

имеют вид: 
$$R_{x,\alpha} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}; \quad R_{y,\varphi} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & 0 & \sin \varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \varphi & 0 & \cos \varphi \end{bmatrix};$$

$$R_{z,\theta} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

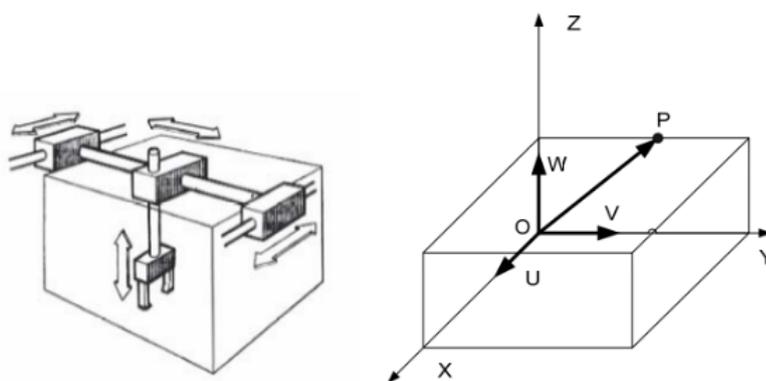


Рис. 4 Иллюстрация к примеру 5

Описание точек трехмерного ( $n$ -мерного) пространства однородными координатами приводит в матричные преобразования, содержащие одновременно поворот вокруг осей, параллельный перенос, сдвиг и преобразование перспективы, т. е. (положение и ориентацию) в абсолютной системе отсчета [2, с. 34].

*Пример 6.* Найти матрицу поворота звена манипулятора, закрепленного неподвижно в точке  $O$  при последовательном выполнении поворотов его вокруг осей вначале на угол  $\varphi = 45^0$  вокруг оси  $OY$ , затем на угол  $\theta = 30^0$  вокруг оси  $OW$ , и на угол  $\alpha = 60^0$  вокруг оси  $OU$ .

*Решение:*  $R = R_{y,\varphi} \cdot R_{w,\theta} \cdot R_{u,\alpha}$ .

$$R = \begin{bmatrix} \cos \varphi & 0 & \sin \varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \varphi & 0 & \cos \varphi \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix}.$$

$$R = \begin{bmatrix} \cos 45^0 & 0 & \sin 45^0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin 45^0 & 0 & \cos 45^0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos 30^0 & -\sin 30^0 & 0 \\ \sin 30^0 & \cos 30^0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos 60^0 & -\sin 60^0 \\ 0 & \sin 60^0 & \cos 60^0 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{6}}{4} & \frac{2\sqrt{6}-\sqrt{2}}{8} & \frac{\sqrt{6}+2\sqrt{2}}{8} \\ \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{4} & -\frac{3}{4} \\ -\frac{\sqrt{6}}{4} & \frac{\sqrt{2}+2\sqrt{6}}{8} & \frac{2\sqrt{2}-\sqrt{6}}{8} \end{bmatrix}.$$

Постепенно можно усложнять материал, используя представление матриц через углы Эйлера, матрицу композиций преобразований, решать задачи кинематики. Такие задачи являются эффективным средством соединения теории с практикой и формирования профессиональной компетентности военных инженеров.

Для обратной связи проводилось тестирование курсантов 1 курса. Всего в тестировании приняло участия 140 курсантов, которые ответили на ряд вопросов. Приведем некоторые вопросы:

1. Приобретаете ли Вы на занятиях по математике практические навыки военного инженера?
2. Сможете ли вы применить свои математические умения в практических расчетах, в реальных (боевых) условиях?

3. Считаете ли Вы проведение математических олимпиад различного уровня, участия в научной деятельности необходимым условием для повышения ваших компетенций?

4. В вашей подготовке преобладает уровень практических умений над уровнем теоретических знаний?

Представим наглядно ответы в виде диаграммы (рисунок 5).

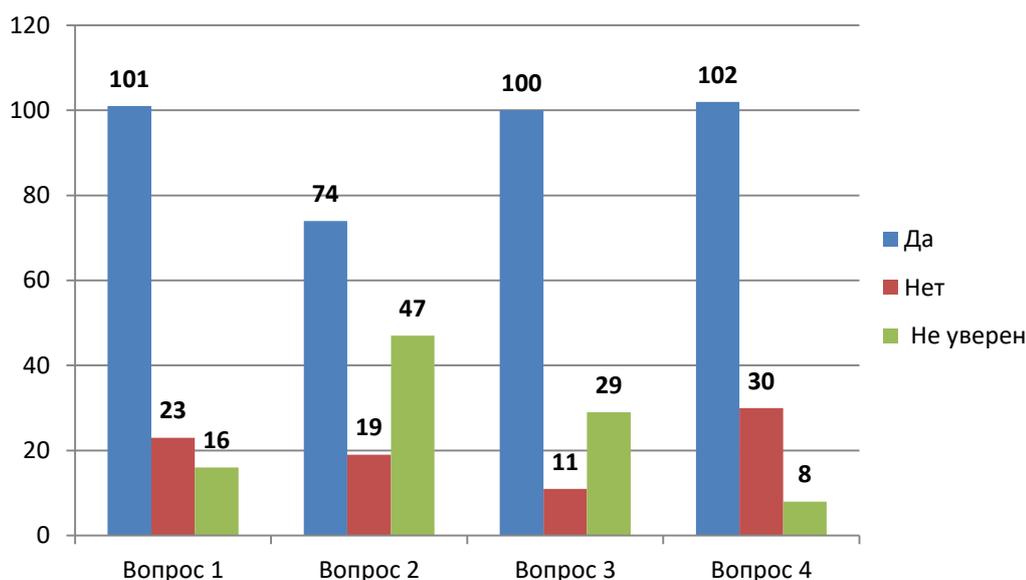


Рис. 5 Диаграмма тестирования

Использование профессионально-ориентированных заданий в учебном процессе позволяют использовать возможности межпредметных связей для качественного усвоения изученного материала, реализовывать дифференциацию на учебных занятиях, способствуют формированию и развитию исследовательских навыков. Оценивая эффективность использования практико-ориентированных заданий на занятиях заметили, что данный метод позволяет повысить интерес к изучению математики, формировать творческое мышление, выявить научный потенциал, привлечь курсантов к занятиям научной деятельностью.

### Библиографический список

1. Корник А. В. Методические рекомендации по внедрению в инженерную подготовку общевойсковых соединений, воинских частей и подразделений видов и родов войск, и подразделений инженерных войск опыта боевых действий

в Сирийской Арабской Республике / А. В. Корник, А. С. Емельяненко, С. А. Галицкий. – Екатеринбург : УИВ, УБП, 2018. – 62 с. – Текст : непосредственный.

2. Климчик А. С., Гомолицкий Р. И., Фурман Ф. В., Сёмкин К. И. Разработка управляющий программ промышленных роботов. / Курс лекций для студентов специальности 1-53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах», Минск, 2008, 131с. / Режим доступа : [https://www.bsuir.by/m/12\\_113415\\_1\\_70397.pdf](https://www.bsuir.by/m/12_113415_1_70397.pdf).

УДК 378

**Л. К. Проскурякова<sup>1</sup>, Н. Н. Морозова<sup>2</sup>**

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, Орёл  
*professor\_n@bk.ru<sup>1</sup>*  
*natalia\_n\_morozova@mail.ru<sup>2</sup>*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ В ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

В статье рассматриваются вопросы приобщения обучающихся к эвристической учебно-познавательной деятельности с целью совершенствования образовательной, развивающей, воспитательной функций математической подготовки. Продемонстрированы некоторые аспекты реализации эвристических приемов к организации учебно-познавательной деятельности при изучении конкретного математического аппарата. Проанализировано влияние привлечения обучающихся к эвристической деятельности на развитие их интеллектуальных творческих способностей.

**Ключевые слова:** математическая подготовка, эвристическая деятельность, эвристические приемы, учебно-познавательная деятельность, дифференцированный подход, исследовательские задачи.

**L. K. Proskouryakova<sup>1</sup>, N. N. Morozova<sup>2</sup>**

The Academy of the Federal Guard Service of the Russian Federation, Orel  
*professor\_n@bk.ru<sup>1</sup>*  
*natalia\_n\_morozova@mail.ru<sup>2</sup>*

## **METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE INTRODUCTION OF HEURISTIC TECHNIQUES IN TEACHING MATHEMATICAL DISCIPLINES AT A TECHNICAL UNIVERSITY**

The article deals with the issues of introducing students to heuristic learning and cognitive activity in order to improve the educational, developmental, educational functions of mathematical

training. Some aspects of the implementation of heuristic techniques for the organization of educational and cognitive activity in the study of a specific mathematical apparatus are demonstrated. The influence of attracting students to heuristic activity on the development of their intellectual creative abilities is analyzed.

**Keywords:** mathematical training, heuristic activity, heuristic techniques, educational and cognitive activity, differentiated approach, research tasks.

Одной из главных задач математического образования является приобщение обучающихся к творческой учебно-познавательной деятельности и развитие ее в процессе обучения математике, но "последнее возможно только через включение в содержание образования различных эвристик ... Это позволяет отнести проблему эвристик ... к числу важных проблем методики обучения математике" [1, с. 3]. Владение основами эффективной эвристической деятельности требуется человеку и в его повседневной жизни, поскольку для успешного решения любой проблемы, ему необходимо уметь всесторонне проанализировать имеющуюся информацию с тем, чтобы понять суть проблемы, и выбрать правильный путь для ее решения, аргументировано принимая или опровергая возникающие при этом идеи (гипотезы), т. е. используя на практике эвристический по своей сути метод проб и ошибок [2].

Таким образом, повышение качества математической подготовки связано с решением двуединой педагогической задачи совершенствования содержания и методики преподавания математических дисциплин с акцентом на развитие способностей обучающихся к творческой, учебно-познавательной эвристической деятельности с целью совершенствования образовательной, развивающей, воспитательной функций математической подготовки.

Задачами, решаемыми в процессе ее реализации являются: целенаправленное знакомство обучающихся с особенностями эвристической деятельности, ее приемами и методами; приобщение обучающихся к эвристической учебно-познавательной деятельности в процессе педагогически целесообразного применения разнообразных эвристических приемов и методов при проведении различных видов учебных занятий и организации внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся; рациональное сочетание продуктивных традиционных и инновационных подходов в преподавании математических дисциплин; развитие

математической культуры и познавательной самостоятельности обучающихся; совершенствование у них навыков эффективной универсальной учебно-познавательной деятельности, включая работу с учебной и научной информацией; развитие культуры продуктивной совместной учебно-познавательной деятельности, в том числе, при решении нестандартных, проблемных задач; стимулирование интереса и мотивации к творческой, эвристической учебно-познавательной деятельности, потребности в освоении новых знаний и умений, личностном росте; воспитание настойчивости, ответственности, инициативы, организованности, рефлексии.

Процесс освоения обучающимися основных средств эвристической учебно-познавательной деятельности в связи с особенностями математической подготовки и образовательными задачами достаточно длительный и трудоемкий. Используемые при его организации методические приемы и подходы отражают специфический характер данного вида деятельности.

Продемонстрируем некоторые аспекты реализации эвристических методов и приемов к организации учебно-познавательной деятельности при изучении конкретного математического аппарата.

Особенности объектов аналитической геометрии (прямые на плоскости и в пространстве, кривые и поверхности второго порядка, плоскости) предполагают, для облегчения оперирования с ними, практически обязательную их визуализацию, что создает возможность для эффективного использования эвристического метода открытых заданий. Обучающимся предлагаются задания на: вариативное представление в символической, словесной и наглядной формах любого из изучаемых плоскостных или пространственных геометрических объектов; классификацию соответствующих объектов; создание авторских наглядных мини-конспектов, систематизирующих информацию об изучаемых геометрических объектах; выяснение геометрических особенностей нового объекта, появляющихся вследствие видоизменения тех или иных характеристик исходного (например, эксцентриситета эллипса, величины полуфокусного расстояния ги-

перболы, параметра параболы, числа переменных в уравнении плоскости, образующей или направляющей цилиндрической поверхности и др.). Выполнение подобных заданий облегчает понимание и запоминание изучаемого учебного материала, а также способствует развитию интуиции, графической культуры, культуры письменной речи обучающихся; формированию умений выполнять всесторонний анализ и сравнение объектов, делать содержательные выводы и обобщения, применять метод символического видения. В дальнейшем метод открытых заданий используется практически на всех этапах изучения математического анализа, исходя из специфики соответствующего математического аппарата, в целях стимулирования процесса его усвоения и развития эвристических способностей обучающихся.

Решение задач по исследованию функций на непрерывность – процесс для первокурсников достаточно сложный и творческий. Для его структурирования, исходя из результатов обсуждения соответствующего теоретического материала, составляется универсальное, по этапам реализации, правило исследования на непрерывность элементарной и неэлементарной (то есть заданной несколькими аналитическими выражениями) функций, применение которого существенно упорядочивает процесс исследования. По завершению исследования функции на непрерывность от обучающихся традиционно требуется выполнить построение ее схематического графика, но только вблизи найденных точек разрыва, поскольку, по общему мнению, построение всего графика при отсутствии необходимых знаний из области математического анализа крайне затруднительно. Однако подобное фрагментарное построение графика не позволяет обучающимся создать целостного представления об исследуемой функции и в полной мере понять специфические особенности точек разрыва различного вида (скачка, устранимого разрыва, одностороннего или двухстороннего бесконечного разрыва), что, очевидно, снижает обучающий и развивающий эффект решаемой учебно-исследовательской задачи. Устраняя этот методический просчет и целенаправленно способствуя освоению эвристических методов выдвижения и проверки гипотез, образного видения, обучающимся предлагается выполнить схематический

график функции в полном объеме. В результате они оказываются поставленными перед необходимостью высказывать и проверять определенные гипотезы о форме графика, его расположении в системе координат, привлекая интуицию, синтезируя знания школьного курса математики и аналитической геометрии. Изображение графика функции в целом позволяет не только закрепить определения области непрерывности функции и различного вида точек разрыва, но лучше осознать природу названия этих понятий, а также, опережая учебный план изучения учебной дисциплины, приступить к оперированию с понятиями асимптот, выпуклости и точек перегиба графика, экстремумов функции. При организации построения обучающимися графика функции им могут быть предложены следующие рекомендации (эвристики): находя односторонние пределы в точках бесконечного разрыва, выясняйте знак бесконечно больших величин слева и справа от точек разрыва; дополнительно определяйте пределы функции при  $x \rightarrow +\infty$  и при  $x \rightarrow -\infty$  (если это позволяет область непрерывности функции) и вычисляйте значения функции в нескольких точках из ее области непрерывности; при исследовании неэлементарной функции выполняйте вспомогательный рисунок, на котором изображайте числовую прямую и указывайте аналитическое задание функции в каждом из промежутков области определения функции с тем, чтобы не допускать ошибок при нахождении пределов функции в точках ее возможного разрыва.

Организуя работу обучающихся с учебно-исследовательскими задачами, связанными как с исследованием функций на непрерывность, так и, в последующем, с исследованием графиков функций на выпуклость, перегиб и наличие асимптот, а также с задачами оптимизационного содержания по исследованию на экстремум функций одного и двух переменных, вычислению наименьшего или наибольшего значений функций в заданных областях, важно учитывать, что, несмотря на то, что такие исследования выполняются по выстроенным на занятиях правилам, схемам, то есть алгоритмическим методом, по сути своей они носят эвристический характер, поскольку задействуют различные эвристические операции и приемы.

Изучаемый в дальнейшем понятийно-методический аппарат математического анализа располагает достаточно большими возможностями для целесообразной организации решения практико-ориентированных задач эвристическим (исследовательским) методом математического моделирования, который находит широкое применение при изучении других учебных дисциплин, написании курсовых и выпускных квалификационных работ, а также непосредственно в профессиональной деятельности специалистов. Суть моделирования состоит в «исследовании каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их моделей» [3, с. 816]. При решении практико-ориентированной задачи методом математического моделирования: согласно содержанию задачи строится математическая модель исследуемого объекта или процесса и формулируется собственно математическая задача; выполняется ее решение; устанавливается степень адекватности полученного результата содержанию исходной задачи и осуществляется его трактовка в терминах практической предметной области; при необходимости, построенная модель уточняется или заменяется новой и цикл решения повторяется. Таким образом, процесс решения задачи методом математического моделирования в полной мере содержит все фазы и практически все этапы решения полноценной эвристической задачи [4, с. 53–54], а, учитывая дальнейшую востребованность владения обучающимися методом математического моделирования, можно говорить о большом образовательном значении освоения ими этого метода. В ходе решения задач на математическое моделирование реализуются эвристические методы эмпагии, синектики, смыслового видения. Очень часто решение таких задач организуется в малых группах, что создает реальные возможности продуктивного использования эвристического метода мозгового штурма. Возможны и такие эвристические формы организации решения практико-ориентированных задач, как выполнение проектных заданий, деловая игра, интеллектуальный турнир.

Одним из средств овладения обучающимися эвристическими операциями обобщения и абстрагирования является организация выполнения эвристических

заданий, ставящих обучающихся перед необходимостью по результатам целенаправленно организуемого преподавателем решения одной-двух специально подобранных содержательно или операционно сходных задач предложить обобщенный метод (обобщенное правило) решения целого класса таких задач. Умение обучающихся проводить подобную эвристическую унификацию выполняемых решений избавляет их от необходимости запоминания и использования множества частных приемов, справедливых лишь в определенных, конкретных ситуациях, благодаря замене их обобщенным методом. Например, четко выстроенное решение всего лишь одной задачи на составление уравнений касательной прямой и нормали к параметрически заданной плоской кривой позволяет обучающимся самостоятельно сформулировать и в дальнейшем успешно использовать правило решения аналогичных задач.

Установлено, что большими возможностями для развития эвристических способностей обучающихся располагает такая форма работы как командная интеллектуальная игра. Процесс подготовки и участие в игре способствуют: формированию у членов команд умения осуществлять индивидуальную и коллективную поисковую, исследовательскую, эвристическую деятельность, в том числе, в условиях ограниченного времени проведения игры; расширению кругозора; развитию математического мышления, познавательной активности, способности ориентироваться в нестандартных ситуациях, культуры продуктивной совместной деятельности; воспитанию ответственности, настойчивости и целеустремленности. Вместе с тем, интеллектуальная игра не только стимулирует интеллектуально-личностное развитие ее участников, но предоставляет им исключительные возможности для проявления своих потенциальных возможностей и способностей, которые далеко не всегда удается преподавателю выявить, а обучающимся продемонстрировать в ходе обычных учебных занятий.

При изучении теоретического материала курса математики имеется реальная возможность для освоения обучающимися эвристического метода инверсии в ходе доказательства «двойных» теорем, содержащих в своих формулировках необходимое и достаточное условия, например, теорем об ортогональности двух

векторов, существовании невертикальных асимптот графика функции, или при использовании метода доказательства от противного" для доказательства, например, необходимого условия существования точки перегиба графика или расходимости гармонического ряда.

Корректное применение эвристического метода «индукция» позволяет осуществлять перенос свойства, справедливость которого доказана для двух объектов, на любое их конечное число. Например, теорема о структуре общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения доказывается на примере дифференциального уравнения второго порядка и обобщается на случай уравнения  $n$ -го порядка. Организуя освоение обучающимися эвристического метода «дедукция», важно сформировать у них понимание того факта, что использование при решении задачи любой математической формулы представляет собой процедуру, состоящую (в данном случае) в замене обобщенных параметров формулы конкретными данными задачи. Умение обучающегося при решении стоящей задачи рационально выбрать из множества возможных нужную формулу и корректно ее применить или воспользоваться требуемым правилом есть, в известной мере, проявление степени освоения им дедуктивного метода.

Доходчивыми и убедительными примерами совместной реализации эвристических методов дедукции и индукции с целью демонстрации их особенностей являются простейшие примеры перехода от кратких, обобщенных записей последовательности или ряда, когда задается только их общий член, к развернутым записям с указанием конкретных членов; и, наоборот, – перехода от представления последовательности или ряда несколькими первыми членами к записям формул их общих членов. Рассматривая такие примеры, полезно отметить, что первый переход всегда можно успешно осуществить, тогда как второй – лишь при выявлении закономерностей в конструкциях членов последовательности или ряда, которые не всегда удастся обнаружить.

Применение эвристического метода контрпримеров дает обучающимся возможность лучше понять изучаемые математические понятия и теоремы, обратить внимание на принципиальную значимость всех компонентов их формулировок.

Так, например, методически значимы контрпримеры функций, демонстрирующих тот факт, что необходимые условия точек экстремума функций одного или двух переменных и точек перегиба графика функции одного переменного не являются достаточными, поскольку убедительно аргументируют обязательность использования при исследовании функций соответствующих достаточных условий.

Анализ перечня проявлений эвристических способностей обучающихся [6, с. 65–89] дает основание для вывода о том, что организация учебно-познавательной деятельности по изучению математических дисциплин с ориентацией на развитие эвристических приемов создает реальные условия для формирования и развития таких способностей.

### **Библиографический список**

1. Скафа Е. И. Эвристическое обучение математике: теория, методика, технология / Е. И. Скафа. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2004. – 440 с.

2. Андрианова Г. А. Дистанционные эвристические олимпиады в начальном, основном и профильном обучении // Смыслы и цели образования: инновационный аспект. Сб. науч. трудов / ред. А.В. Хуторской / Г. А. Андрианова, А. В. Хуторской, Г. М. Кулешова. – Москва : Научно-внедренческое предприятие "ИНЭК", 2017. – с. 250–261.

3. Советский энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – Москва : Сов. Энциклопедия, 1985. – 1600 с.

4. Ильясов И.И. Система эвристических приемов решения задач / И. И. Ильясов. – Москва : изд-во Российского открытого университета, 1992. – 140 с.

5. Хуторской А. В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения / А. В. Хуторской. – Москва: Изд-во МГУ, 2003. – 416 с.



**Ю. А. Прохорович**

Филиал Военной академии материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулева, г. Омск  
*prohorovich.yuli@mail.ru*

## **ИЗ ОПЫТА РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Экологизация военного образования важна для воспитания экологично мыслящего военного специалиста. При этом экологическая деятельность является обязательной составной частью выполняемых военно-профессиональных задач. На современном этапе экологическое образование в военном вузе обособлено, а дисциплины специализации и военно-профессионального профиля к экологическому знанию обращаются скорее формально. Поэтому актуальным является разработка действенных методов и средств реализации междисциплинарного взаимодействия с целью формирования эколого ориентированного профессионального мышления курсантов. В статье приведены результаты констатирующего этапа педагогического эксперимента, выявлены и представлены проблемные вопросы, даны методические рекомендации по их разрешению.

**Ключевые слова:** военное образование, междисциплинарные связи, методика обучения экологии.

**Yu. A. Prokhorovich**

Branch of the Military Academy of Logistics  
named after Army General A.V. Khrulev, Omsk  
*prohorovich.yuli@mail.ru*

## **FROM THE EXPERIENCE OF IMPLEMENTING AN INTERDISCIPLINARY APPROACH TO THE STUDY OF ENVIRONMENTAL SAFETY FUNDAMENTALS**

The greening of military education is important for the education of environmentally minded military professionals. At the same time, environmental activities are an obligatory part of the military-professional tasks. At the present stage, environmental education in military higher education institutions is isolated, while the disciplines of specialization and military-professional profile rather formally address environmental knowledge. It is therefore relevant to develop effective methods and means of implementing interdisciplinary interaction in order to develop ecologically-oriented professional thinking in cadets. The article presents the results of the pilot stage of the pedagogical experiment, identifies and presents the problematic issues and gives methodological recommendations for their solution.

**Keywords:** military education, interdisciplinary links, ecology teaching methodology.

В современной образовательной системе военных вузов ключевым фактором, отражающим характер процесса образования и воспитания курсантов, выступает комплекс формируемых компетенций. Очевидно, что предъявляемые в процессе изучения учебных дисциплин требования к результатам их освоения имеют интегративный характер, поскольку предполагают формирование общекультурных, общепрофессиональных, военно-ориентированных профессиональных компетенций средствами каждой дисциплины [1]. Исследователями признается, что экологическая компетентность носит надпрофессиональный характер и является обязательной составляющей профессиональной компетентности специалиста любого профиля, включая военнотружущих [2].

Вопросы о сущности и механизмах развития экологической компетентности курсантов высших военных учебных заведений предметом исследования выступают в трудах Н. В. Будашевой, О. Н. Васиной, П. И. Образцова, Л. А. Пастуховой, О. Н. Пономаревой, О. В. Селезневой, О. А. Старостина, С. А. Шобонова, С. В. Шурыгина и др.

Все сходятся во мнении, что образовательный процесс в целом, его организация и содержание учебных дисциплин в военном вузе должны быть ориентированы на подготовку выпускника, сочетающего в себе функции технического специалиста, командира-управленца и педагога-воспитателя, способного к выполнению требований обеспечения экологической безопасности на основе нормативно-правовых норм РФ, а также активно включенного в процесс формирования основ экологической культуры у своих подчиненных [2–4]. Как показывает опыт и практика обучения экологии в военном вузе, решение поставленной задачи возможно только при экологизации военного образования в целом.

Для этого важно:

– с одной стороны, рассмотреть педагогический потенциал дисциплины «Экология» для решения вопросов междисциплинарной интеграции с дисциплинами специализации и военно-профессионального профиля для обучения курсанта решению практико-ориентированных экологических задач, аналогичных возникающим в реальной военной службе;

– с другой, провести анализ функций и задач военно-профессиональной деятельности для определения роли и места экологических знаний, умений, способностей в системе подготовки курсантов военных вузов [5].

О. В. Селезнева обосновала, что основные идеи курса экологии для военных специалистов, так или иначе, отражают войсковой опыт природоохранной деятельности, преломленный через призму учебных дисциплин разных циклов и образовательных модулей [4]. И. З. Кузьяев дополняет, что «...практически половина изучаемых учебных дисциплин предусматривают в своем составе наличие компонента экологической безопасности» [3].

Иллюстрируем эти положения на примере интеграции дисциплин «Экология» и «Технологии производства».

В 2020-2021 году открыт педагогический эксперимент по реализации междисциплинарного подхода при формировании навыков по обеспечению экологической безопасности в рамках мероприятий военной деятельности. В рамках него объектом исследования выбран процесс реализации междисциплинарных связей в военно-профессиональном образовании, предметом – процесс формирования навыков обеспечения экологической безопасности путем реализации междисциплинарных связей экологии и дисциплин кафедры технологии производства. Цель исследования: выявление и обоснование совокупности организационно-педагогических условий для эффективного управления процессуальным аспектом реализации междисциплинарного подхода к формированию навыков по обеспечению экологической безопасности в рамках мероприятий военной деятельности.

В качестве рабочей гипотезы исследования выдвинуто предположение о том, что выявление и обоснование совокупности необходимых и достаточных возможностей пространственно-образовательной среды позволит обеспечить эффективное формирование навыков по обеспечению экологической безопасности в рамках мероприятий военной деятельности, если:

– реализация междисциплинарных связей будет осуществляться как в образовательной деятельности (на учебных дисциплинах), так и в рамках военной

службы (в частности, при прохождении производственной практики на предприятиях военно-промышленного комплекса);

– для эффективной реализации междисциплинарных связей будет выполнен отбор и интеграция содержания смежных дисциплин; составлены учебные задания междисциплинарного характера, направленные на формирование системы знаний и навыков практической деятельности; организована учебно-познавательная деятельность курсантов по усвоению навыков обеспечения экологической безопасности как при непосредственном изучении экологии, так и на смежных дисциплинах как косвенных продукт формирования военно-профессиональных навыков;

– указанные меры будут находиться во взаимосвязи и взаимообусловленности, обеспечивая в своем единстве эффективность процесса формирования экологической составляющей военно-профессиональных компетенций выпускника военного вуза.

В рамках данной статьи остановимся на методике и результатах проведения констатирующего этапа педагогического эксперимента. На 4 курсе курсанты проходят производственную практику на предприятиях военно-промышленного комплекса. Производственная практика организовывается и проводится в целях закрепления теоретических и практических знаний, полученных при изучении дисциплин профессионального цикла, ознакомления с организацией производства, производственными и технологическими процессами, технологическим оборудованием, экономикой предприятия, вопросами обеспечения безопасности жизнедеятельности на предприятии, методами обеспечения экологической безопасности. Курсанты проходят производственную практику на должностях стажера инженера-технолога участков цехов основного производства: на АО НПК «Уралвагонзавод», на предприятиях ПАО «КАМАЗ» и др.

По прибытии на предприятия проводятся необходимые виды инструктажей по соблюдению производственной дисциплины и требований безопасности на каждом предприятии, но, как правило, без акцента на экологическую безопасность и связанные с ней мероприятия.

Обучающиеся в количестве 160 человек были поделены на 2 группы: контрольную (КГ) и экспериментальную (ЭГ).

Курсанты во время экскурсий по заводу и прохождения практики должны отмечать экологические моменты организации производства, характерные черты соблюдения принципов обеспечения экологической безопасности. При этом:

– для курсантов экспериментальной группы (ЭГ<sub>1</sub>–ЭГ<sub>3</sub>) проведен инструктаж по экологической безопасности, организована встреча с представителями экологической службы предприятия, поставлена задача по заполнению отчета об экологических аспектах производственной деятельности на предприятии (таблица 1) [3];

– курсанты контрольной группы (КГ<sub>1</sub>–КГ<sub>3</sub>) заранее не были информированы о необходимости фиксирования данных связанных с организацией мероприятий по обеспечению экологической безопасности и оценке экологического состояния на территории производственного комплекса и вблизи него, на итоговой встрече по окончании производственной практики им выданы такие же опросники, как и курсантам ЭГ.

Таблица 1

Задания для опроса курсантов при прохождении производственной практики

№	Задания	Примечание
1.	Перечислите объекты и сооружения, которые, по вашему мнению, могут оказывать негативное воздействие на окружающую среду: а) в рабочей зоне предприятия; б) за пределами предприятия	Приведите не менее 5 примеров
2.	Предположите, какие изменения в окружающей среде могут происходить в результате деятельности предприятия	Укажите изменения, происходящие в атмосферном воздухе, водных объектах и на почве
3.	Предположите, как могут сказаться негативные воздействия на окружающую среду со стороны предприятия на здоровье людей: а) работников предприятия; б) жителей населенных пунктов, расположенных вблизи предприятия	Приведите не менее 3 примеров
4.	Какие природоохранные мероприятия, на ваш взгляд, могут снизить негативное воздействие предприятия на окружающую среду	Приведите не менее 3 примеров
5.	По 10-балльной шкале оцените экологическую обстановку на: а) территории предприятия; б) в населенном пункте	0–3 – неудовлетвор.; 3–5 – удовлетворит.; 6–8 – хорошая;

№	Задания	Примечание
		9–10 – отличная
6.	Укажите критерии, которые вы приняли за основу при оценке экологической обстановки на: а) территории предприятия; б) в населенном пункте	Приведите не менее двух критериев
7.	Перечислите природоохранные сооружения, которые вы видели на территории предприятия. Укажите их назначение. Обратите внимание на соблюдение режима их работы	Приведите не менее 3 примеров
8.	Укажите типы природоохранных мероприятий, проводимых на предприятии с целью обеспечения экологической безопасности	Приведите не менее 3 примеров
9.	Укажите типы мероприятий, направленных на рациональное использование ресурсов при выполнении производственных работ	Приведите не менее 3 примеров
10.	Оцените по 10-балльной шкале эффективность природоохранных мероприятий, проводимых на предприятии. Укажите критерии, которые вы приняли за основу при оценке	0–3 – низкая; 4–6 – средняя; 7–9 – высокая; 10 – высокая эффективность
11.	Какие мероприятия природоохранной деятельности, по вашему мнению, возможно проводить в воинских частях	Приведите не менее 3 примеров

Задания из предложенного опросника условно можно разделить на три группы:

- 1) Идентификация и оценка загрязнения (задания 2, 5, 6);
- 2) Выбор методов и средств обеспечения экологической безопасности (задания 1, 4, 7, 8, 10, 11);
- 3) Воздействие производственных факторов на здоровье и благополучие людей (задания 3, 10).

Графическое соотношение результатов опроса представлено на рисунках 1–5.

На рисунке 1 представлено усредненное количественное значение ответов, по идентификации и оценке загрязнения среды.

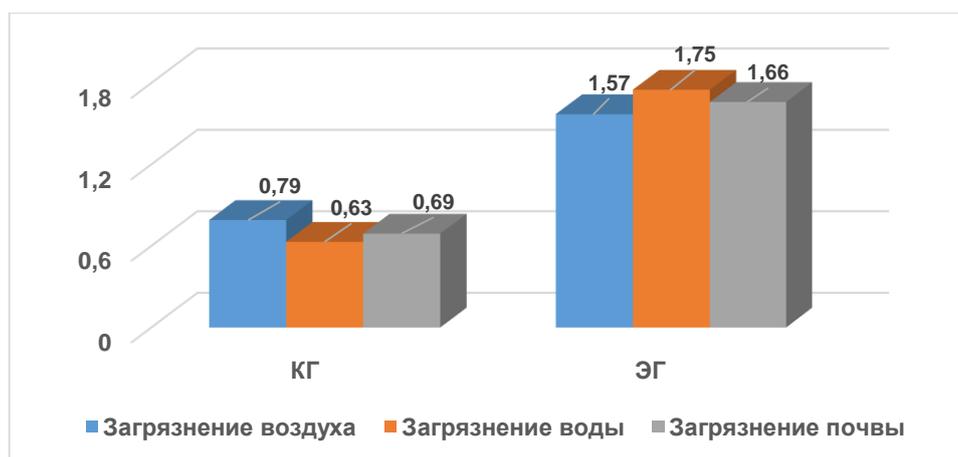


Рис. 1 Результаты выполнения задания №1

Большинство курсантов ЭГ и КГ связывают негативное воздействие на окружающую среду с загрязнением воздуха. Меньше всего ответов приходится на почву. Однако, как видно из данных диаграмм, курсанты ЭГ в среднем привели больше примеров, чем курсанты КГ. Комментарии, к указанным в качестве загрязненных, средам с пояснением причин и источников загрязнения в обеих группах курсанты писали скудные и в большинстве своём однообразные. Например, *загрязнение воздуха вредными веществами ощущается по характерному запаху и определенной задымленности пространства.*

На рисунках 2.1, 2.2, 3.1, 3.2 приведены данные об отмеченных курсантами методах и средствах обеспечения экологической безопасности, которые используются на производственных предприятиях.

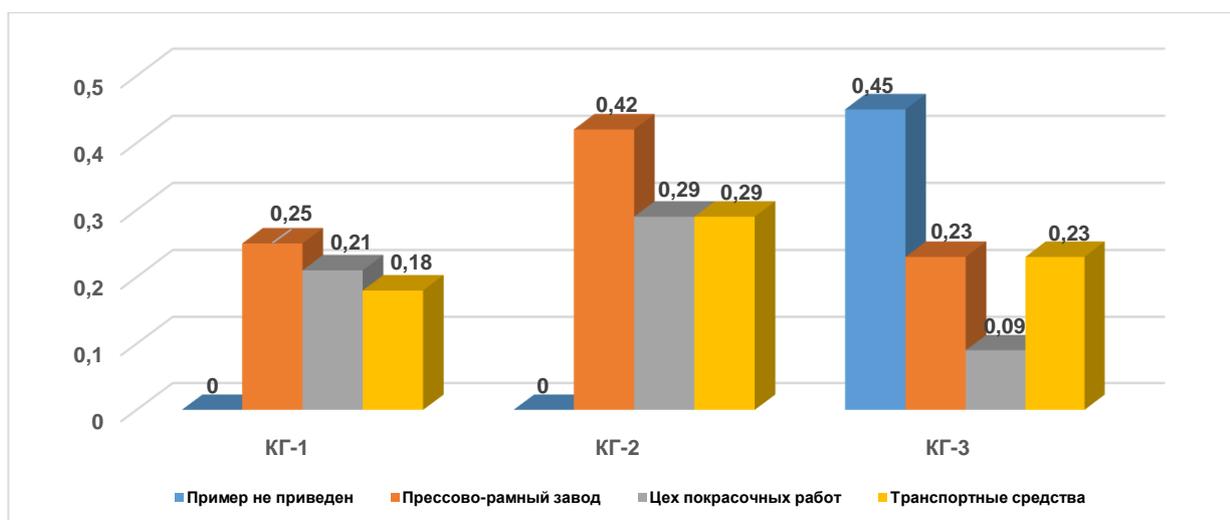


Рис. 2.1 Результаты выполнения задания №2 курсантами КГ (рабочая зона предприятия «КАМАЗ»)

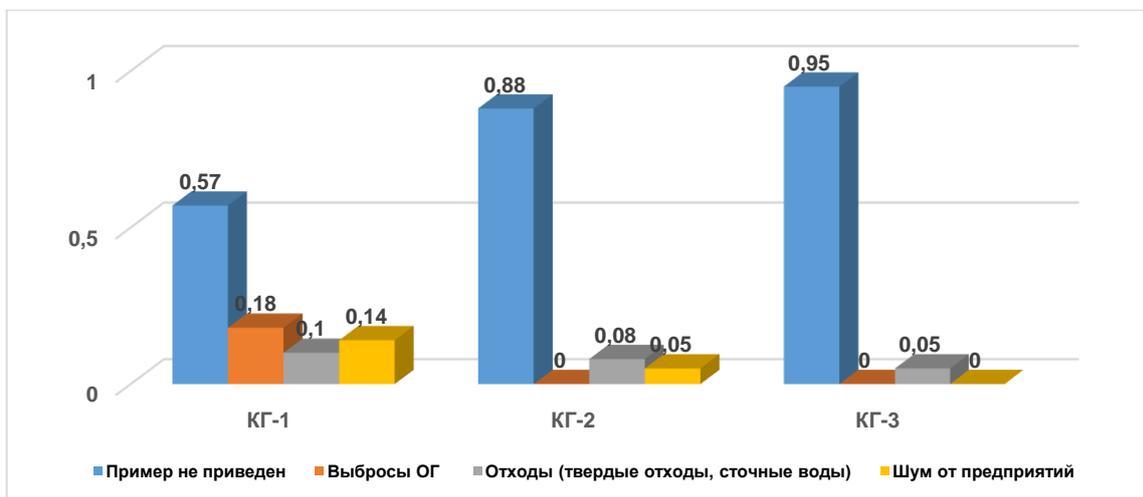


Рис. 2.2 Результаты выполнения задания №2 курсантами КГ (за пределами предприятия «КАМАЗ»)

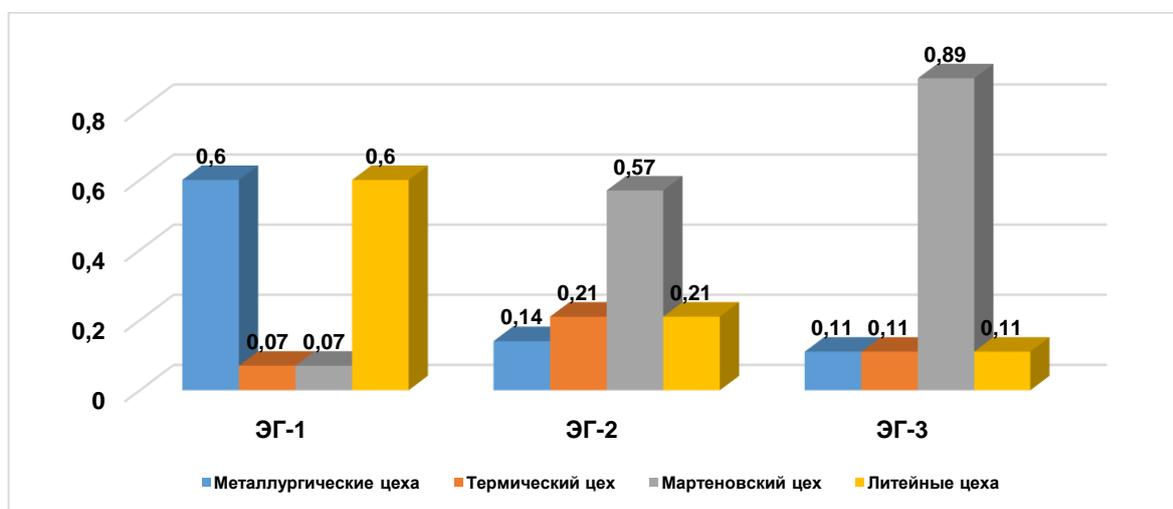


Рис. 3.1 Результаты выполнения задания №2 курсантами ЭГ (рабочая зона предприятия «УРАЛВАГОНЗАВОД»)

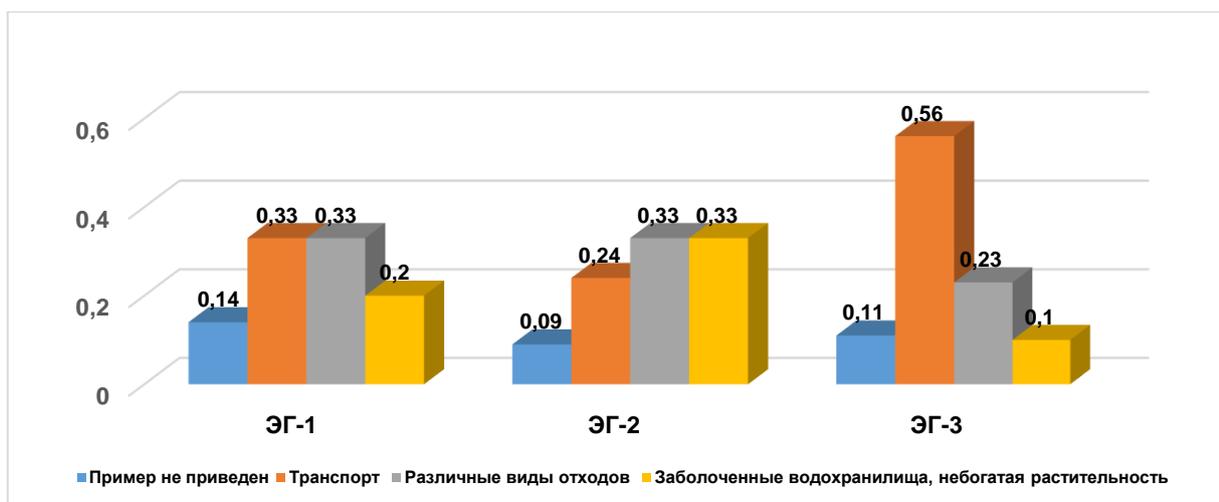


Рис. 3.2 Результаты выполнения задания №2 курсантами ЭГ (за пределами предприятия «УРАЛВАГОНЗАВОД»)

Как следует из данных диаграмм, курсанты КГ большее количество средств обеспечения экологической безопасности обнаружили в прессово-рамном заводе, а курсанты ЭГ – в мартеновских цехах. При этом в КГ большая доля курсантов, отметив название цеха, в котором есть такие средства, не привели ни одного примера. Оценить негативные экологические последствия действия предприятия на близлежащие территории смогли только курсанты ЭГ.

На рисунках 4.1, 4.2, 5.1, 5.2 показаны ответы курсанты, связанные с оценкой негативных экологических факторов на человека и биоту.

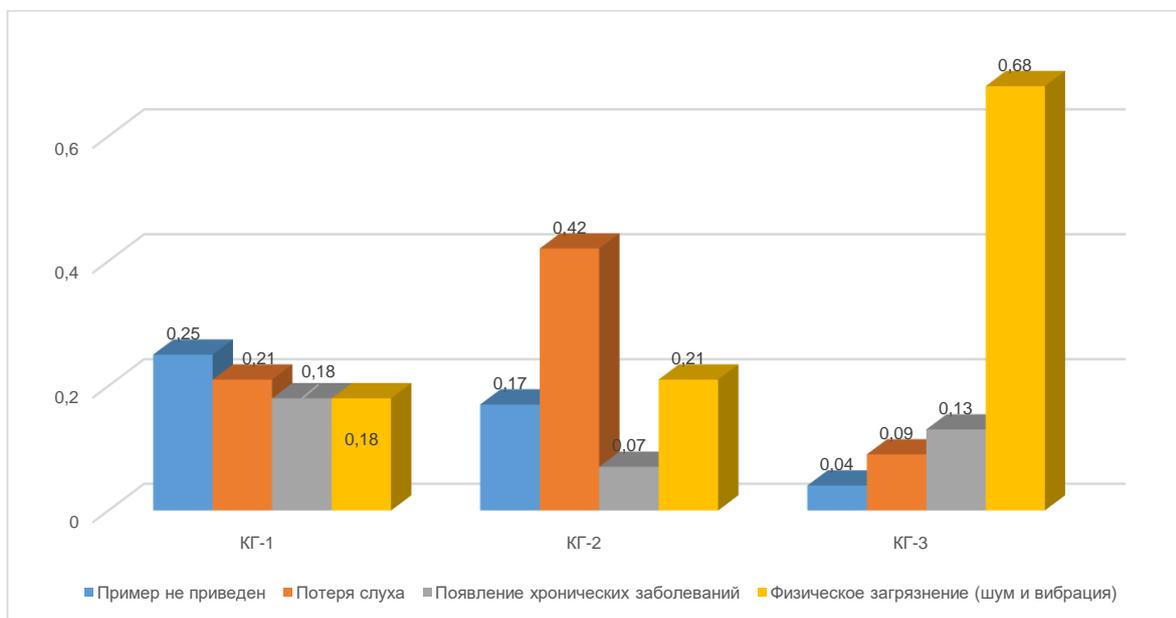


Рис. 4.1 Результаты выполнения задания №3 курсантами КГ по оценке негативных экологических факторов предприятия «КАМАЗ»

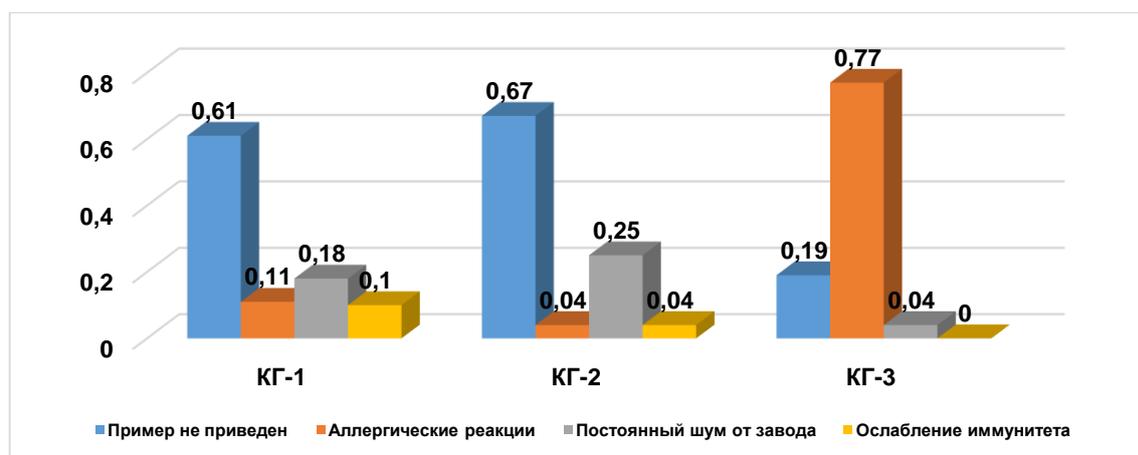


Рис. 4.2 Результаты выполнения задания №3 курсантами КГ по оценке негативных экологических факторов за пределами предприятия «КАМАЗ»

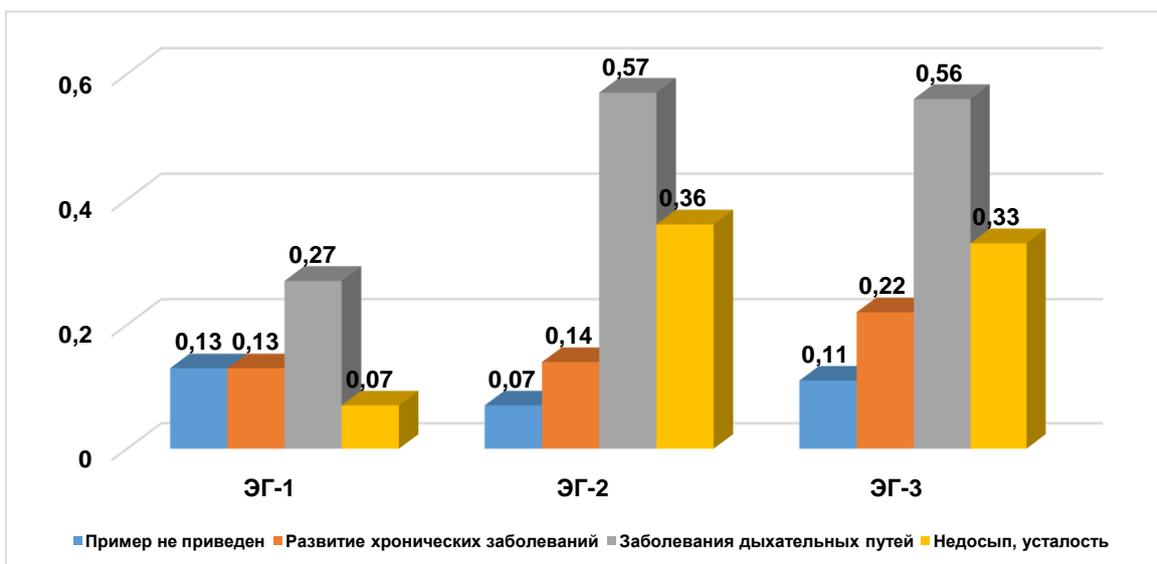


Рис. 5.1 Результаты выполнения задания №3 курсантами ЭГ по оценке негативных экологических факторов предприятия «УРАЛВАГОНЗАВОД»

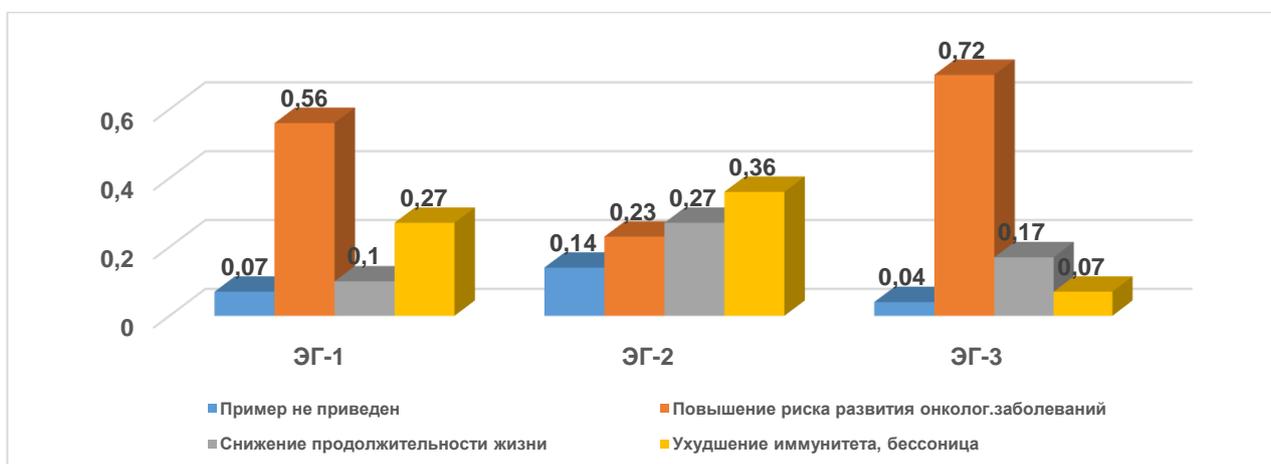


Рис. 5.2 Результаты выполнения задания №3 курсантами ЭГ по оценке негативных экологических факторов за пределами предприятия «УРАЛВАГОНЗАВОД»

В ЭГ самым популярным ответом стала формулировка «ухудшение здоровья вследствие воздействия физического загрязнения (вибраций и шума)», а также «развитие аллергических реакций». В КГ – «развитие и обострение заболеваний дыхательных путей», «повышение риска развития онкозаболеваний».

В качестве критериев, которые могут быть приняты за основу при оценке экологической обстановки большинство курсантов написали; неприятный запах; шум, а также указывали следствия воздействия факторов, такие как, потеря зрения, ослабление слуха, сокращение средней продолжительности жизни и др.

На вопрос о переносе опыта мероприятия природоохранной деятельности на производстве в воинские части курсанты отвечали уклончиво. В ответах звучало желание перечислить мероприятия, которые, по их мнению, могут быть отнесены к экологическим (озеленение территорий, оборудование мест для курения, проведения субботников и др.), нежели описание увиденного и попытка адаптировать к функционированию воинских частей.

В целом общая результативность выполнения задания констатирующего этапа эксперимента может быть оценена как проявление низкого уровня развития культуры эколого-ориентированного профессионального мышления [4]. Это подтверждает идею, высказанную Л. А. Пастуховой, о том, что «...сформированная в общеобразовательной школе жизненная позиция «пассивного созерцания» приводит к тому, что подавляющая часть курсантов военных вузов не осознают разрушительной стороны своей настоящей и будущей деятельности» [2].

Результаты исследования заставляют серьезно задуматься о том, что невозможно сформировать эколого ориентированное профессиональное мышление у военного специалиста, без специально организованного процесса экологического обучения и воспитания; в то же время невозможно только средствами учебной дисциплины «Экология» добиться высокого уровня сформированности эколого-ориентированного профессионального мышления.

Поэтому важно провести ряд организационных мероприятий по подготовке учебно-методических материалов интегративного характера. Для этого определить возможность реализации интегративных связей дисциплин «Экология» и «Технологии производства» на уровне содержания (теории, факты, понятия) и способов деятельности (учебно-познавательной, учебно-практической, военно-профессиональной). Организовать методическую работу по составлению учебных заданий междисциплинарного характера, направленных на формирование системы знаний и навыков практической эколого ориентированной деятельности. Использовать усвоенные основы экологических знаний в научно-исследовательской и военно-практической деятельности. Например, при подготовке

военно-научных докладов по темам: «Экологическая документация на производстве» или «Источники и факторы экологического риска на предприятиях ВПК»; при выполнении научных исследований по оценке экологической обстановки и расчету эффективности проводимых мероприятий по экологической безопасности в местах прохождения войсковой стажировки; использованию экологических навыков в изобретательской и рационализаторской работе, связанной с улучшением технических характеристик инженерных устройств обеспечения экологической безопасности в производственных цехах.

**Заключение.** Таким образом, мы продемонстрировали опыт реализацию методического подхода междисциплинарной интеграции на этапе констатирующего эксперимента. Очевидно, что этот процесс возможен только при специальным образом организованном взаимодействии между дисциплинами на уровне содержания, взаимодействия между преподавателями, преподавателями и курсантами.

### **Библиографический список**

1. Зыкова А. В. Формирование экологических умений у курсантов высших военных учебных заведений в образовательной, военно-профессиональной деятельности: диссертация... кандидата педагогических наук: 13.00.08 Казань, 2007 228 с. РГБ ОД, 61:07-13/1361. URL: <http://www.dslib.net/prof-obrazovanie/formirovanie-jekologicheskikh-umenij-u-kursantov-vysshih-voennyh-uchebnyh-zavedenij-v.html> ((дата обращения 25.02.2022).

2. Пастухова Л. А. Диагностика экологических компетенций у выпускников военных вузов//Армия и общество.2012. №2. С.1-6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-ecologicheskikh-kompetentsiy-u-vypusknikov-voennih-vuzov/> (дата обращения 26.02.2022).

3. Кузьяев И. З. Формирование компетентности экологической безопасности в высшем учебном заведении // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review). 2021. Вып. 4 (38). С. 140-149. DOI:10.23951/2307-6127-2021-4-140-149.

4. Селезнева О. В. Содержание курса экологии для обучения специалистов автотехнического обеспечения войск // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2018. №2. – С. 134–141.

5. Селезнева О. В., Радченко Д. М., Прохорович Ю. А. Опыт реализации междисциплинарных связей экологии с дисциплинами специализации военной профессиональной направленности // Драгомировские образовательные чтения: сб. науч. ст. по материалам III Междунар. науч.-практ. конф. «Военно-профессиональная направленность обучения: перспективы и передовой опыт» (г. Пенза, 26–27 ноября 2020 г.) / отв. ред. И.И. Грачёв. – Вып. 3. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2020. – С. 109–113.

6. Селезнева О.В., Мамаева Н.А. Уровни развития культуры эколого-ориентированного профессионального мышления // Экопсихологические исследования-6: экология детства и психология устойчивого развития: сборник научных статей. – М.: ФГБНУ «Психологический институт РАО»; Курск: Университетская книга, 2020. С. 396–400.

УДК 378+519.1

**Н. А. Прусова**

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,  
г. Ярославль  
*natali\_pet@mail.ru*

## **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ВУЗА**

В данной статье рассматривается возможность повышения эффективности обучения высшей математике курсантов военного вуза путем визуализации учебной информации, систематизации и обобщения знаний. Одним из возможных подходов к визуализации учебной информации предлагается использование на лекционных и практических занятиях по теории вероятности и математической статистики структурных схем, графов, таблиц, логические модели.

**Ключевые слова:** визуализация учебной информации, теория вероятности и математическая статистика.

## **VISUALIZATION OF EDUCATIONAL INFORMATION IN THE PROCESS OF TEACHING PROBABILITY THEORY AND MATHEMATICAL STATISTICS TO MILITARY UNIVERSITY CADETS**

This article discusses the possibility of increasing the effectiveness of teaching higher mathematics to cadets of a military university by visualizing educational information, systematizing and generalizing knowledge. One of the possible approaches to the visualization of educational information is the use of structural diagrams, graphs, tables, logical models in lectures and practical classes on probability theory and mathematical statistics.

**Keywords:** visualization of educational information, probability theory and mathematical statistics.

Теория вероятности и математическая статистика являются базой для получения профессиональных знаний будущих офицеров. Навыки и знания, приобретенные при изучении основных понятий теории вероятностей и вычисления их вероятностей, имеют большое значение в теоретической и практической деятельности офицеров противовоздушной обороны. Их значение, прежде всего, определяется тем, что в военной сфере острее всего ощущается необходимость учета случайности всех происходящих событий: при планировании действий, оценке эффективности применения зенитных ракетных комплексов, боевых действий по уничтожению средств воздушного нападения и т.д. Все эти действия носят событийный, вероятностный характер.

Курсанты и адъюнкты, занимающиеся наукой, сталкиваются с методами теории вероятности и математической статистики. Любое научное исследование проверяется с помощью статистических методов. Таким образом освоение курса теории вероятности и математической статистики является обязательным для любой специальности военного училища. Несмотря на это в настоящее время на изучение данного раздела отводится всего 42 часа. Раздел включает в себя три темы: теория вероятности, математическая статистика и случайные процессы. Объем, изучаемой информации, огромный. Большинство курсантов не успевают усвоить теоретический материал, поэтому решение

задач дается с большим трудом. Таким образом перед преподавателем, встает задача о подборе методов и средств обучения, позволяющих улучшить усвоение знаний курсантами материала данного раздела.

В научной литературе встречается различные подходы к решению подобных задач. Большинство из них направлены на визуализацию учебной информации различными доступными средствами. Под визуализацией в мы понимаем способ трансформации учебной информации в зрительно-воспринимаемую форму (диаграмму, график, рисунок, таблицу, структурно-логическую схему и т.д.) [1].

Использование огромных возможностей при визуализации учебной информации требует учета закономерностей зрительного восприятия, грамотного использования визуальных методов в обучении. При правильном структурировании, кодировании и представления материала, с помощью средств визуализации можно в сжатом виде передавать большие объемы информации и актуализировать познавательные механизмы.

Визуализация учебной информации основана на принципах наглядности и доступности, а также приемах систематизации и обобщения знаний. Если знания систематизированы и обобщены, то они легче усваиваются, быстрее актуализируются и применяются для решения практических задач.

В военном образовании всегда применяли и применяют самые разные виды наглядности. Роль их в процессе обучения крайне важна. При этом использование наглядных средств не сводится к простому иллюстрированию с целью сделать учебный курс более доступным для усвоения, а становится органичной и незаменимой частью познавательной деятельности учащихся, средством формирования и развития как наглядно-образного, так и абстрактно-логического мышления.

В психолого-педагогической исследованиях рассматриваются различные типы дидактических средств, позволяющих визуализировать и структурировать учебный материал: опорные конспекты, структурные схемы, графы, таблицы,

фреймы, логические модели и т.д. Каждый из этих типов направлен на решения определенных задач.

Одним из эффективных приемов систематизации и обобщения знаний по теории вероятности и математической статистике является построение таблиц и структурных схем. Схемы и таблицы могут использоваться на разных этапах обучения: в качестве вывода и обобщения изученного материала на лекции или как справочный материал на практическом занятии и во время самостоятельной работы. Таблицы и схемы несут различную смысловую нагрузку, использование которых позволяет организовать самостоятельное изучение некоторых вопросов. Очень эффективно использование таблиц и схем при подготовке к зачету. Когда курсант ограничен во времени, они дают возможность систематизировать и обобщать знания учащихся при повторении и показать взаимосвязи между различными блоками учебного материала. Стоит отметить, что схемы и таблицы не заменяют лекции, а лишь являются обобщением изученного материала. Таблицы позволяют не только систематизировать материал, но и способствуют осуществлению таких логических операций как сравнение, сопоставление, анализ.

Приведем пример. При изучении темы теория вероятности у курсантов часто встречаются задачи, похожие по содержанию задачи, но разные по решению.

Задача 1. Произвели 7 выстрелов по мишени. Вероятность попадания в мишень при одном выстреле равна 0,75. Найти вероятность 5 попаданий.

Задача 2. Производится 100 независимых испытаний, в каждом из которых вероятность появления события равна 0,05. Найти вероятность появления события ровно в одном испытании.

Задача 3. Вероятность поражения мишени стрелком при одном выстреле равна 0,8. Найти вероятность того, что при 100 выстрелах стрелок поразит мишень ровно 75 раз.

В общем виде задачу можно сформулировать так: проводится  $n$  испытаний, вероятность появления события  $A$  в каждом испытании одинакова и равна  $p$ . Какова вероятность появления события ровно в  $m$  испытаниях.

На нескольких занятиях изучается ряд формул, решающих подобные задачи, отличающихся между собой лишь частным условием величины исходов и вероятности. В качестве обобщения курсантам предлагается систематизировать и обобщить эти формулы в таблицу 1.

Аналогом таблицы является граф, позволяющий представлять информацию более наглядно. Граф отображает структуру учебной информации, при этом вершины – это некоторый элемент (понятие, формула, теорема), а ребро – связь между этими элементами, которая является существенной. Поскольку возможны различные структуры учебной информации, могут быть и разные формы графа.

Таблица 1

Условие задачи	Название	Формула
Небольшое количество испытаний $n$ и вероятность $p > 0,05$	формула Бернулли	$P_n(m) = C_n^m p^m q^{n-m}$
Большое количество испытаний $n$ и вероятность $p < 0,05$ ( $n \cdot p < 10$ )	теорема Пуассона	$P_n(m) = \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda}$ $m = 0, 1, \dots$
Большое количество испытаний $n$ и вероятность $p > 0,05$ ( $n \cdot p > 10$ )	локальная теорема Муавра Лапласа	$P_n(m) = \frac{1}{\sqrt{npq}} \varphi(x)$ $x = \frac{m - np}{\sqrt{npq}}$

Приведем несколько примеров. При подсчете вероятности события курсанты пользуются формулами комбинаторики, которые изучались на первом курсе в разделе 3 «Дискретная математика» дисциплины «Математика». Для актуализации знаний предлагается составить с курсантами следующую схему в виде графа (рисунок 1).

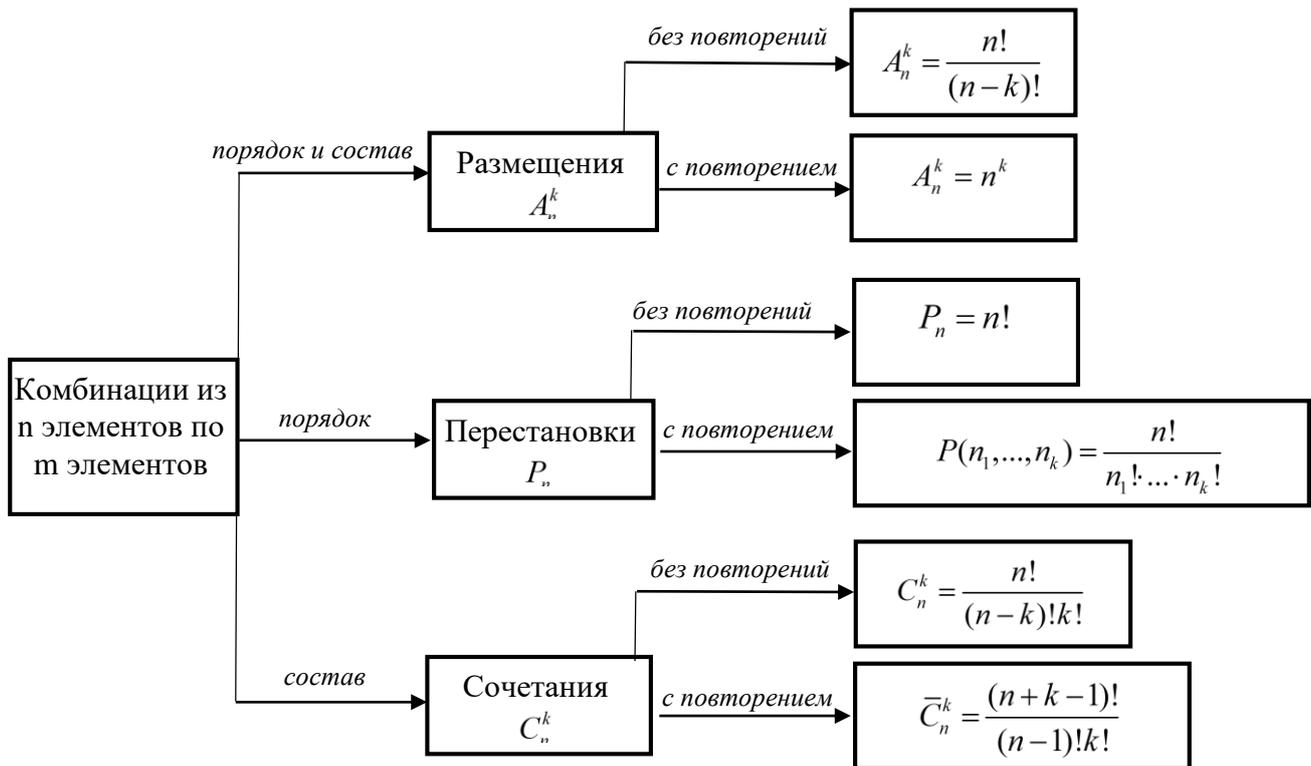


Рис. 1. Формулы комбинаторики

Первая лекция по теории вероятности насыщена определениями и понятиями, курсантам сложно разобраться во взаимосвязях этих определений. В качестве вывода на лекции преподаватель представляет эти понятия в виде дерева (рисунок 2), что позволяет обобщить и систематизировать полученные знания.

Блок-схемы отображают процесс(алгоритм) в виде блоков и связей между ними. Блок-схема предоставляет возможность анализировать, группировать, классифицировать, обобщать полученную информацию, тем самым активизируя умственную деятельность обучающихся.

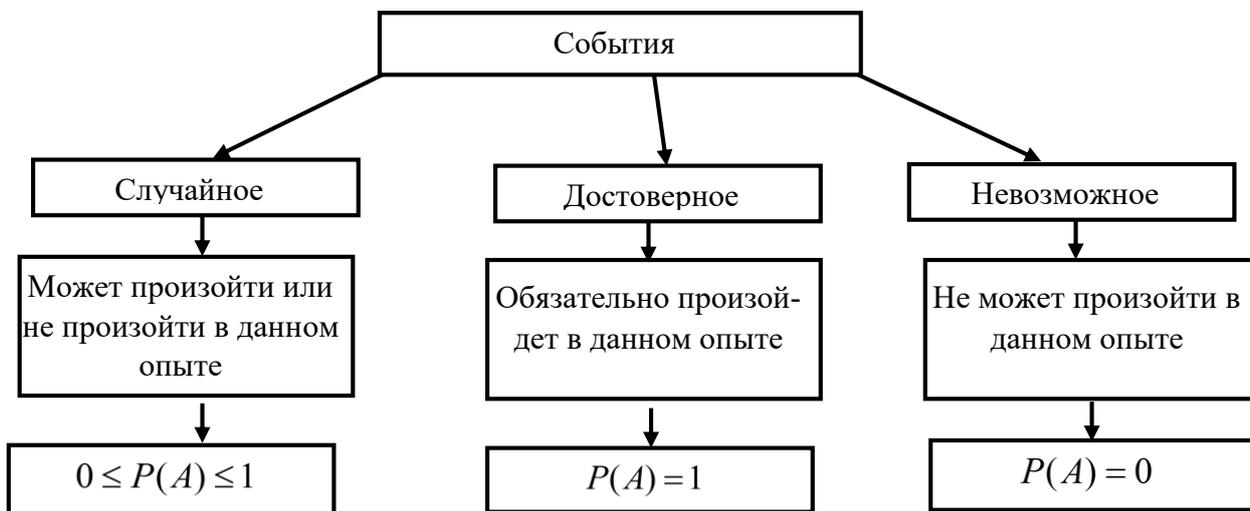


Рис. 2. Виды событий

При изучении математической статистики курсанты выполняют проверку гипотез критерием Пирсона, который можно представить в виде блок-схемы (рисунке 3).

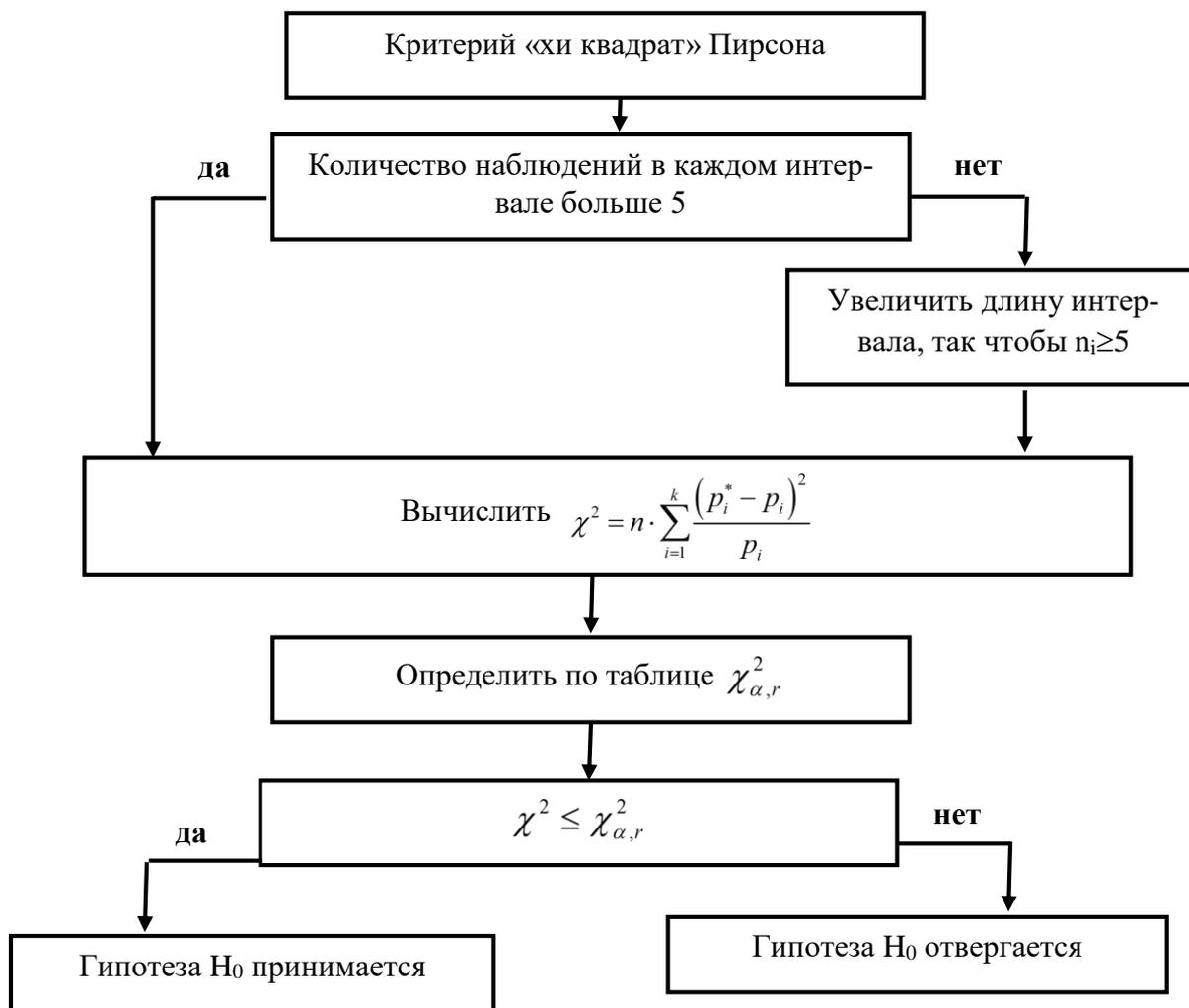


Рис. 3 Критерий Пирсона

Составление схем, таблиц служит не только для запоминания материала. Такая работа становится средством развития способности выделять самое главное, существенное в учебном материале, классифицировать информацию. Для того чтобы представить учебный материал в виде таблицы, графа или схемы, необходимо выделить основные понятия, определить внутри предметные и межпредметные связи, для этого провести анализ, синтез, сравнение, обобщение. Все эти мыслительные операции незаменимы в процессе обучения и усвоения новых знаний курсантов, поэтому необходимо их развивать и совершенствовать. Поэтому наиболее эффективно не просто выдавать готовые таблицы или схемы курсантам, выполнять совместную работу по систематизации и визуализации учебной информации. В целом визуализация учебной информации предполагает:

- систематическое использование в учебном процессе визуальных моделей одного определенного вида или их сочетаний;
- обучение курсантов рациональным приемам «сжатия» информации и ее графического представления.

Занятия с применением визуализации учебной информации носят исследовательский характер, дают курсантам возможность систематизировать теоретические знания, провести анализ информации, что позволяет активизировать деятельность учащихся, способствует повышению познавательной мотивации, формирует обстановку сотрудничества и дает курсантам ощущение творческой свободы.

### **Библиографический список**

1. Фирер А. В. Визуализация учебной информации как средство развития познавательных универсальных учебных действий школьников при обучении алгебре / А. В. Фирер // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева. – 2016. – №2(36) – С. 231–235.

**Е. Ю. Рогачева<sup>1</sup>, О. Г. Морозова<sup>2</sup>**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С. К. Тимошенко, г. Кострома  
*elena\_z\_l@inbox.ru<sup>1</sup>*  
*morosova01@mail.ru<sup>2</sup>*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ ХИМИИ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ КУРСЕ ИНОСТРАННЫХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ**

В статье рассматриваются методические подходы к обучению химии на русском языке курсантов - иностранных военнослужащих (ИВ) на подготовительном курсе с целью формирования у них способности к учебно-познавательной деятельности на неродном языке. Изучение химии на русском языке как иностранном – это начальный этап профессиональной подготовки курсантов ИВ, которые должны эффективно усвоить языковой и речевой материал базовых знаний, достаточный для дальнейшей профессиональной деятельности.

**Ключевые слова:** подготовительный курс, иностранные военнослужащие, химия, русский язык как иностранный.

**E. Y. Rogacheva<sup>1</sup>, O. G. Morozova<sup>2</sup>**

Military Academy of Radioactive, Chemical and Biological Defense  
named S. K. Timoshenko, Kostroma  
*elena\_z\_l@inbox.ru<sup>1</sup>*  
*morosova01@mail.ru<sup>2</sup>*

## **METHODOLOGICAL APPROACHES TO LEARNING CHEMISTRY AT THE PREPARATORY COURSE OF FOREIGN MILITARY**

The article discusses methodological approaches to teaching chemistry in Russian to students - foreign military personnel in the preparatory course in order to form their ability for educational and cognitive activities in a non-native language. The study of chemistry in Russian as a foreign language is the primary stage of professional training of foreign military students, who should effectively grasp the language and speech material of basic knowledge, which is necessary for further professional activity.

**Keywords:** preparatory course, foreign military personnel, chemistry, Russian as a foreign language.

Процесс обучения курсантов – иностранных военнослужащих (ИВ), сопровождается рядом трудностей, среди которых следует выделить коммуникативные и лингвистические проблемы. В связи с этим одной из задач подготовительного этапа для курсантов ИВ является формирование их способности к

учебно-познавательной деятельности средствами неродного языка в неродной социокультурной среде. Поскольку существует необходимость овладения русским языком как языком обучения и системой предметных знаний, довузовская подготовка по естественнонаучному профилю имеет свою специфику, которая характеризуется как «обучение на неродном языке учащихся, параллельно овладевающих языком обучения, ориентированных на определенную профессиональную область и имеющих национально-специфический опыт учебной деятельности, в условиях интенсивной социально-биологической адаптации и межкультурного взаимодействия» [1, 2].

Усвоение предметных знаний одновременно с овладением основами русского языка оставляет мало возможностей для применения традиционной методики обучения химии на подготовительных курсах. В целях реализации предметного компонента обучение курсантов ИВ требует внедрения в практику инновационных технологий обучения химии.

Химия является сложной комплексной дисциплиной для курсантов ИВ, она содержит большое количество специфической лексики, состоит из множества разделов, которые при дальнейшем обучении выделяются в разные учебные дисциплины, каждая из которых характеризуется своей терминологией. Изучение химии на русском языке как иностранном – это начальный этап профессиональной подготовки курсантов ИВ. На этом этапе внесение содержания, задач, методов и средств обучения химии в систему подготовки обучаемых сложно из-за временных ограничений и неоднородности базовой подготовки как языковой, так и предметной. Кроме того, учебники и учебные пособия по химии, написанные на русском языке и не адаптированные для иностранных граждан, сложны для понимания на подготовительном курсе.

В научно-методических публикациях по этой теме рассматривают различные подходы подготовки иностранных слушателей, основанные на авторском опыте, который характеризуется многообразными принципами и приемами обучения. Процесс обучения иностранных граждан на подготовительном курсе

строится на основе общих психолого-педагогических и инновационных подходов в преподавании дисциплин естественнонаучного цикла [3, 4]. Основные дидактические принципы базируются на научности, системности, доступности, наглядности и других. Большое значение для успешного обучения имеет также индивидуальный подход к каждому обучаемому.

На подготовительном курсе должна осуществляться координация деятельности преподавателей русского языка, математики, химии, физики. Для решения проблем языковой и химической подготовки могут применяться различные методики обучения, основанные на интеграционном и дифференцированном подходах, а также индивидуализации учебного процесса с использованием лингвометодических принципов технологий обучения русскому языку как иностранному [4, 5]. Важным условием успешного обучения химии курсантов ИВ является использование дифференцированного подхода к отбору содержания дисциплины и к методике обучения, во-первых, в связи с разным уровнем базовой предметной подготовки, а во-вторых, в зависимости от языковой подготовки. Например, курсанты из бывших союзных республик (Азербайджан, Киргизия, Узбекистан др.) очень часто владеют русским языком на хорошем уровне, а, следовательно, учебная информация может излагаться преподавателем в научном стиле, и обучаемые смогут эффективно ее усваивать, чего нельзя сказать о курсантах, которые параллельно осваивают русский язык. С позиций преподавателей русского языка и других естественнонаучных дисциплин необходимо выработать единые требования к знанию научной лексики, поскольку из-за большого количества терминов и определений без их конкретизации при дальнейшем обучении возникают сложности. На подготовительном курсе курсанты ИВ должны усвоить языковой и речевой материал базовых знаний, которые были бы достаточны для дальнейшей профессиональной деятельности, что определяется уровнем владения языком обучения.

Широкое применение в образовательном процессе находят технологии модульного обучения. Такие технологии позволяют дифференцированно подойти

к структурированию содержания образовательных программ, индивидуализировать обучение, учитывая уровень подготовленности обучаемых, их возможности и интересы. Интеграция активной языковой коммуникации и применение модульного обучения активизирует познавательную деятельность, помогает обучаемым легче усваивать учебный материал, создает условия для самостоятельной работы, творческого развития личности и самообразования.

Программа по химии на подготовительном курсе может состоять из нескольких модулей («Введение в химию», «Основные химические понятия и законы», «Классификация и номенклатура веществ», «Растворы», «Химическая связь», «Химические реакции», «Химические свойства неорганических веществ»). Для работы с материалом модуля необходимо хорошее знание русского языка, которым курсанты ИВ в начале обучения не обладают. Кроме того, подготовительный курс начинается с чтения лекций, а классические методические приемы чтения лекций не позволяют эффективно достигать поставленных целей. Улучшению восприятия материалов дисциплины, более успешному пониманию и запоминанию способствуют компьютерные презентации к лекционному материалу, содержащие рисунки, опорные схемы и таблицы. Сочетание невербальных компонентов и минимум вводимой лексики на лекции приводит к более быстрой адаптации курсантов и успешному усвоению знаний по предмету.

В каждом модуле должны быть основные понятия, термины, лексико-семантические конструкции, которые используются не только в устной форме подачи и восприятия материала, но и в письменной, а также приводятся в тексте учебного пособия, то есть используются при самоподготовке, самостоятельном чтении учебников по дисциплине. В учебных пособиях для успешного усвоения материала по химии обязательны тестовые задания разного уровня сложности, задания для самостоятельной работы, контрольные вопросы для самопроверки. Для активной языковой коммуникации по предмету в учебных пособиях для подготовительного курса используются поурочные словари, включающие терминологическую лексику и модели научного стиля речи. При подготовке к занятиям

обучаемые могут не только выполнять задания по химии, но и задания по переводу лексико-семантических конструкций на родной язык для лучшего понимания материала модуля.

В обучении языку специальности применяются традиционные виды речевой деятельности, которые подразделяют на две группы – говорение и письмо, и чтение и аудирование [5]. Межпредметная координация работы кафедр русского языка и химии традиционно заключается в соотнесении тем, изучаемых по химии, и материала по научному стилю речи на занятиях по русскому языку, разработке лингвометодического аппарата учебника и учебных пособий по химии, разработке и включению в учебник по химии лексико-семантических конструкций модуля. Целенаправленное и постепенное овладение русским языком как средством общения в учебно-научной сфере помогает формированию у иностранных обучаемых не только коммуникативных речевых компетенций, но и предметных знаний.

В целях совершенствования учебного процесса с курсантами – иностранными военнослужащими, повышения уровня образования специалистов необходимо внедрять новые методики обучения, начиная с подготовительного курса и на протяжении всего периода обучения. Группы курсантов ИВ, как правило, многонациональны, поэтому отличаются не только уровнем подготовки по предметам, но и по уровню способностей к восприятию учебного материала, особенностями адаптации в разноязычной среде. Дифференцированные подходы к обучению и структурированию содержания учебных дисциплин, а также междисциплинарная интеграция способствуют увеличению познавательной активности, более успешному усвоению знаний курсантами ИВ.

### **Библиографический список**

1. Сурыгин, А. И. Основы теории обучения на неродном для учащихся языке. / А. И. Сурыгин. – Санкт-Петербург: Златоуст, 2000. - 233 с. – Текст : непосредственный.

2. Фомина, Т. К. Анализ адаптационного процесса в иноэтничной среде. / Т. К. Фомина, Н. В. Гончаренко. – Текст : непосредственный // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. - 2017. - Т. 11. - № 1. - С. 52-57.

3. Соловьева, Н. А. Интерактивные методы обучения иностранных слушателей подготовительного отделения. / Н. А. Соловьева, Н. С. Полякова. – Текст : непосредственный // Современные проблемы науки и образования. - 2016. - № 2.

4. Сурыгин, А. И. Дидактический аспект обучения иностранных учащихся (основы теории обучения на неродном для учащихся языке). / А. И. Сурыгин. – Санкт-Петербург: Нестор, 1999. - 391 с. – Текст : непосредственный.

5. Гончаренко, Н. В. Развитие профессиональной устной речи у иностранных студентов – медиков. / Н. В. Гончаренко, О. П. Игнатенко, А. Н. Стаценко. – Текст : непосредственный // Социосфера. – 2015. - № 1. - С. 62-66.

УДК 37.01

**О. Н. Рябинин<sup>1</sup>, Е. Ю. Кудрявцев<sup>2</sup>**

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского  
и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж  
*ron131065@ mail.ru<sup>1</sup>*  
*evgen1979-08@ mail.ru<sup>2</sup>*

## **К ВОПРОСУ ОСОБЕННОСТЕЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ**

В статье рассматривается вопрос особенностей педагогического мастерства преподавателя высшей школы. Отражены различные взгляды на педагогическое мастерство, раскрыты его основные источники и составляющие. Авторы определили наиболее значимые, на их взгляд, аспекты этого понятия, такие, как высокопрофессиональные знания, педагогическая техника, культура общения, педагогическая нравственность и способность преподавания дисциплин. Особое внимание уделено педагогической технике, такту, культуре речи и личностным качествам преподавателя, как наиболее существенным аспектам педагогического мастерства.

**Ключевые слова:** педагогическое мастерство, педагог, преподаватель высшей школы, педагогическая техника, профессиональные знания, педагогические способности.

**E.Y. Kudryavtsev, O.N. Ryabinin**

Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy  
named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh

*ron131065@ mail.ru<sup>1</sup>*

*evgen1979-08@ mail.ru<sup>2</sup>*

## **TO THE QUESTION OF THE PECULIARITIES OF PEDAGOGICAL SKILLS OF A HIGH SCHOOL TEACHER**

The article deals with the issue of the peculiarities of pedagogical skills of a high school teacher. Various views on pedagogical skills are reflected, its main sources and components are revealed. The authors identified the most significant, in their opinion, aspects of this concept, such as highly professional knowledge, pedagogical technique, communication culture, pedagogical morality and the ability to teach disciplines. Special attention is paid to pedagogical technique, tact, culture of speech and personal qualities of the teacher as the most essential aspects of pedagogical skill.

**Keywords:** pedagogical skills, teacher, higher school teacher, pedagogical technique, professional knowledge, pedagogical abilities.

Мастерство педагога в преподавании дисциплин в учебном заведении является отражением наивысшей степени способности преподавателя, проявляющееся в регулярном совершенствовании искусства обучения, просвещения и развития человека.

Однозначного взгляда на педагогическое мастерство преподавателя учебного заведения в педагогике нет. Так, многие ученые связывают мастерство педагога с овладением им методами и различными приемами воспитания, другие - с индивидуальностью самого преподавателя.

Известный профессор А. А. Космодемьянский в своих научных изысканиях пришел к тому, что суть преподавания любой дисциплины состоит в связи воспитания и обучения. Для него было необходимо развитие индивидуальности педагога в хорошем вузовском курсе. Он говорил, что суть любой лекции каждый раз должна являться для слушателей научным открытием.

Мастерство и умение преподавателя доносить изучаемый материал до учащихся обуславливают успешное решение задач учебно-методической и воспитательной работы, как на кафедре, так и в учебном заведении в целом, качественные особенности подготовки специалистов, развитие у них высоких морально -

психологических качеств. Педагогическое мастерство дает возможность творчески подходить к новым требованиям, предъявляемым к учебному процессу в учебном заведении, и вопросам учебно-воспитательной работы с обучаемыми.

«Основными чертами нового учебного процесса, на наш взгляд, – как пишет академик И. Ф. Образцов, – должны быть: органичное сочетание учебной нагрузки и занятий, проводимых преподавателем с элементами творчества и самообучения, сочетание индивидуальных методов обучения с групповыми занятиями, лекциями и научной деятельностью». [1]

Педагогическое мастерство предполагает наивысший уровень педагогической деятельности, являющийся сочетанием качеств личности, таких как профессиональные знания, умения и опыт трудовой деятельности, которые предоставляют педагогу обеспечить уровень организации профессиональной и специальной деятельности.

Источниками педагогического мастерства являются: безупречные высокопрофессиональные знания, педагогическая техника, культура общения, педагогическая нравственность и способность преподавания дисциплин.

Профессиональные знания являются фундаментальной основой педагогического мастерства и охватывают следующие составляющие учебных знаний: психолого-педагогические, профессиональные, социально-гуманитарные.

Педагогическая техника предполагает наличие трех групп умений:

- осуществлять учебно-воспитательный процесс, воспитательную работу;
- взаимодействовать с учащимися, управлять ими в процессе образовательной деятельности;
- управлять своей речью, телом и эмоциональным состоянием.

К педагогическим способностям относятся коммуникативность, креативность (творчество), рефлексия (анализ собственного психологического состояния), перцептивные (способности к восприятию нового), интеллектуальные, организаторские.

Педагогическая нравственность предполагает гуманистическую направленность личностных качеств преподавателя и охватывает его субъективные установки, идеалы, интересы. Реализуется она посредством взгляда или убеждения в правильности занятой педагогической позиции преподавателя и в выборе направлений учебно-воспитательного процесса. Педагогическая нравственность оказывает воздействие на взаимоотношения со студентами, определяет дальнейшее направление развития педагогической деятельности.

К немаловажным педагогическим качествам относят вежливость, добродушие, справедливость, настойчивость, самостоятельность, порядочность и наличие способностей преподавания. Именно эти качества повышают результативность и эффективность педагогической деятельности.

Внешнюю культуру преподавателя формируют одежда, прическа, макияж, осанка, речь и формы несловесного общения.

Хотелось более детально уделить внимание педагогической технике и такту, как наиболее существенным аспектам педагогического мастерства.

Педагогическая техника является совокупностью средств, методов и приемов. Она помогает педагогу наладить взаимодействие с учащимися и грамотно преподнести учебный материал.

К. С. Станиславский говорил, что мало таланта - нужна техника. [2]. А именно, концепция системы прославленного педагога подтверждает необходимость тренировки воображения, внимания, умения владеть техникой и культурой речи.

Однако, хотелось бы уделить особое внимание и остановиться на технике и культуре речи преподавателя.

Обязанность педагога – вырабатывать и обладать безукоризненной техникой речи.

Кроме широкого диапазона, как по высоте, так и по силе используемых в разговоре звуков, преподаватель должен иметь внятную дикцию, красивый тембр и выразительность речи.

Слишком громкая, резкая речь, снижает сосредоточенность обучаемых к преподносимой преподавателем информации.

Негромкая, спокойная речь заставляет учащихся лучше слушать преподавателя. Это дает возможность преподавателю повышением тона привлекать больше внимания слушателей, выделять важные моменты подаваемого материала. Возможность применения различных интонаций преподавателем делает речь более выразительной, и, в конечном итоге, позволяет делать материал более запоминающимся.

Задача каждого преподавателя состоит в тренировке голоса, правильной его постановке.

Качество речи, хорошая дикция необходима для профессии педагога. Хорошая дикция означает отчетливость, корректность звукопроизношения, произношения слов и фраз. Четкость дикции помогает педагогу правильно, безошибочно и отчетливо доносить материал до слушателей (обучаемых).

Невнятность речи, «проглатывание» окончаний в словах отвлекает учащихся от изучаемого и преподносимого преподавателем учебного материала.

Культура речи – это степень соответствия речи литературному стилю. Культура речи преподавателя является одной из составных частей педагогического мастерства и общей культуры человека. Преподаватель в ходе проведения занятий с учащимися должен придерживаться следующих требований к речи: безупречность и четкость, разумность и лаконизм, ясность и выразительность.

Обращая внимание на педагогическую технику, А. С. Макаренко писал: «Не может быть хорошим воспитателем тот, который не владеет мимикой, который не может придать своему лицу необходимого выражения или сдержать свое настроение. Воспитатель должен себя так вести, чтобы каждое движение его воспитывало, и всегда должен знать, чего он хочет в данный момент и чего не хочет» [3, с. 242].

Другими словами (соотнося это с реалиями нашего времени), хорошему педагогу (хорошему воспитателю у А. С. Макаренко) должны быть присущи од-

новременно актерское мастерство и педагогический такт, который в свою очередь является одной из форм реализации педагогической этики (такт в буквальном смысле – «прикосновение»).

Педагогический такт преподавателя – это критерий нормы в поведении и педагогической деятельности преподавателя, включающее в себя объективность, справедливое отношение к обучаемым, беспристрастность, человечность, терпение и выдержку в отношениях с коллегами, учениками и их родителями.

К. Д. Ушинский, писал: «нет сомнения, что многое зависит от общего распорядка в заведении, но главнейшее всегда будет зависеть от личности непосредственного воспитателя, стоящего лицом к лицу с воспитанником: влияние личности воспитателя на молодую душу составляет ту воспитательную силу, которую нельзя заменить ни учебником, ни моральными сентенциями, ни системой наказаний и поощрений» [4, с. 102].

Основа такта – это умение педагога выдерживать меру своего влияния на обучаемых, быть сдержанным в любых ситуациях – в педагогическом коллективе, с учениками и их родственниками. А также, учитывая признанные принципы воспитания, построить воспитательный процесс в учебных группах и найти подход к каждому ученику в отдельности.

К. Д. Ушинский говорил, что педагогический такт, без которого воспитатель, как бы он ни изучал теорию педагогики, никогда не будет хорошим воспитателем-практиком [5].

Психологи утверждают, что там, где гибкость педагогической тактики заменяется резким окриком или раздраженной тирадой и гневливостью, происходит подмена профессиональной педагогической деятельности выражением педагогической несостоятельности.

Таким образом, педагогическое мастерство, как симбиоз профессиональных знаний, техник, педагогических способностей, педагогической нравственности и такта, вкупе с личностными качествами обеспечивает высокий уровень самоорганизации профессиональной деятельности педагога высшей школы.

## Библиографический список

1. Дьяченко М. И., Кандыбович Л. А. «Психология высшей школы» Изд. БГУ им. В. И. Ленина, Минск, 1978 г.
2. Педагогическое наследие К.С. Станиславского и развитие творческого потенциала учителя. — Москва: Мое отечество —№2, 1999.
3. Макаренко А.С. Сочинения: В 7 т. — М., 1958. - Т. 5. — С. 242.
4. Ушинский К. Д. Избр. пед. соч. / Под ред. Н. А. Сундукова. М: Просвещение, 1968.
5. Ушинский К. Д. Человек как предмет воспитания: Опыт педагогической антропологии: пед. соч.: в 6 т. / Сост. С.Ф. Егоров. — М.: Просвещение, 1990. — Т. 5.3.

УДК 614.88(075.8)

**И. В. Свитнев<sup>1</sup>, Е. А. Харитонов<sup>2</sup>, Л. А. Лукьянова<sup>3</sup>, Л. О. Лукашевич<sup>4</sup>,  
И. С. Зайцев<sup>5</sup>, В. А. Кулганов<sup>6</sup>, К. В. Матюшонок<sup>7</sup>**  
Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург  
*zi13021@yandex.ru<sup>1</sup>*  
*leolukashevich2001@mail.ru<sup>2</sup>*  
*isvitnev@mail.ru<sup>3</sup>*  
*lalukianova@mail.ru<sup>4</sup>*  
*mkv78@bk.ru<sup>5</sup>*  
*xaritonova\_ea@mail.ru<sup>6</sup>*  
*kulganof@mail.ru<sup>7</sup>*

### **ДИСТАНЦИОННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ РАЗДЕЛА «МЕДИЦИНСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ» ДИСЦИПЛИНЫ «РАДИАЦИОННАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА»**

В статье приводится анализ дистанционных способов обучения по первой помощи. Дана характеристика проведения учебных занятий с использованием авторского программного комплекса, направленного на освоение обучающимися компетенции "быть способным выбирать алгоритм оказания первой помощи в различных условиях обстановки". Рассматривается применение прикладной программы «Обучающий комплекс оказания первой помощи» для правильного диагностирования состояния, в котором необходимо оказание первой помощи. Приводится порядок работы обучающегося в программном комплексе с использованием контрольно-измерительных материалов. Автором отмечается положительный результат

проведения дистанционного способа проведения текущего контроля с использованием, предлагаемого авторами программного обучающего комплекса.

**Ключевые слова:** инновационные методы в педагогической практике обучения первой помощи, практическое занятие, ситуационные задачи, обработка данных тестирования обучающихся, программный блок, алгоритм оказания первой помощи.

**I. V. Svitnev<sup>1</sup>, E. A. Kharitonova<sup>2</sup>, L. A. Lukyanova<sup>3</sup>, L. O. Lukashevich<sup>4</sup>,  
I. S. Zaitsev<sup>5</sup>, V. A. Kulganov<sup>6</sup>, K. V. Matyushonok<sup>7</sup>**

Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky, Saint-Petersburg

*zi13021@yandex.ru<sup>1</sup>*

*leolukashevich2001@mail.ru<sup>2</sup>*

*isvitnev@mail.ru<sup>3</sup>*

*lalukianova@mail.ru<sup>4</sup>*

*mkv78@bk.ru<sup>5</sup>*

*xaritonova\_ea@mail.ru<sup>6</sup>*

*kulganof@mail.ru<sup>7</sup>*

## **REMOTE INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE ORGANIZATION OF TEACHING OF THE SECTION "MEDICAL SUPPORT. FIRST AID" OF THE DISCIPLINE "RADIATION, CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROTECTION"**

The article provides an analysis of distance learning methods for first aid. The characteristic of conducting training sessions using the author's software package aimed at mastering the competence of students "to be able to choose the algorithm of first aid in various conditions of the situation" is given. The application of the application program "First Aid Training Complex" for the correct diagnosis of a condition in which first aid is necessary is considered. The order of the student's work in the software package with the use of control and measuring materials is given. The author notes the positive result of the remote method of conducting the current control using the software training complex proposed by the authors.

**Keywords:** innovative methods in the pedagogical practice of first aid training, practical training, situational tasks, processing of students' testing data, program block, algorithm of first aid.

Никто не мог представить в начале 20 века, что бумеранг военных конфликтов, чрезвычайных ситуаций станет обыденностью для нас, живущих в 21 веке. Что же изменилось в обществе, в сознании личности за эти годы? Во-первых, преобладание личных целей над общественными и государственными в сознании гражданина стали приоритетными - это данность как следствие деформации системы образования без идеологического воспитания на государственном уровне.

Во-вторых, снижение уровня доброты, сострадания и самопожертвования ради спасения ближнего, к сожалению, стали нормой не в силу чѐрствости граждан, а в силу отсутствия уверенности в своих силах в деле спасения пострадавшего, оказания первой помощи, а тем более в условиях боевых действий различной интенсивности. Причины, которые лежат в области социальной психологии и квазиюриспруденции не будем раскрывать, так как любому человеку, для которого защита Родины – честь и призвание ... всё понятно.

Что же делать в данной ситуации нам, преподавателям «Высшей школы»?

Ответ однозначен: несмотря на задачи по изменению направленности предметных областей учебных дисциплин в части усиления требований нормативно-правовой базы по оказанию первой помощи, тактической направленности обучения первой помощи (при отсутствии нормативно-правового обеспечения по данному частному важному вопросу), при неизменности часов учебных практических занятий, норм нагрузки преподавателей, необходимо найти способы, методы и приѐмы для обеспечения будущего офицера надёжными компетенциями.

Овладение гражданами навыками оказания первой помощи является одной из важнейших государственно-социальных задач, поскольку во многих случаях оперативная и грамотная первая помощь позволяет сохранить жизнь и здоровье людей. Статистические данные свидетельствуют, что количество людей, погибающих от неоказания первой помощи, сравнимо с количеством людей, погибающих от онкологических заболеваний [1, 2]. По данным МЧС России современное нормативно-правовое регулирование вопросов о месте и роли первой помощи в организации здоровья граждан базируется, в первую очередь, на федеральном законе «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации» от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ. Ст. 31. Согласно закону, оказывать первую помощь может любой человек, при наличии соответствующей подготовки и (или) навыков. Вторым документом, который регламентирует оказание первой помощи, является приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 4 мая

2012 г. № 477н «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи».

Актуальность вопроса всеобъемлющего охвата подготовки навыкам первой помощи системой образования РФ вытекает и из требований ФЗ-68 от 21.12.1994 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций», в котором ст.19 обязывает всех граждан изучать вопросы первой помощи и совершенствовать свои навыки, а при чрезвычайных ситуациях(ЧС) выполнять правила поведения в ЧС, в которой само-и взаимопомощь является нормой права. Другим аспектом, подчёркивающим необходимость владения навыками первой помощи (в том числе и с элементами тактической медицины) для военнослужащих, является статистика [3, 4] случаев гибели военнослужащих при выполнении элементов боевой учёбы, распорядка дня и повседневной жизни из-за несвоевременного или не умелого оказания первой помощи теми, то был рядом и не смог спасти товарища.

Кроме специальных компетенций учебных планов, считаем, что одной из основных является компетенция дисциплины «Радиационная, химическая и биологическая защита»: «выполнение боевой задачи с максимальной эффективностью при минимальных потерях в различных условиях РХБ обстановки».

Так сложилось, что в ВКА имени А. Ф. Можайского вопросы компетентности будущего офицера в вопросах первой помощи, медицинского обеспечения, грамотности в вопросах введённых вопросов тактической медицины органично входят разделом в учебную дисциплину «Радиационная, химическая и биологическая защита». Вот о том с какими трудностями мы сталкиваемся и как их пытаемся преодолеть поговорим на страницах данной статьи.

Как же выглядит сегодня современное образование будущего офицера-выпускника ВКА имени А. Ф. Можайского по разделу «Медицинское обеспечение» дисциплины РХБ защита с учётом повышения требований компетенций первой помощи, новизны тактической направленности обучения?

Мы не будем касаться вопросов «для служебного пользования», но обозначим то, что за время, которое отводится для обучения можно получить лишь

представление о сути вопроса, иногда получить устойчивые знания, что всецело зависит от компетентности преподавателя, и с большой долей натяжки и самоуспокоения можно говорить о том, что обучающиеся получают устойчивые навыки, перерастающие в компетенции «быть способным...выполнить, организовать...». Дефицит времени на обучение этим важным вопросам виден уже в ходе начальной военной подготовки. Именно в ходе начальной военной подготовки мы имеем возможность заложить основы медицинских знаний, которые будут основой для формирования качеств личности безопасного типа, главы семьи, который сможет знания, перешедшие в убеждения принести в свою «ячейку общества». Эта вроде бы простая формула обучения, сочетанная с практикой службы и жизни, имеет важную государственную значимость. Значит, часы обучения на решение вопросов «народосбережения» «оптимизировать» нельзя!

Другой проблемой снижения качества возможного образования (или вообще отсутствие как такового образования по предмету) является значительная потеря времени обучающимися в силу пандемических ограничений, не учебных командировок и т.п. отрывов от основной своей задачи- обучения.

Необходимо сказать о двух проблемных вопросах, которые требуют внимания при формировании новых учебных планов.

Первый. С учётом реалий стремительного развития современной военно-политической обстановки и возможного, в скором времени, дефиците офицерского корпуса, наш выпускник должен иметь базовые знания первой помощи с учётом тактической направленности новаций тематического плана, на уровне общевойскового офицера. При этом мы должны учитывать взаимосвязь РХБ защиты и раздела «Медицинское обеспечение» и дисциплин общевойсковой направленности (тактика, огневая подготовка, инженерное обеспечение, топография, безопасность жизнедеятельности, основы безопасности военной службы, и т. п.)

Для этого мы курсантам должны преподать знания, умения и навыки, в дополнение к программам обучения, а именно:

1. Сочетание первой помощи на поле боя, эвакуации раненых и огневого подавления противника, препятствующему этому;
2. Организация и выполнение эвакуации раненых в тыл на имеющейся колёсно-гусеничной технике (при этом цель-сохранить жизнь раненому, а не довести тело в морг);
3. Повышение морально-волевых качеств курсантов для того чтобы они могли понимать, что эффективная забота о раненых – залог высокого боевого духа подразделения.
4. Шоковым состояниям от переутомления и изнурения;
5. Способность по внешним признакам выявить подчиненных в шоковом переутомленном состоянии (холодная, влажная бледная кожа, пульс слабый и учащённый, более 100 ударов в минуту);
6. Правила правильного применения обезболивающих, если нет средств обезболивания в стандартной аптечке;
7. Особый характер ранений пулями 5,45, а также 5,56; 7,62; 9,0; 12,7 мм и другим «дозвуковым» боеприпасам;
8. Особое внимание на различный характер ран от холодного оружия отечественного и зарубежного;
9. Тематика о доступных гемостатиках;
10. Первая помощь при контузиях;
11. Признаки повреждения мозга (при ранениях в голову: сотрясение и сдавление) и их симптомы;
12. Первая помощь при поражении напалмом и белым фосфором открытых участков кожи, глаз;
13. Первая помощь при нарушении дыхательной деятельности при шоке различного типа;
14. Особенности первой помощи при минно-взрывных травмах;
15. Общие сведения об оказании первой помощи в зависимости от условий боевых действий (город, поле, лес, горы, специальное сооружение, пустыня, тундра, различное время суток);

16. Правила размещения полевого медицинского пункта (ПМП) в звене рота-батальон и роль командира подразделения по организации взаимодействия по эвакуации раненых;

17. Взаимодействие командира подразделения с ПМП в вопросах сортировки и эвакуации раненых. Оформление документов на раненных в тактическом звене рот-батальон.

Второй. Все темы, вышеупомянутые в первом проблемном вопросе, требуют системного подхода к обучению, основой которого должно являться сочетание современного, лаконичного теоретического материала в лекциях и на семинарах с наличием симуляторов и тренажеров на практических занятиях с иностранными военнослужащими. Обязательно необходимо учитывать при разработке тематических планов для иностранных курсантов и слушателей особенности законодательства их государств по правилам оказания первой помощи (в том и религиозные устои).

Вышеозначенные проблемные вопросы не могут получить положительную реализацию без специализированных аудиторий с широким спектром пособий, муляжей, препаратов и самое важное – тренажерно-симуляционного комплекса.

**Постановка задачи.** Ограничения, которые накладывает на учебный процесс пандемия значительно снижают количественно-качественные показатели образования. Для неснижения темпов и качества учебного процесса мы предлагаем новый подход к текущему контролю успеваемости методами дистанционного тестирования. Цель работы: предложение применения обучающего комплекса удаленного текущего контроля при обучении первой помощи.

**1. Разработка программного комплекса для оценки успеваемости обучающихся, которые не могут проходить обучение в составе учебных групп в силу карантинных ограничений.**

**1.1. Обзор методов очного и дистанционного обучения с использованием инновационных технологий.**

Компьютерные технологии играют существенную роль практически на всех этапах современного образовательного процесса. Поэтому используемые

средства обучения должны помогать учащимся и преподавателям в достижении образовательных целей. Визуализация сложных понятий (математических) особенно важна, и используемые средства должны быть самыми простыми и переменными. Но непосредственное использование некоторых средств обучения (CAS) наоборот затрудняет учебный процесс из-за отсутствия необходимых навыков у студентов (недостаточной подготовки студентов к программированию) [11].

В свою очередь у обучающихся при отсутствии навыка работы в цифровой образовательной среде выявлена высокая готовность к работе с использованием дистанционных форм обучения. В настоящее время обучающиеся активно используют социальные сети и мессенджеры в образовательных целях (84%), дистанционные технологии образования (48%), мейнфреймы и базы данных (43%). Причем более высокий уровень готовности был продемонстрирован студентами технических и IT-направлений [10].

Вместе с этим большинство преподавателей способно быстро осуществить переход на дистанционное обучение. По оценкам 23% «были готовы полностью»; 60% «были готовы, но доделывали на ходу» [5]. Информационные технологиями как мультисенсорная интерактивная среда обучения с почти неограниченными возможностями. Считается, что использование компьютерных технологий помогает в усвоении материала, а формы и методы занятий для обучающихся более интересные: число студентов с высоким уровнем усвоения возросло с 11,1 до 12,1 %, а количество студентов, получивших за выполнение теста отличные и хорошие оценки, – с 44,4 до 72,7 %. Качество ответов на экзаменах выросло с 58,3 до 66,7 % [19].

Показатели внутренней мотивации студентов были выше у онлайн-студентов, чем у студентов, посещающих традиционные очные занятия. Отдельное внимание следует уделить техническим средствам дистанционного обучения, их многообразию и динамично изменяющимся временным ресурсам преподавателей, участвующих в данном процессе [7, 15, 16, 17, 18, 20, 22].

Анализ литературы, опубликованной в течение последних трёх лет показывает, что мнения разделяются: одни авторы выступают за очный формат обучения, другие описывают все ее недостатки и высказываются в пользу дистанционной формы подачи информации и закрепления полученных знаний обучающимися. Большое количество исследований за последние годы по вопросу обзора показывает, что дистанционное образование может служить заменой традиционной модели обучения или быть с ней в отношении мутуализма. Следует отметить, что программные обучающие комплексы в сфере первой помощи как средство текущего контроля обучающихся до сих пор не использовались в том контексте и способе применения как предлагают авторы статьи.

**2. Введение в проблему.** Военнослужащие являются особой категорией граждан, которая требует повышенного внимания со стороны здравоохранения. Состояние здоровья одного военнослужащего может повлиять на самочувствие всего коллектива. Это обусловлено тем, что в условиях военной службы тяжело соблюдать социальную дистанцию, так как взаимодействие между военнослужащими очень тесное. Важно заметить, что данная категория общества подвергнута влиянию многофакторных влияний на общее состояние человека, так как в силу необходимости военнослужащие вынуждены перемещаться и находится в стрессовых для своего организма условиях. В связи с этим, проблема эффективной организации дистанционного обучения является важной задачей в деле подготовки офицерских кадров.

**3. Цели.** Создание обучающего программного комплекса первой помощи, предназначенного для обучения решения ситуационных задач по первой помощи и правильного выбора эффективной тактики оказания первой помощи.

**4. Методология.** В процессе разработки программного комплекса и исследования успешности обучающихся при решении ситуационных задач были использованы методы логического, функционального, комплексного анализа данных, исследования операций, имитационного моделирования и функционального программирования.

Программа разработана в среде разработки «Qt Creator 5.14.2» на языке C++. Состав проекта:

1. Подключаемые стандартные библиотеки C++;
2. Исходные файлы .cpp;
3. Заголовочные файлы .h;
4. Файлы виджетов.

Тесты написаны на использовании метода «сигналов и слотов». Механизм сигналов и слотов основан на следующих принципах:

- каждый класс, унаследованный от QObject, может иметь любое количество сигналов (вариантов выбора ответов обучающимися) и слотов;
- сообщения, посылаемые посредством сигналов, могут иметь множество (варианты выборов правильных/неправильных ответов при решении ситуационных задач) аргументов любого типа;
- сигнал можно соединять с различным количеством слотов. Отправляемый сигнал поступит ко всем подсоединенным слотам;
- слот может принимать сообщения от многих сигналов, принадлежащих разным объектам;
- соединение сигналов и слотов можно производить в любой точке приложения;
- сигналы и слоты являются механизмами, обеспечивающими связь между объектами. Связь также может выполняться между объектами, которые находятся в различных потоках;
- при уничтожении объекта (выходе из теста без сохранения) происходит автоматическое разъединение всех сигнально-слотовых связей. Это гарантирует, что сигналы не будут отправляться к несуществующим объектам (другим сессиям или участникам).

Другими словами, мы создаем слоты, получающие от пользователя данные о его выборе варианта ответа по предлагаемой ситуационной задаче и вариантам тактики оказания первой помощи, и слоты (кнопки, варианты ответов), после

чего создаем сигналы, которыми подключаем слоты с функциями управления динамики обучения и местоположения, обучающего в общем рейтинге.

При создании программного комплекса оценки степени усвоения программы обучения по первой помощи были определены следующие условия:

1. работа с комплексом должна быть максимально проста и доступна;
2. в системе должны быть данные всего личного состава подразделения;
3. доступ к ЭВМ, на которой будут производиться анализ должен быть четко разграничен во избежание утечки данных военнослужащих, а также ЭВМ не должна иметь доступ к глобальной сети «Интернет»;
4. программа должна быть модульной, для того чтобы добавлять новые факторы или удалять старые.

Принцип работы программного комплекса заключается в идентификации военнослужащего по его аутентификации и динамического управления уровнем знаний и навыков.

Блоками программы являются:

1. Вход в главное меню. Получение идентификационных данных от пользователя;
2. Основное окно теста. Выбор варианта ситуационной задачи (пятьдесят задач по восьми вариантам ситуаций, связанных с необходимостью оказывать первую помощь); тексты вопросов, слотовые механизмы и варианты ответов. Выбор пользователем варианта ответа.
3. Окно рейтинга, показывающее пользователю количество верных и неверных ответов, его положение в общем рейтинге.

Так же в программе реализована функция запоминания результатов прохождения теста каждым пользователем. Процесс выбора обучающимся правильного элемента решения ситуационной задачи показан на рисунке 1.

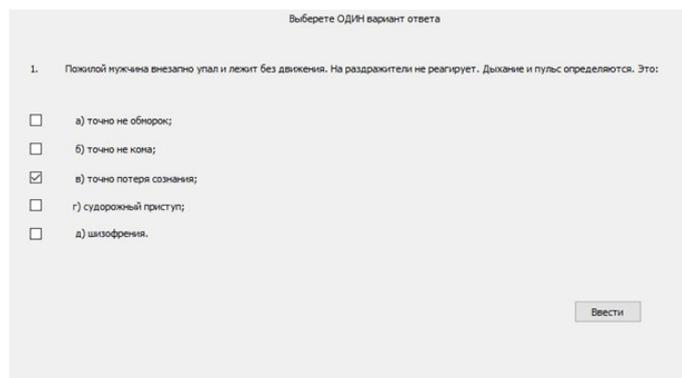


Рис. 1 Выбор вариантов ответа ситуационной задачи

После ответа на все предоставленные вопросы, появится окно с выводом результатов (рисунок 2), чтобы увидеть результаты тестирования, необходимо нажать кнопку «Результат»:

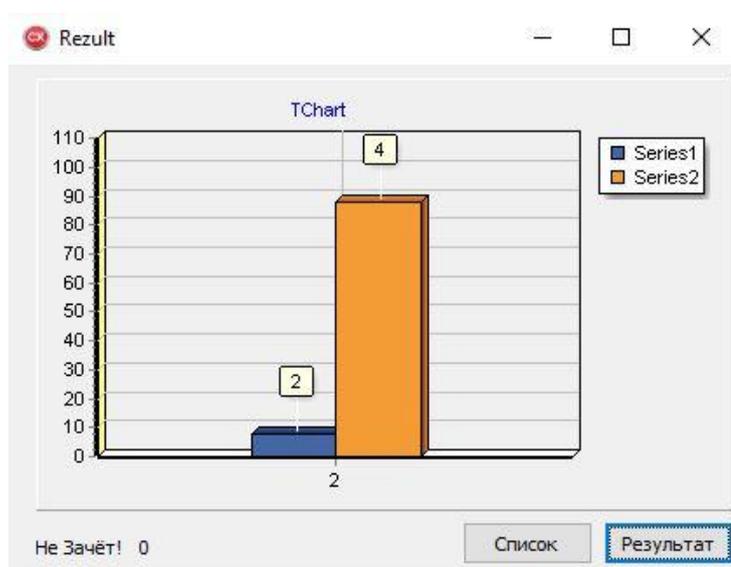


Рис. 2 Результат одного тестируемого

На рисунке 2: оранжевый столбец – количество неправильных и/или не отвеченных вопросов, синий столбец – количество верных ответов. В нижнем левом углу ставится соответствующая оценка за тест (зачёт/ не зачёт) и в процентном соотношении количество верных ответов.

Чтобы увидеть результаты последних 10 тестируемых, необходимо нажать вкладку в левом верхнем углу «Меню». В открытой вкладке будут находиться две кнопки, нужно нажать кнопку «Результаты» для вывода списка тестируемых (рисунок 3).

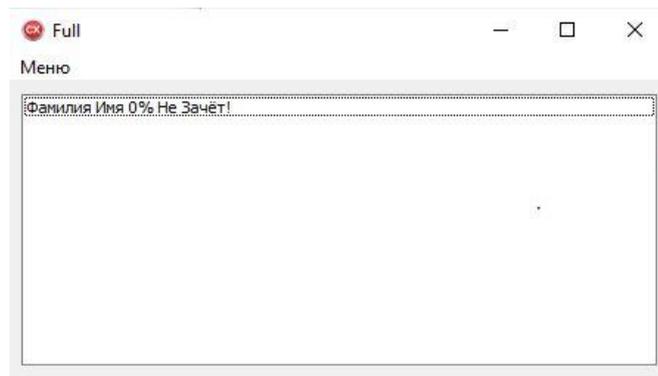


Рис. 3 Список тестируемых, вместе с их результатами

Для того, чтобы начать новое тестирование, необходимо во вкладке «Меню» нажать кнопку «Начать тест заново», после чего откроется окно авторизации и процесс опроса начинается вновь.

**Выводы.** Исследование проблемы текущего контроля успеваемости дистанционным способом позволили предложить способ повышения эффективности успешного прохождения тестирования на 8% по сравнению с очным тестированием, что подтверждается анализом данных обработки результатов с помощью разработанной программы для ПЭВМ [22, 23].

### Библиографический список

1. <https://ussurmedia.ru/news/591013/>
2. <https://vademec.ru/news/2021/04/08/>
3. <https://fishki.net/anti/3442055-smernosty-i-suicidy-v-rossijskoj-armii-kak-vlasti-skryvajut-pravdu.html>
4. [https://www.bbc.com/russian/russia/2015/05/150528\\_russia\\_military\\_losses\\_state\\_secret](https://www.bbc.com/russian/russia/2015/05/150528_russia_military_losses_state_secret)
5. Неборский Е. В., Богуславский М. В., Ладыжец Н. С., Наумова Т. А., Анисимов А. Е. Переход на дистанционное обучение в условиях COVID-19 в оценках профессорско-преподавательского состава // Перспективы науки и образования. 2020. № 4 (46). С. 99–110. doi: 10.32744/pse.2020.4.6.
6. Elena V. Frolova, Olga V. Rogach, Tatyana M. Ryabova. Digitalization of Education in Modern Scientific Discourse: New Trends and Risks Analysis // European

Journal of Contemporary Education. 2020. E-ISSN 2305-6746 2020, 9(2): 331–336  
DOI: 10.13187/ejced.2020.2.313.

7. Машарова Т. В., Круковский В. Е., Михлякова Е. А., Гуйюнь Ян. Применение облачных сервисов для активизации информационного взаимодействия при электронном обучении для повышения качества образовательных результатов // Перспективы науки и образования. 2020. № 5 (47). С. 384–397. doi: 10.32744/pse.2020.5.27.

8. Стриелковски В., Киселева Л. С., Попова Е. Н. Детерминанты качества университетского образования: мнение студентов // Интеграция образования. 2018. Т. 22, № 2. С. 220–236. DOI: 10.15507/1991-9468.091.022.201802.220-236.

9. Грунт Е. В., Беляева Е. А., Лисситса С. Дистанционное образование в условиях пандемии: новые вызовы российскому высшему образованию // Перспективы науки и образования. 2020. № 5 (47). С. 45-58. doi: 10.32744/pse.2020.5.3.

10. Перевалов В. Д., Новгородцева А. Н., Сивкова Н. И., Корелин А. В., Корелина Е. В. Цифровизация российской высшей школы: технологии образовательного процесса (опыт вузов Уральского федерального округа Российской Федерации) // Перспективы науки и образования. 2020. № 4 (46). С. 36-46. doi: 10.32744/pse.2020.4.3/

11. Natalia M. Mezhenaya, Oleg V. Pugachev. Advantages of Using the CAS Mathematica in a Study of Supplementary Chapters of Probability Theory // European Journal of Contemporary Education. 2019. E-ISSN 2305-6746 2019, 8(1): 4-24 DOI: 10.13187/ejced.2019.1.4.

12. Антонова Н. Л., Меренков А. В. Модель «перевернутого обучения» в системе высшей школы: проблемы и противоречия // Интеграция образования. 2018. Т. 22, № 2. С. 237–247. DOI: 10.15507/1991-9468.091.022.201802.237-247.

13. Elena V. Soboleva. Quest in a Digital School: the Potential and Peculiarities of Mobile Technology Implementation // European Journal of Contemporary Education. 2019. E-ISSN 2305-6746 2019, 8(3): 613-626 DOI: 10.13187/ejced.2019.3.613.

14. Sari A. I., Suryani N., Rochsantiningsih D., Suharno S. Digital Learning, Smartphone Usage, and Digital Culture in Indonesia Education. Integratsiya obrazovaniya = Integration of Education. 2020; 24(1):20-31. DOI: <https://doi.org/10.15507/1991-9468.098.024.202001.020-031>.

15. Elena V. Frolova, Tatyana M. Ryabova, Olga V. Rogach. Digital Technologies in Education: Problems and Prospects for “Moscow Electronic School” Project Implementation // European Journal of Contemporary Education. 2019. E-ISSN 2305-6746 2019, 8(4): 779-789 DOI: 10.13187/ejced.2019.4.779.

16. Мария Джанелли. Электронное обучение в теории, практике и исследованиях // // Вопросы образования. 2018. № 4. С. 81-98. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-4-81-98.

17. Romualdas K. Malinauskas, Jurate Pozeriene. Academic Motivation Among Traditional and Online University Students // European Journal of Contemporary Education. 2020. E-ISSN 2305-6746 2020, 9(3): 584-591 DOI: 10.13187/ejced.2020.3.584.

18. Дебора Кейек-Франсен. Практики успешности студентов: от очного обучения к масштабному и обратно // Вопросы образования. 2018. № 4. С. 116-138. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-4-116-138.

19. Дидактические возможности современных информационных технологий в подготовке специалиста-химика / Е. В. Береснева [и др.] // Интеграция образования. 2018. Т. 22, № 1. С. 177–192. DOI: 10.15507/1991-9468.090.022.201801.177-192.

20. Д. А. Кравченко. Классический и современный подходы к измерению валидности заданий на взаимное оценивание в MOOK // // Вопросы образования. 2018. № 4. С. 99-115. DOI: 10.17323/1814-9545-2018-4-99-115.

21. Санкт-Петербургский государственный университет. Опыт реализации образовательного процесса в дистанционном режиме в период распространения коронавирусной инфекции и перспективы его использования // Центр социологических и Интернет-исследований. 2020.

22. Программный комплекс для вычисления корреляционной зависимости. Дробилко С. А., Харитонов Е. А., Свитнев И. В. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019613139, 12.03.2019. Заявка № 2019612120 от 04.03.2019.

23. Актуальные проблемы современного образования: опыт и инновации: материалы всероссийской научно-практической конференции с дистанционным международным участием: 21-22 декабря 2021 г. Часть 2 / отв. ред. А. Ю. Нагорнова. – Ульяновск: ЗЕБРА, 2021. – [285 с]. Свитнев И. В., Вилков А. В., Харитонов Е. А., Лукьянова Л. А. (Санкт-Петербург, Россия) Опыт внедрения инновационных технологий в образовательный процесс на основе педагогического эксперимента при изучении дисциплины «Радиационная, химическая и биологическая защита» в ВКА им. А.Ф. Можайского, [с. 228–233].

УДК 372.851

**Л. А. Секованова<sup>1</sup>, Е. С. Данилюк<sup>2</sup>**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С. К. Тимошенко, г. Кострома

*sekovla@yandex.ru<sup>1</sup>*

*mif\_es@mail.ru<sup>2</sup>*

## **МОНИТОРИНГ ОБУЧЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ДАННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ КУРСАНТОВ**

В статье приводятся основные понятия, связанные с образовательным мониторингом и одним из его этапов – проверкой остаточных знаний. Приведены результаты мониторинга реализации принципа профессионально-прикладной направленности при изучении курсантами раздела «Математическая статистика» и защиты курсовой работы по этому разделу. Представлены рекомендации по совершенствованию учебно-методического обеспечения раздела «Математическая статистика», разработанные по результатам анализа уровней сформированной стохастической грамотности обучающихся.

**Ключевые слова:** стохастическая грамотность, образовательный мониторинг, этапы мониторинга, остаточные знания, математическая статистика, анализ экспериментальных данных, принцип профессионально-прикладной направленности.

**L. A. Sekovanova<sup>1</sup>, E. S. Danilyuk<sup>2</sup>**  
Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S. K. Timoshenko, Kostroma  
*sekovla@yandex.ru<sup>1</sup>*  
*mif\_es@mail.ru<sup>2</sup>*

## **MONITORING OF TRAINING IN STATISTICAL ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DATA AS A TOOL FOR IMPROVING THE STOCHASTIC LITERACY OF CADETS**

The article presents the basic concepts related to educational monitoring and one of its stages – the verification of residual knowledge. An example of monitoring the process of studying the section "Mathematical Statistics" by cadets and defending the course work in this section is given. Recommendations for improving the educational and methodological support of the section "Mathematical Statistics", developed based on the results of qualitative and quantitative analysis of monitoring results, are presented

**Keywords:** educational monitoring, monitoring stages, residual knowledge, mathematical statistics, analysis of experimental data.

Сегодня мир оказался в ситуации, когда новое вирусное заболевание COVID-19 имеет тенденцию к бесконтрольному распространению с высокой скоростью. В этих условиях особое значение приобретают опережающие научные исследования по анализу и прогнозу вероятных сценариев развития эпидемий опасных заболеваний. Проверка адекватности и непрерывное совершенствование технологий моделирования и прогнозирования эпидемических процессов основано на математических методах сбора и обработки статистических данных. Поэтому формирование стохастической грамотности курсантов на основе прочного усвоения базовых понятий и методов математической статистики в настоящее время особенно актуально.

Элементы теории вероятностей и математической статистики прочно вошли не только в вузовский, но и в школьный курс математики. Формирование стохастической грамотности школьников предполагает наличие такой грамотности у педагогических работников. В работе Е. В. Эргле [1] предлагает методическую систему формирования стохастической грамотности у учителей различных

учебных предметов. Стохастическая грамотность определяется как система необходимых для успешной жизнедеятельности человека представлений и действий со стохастическими понятиями.

Одним из условий успешности формирования стохастической грамотности автор называет мониторинг уровней сформированной грамотности и мобильную корректировку системы обучения. Добавим еще очень важное, на наш взгляд, условие. В случае подготовки специалистов инженерно-технического профиля – это обучение методам математической статистики на статистических данных профессионально-прикладной направленности. Таким образом, основная цель обучения курсантов разделу «Математическая статистика» – повышение их стохастической грамотности на основе реализации принципа профессионально-прикладной направленности и мониторинга процесса обучения.

Мониторинг процесса усвоения материала является одной из составляющих технологии оценки качества образования, одним из заключительных этапов которого является проверка остаточных знаний.

В работе [2] под остаточными знаниями понимают «определенный объем информации, соотнесенный с образовательными стандартами, учебными планами и программами, который хранится в долговременной памяти студента на фиксированный момент времени и под влиянием соответствующих стимулов может быть использован им в ходе учебной и профессиональной деятельности».

Авторы статьи [3] отмечают, что наряду с текущим, рубежным и заключительным контролем, контроль остаточных знаний является одной из важных организационных форм проверки усвоения учебного материала. Этот контроль может осуществляться в форме письменного экзамена через некоторое время (до одного года) после завершения изучения дисциплины. Авторы рассматривают различные формы проверки остаточных знаний, многообразие которых помогает развить большую гибкость в воспроизведении материала, что способствует развитию различных способностей обучающихся. В отечественной литературе проверку остаточных знаний иногда называют «проверкой выживаемости знаний».

Понятие «мониторинг» (от англ. monitoring в переводе – отслеживание, на базе латинского корня – monitor – напоминающий, предупреждающий) стало общепризнанным как в науке, так и в других областях общественной практики. Речь идет о постоянном наблюдении за каким-либо процессом с целью выявления его соответствия желаемому результату. Иначе говоря, если диагностика ситуации осуществляется систематически с определенной заданной периодичностью и с использованием одной и той же системы индикаторов, мы имеем дело с мониторингом [4].

Образовательный мониторинг – это такая система организации сбора, хранения, обработки, распространения информации о деятельности системы (подсистемы) образования, которая призвана обеспечивать не только непрерывное слежение за ее состоянием, но и прогнозирование ее развития. Образовательный мониторинг предполагает функционирование в течение определенного временного периода [4].

С помощью мониторинга проводится выявление и оценивание проведенных педагогических действий. При этом обеспечивается обратная связь, освещающая о соответствии фактических результатов деятельности образовательной системы ее конечным целям, которые фиксируются в планах и являются основой мониторинга.

Анализируя и другие информационные источники, приходим к выводу, что образовательный мониторинг – это система *наблюдений* динамики образовательного процесса, его *оценки* на основе количественного и качественного анализа, *корректировки и прогнозирования* дальнейшего развития. Мониторинг позволяет оценить эффективность методических и дидактических средств, используемых в учебном процессе, определить их соответствие целям и задачам учебного процесса.

Мотивация и познавательная активность курсантов являются определяющими в достижении эффективности процесса обучения вообще и в повышении их стохастической грамотности, в частности.

Развитию мотивации к обучению, формированию профессиональных компетенций способствует практическая направленность при изложении учебного материала на лекциях, решение профессионально-ориентированных задач, применение методов математической статистики к анализу экспериментальных данных военно-прикладной направленности. Под профессионально-ориентированным обучением математике понимают обучение, при котором реализуется связь математики с дисциплинами инженерного цикла на разных уровнях. Поэтому статистическим материалом к задачам курсовой работы явились экспериментальные данные научных исследований по химии, механике, материаловедению и др.

Умения и навыки построения математических регрессионных моделей по представленным экспериментальным данным позволяют изучать химические, физические, экологические, эпидемиологические и другие реальные процессы. Более эффективному формированию указанных умений и навыков способствует разработанный нами комплекс задач военно-прикладной направленности. Обучение с использованием таких задач приводит к более прочному усвоению знаний, так как возникают ассоциации с конкретными практическими действиями, усиливаются межпредметные связи. Приведем пример задач по химии и материаловедению, в которых требуется провести статистический анализ данных и сделать выводы (объем статистических данных от 50 до 100).

*Задача 1.* Определение щелочности дегазатора, полученного растворением технического NaOH, проводили методом кислотно-основного титрования. Объем 0,1 М серной кислоты, пошедшей на прямое титрование 50 мл дегазирующего раствора, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные к задаче

$V(\text{H}_2\text{SO}_4)$ , мл	35,98	35,52	33,50	33,72	35,27	34,81	33,62	34,54	33,91	...
---------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

*Задача 2.* В результате измерения твердости партии образцов, выполненных из серого чугуна марки СЧ24-44 по шкале Бринелля, были получены следующие данные (значения в МПа):

2025	1996	1969	2035	2019	2004	2007	2029	2040	...
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----

В работе [5] отмечается, что статистическая обработка результатов экспериментальных исследований является одним из важнейших этапов исследовательской работы, которую курсанты выполняют при подготовке выпускных квалификационных работ и в рамках военно-научной работы. Поэтому совершенствование учебно-методического обеспечения раздела «Математическая статистика» на основе мониторинга качества обучения заслуживает особого внимания.

Мониторинг качества усвоения курсантами раздела «Математическая статистика» проводился в течение трех лет (с 2017 г. по 2020 г.) в трех учебных группах второго курса инженерного факультета. Проведенные исследования можно условно разбить на три этапа:

I этап (подготовительный). Определены цель, задачи, объект и направление исследования, разработаны методы сбора и анализа информации.

II этап (основной). Сбор информации (наблюдение, анкетирование, тестирование, данные результатов текущих контрольных мероприятий и промежуточных аттестаций и др.)

III этап (аналитический). Обработка и анализ информации, корректировка учебно-методических материалов, выработка рекомендаций.

Сбор информации заключался в сравнительном анализе результатов защиты курсовой работы «Анализ экспериментальных данных методами математической статистики» (случайная величина  $Y$ ) и проверки остаточных знаний по данному разделу «Математическая статистика» (случайная величина  $X$ ). Остаточные знания проверялись через 4-5 месяцев после итоговой аттестации курсантов по высшей математике. По коэффициенту корреляции между случайными

величинами  $X$  и  $Y$  можно судить о статистической зависимости между указанными величинами, а качественный анализ результатов выполнения тестовых заданий на остаточные знания позволил выявить наиболее проблемные учебные вопросы и внести коррективы в методику преподавания раздела.

В таблице 2 представлены средние значения:  $\bar{X}$  – балл за тест на остаточные знания,  $\bar{Y}$  – балл за выполнение и защиту курсовой работы,  $r_B$  – коэффициент корреляции,  $\bar{r}_B$  – среднее значение коэффициента корреляции.

Таблица 2

Результаты защиты курсовой работы

Учебный год	21 группа		22 группа		23 группа		$\bar{r}_B$
	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	
2017-2018	3,3	4,2	2,5	4,3	2,6	4,0	0,60
	$r_B=0,46$		$r_B=0,66$		$r_B=0,68$		
2018-2019	2,9	4,25	3,8	4,6	3,6	4,3	0,62
	$r_B=0,66$		$r_B=0,58$		$r_B=0,59$		
2019-2020	4,1	4,0	3,7	4,1	4,5	4,6	0,69
	$r_B=0,7$		$r_B=0,81$		$r_B=0,58$		

Количественный анализ результатов мониторинга, показал, что наблюдается рост среднего значения коэффициента корреляции, то есть усиление связи между исследуемыми признаками. Это означает, что внедрение усовершенствованной методики выполнения и защиты курсовой работы способствует более прочному закреплению основных понятий и методов математической статистики.

По средним значениям коэффициентов корреляции  $\bar{r}_B$  вычислены коэффициенты детерминации 0,36, 0,38 и 0,47, по значениям которых можно судить об уменьшении воздействия случайных факторов при оценке качества знаний.

В трех группах курсантов инженерного факультета вели занятия и являлись руководителями курсовых работ два преподавателя. Группы были разделены на экспериментальные и контрольные. В контрольных группах защита курсовых работ выполнялась по «старом» методике, а в экспериментальных – по

усовершенствованной. При этом корректировка методического обеспечения курсовой работы выполнялась поэтапно, начиная с 2017-2018 учебного года. В таблице 3 указаны экспериментальные и контрольные группы, представлены результаты мониторинга защиты курсовых работ и проверки остаточных знаний.

Таблица 3

Результаты мониторинга защиты курсовых работ  
и проверки остаточных знаний

Учебный год	Экспериментальные группы			Контрольные группы		
	Группы	Тест	Защита курс. работы	Группы	Тест	Защита курс. работы
2017-18	21 гр.	Тест	Защита курс. работы	22 гр. 23 гр.	Тест	Защита курс. работы
		3,3	4,2		2,55	4,25
2018-2019	21 гр. 22 гр.	Тест	Защита курс. работы	23 гр.	Тест	Защита курс. работы
		3,35	4,43		3,6	4,3
2019-2020	23 гр.	Тест	Защита курс. работы	21 гр. 22 гр.	Тест	Защита курс. работы
		4,53	4,6		4,0	4,05

На рисунке 1 представлена гистограмма, отражающая рост стохастической грамотности курсантов.

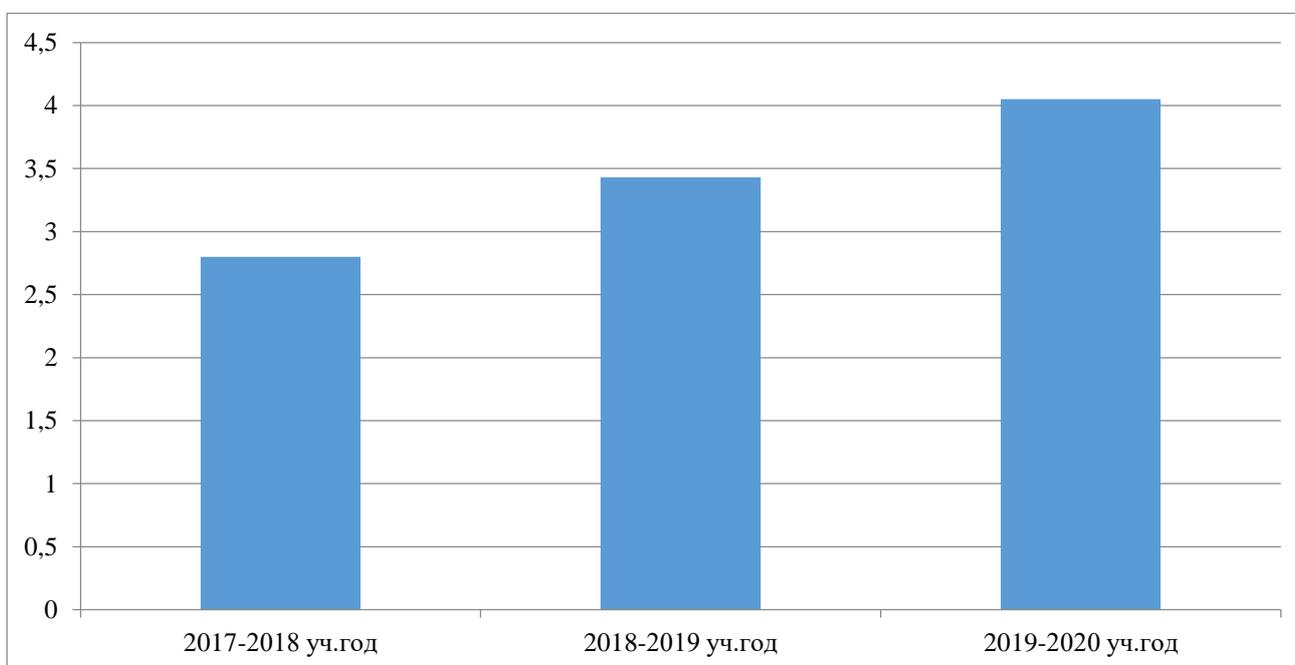


Рис. 1 Средний балл проверки остаточных знаний по трем группам

Анализ представленных результатов мониторинга показывает, что поэтапное внедрение разрабатываемой методики оказывает положительное влияние на эффективность обучения курсантов разделу «Математическая статистика».

Для качественного анализа уровня знаний 2018-2019 уч. году тестирование по оценке остаточных знаний проводилось в два этапа. Сначала курсантам было предложено ответить на 12 вопросов теста без использования справочных материалов. Затем заполненные бланки ответов были собраны преподавателем и выданы чистые. На втором этапе на чистых бланках курсанты отвечали на вопросы другого, используя подготовленный справочный материал.

Среднее значение правильных ответов с использованием справочных материалов повысилось на 6,3% в группах юношей.

Наличие справочных материалов не оказало влияния на результаты тестирования в группе девушек. Различия составило всего 0,5%.

Наибольшее затруднение вызвали вопросы, связанные со свойствами точечных оценок параметров генеральной совокупности (ГС). Например, задания следующего типа:

1. Как изменится выборочное среднее квадратическое отклонение при увеличении всех вариантов на 10?

- а) увеличится в 10 раз; б) увеличится на 10;
- в) увеличится в 100 раз; г) не изменится.

2. Если (2,8; 3,4) – доверительный интервал, покрывающий  $M(X)$  нормально распределенной случайной величины  $X$  с надежностью 0,95, то точность оценки равна:

- а) 0,05; б) 0,95; в) 0,3; г) 0,6.

3. Случайная величина  $X$  распределена нормально с параметрами  $a = -3$ ,  $\sigma = 2$ . Найти математическое ожидание случайной величины  $Y = -3X - 2$ .

- а) -8; б) 9; в) 7; г) -11.

4. По данным задачи 3 найти дисперсию случайной величины  $Y = -3X - 4$ .

- а) 32; б) 36; в) 18; г) 20.

В качестве сравнительного эксперимента в 23 учебной группе (2019-2020 уч. год) перед началом выполнения курсовой работы был проведен контроль знаний теоретического материала. Проверка проводилась в виде письменного опроса по билетам, содержащем 5 теоретических вопросов. Средний балл за предварительный контроль оказался равным 3,45. Недостаточно подготовленным курсантам было рекомендовано изучить учебный материал раздела «Математическая статистика» и, в качестве допуска к курсовой работе, ответить устно на 3 вопроса преподавателя.

Эксперимент показал эффективность такого подхода. Курсанты уверенно пользовались методическими указаниями, практически не обращаясь за консультацией к преподавателю. Средний балл за выполнение и защиту курсовой работы составил 4,6 и оказался самым высоким среди трех групп курса (таблица 2).

Результаты мониторинга обучения курсантов разделу «Математическая статистика» позволили выработать следующие рекомендации по дальнейшему совершенствованию методики внедрения в учебный процесс методов статистической обработки экспериментальных данных:

1. Уделить больше внимания свойствам точечных и интервальных оценок параметров генеральной совокупности.

Например, свойства математического ожидания и дисперсии рассмотреть с доказательством.

2. При изучении интервальных оценок по выборке объема  $n$  обратить внимание и обосновать следующие *положения*:

- 1) При увеличении объема выборки  $n$  число  $\delta$ , а значит и длина доверительного интервала ( $2\delta$ ) уменьшаются; следовательно, точность оценки – увеличивается.

- 2) Увеличение надежности интервальной оценки ( $\gamma = 0,9; 0,95; 0,99$ ) приводит к уменьшению точности, т.е. к увеличению доверительного интервала.

3. В том случае, если требуется оценить генеральную среднюю с заданной точностью и надежностью, то минимальный объём выборки, обеспечивающий,

данную точность и надёжность определяется по формуле  $n = \left( \frac{\sigma \cdot t}{\delta} \right)^2$ .

4. При изучении элементов корреляционного и регрессионного анализа сделать акцент на различие в их понятиях, на статистический смысл и свойства коэффициента корреляции.

5. Дополнить тесты для проверки остаточных знаний заданиями на корреляционную и регрессионную зависимость, проверку статистических гипотез.

Таким образом, рассмотрены и приведены результаты реализации на практике двух основных условий успешности повышения стохастической грамотности при обучении методам математической статистики. Это внедрение в учебный процесс профессионально-ориентированных задач и мониторинг процесса обучения с дальнейшей корректировкой и совершенствованием учебно-методического обеспечения раздела «Математическая статистика».

### **Библиографический список**

1. Эргле Е. В. Формирование стохастической грамотности у учителей в условиях института повышения квалификации. / Автореферат дис. канд. пед. наук. – М. –2011.

2. Кислякова Ю.Г. Квалиметрическая технология диагностики остаточных знаний студентов. [Текст]: дис. канд. пед. наук: / Ю. Г. Кислякова – Ижевск: 2002. – 158 с.

3. Нохрина Н.Н. Система тестового контроля. / Н.Н.Нохрина // Высшее образование в России. – 2002. – № 1. – С. 106–107.

4. Боровкова Т. И. Мониторинг развития системы образования. Часть 1. Теоретические аспекты: Учебное пособие. / Т. И. Боровкова, И. А. Морев. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2004. – 150 с.

5. Секованова Л. А. Обеспечение межпредметных связей математики и информатики как средство повышения мотивации и познавательной активности

курсантов / Л. А. Секованова, И. В. Болдакова // Актуальные проблемы преподавания математических и естественнонаучных дисциплин в образовательных организациях высшего образования. – Материалы Всероссийской НМК «Актуальные проблемы преподавания математических и естественно-научных дисциплин в образовательных организациях высшего образования». – Кострома: ВА РХБЗ. – 2020, с. 297–303.

УДК 378.016

**О. В. Селезнева**

Филиал Военной академии материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулева, Омск  
*olsel55@ya.ru*

### **МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ В ФОРМИРОВАНИИ НАВЫКОВ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РАМКАХ МЕРОПРИЯТИЙ ВОЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Экологичность как составляющая военно-ориентированных профессиональных компетенций может стать только результатом реализации междисциплинарного подхода в военном вузе. Актуальным является вопрос создания специфического интеллектуального пространства в образовательной среде военного вуза на основе интеграции взаимосвязанных предметных областей. В статье приведены примеры реализации междисциплинарности как основы интегративного подхода к формированию экологических навыков курсантов.

**Ключевые слова:** военное образования, междисциплинарные связи, интеграция в образовании, методика обучения экологии.

### **INTERDISCIPLINARITY IN THE FORMATION OF SKILLS TO ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY WITHIN THE FRAMEWORK OF MILITARY ACTIVITIES**

**O.V. Selezneva**

Branch of the Military Academy of Logistics  
named after Army General A. V. Khrulev, Omsk  
*olsel55@ya.ru*

Environmental friendliness as a component of military-oriented professional competencies can only be the result of the implementation of an interdisciplinary approach in a military university. The issue of creating a specific intellectual space in the educational environment of a military university based on the integration of interrelated subject areas is relevant. The article provides examples of the implementation of interdisciplinarity as the basis of an integrative approach to the formation of environmental skills of cadets.

**Keywords:** military education, interdisciplinary relations, integration in education, methods of teaching ecology

Экологизация военно-профессионального образования основана в первую очередь на реализации междисциплинарных связей, направленных на формирование особого типа эколого-профессионального мышления военного специалиста [1, 3, 6, 7]. Экологизация военного профессионального образования требует расширения интеллектуального поля в рамках традиционной образовательной среды военного вуза путем интеграции близких по смыслу и содержанию и формируемым видам деятельности предметных областей дисциплин специализации и военно-профессиональной направленности [4].

С методической точки зрения междисциплинарные связи представляют собой использование знаний, полученных на разных дисциплинах, для лучшего восприятия и осознания изучаемого в настоящий момент объекта в данном учебном предмете [5]. Следует обратить внимание на то, что сами переносимые знания могут быть близкими или такими же, что формируются в рамках данной дисциплины. Например, понятие «Безопасность» формируется при изучении ряда дисциплин, таких как «Безопасность жизнедеятельности», «Организация и планирование производства», «Вождение военных гусеничных и колесных машин», «Радиационная, химическая и биологическая безопасность», в модуле «Общая военная подготовка» и др. Однако в рамках каждой дисциплины возможно несколько путей реализации междисциплинарного подхода: первый – связан с тем, что, исходя из целей и задач изучения конкретной дисциплины, избирательно актуализируется содержание и объем понятия, имеющего в общем итоге междисциплинарное значение; второй – предполагает интеграцию междисциплинарного содержания в рамках изучаемой дисциплины как способ формирования максимально полного представления о содержании и структуре изучаемого понятия.

Большинство методистов междисциплинарные связи рассматривают как взаимосвязи между дисциплинами [2–7]. Однако, определяя возможность связей между учебными дисциплинами, необходимо учитывать тот факт, что некоторые

объекты и явления нельзя признать связанными взаимно. Так, например, изучение темы «Экологические риски» в рамках дисциплины «Экология» невозможно провести без опоры на темы «Производственный процесс» и «Организация многостаночного обслуживания» дисциплины «Организация и планирование производства военных гусеничных и колесных машин». Однако изучение дисциплин, связанных с изучением технологий производства, возможно и без изучения экологической теории. При этом можно сказать, что навыки обеспечения экологической безопасности в мероприятиях военной деятельности (включая, и производственную) формируются только с опорой на экологию, а экология уже служит опорой для дисциплин специализации и военно-профессиональной направленности [6, 7].

С позиции преподавания реализация междисциплинарных связей представляют собой особый вид аргументации, доказательства, обоснования научных положений [5, с. 385]. Поэтому процесс может быть налажен только на основе знаний, уже полученных на других дисциплинах. Так, при изучении на дисциплине «Экология» (8 семестр) сущности понятия «Экологический риск» и формировании навыков по предупреждению появления экологически неблагоприятных факторов важно выполнить расчет, связанный с оценкой риска угрозы здоровью человека при воздействии беспороговых токсикантов, основываясь на наблюдении за загрязнениями, образующимися в рабочей зоне производственных цехов автопромышленных предприятий (производственная практика, 7 семестр).

С позиции обучающегося реализация междисциплинарных связей сводится к умению осуществлять перенос знаний, полученных на одних дисциплинах, на другие дисциплины и в ситуации решения практических задач военной службы [5, с. 385]. Приведенный выше пример можно рассмотреть иначе. Так, обучающиеся, прошедшие производственную практику, составляют перечень факторов экологического риска, связанного с пребыванием в рабочей зоне производственного автотранспортного предприятия.

Данные положения должны быть учтены при создании учебно-методических комплексов дисциплин, а для этого на этапе проектирования проведена работа по выявлению временных междисциплинарных связей [5, с. 387], что в свою очередь будет способствовать не только содержательной интеграции, но и обеспечит ориентацию на экологический контекст при организации учебно-познавательной деятельности обучающихся и в рамках решения задач военно-профессиональной деятельности (таблица 1).

Таблица 1

Примеры реализации временных междисциплинарных связей [5]

Виды связи	Этап обучения	Примеры связей между	
		дисциплинами	видами деятельности
Предшествующие	Пропедевтика	Производственная практика (7 семестр) – Экология (8 семестр)	Выявление источников загрязнения на производстве (7 семестр) - Разработка перечня природоохранных мероприятий (8 семестр)
Сопутствующие	Формирование	Экология (8 семестр) – Ремонт и эксплуатация военных гусеничных машин (8 семестр)	Разработка перечня природоохранных мероприятий (8 семестр) – Соблюдение требований экологической безопасности при организации и технологии среднего и капитального ремонта (8 семестр)
Перспективные	Практика	Производственная практика (7 семестр) – Экология (8 семестр) – Ремонт и эксплуатация военных гусеничных машин (8 семестр) – Выпускная квалификационная работа (10 семестр)	Подготовка выпускной квалификационной работы с отражением экологических аспектов при обосновании актуальности и учет изменения экологических свойств исследуемых объектов и/или процессов при анализе полученных результатов

Междисциплинарность предполагает несколько этапов интеграции основ экологии и военно-профессиональных знаний [6, 7]:

*1 этап:* усвоение общих закономерностей развития жизни на земле, а также системы норм и требований по минимизации нагрузок на окружающую

среду и защите от действия неблагоприятных экологических факторов; формирование осознанности и системности в решении экологических задач с выраженным военно-профессиональным смыслом;

*2 этап:* установление структурно-содержательных связей между экологией и военно-профессиональными дисциплинами как на уровне знаний, так и при осуществлении различных видов деятельности; решение учебных и практических задач с экологическим контекстом в рамках учебных дисциплин специализации и военно-профессиональной направленности;

*3 этап:* применения усвоенных экологических основ в научно-исследовательской и военно-практической деятельности.

Примечательна роль преподавателя на каждом этапе междисциплинарной интеграции (таблица 2).

Таблица 2

Зависимость вида преподавания от этапа междисциплинарной интеграции [2, 8]

Этап	Деятельность преподавателя	Пример
1	Разъяснение, возбуждение интереса, увлечение, стимулирование, формирование мотива, информирование, контроль и оценивание усвоения	Организация встречи с начальником экологической службы на производственном автотранспортном предприятии; изучение экологических аспектов ведомственных нормативных документов по типовой структуре парка воинских частей и т.д.
2	Актуализация потребности, поддержание мотивации, помощь в конкретизации цели и плана деятельности, помощь в выполнении трудных действий, оценивание в интересах стимулирования активности	При составлении инструкционных карт проведения работ, связанных с ремонтом и эксплуатацией техники, обязательно упоминание требований, связанных с обеспечением экологической безопасности; формирование системного мышления, способности к многофакторному анализу обстановки
3	Направление внимания на ключевые моменты, селекция направлений поиска, усиление положительных эмоций достижения цели, рецензирование результатов, обсуждение самооценки	Использование экологического контекста при обосновании актуальности научного исследования и анализе полученных в ходе эксперимента результатов

Формирование навыков по обеспечению экологической безопасности средствами различных дисциплин в результате позволяет прогнозировать развитие компетентности обеспечения экологической безопасности военного специалиста, включающей такие виды деятельности и критерии профессионализма как [3, 5]:

- разработка, проектирование и эксплуатация военных гусеничных и колесных машин с учетом требований по обеспечению экологической безопасности;

- минимизация нагрузки на окружающую природную среду и организация защиты личного состава от действия неблагоприятных экологических факторов;

- соблюдение экологических норм при осуществлении профессиональной деятельности;

- прогнозирование последствий своей профессиональной деятельности с точки зрения биосферных процессов;

- принятие решений в профессиональной сфере, являющихся целесообразными с точки зрения соблюдения норм и требований экологической безопасности;

- ответственность за сохранение качества окружающей среды.

Используя данные критерии как основу в рамках изучения каждой дисциплины разрабатывается план реализации содержательных и деятельностных связей с экологией в части формирования навыков обеспечения экологической безопасности.

Например, реализация содержательных междисциплинарных связей дисциплины «Экология» с дисциплиной «Технология производства» может быть рассмотрена на уровне связей [5, с. 387]:

- *фактологических* (профессиональные заболевания рабочих производственных автотранспортных предприятий в зависимости от специализации цеха; примеры типичных загрязнений в производственных цехах и в окружающей среде расположенных вблизи населенных пунктов и др.);

– *понятийных* (безопасность, нормативы качества окружающей среды, очистка, ликвидация загрязнений, восстановление окружающей среды, экологический контроль и др.);

– *теоретических* (если связи на уровне теории нет, как в случае рассматриваемого примера, то ставится прочерк).

Обязательным условием качественно организованной междисциплинарной интеграции является реализация связей на деятельностном уровне [5, с. 387]. Например, между дисциплинами «Экология» и «Технология производства» могут быть выделены и в последующем реализованы следующие типы деятельностных связей:

– *по способам учебно-практической деятельности* (расчет индексов загрязнения; алгоритмы выполнения мероприятий по определению уровня загрязнения в рабочей зоне; подготовка к проведению инструктажей, включающих освещение вопросов по требованиям экологической безопасности и др.);

– *по способам познавательной деятельности* (анализ, синтез, обобщение фактов; интерпретация экологических сведений с позиции применения в области технологий производства и наоборот; наблюдение; эксперимент; развитие устной речи; составление отчета по обследованию участка (территории); самостоятельное изучение теоретического материала; самостоятельных поиск содержательно-деятельностных связей между экологией и дисциплинами специализации и военно-профессионального профиля при решении стандартных и нестандартных учебных задач и др.);

– по применению в военной службе (проведение инструктажей с личным составом; контроль за соблюдением требований экологической безопасности участие в экологизации производственных участков и др.).

Выявленные содержательно-деятельностные связи ложатся в основу разработки (переработки) учебно-методических материалов (УММ) по дисциплинам. Для этого уточняют цели междисциплинарной интеграции, особенности реализации связей в учебно-познавательной деятельности обучающихся (таблица 3).



Пример уточнения изменений в учебно-методических материалах по дисциплине «Экология» для реализации междисциплинарных связей с дисциплиной «Технологии производства» [2]

Тема занятия с указанием учебного вопроса, в рамках которого осуществляется междисциплинарная связь	Цель междисциплинарной интеграции		Разработка (переработка) учебно-методических материалов
	Образовательная	Воспитательная	
Тема № 1. Основы общей экологии			
Лекция №1. Введение в дисциплину <i>Учебные вопросы:</i> 3. Закономерности взаимоотношений организма и окружающей среды.	Использование опыта наблюдений за качеством и продолжительностью жизни в промышленных центрах (вокруг производственных комплексов) для объяснения смысла закона Рулье	Формирование системы ценностей, связанной с качеством окружающей среды	Переработка содержания лекции; изменение методики изложения: использование методики эвристической беседы
Лекция №3. Последствия антропогенного загрязнения природной среды <i>Учебные вопросы:</i> 1. Закономерности антропогенного загрязнения природной среды.	Формирование понятия «антропогенная нагрузка» путем привлечения сведений о состоянии экосистем промышленных центров; классификация видов загрязнения	Формирование системы ценностей, связанной с качеством окружающей среды; воспитание способности к целостному восприятию окружающего мира	Переработка содержания лекции; изменение методики изложения: использование элементов методики проблемного обучения; метода «двойной петли научения»
Практическое занятие №1. Влияние факторов среды на здоровье человека <i>Учебные вопросы:</i> 2. Воздействие техногенных изменений на здоровье человека.	Формирование умения проводить оценку риска угрозы здоровью человека при воздействии беспороговых токсиантов на основе содержания учебных задач, связанного с действием производственных факторов в цехах автотранспортного производства	Формирование системы ценностей, связанной с качеством окружающей среды; воспитание чувства ответственности за личный вклад в дело охраны окружающей среды и обеспечение экологической безопасности	Переработка содержания учебных заданий: включение условий, соответствующих типу и характеру производственной деятельности на автотранспортных предприятиях; использование статистических данных о средней продолжительности жизни людей, задействованных на производстве и проживающих вблизи крупных промышленных центров.

**Заключение.** Интегративные качества личности, к которым относится в том числе и экологичность, следует формировать только во взаимосвязи с разнообразными факторами и сферами деятельности человека. Навыки обеспечения экологической безопасности формируются благодаря усилиям ряда дисциплин

специализации и военно-профессиональной подготовки в связи с необходимостью формирования экологичности как качества личности и качества военного специалиста, проявляемого не только в социальной сфере, но и при выполнении задач военно-профессиональной деятельности. Междисциплинарная интеграция в образовательном процессе должна стать частью системной работы по созданию единого информационно-образовательного пространства военного вуза. На проектировочном уровне реализуются отношения типа «преподаватель – содержание» и прогностические отношения «обучающийся – содержание». На функциональном уровне реализуются практические отношения в области междисциплинарной интеграции.

### **Библиографический список**

1. Алексеев С. Д. Подготовка специалиста к эффективному решению профессионально-экологических задач (психолого-акмеологическое содержание) / С. Д. Алексеев, А. В. Гагарин // Акмеология. 2014. №3. (51). С. 32–37.
2. Военная педагогика: учебное пособие / В. И. Литвиненко и др. – М: КНОРУС, 2020. – 354 с.
3. Данилова У. Б. Междисциплинарность как основа реализации интегративного подхода к формированию профессиональной культуры // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2020. Том 5. Выпуск 4. С. 431–436.
4. Книгин А. Н. Междисциплинарность: основная проблема // Вестн. Том. гос. ун-та. Философия. Социология. Политология. 2008. №3 (4). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnost-osnovnaya-problema> (дата обращения: 23.01.2022).
5. Минченков Е. Е. Практическая дидактика в преподавании естественно-научных дисциплин: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 496 с.

6. Селезнева О. В. Методика обучения правовым основам экологии в военном вузе / О. В. Селезнева, Н. С. Кузнецова // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2020. Т. 26. № 2. С. 197–205.

7. Селезнева О. В., Радченко Д. М., Прохорович Ю. А. Опыт реализации междисциплинарных связей экологии с дисциплинами специализации военно-профессиональной направленности // Драгомировские образовательные чтения : сб. науч. ст. по материалам III Междунар. науч.-практ. конф. «Военно-профессиональная направленность обучения: перспективы и передовой опыт» (г. Пенза, 26–27 ноября 2020 г.) / отв. ред. И.И. Грачёв. – Вып. 3. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2020.

8. Фокин Ю.Г. Теория и технология обучения. Деятельностный подход: учеб. пособие для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2019. – 241 с.

9. Чекмарёв В. В. Междисциплинарность педагогических технологий // Вестник Костромского государственного университета. Серия «Педагогика. Психология. Социокинетика». 2017. – №4. – С. 248–251.

УДК 378.66.56:004.5(470.26)

**С. Н. Силина<sup>1</sup>, К. А. Новоселов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики», г. Калининград  
*professor65@mail.ru*

<sup>2</sup>Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота,  
г. Калининград  
*Kirill-n1996@mail.ru*

## **ТЕХНОЛОГИИ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КУРСАНТОВ МОРСКОГО ВУЗА**

В статье рассматривается переход на дистанционное обучение с началом пандемии и решения, которые были приняты для эффективного обучения курсантов в морском вузе. Приведен пример использования электронных образовательных платформ Online Test Pad и платформы вуза для обучения и контроля знаний студентов, разработано учебное пособие и апробирован способ проведения экзамена в дистанционном формате. Также приводятся результаты исследования об отношении курсантов к новому формату обучения и взаимодействия.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, гибридное обучение, пандемия, курсанты, вуз, морская специальность, электронная образовательная платформа, учебное пособие.

**S. N. Silina<sup>1</sup>, K. A. Novoselov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>National Research University Higher School of Economics, Kaliningrad  
*professor65@mail.ru*

<sup>2</sup>Baltic Fishing Fleet State Academy, Kaliningrad  
*Kirill-n1996@mail.ru*

## **ONLINE LEARNING TECHNOLOGIES FOR CADETS MARITIME UNIVERSITY**

The article discusses the transition to distance learning with the onset of the pandemic and the decisions that were taken for the effective training of cadets at the maritime university. An example of the use of electronic educational platforms Online Test Pad and the university platform for teaching and monitoring students' knowledge is given, a textbook has been developed and a method of conducting the exam in a remote format has been tested. The results of a study on the attitude of cadets to the new format of training and interaction are also presented.

**Keywords:** distance learning, hybrid learning, pandemic, cadets, university, maritime specialty, electronic educational platform, textbook.

С началом пандемии, вызванной новой короновирусной инфекцией COVID-19, большинство вузов экстренно, перешли на полностью дистанционный формат работы в 2019-2020 учебном году, что вызвало необходимость решать большое количество проблем и задач для организации эффективного обучения. Не все студенты были обеспечены необходимыми техническими устройствами или имели опыт дистанционного взаимодействия во время занятий [1, 2, 3]. Часто вместо дистанционной лекции с использованием электронных платформ или программ для проведения вебинаров (Google Meet, Zoom) просто предлагался материал для самостоятельной работы, презентации, тексты лекций и списки рекомендованной литературы [4].

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота (БГАРФ) осуществляет подготовку специалистов для работы в море. Пандемия показала и доказала, что практические занятия у обучающиеся на инженерных направлениях, очный контакт с преподавателем не может быть заменен никакими цифровыми технологиями и взаимодействием [5]. В начале пандемии преподавателям БГАРФ также пришлось экстренно проводить трансформацию имеющегося

учебного материала и его адаптацию под дистанционный формат. Основные материалы были переведены в электронный вид, лекции проводились в виде вебинаров, но все равно в течении оставшихся месяцев постоянно проходили поиски нового материала, видеороликов и т. д.

Мы рассмотрим трансформацию учебной дисциплины «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики», которая является базовой для профессионального цикла дисциплин специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Для успешного освоения дисциплины курсантами, на основании рабочей программы были разработаны: лекционная часть, представленная в виде лекций, и элементы электронного обучения (подборка видеоматериалов по теме лекций; входной, промежуточной и итоговой контроль знаний с использованием электронной платформы Online Test Pad; дистанционное взаимодействие со студентами во вне учебное время (выкладка материалов прочитанных лекций в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) БГАРФ, а также организована коммуникация с курсантами в социальной сети ВКонтакте).

Для каждого раздела подбирались материалы, которые можно продемонстрировать онлайн: изображения и 3-D модели приборов, схемы конструкции и подключения. Все материалы курса были размещены на платформах Online Test Pad, ЭИОС, а также выкладывались в специально созданной группе в социальной сети ВКонтакте, так как курсанты гораздо больше времени проводят в ней и, следовательно, большее их число ознакомится со всеми материалами. На рисунке 1 приведен кадр одного из видеороликов.



Рис. 1 Кадр из видеоролика «Устройство и принцип работы двигателя постоянного тока»

Отметим, что все права на видеоматериалы принадлежат их авторам, видеоролики взяты из свободного доступа сети интернет с образовательной целью, для ознакомления; размещены в открытой группе социальной сети ВКонтакте.

Также был разработан итоговый тест для проведения экзамена в дистанционном формате. Он состоит из 50 вопросов с четырьмя вариантами ответов из которых только 1 верный. Каждый курсант получает свою индивидуальную ссылку, по которой и осуществляется переход к тесту. Для каждой ссылки вопросы теста, а также варианты ответов рандомно перемешиваются. Время на ответ ограничено – 1 минута на вопрос. Были установлены следующие критерии оценивания:

- правильных ответов менее 30 – «2»;
- правильных ответов от 31 до 40 – «3»;
- правильных ответов от 41 до 45 – «4»;
- правильных ответов от 46 до 50 – «5».

После завершения 2019-2020 учебного года, по разработанным материалам было составлено единое учебное пособие «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики». В него вошли: краткая информация из лекционных

занятий, промежуточные тесты, подборка видеоматериалов (в виде QR-кодов), а также итоговый тест. Элемент новизны пособия заключается так раз в присутствии QR-кодов, по которым курсанты могут перейти и посмотреть любой видеоматериал, который выложен в открытой группе в социальной сети ВКонтакте. Они могут воспользоваться ими не только при обучении по этой дисциплине, но и в дальнейшем, так как пособие присутствует в библиотеке и в печатном, и в электронном виде. Кроме того, использовать данные видеоматериалы можно и при очном, и при гибридном обучении.

Также в пособии размещен итоговый тест, доступ к которому происходит по QR-коду. Тест выложен на электронной платформе Online Test Pad. В этом варианте курсанты могут потренироваться в его выполнении. Данное пособие было издано издательством БГАРФ в конце 2020 года и начало применяться в весеннем семестре 2020-2021 учебного года [6].

Для контроля динамики профессиональной мотивации проводилось два эмпирических исследования в форме анкетирования. Первое было проведено в декабре 2019 года в группе ЭЛМ-31 (24 человека, 100% – юноши), перед началом курса лекций, а второе прошло в мае 2020 года, после проведения итогового тестирования (экзамена).

### **Результаты анкетирования № 1.**

На вопрос «Знаете ли Вы, что такое электронное (цифровое) обучение?» 87,5% ответили положительно; 70,8% нейтрально относятся к такому виду обучения, 25% положительно. При этом 66,7% предпочитают слушать лекцию с электронными элементами, а 25% - традиционную лекцию в аудитории. 91,7% отмечают, что заинтересованы в изучении на лекции реальных устройств или их 3-D моделей. 62,5 % предпочитают сдавать экзамен по билетам, оставшаяся часть готова сдавать его онлайн. Мотивация у курсантов для изучения данного предмета: 50% – средняя и 41,7% – высокая.

### **Результаты анкетирования № 2.**

На первый вопрос «Понятны ли Вам были материала курса «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики?» 82,6% ответили положительно. У 56,5% отношение к цифровым технологиям в обучении изменилось в лучшую сторону, у 34,8% отношение осталось нейтральным, а у 8,7% мнение изменилось на негативное. 47,8% обучающихся с интересом слушали лекцию с использованием электронного (цифрового) обучения.

Выгружаемый дополнительный контент (видеоматериалы) пользовался спросом среди курсантов, так 65,2% постоянно обращались к нему, а оставшиеся 34,8% обращались иногда. Курсанты оценили проведение экзамена (в форме тестирования на электронной платформе) так: 60,9% – на «4» и 39,1% – на «5». 65,2% курсантов предпочтет проходить экзамены в электронном виде (то есть тестирование на электронной платформе), а 34,8% предпочтут сдавать экзамен классическим способом (по билетам).

Мотивация для изучения предмета после прохождения дистанционного курса у 69,6% обучающихся не изменилась, у 26,1% увеличилась и только у 4,3% уровень мотивации снизился. Это показатель достаточно высокий, учитывая условия, в которых проводилось обучение. На момент прохождения анкетирования у 47,8% курсантов – средний уровень мотивации, у 39,1% – высокий, а у 13% – низкий.

В целом результативность обучения с использованием дистанционных лекций с элементами электронного (цифрового) обучения можно считать положительной, а эксперимент удавшимся. Также показателем того, что эксперимент проведен успешно, говорят оценки, полученные курсантами за экзамен: 54,17% (13 чел.) получили оценку «4», еще 41,67% (10 чел.) «5» и только 1 человек (4,17%) «3». Против показателей прошлого года, когда у группы 2018-2019 учебного года оценку «3» получили 39,13% (9 чел.), а оценки «4» и «5» распределились поровну: 30,43% (7 чел.) и 30,43% (7 чел.).

По итогам 2019-2020 учебного года была проведена трансформация учебных материалов по дисциплине «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики», разработана новая технология ведения данной дисциплины в

условиях дистанционного обучения. Сформировано и издано учебное пособие для курсантов по дисциплине «Элементы и функциональные устройства судовой автоматики», которое будет использоваться в дальнейшем процессе обучения. Полученный опыт и разработанные материалы позволят проводить занятия по данной дисциплине в любом формате обучения (очном, дистанционном, гибридном). Однако следует отдавать предпочтение при проведении лабораторных и практических занятий очному формату, так как в этом случае курсанты получают реальные практические навыки и умения.

### **Библиографический список**

1. Ценер Т. С., Ошкина А. В. Особенности обучения в онлайн-формате в высшей школе в форсированных условиях // Международный журнал гуманитарных и естественных наук, 2020. – № 5-3 (44). С. 170–177.

2. Груздев И. А., Камальдинова Л. Р., Калинин Р. Г. Результаты опроса студентов российских вузов, осуществляющих переход на дистанционный формат обучения // Шторм первых недель: как высшее образование шагнуло в реальность пандемии. Современная аналитика образования, 2020. – Вып. 6 (36). М.: НИУ ВШЭ. С. 62-67.

3. Kapasia N., Paul P., Roy A. et al. Impact of Lockdown on Learning Status of Undergraduate and Postgraduate Students during COVID-19 Pandemic in West Bengal, India // Children and Youth Services Review. 2020. – No 116. Art. No 105194.

4. Алешковский И. А., Гаспаришвили А. Т., Крухмалева О. В., Нарбут Н. П., Савина Н. Е. Студенты вузов России о дистанционном обучении: оценка и возможности // Высшее образование в России, 2020. – № 10. С. 86–100.

5. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Особенности организации дистанционного образования в вузах в условиях самоизоляции граждан при вирусной пандемии // Современные проблемы науки и образования, 2020. – № 3. С. 1–9.

6. Новоселов К.А. Элементы и функциональные устройства судовой автоматики: учеб. пособие / К.А. Новоселов. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2020. – 257 с.

**А. Н. Смирнова<sup>1</sup>, А. А. Новикова<sup>2</sup>, М. Ф. Шабалина<sup>3</sup>**  
Костромской государственной университет, г. Кострома  
*smrnova-99-99@inbox.ru<sup>1</sup>*  
*nastuanowikowa.1998@mail.ru<sup>2</sup>*  
*shabalina.masha2015@gmail.com<sup>3</sup>*

## **РАЗРАБОТКА УРОКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СРЕДСТВО ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ**

В данной статье описывается роль информационных технологий, применяемых на уроках математики, на математических занятиях по практическим дисциплинам или на педагогических дисциплинах, перечисляются основные понятия по теме исследования. Рассматривается применение интерактивных презентаций, образовательных веб-квестов, электронных рабочих тетрадей на уроках математики, служащих средством проверки сформированности компетенций студентов при изучении курса «Методика обучения математике».

**Ключевые слова:** информационные технологии, образовательный веб-квест, интерактивные презентации, электронные рабочие тетради.

**A. N. Smirnova<sup>1</sup>, A. A. Novikova<sup>2</sup>, M. F. Shabalina<sup>3</sup>**  
Kostroma State University, Kostroma  
*smrnova-99-99@inbox.ru<sup>1</sup>*  
*nastuanowikowa.1998@mail.ru<sup>2</sup>*  
*shabalina.masha2015@gmail.com<sup>3</sup>*

## **DEVELOPMENT OF LESSONS WITH THE APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES AS A MEANS OF CHECKING COMPETENCE FORMATION OF STUDENTS OF PEDAGOGICAL DIRECTIONS OF TRAINING**

This article describes the role of information technologies used in mathematics lessons, in mathematical classes in practical disciplines or in pedagogical disciplines, lists the basic concepts on the research topic. The article considers the use of interactive presentations, educational web quests, electronic workbooks in mathematics lessons, which serve as a means of checking the formation of students' competencies when studying the course «Methods of teaching mathematics».

**Keywords:** information technology, educational web quest, interactive presentations, electronic workbooks.

С каждым годом мы видим все большее развитие общества: наблюдаем за новыми открытиями, новыми достижениями в науке. В достижении всего этого

человечеству помогают информационные технологии. Информационные технологии стали частью не только нашей жизни, но и образовательного процесса. На уроках и внеурочной деятельности мы наблюдаем широкую возможность применения информационных технологий, а именно образовательных веб-квестов, интерактивных презентаций и электронных рабочих тетрадей (ЭРТ). Для того, чтобы уметь применять такие образовательные технологии, педагогов-предметников необходимо научить разрабатывать уроки с применением данных технологий. А умение построить урок с использованием таких технологий говорит о сформированности общепрофессиональных компетенций (например, ОПК-2: способность участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разработке их компонентов [3]).

Одним из способов применения информационных технологий на уроке являются интерактивные презентации.

Интерактивная презентация – это презентации, чей ход выполнения определяется в зависимости от выбора объекта на экране [1].

Автор работы [1] пишет о том, что к каждому объекту из слайда как текст, изображение, кнопка, графичная форма, художественный текст можно прикрепить действие, которое выполняется при нажатии на объект в режиме представления.

Примером урока математики с использованием интерактивной презентации будет урок с решением задач с параметрами.

Данная интерактивная презентация направлена на более наглядный разбор решения следующей задачи: «Найдите все значения  $a$ , при каждом из которых уравнение  $\sqrt{1 - 2x} = a - 3|x|$  имеет более двух корней».

Перед тем как приступить к решению задачи, учитель с помощью учеников определяет, когда уравнение не имеет решений; и когда графики будет иметь более двух общих точек на заданной области.

Определим, что при  $a < 0$  уравнение не имеет решений, так как левая часть не меньше нуля, а правая меньше нуля. Определим, для каких  $a \geq 0$  графики функции  $y = \sqrt{1 - 2x}$  и  $y = a - 3|x|$  имеют более двух общих точек на области  $x \leq \frac{1}{2}$ .

Далее учитель выводит на экран рисунок (рисунок 1), на котором обучающиеся наглядно видят случай, когда  $a \geq 1$ .

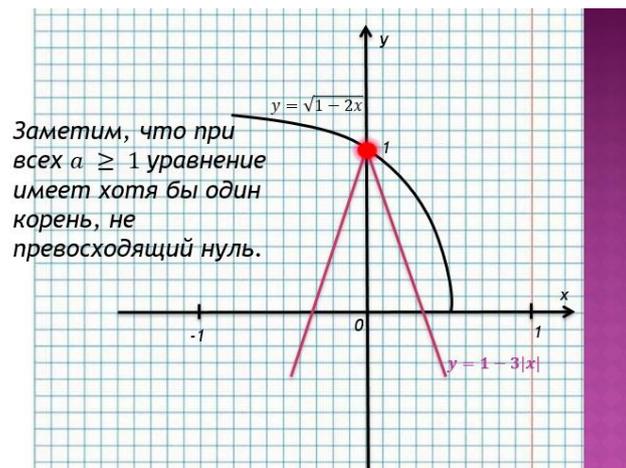


Рис. 1  $a \geq 1$

После того как обучающиеся рассмотрели данный случай, они могут переходить к следующему (рисунок 2).

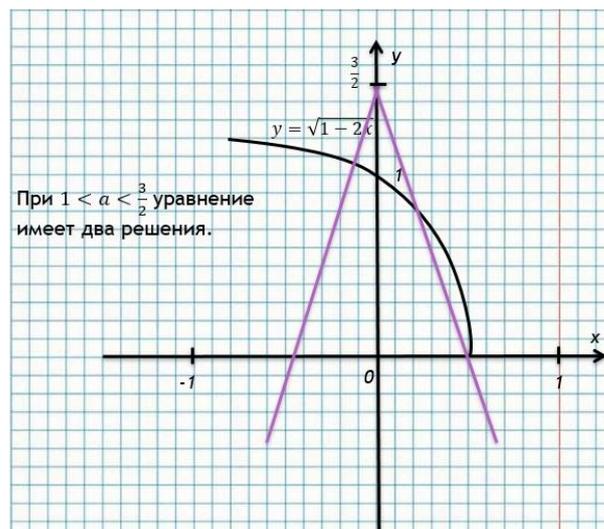


Рис. 2  $1 < a < \frac{3}{2}$

Если мы еще будем увеличивать число  $a$ , то есть промежуток где  $a > \frac{3}{2}$  и меньше какого-то числа. Необходимо найти это число (рисунок 3).

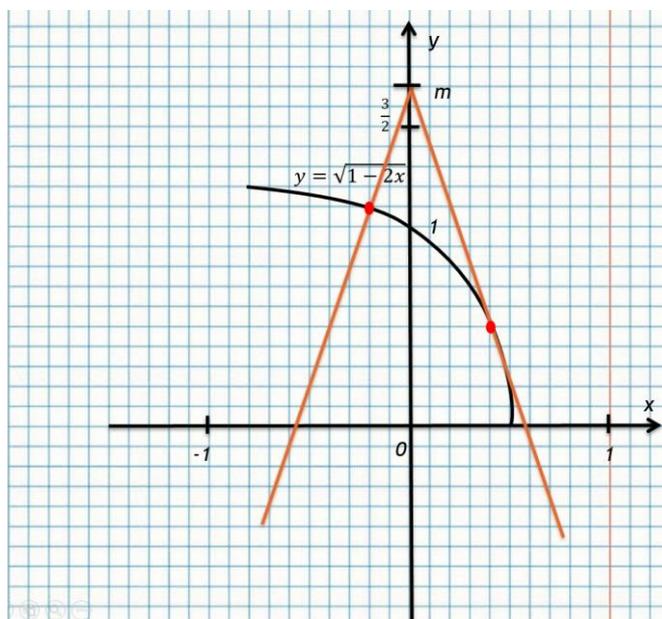


Рис. 3  $\frac{3}{2} \leq a < m$

С помощью нескольких преобразований мы получаем, что это число равно  $5/3$ . Получаем что при  $a = 5/3$  графики функций касаются друг друга. При  $\frac{3}{2} \leq a < m$ , где  $m$  – значение  $a$ , которому соответствует точка касания графика функции  $y = m - 3x$  и графика функции  $y = \sqrt{1 - 2x}$ .

$$\begin{cases} y'(x_0) = -3, \\ m = -y'(x_0) \cdot x_0 + y(x_0) \end{cases} \begin{matrix} \iff \\ y = \sqrt{1-2x} \end{matrix}$$

$$\iff \begin{cases} \frac{-2}{2\sqrt{1-2x_0}} = -3, \\ m = 3x_0 + \sqrt{1-2x_0} \end{cases} \iff \begin{cases} \sqrt{1-2x_0} = \frac{1}{3}, \\ m = 3x_0 + \sqrt{1-2x_0} \end{cases} \iff \begin{cases} x_0 = \frac{4}{9}, \\ m = \frac{5}{3}. \end{cases}$$

После того, как число  $m$  найдено, делается вывод (рисунок 4).

Получаем промежуток на котором графики функций имеют 3 точки пересечения от  $\frac{3}{2}$  до  $\frac{5}{3}$ .

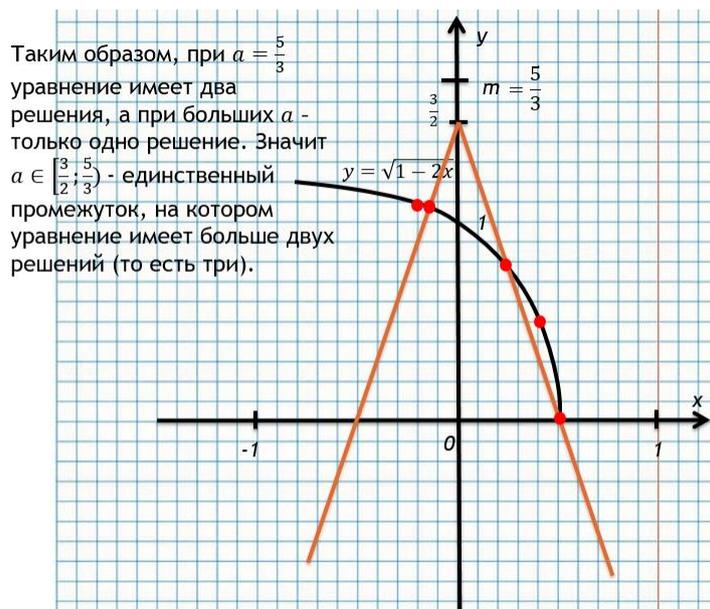


Рис. 4 Вывод

Благодаря рассмотренному примеру можно сделать вывод о том, что использование интерактивной презентации на уроке помогает обучающимся более наглядно представить способ решения различных задач (в данном случае – при решении задач с параметрами); наглядно представить, как же двигаются прямые, сколько точек пересечения имеют графики функций

Но не только презентации помогают детям лучше воспринимать и запоминать информацию. Существуют также образовательные веб-квесты.

Образовательный веб-квест – это проблемное задание с элементами ролевой игры, для выполнения которого требуются ресурсы сети интернет [2].

Автор статьи [2] сообщает о том, что веб-квест представляет собой «совокупность страниц, объединенных системой гиперссылок; каждая страница – часть одного приключения», при этом обучающийся переходит от одного задания к другому в рамках одной заданной темы-истории.

Образовательные веб-квесты можно применять на уроках различных типов: изучение нового материала, систематизации и обобщения изученного материала, кружках по математике. Обратимся к применению образовательного веб-квеста на уроке систематизации и обобщения изученного материала.

На рисунке 5 представлен QR-код для перехода к образовательному веб-квесту с самостоятельной работой для обучающихся 10 классов по теме «Комбинаторика и вероятность».



Рис. 5 QR-код образовательного веб-квеста

При переходе на страницу с квестом обучающиеся попадают на страницу легенды, где рассказывается о том, какую роль они получают и что необходимо сделать.

Помимо этого, обучающиеся могут выбрать: перейти ли к выполнению заданий сразу или повторить изученный материал (рисунок 6).



*Доброго времени суток!  
Уважаемые ученики, вы попали на страницу  
выбора и автоматически стали сыщиками  
города Костромы! Вы должны помочь!  
Необходимо найти потерявшиеся задания и  
выполнить их. Если задания не будут  
выполнены, то вероятность перестанет  
существовать, и в математике будет хаос.  
Для того чтобы предотвратить хаос,  
необходимо передвигаться по страницам,  
нажимая для этого кнопки (так Вы сможете  
найти задания).  
Какие кнопки нажимать - решать Вам.  
Желаю удачи.*



Рис. 6 Страница выбора

Если обучающиеся выбирают теорию, то они попадают на страницу с примерами выполнения заданий, определениями и так далее (рисунок 7).



Теория

Наука, изучающая способы составления и количество множеств и их подмножеств, называется комбинаторикой.

Каждое конкретное подмножество, составленное из элементов данного конечного множества, называется соединением или выборкой.

Если во множестве определено, какой элемент множества за каким следует или какому предшествует, то множество называется упорядоченным.

Если в упорядоченном множестве изменить  положение элементов, то мы получим другое, отличное от первого множество.

Рис. 7 Теория

После повторения теории, обучающиеся приступают к практике, переход может осуществляться со страницы выбора и со страницы теории (рисунок 8).



Практика

Инструктаж 

1

2

3

 4

Рис. 8 Практика

На начальной странице практики для обучающихся подготовлен инструктаж, который они должны прочитать перед выполнением заданий. После этого они приступают к выполнению заданий.

Параллельно с этим педагог контролирует выполнение заданий при помощи онлайн таблиц (которые фиксируют не только ответ ученика, но и время, которое потратил обучающий).

Применение данного квеста на уроках позволит продолжить формировать различные универсальные учебные действия, заинтересовать обучающихся не только к изучению математики, но и к исследовательской работе (составление квестов).

Существует еще один способ использования информационных технологий на уроке математики – это использование ЭРТ.

Что же такое ЭРТ? ЭРТ – это интерактивный метод обучения, предназначенный для подачи новой образовательной информации, или закрепления изученного материала.

Структура ЭРТ ни где не задокументирована, поэтому педагог сам может варьировать содержание – наполнение учебного пособия, но придерживаясь основных правил таких, как целесообразность предложенных упражнений, соответствие возрастным особенностям и т.д.

Электронная рабочая тетрадь, как и обычная состоит из предисловия, интерактивных рабочих листов и заключения.

Преимущества использования интерактивных рабочих тетрадей на уроках великое множество, основные на наш взгляд:

- подход в обучении (индивидуальный, дифференцируемый).
- обратная связь каждому. Многие ЭРТ выстроены таким образом, что после выполнения упражнений ученикам сразу показывается их результат и там, где были допущены ошибки.
- экологичность использования. Электронный документооборот – не дань моде, а показатель ответственности реалиям.
- интерактивность и повышение вовлеченности.

Для успешной интеграции ЭРТ в образовательный процесс, следует учесть особенности применения электронных рабочих тетрадей на уроке математики и во внеурочной деятельности.

При первой работе с ЭРТ необходимо дать полную инструкцию учащимся, от начала регистрации до отправки результатов учителю. Ее желательно составить как можно подробней. Данный инструмент будет служить навигатором по рабочей тетради для учащихся, и поможет не только сэкономить время, но и не отбить желание заниматься на этапе регистрации школьника. Если нет возможности создать инструкцию, то можно оставить пояснительную записку в начале работы с ЭРТ.

Также стоит учитывать возрастные особенности учащихся и чем младше класс, тем легче и понятнее должен быть сайт, на котором размещена электронная рабочая тетрадь или электронный рабочий лист, а точнее его использование (регистрация, поиск задания, отправка результатов учителю и т.д.) в частности во внеурочной деятельности.

Задания в электронной тетради должны идти по нарастающей – от более простых к сложным, чтобы у учеников складывалась последовательность и формировалась осознанность какой уровень заданий, соответствуют его желаемой оценке. Также стоит разнообразить и палитру заданий (например, дать задание на повторение теоретического материала, потом счета, потом задачу и т. д.), и способы выполнений (использовать разнообразие инструментов, предлагаемых сайтом).

Внедряя ЭРТ в образовательный процесс, первым делом выбираются для себя удобные сайты на которых можно создать фрагменты ЭРТ. Данные сайты отвечали следующим требованиям: бесплатный доступ, наличие мгновенной обратной связи и интуитивное понимание использования. Сервисами для работы стали: «Skysmart», «CoreApp», «LearningApps» и «Liveworksheets».

ЭРТ правильным образом включенные в образовательный процесс невероятно полезны как для учащихся, так и для учителей. Разработка электронного

рабочего листа (фрагмента ЭРТ) не занимает много времени, но дает хороший результат.

На занятиях по дисциплине «Методика обучения математики» студентам рекомендуется самостоятельно разрабатывать уроки с использованием интерактивных презентаций, образовательных веб-квестов, а также ЭРТ. Студенты смогут научиться отбирать задания для уроков, рассчитывать ход урока и возможности оценивания обучающихся. Разработка уроков с такими технологиями продолжит развивать в студентах различные компетенции.

Использовать информационные технологии можно не только на «Методике обучения математике», но и на других математических дисциплинах.

### **Библиографический список**

1. Господинова Д. Г., Трифонова М. Д. Интерактивные презентации – средство создания тестов в современной образовательной среде // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 8. – С. 162-163; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=27786> (дата обращения: 05.02.2022).

2. Русакова, С. П. Современные информационные технологии проектирования на уроках информатики и математики: из опыта работы / С. П. Русакова // Вестник педагогических инноваций. № 2 (38), 2015. С. 123–128.

3. Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата) [Электронный ресурс] : [утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 22.02.2018 № 125 (зарегистрировано в Минюсте России 15.03.2018 № 50358)] : офиц. Текст : по сост. на 22 февраля 2018 г. – Режим доступа : <https://минобрнауки.рф> (дата обращения 3.02.2022).

**А. В. Смургин<sup>1</sup>, Э. Н. Бакин<sup>2</sup>, Р. Г. Ежов<sup>3</sup>**  
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж  
*smuryginvrn@mail.ru<sup>1</sup>*  
*ben\_1974@mail.ru<sup>2</sup>*  
*ezhov\_r81@mail.ru<sup>3</sup>*

## **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЭВРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ВОЕННО-УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ**

В статье анализируются условия формирования эвристической деятельности курсантов в процессе их обучения в военном вузе, как одно из перспективных направлений профессиональной подготовки будущего офицера. Основное внимание в работе авторы акцентируют на том, что эвристическая деятельность способствует развитию профессионального мышления у курсантов. Авторами определено, что для организации эвристической деятельности обучающихся необходима и профессиональная подготовка преподавателей. Предложены этапы подготовки преподавателей по формированию эвристической деятельности курсантов.

**Ключевые слова:** процесс обучения, эвристическая деятельность, профессиональное мышление, педагогические условия, профессиональная подготовка, проблемные ситуации.

**A.V. Smurygin<sup>1</sup>, E.N. Bakin<sup>2</sup>, R.G. Yezhov<sup>3</sup>**  
Military Training and Research Center of the Air Force “Air Force Academy  
named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin”, Voronezh  
*smuryginvrn@mail.ru<sup>1</sup>*  
*ben\_1974@mail.ru<sup>2</sup>*  
*ezhov\_r81@mail.ru<sup>3</sup>*

## **SOME FEATURES OF THE PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF THE HEURISTIC ACTIVITY OF CADETS WHEN STUDYING IN A MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTION**

The article analyzes the conditions for the formation of the heuristic activity of cadets in the process of their training at a military university, as one of the promising areas of professional training for a future officer. The authors focus on the fact that heuristic activity contributes to the development of professional thinking among cadets. The authors determined that for the organization of the heuristic activities of students, professional training of teachers is also necessary. The stages of teacher training on the formation of cadets' heuristic activity are proposed.

**Keywords:** learning process, heuristic activity, professional thinking, pedagogical conditions, professional training, problem situations.

Современная, военно-политическая обстановка характеризуется увеличением вероятности возникновения в различных регионах мира вооруженных конфликтов и локальных войн. Поэтому к военному специалисту предъявляются высокие профессиональные требования, так как им постоянно необходимо анализировать и систематизировать разнообразную информацию, выявлять проблемы в различных ситуациях, быстро оценивать сложившуюся обстановку и принимать ответственные решения [1]. Все эти качества должны быть заложены офицерам еще в курсантские годы, во время их обучения в военно-учебных заведениях (вузах).

В своей будущей жизни курсант обязательно столкнется с проблемой выбора различных решений и оценки разнонаправленных факторов и событий. Риск совершения ошибки возрастает, если в годы обучения в вузе с курсантами не моделировались ситуации их преодоления.

Проведенные педагогические исследования и собственный опыт авторов позволяют считать, что наиболее оптимальной педагогической деятельностью, в которой формируется профессиональное мышление обучающихся и достигается положительный результат решения задач, является эвристическая деятельность. Но лишь при наличии дидактической самостоятельности обучающихся, эвристическая деятельность может быть полноценной и продуктивной.

Как показало исследование, эвристические функции профессионального мышления курсантов реализуются в учебном процессе вуза как учебно-познавательная деятельность во время изучения конкретной дисциплины. Очевидно, что организация эвристической деятельности при изучении большинства учебных дисциплин вуза намного эффективнее, нежели это будет осуществляться только по одной дисциплине [2, 3].

При таком подходе большое значение имеют задачи решающие проблемные вопросы или проблемные ситуации, которые могут встретиться у курсантов во время их дальнейшей служебной деятельности. Мы считаем, что при решении подобных учебных задач должны соблюдаться следующие основные виды информационной деятельности мышления обучающихся:

- процесс получения необходимой информации для разрешения проблемной (ситуации) задачи;
- наиболее благоприятные приемы поиска необходимой информации в памяти курсантов и в учебной литературе;
- хранение и систематизация информации о профессиональной деятельности военного специалиста согласно условий задачи и методах использования этой информации;
- практические навыки выполнения служебной деятельности с применением полученной информации для выхода из проблемной ситуации.

Следует отметить, что технология формирования эвристической деятельности курсантов при обучении их в военном вузе находится в постоянной динамике, но для эффективной ее организации необходимо оперативное получение соответствующей информации и быстрое реагирование на нее.

Из дидактических средств формирования эвристической деятельности курсантов наиболее склонны к развитию личности, а также для уточнения, добавления, систематизирования информации являются учебно-методические пособия; сборники заданий (задач) для решения проблем и проблемных ситуаций; учебные компьютерные программы и др. Обобщенно все это можно определить дидактическим обеспечением технологии эвристической деятельности [4].

В свою очередь, каждая учебная дисциплина имеет соответствующую специфику, обусловленную целями, задачами и её содержанием. Так, например, при изучении учебных дисциплин с ведущим признаком – изучение основ научных знаний (физика, математика, экономика и др.) – приобретение курсантами соответствующих знаний, может осуществляться не путем прямого предоставления их преподавателем, а на основе эвристического подхода к обучению, когда они сами или в группе обучающихся раскрывают их.

Если доминирует другой ведущий признак – формирование способов деятельности (тактика, РХБ защита и другие тактико-специальные дисциплины) –

курсанты на основе известных им способов действий, либо самостоятельно переносят их в новую проблемную ситуацию, либо находят новый способ деятельности, используя эвристические методы решения.

Если же при изучении дисциплин главенствует формирование эмоционально-чувственного компонента (военная история, отечественная история, культурология и др.) – эвристическая деятельность может использоваться для проведения анализа изучаемого материала при проведении семинаров, диспутов, дискуссий для выдвижения обучающимися различных гипотез, а также при выступлении их в роли критиков.

Таким образом, учет специфики различных дисциплин и их содержания, является условием эффективной организации эвристической деятельности курсантов в вузе.

Другим не менее важным условием организации эвристической деятельности курсантов в процессе обучения в военном вузе является профессиональная подготовка преподавателей, способных осуществлять такую деятельность [5, 6, 7].

Заслуживает внимания мнение о том, что знание большого объема фактического материала, умение его применять на практике в ходе проведения занятий, часто отождествляется с высокой профессиональной подготовкой преподавателей, однако при эвристическом подходе к обучению передача этих знаний обучающимся требует от преподавателей определенного умения. Преподаватель должен преобразовать знания, то есть показать не готовые алгоритмы учебно-профессиональной деятельности, а продемонстрировать процессы зарождения, развития и строгого обоснования гипотез, выдвинутых на основе интуитивных рассуждений. Таким образом, знания курсантами будут приобретаться не только на основе сложения полученной информации, а в большей мере на основе развития их как системы. В процессе такого приобретения знаний у курсантов должны присутствовать и развиваться мыслительные навыки, поэтому выделить их, подчеркнуть и заострить на них внимание – является первостепенной задачей преподавателя.

Мы считаем, что подготовку преподавателей по реализации эвристического подхода к обучению следует проводить в три этапа:

- первый, информирование преподавателей, осуществление отбора по принципу – желания и внутренней способности преподавателя;
- второй, проведение теоретических и практических занятий в подразделениях дополнительного профессионального образования вузов, а также на базе военно-педагогических факультетах военных академий и военных университетов;
- третий, самостоятельное осуществление преподавателем эвристической деятельности, но в присутствии специалиста.

На первом этапе особое значение имеют интеллектуально-личностные качества педагога, которые должны включать:

- знание закономерностей интеллектуальной импровизации, в ходе которой курсанты подталкиваются к эвристическому поиску;
- умение индивидуализировать организацию эвристического поиска в зависимости от индивидуальных особенностей курсантов;
- умение переосмыслить учебный материал с целью его трансформации в объективно необходимый этап познания;
- умение организовать собственную продуктивную деятельность и осуществлять ее на основе эвристических подходов;
- знание психолого-педагогических путей влияния на мотивационную направленность познавательной деятельности обучающихся и ее формирование [4].

На втором этапе необходим специальный план работы по подготовке преподавателей, который необходимо реализовать на сборах по внедрению эвристической деятельности курсантов в образовательный процесс вуза.

На третьем этапе подготовки преподавателей уделяется большое внимание творческой группе педагогов, где осуществляется единое кураторство по реализации технологии формирования эвристической деятельности курсантов. В этот период члены творческой группы осуществляют взаимопосещение занятий и

проводят совместный разбор положительных и отрицательных сторон проделанной работы.

Таким образом, целенаправленная подготовка преподавателей в военных вузах является одним из основных условий организации эвристического подхода к обучению.

Следующим, на наш взгляд, существенным условием (фактором), который оказывает влияние как на образовательный процесс вуза в целом, так и на эвристическую деятельность обучающихся в частности, является специфика будущей военно-профессиональной деятельности выпускников. Поэтому, используемые учебные задания должны вызывать у курсантов психологический эффект, чтобы заинтересовать их в решении проблемных задач. Решаемые задачи должны быть актуально важными для будущих военных специалистов.

Хочется отметить, что курсанты в ходе эвристической познавательной деятельности на занятиях не обучаются непосредственному владению теми или иными приемами действий, а создают такие условия в учебной работе, которые требуют особого деятельностного состояния ума, приводящего к необходимости использования нестандартных способов действий [8, 9]. При этом курсанты могут находиться в сложной ситуации, не вполне для них определенной, в так называемой психологической напряженности. Это обуславливается характером деятельности обучающихся, т.е. встреча со сложным заданием, неопределенность в поиске решения проблемной ситуации, установленный лимит времени на выполнение задания, и как следствие, увеличение темпа умственной работы (деятельности) для его выполнения, а также интенсивность обработки дополнительной информации.

Мы считаем, что существуют еще ряд факторов, которые мешают протеканию эвристической деятельности курсантов в процессе их обучения в военном вузе. Основными из них являются:

- а) страх. Считаем, что это один из самых опасных «врагов» для обучающихся. Особенно он проявляется у людей с жесткой установкой на успех;
- б) чрезмерная самокритичность;

в) лень. Мы понимаем это поведение курсанта, как установка, направленная на то, чтобы избежать неприятных ощущений, связанных с утомлением.

Поэтому для организации эвристической деятельности курсантов в военном вузе необходим и учет индивидуально-типологических особенностей обучающихся, к которым можно отнести проявление внимания и интереса к объекту, удивление, радость, настроение и др.

Таким образом, обобщая содержание статьи, отметим, что при формировании эвристической деятельности курсантов в процессе обучения в военном вузе необходимо учитывать следующие педагогические условия:

- системность работы, направленной на оптимизацию этой деятельности и формирующейся у обучающихся в длительном процессе обучения;
- специфику учебных дисциплин и их содержания;
- целенаправленную подготовку педагогических кадров;
- непосредственная организация профессиональной деятельности по ее реализации;
- учет индивидуально-типологических особенностей курсантов.

### **Библиографический список**

1. Миронов В. И. Система подготовки военных кадров оперативно-тактического профиля и пути ее развития. Дис. канд. воен. наук. – М.: ВАФ, 1996. – 229 с.
2. Матвиенко А. Д. Методы эвристической деятельности: рабочий учебник [Электронный ресурс]. [URL] – Режим доступа: <http://lib/library> (дата обращения: 20.12.2021).
3. Соколов В. Н. Педагогическая эвристика: учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 1995. – 255 с.
4. Скакун В. А. Педагогические технологии производственного обучения [Текст] // Профессиональное образование, 2003. Приложение № 7. – 52 с.
5. Басова Н. В. Педагогика и практическая психология. – Ростов-на-Дону, "Феникс", 2000. – 416 с.
6. Хуторской А. В. Эвристический тип образования: результаты научно-практического исследования. Педагогика, 1999. № 7. – 18 с.

7. Спиридонов В. Ф. Психология мышления: Решение задач и проблем [Текст]: учеб. пособие // Серия «Учебник XXI века». – М.: Генезис, 2006. – 319 с.

8. Кабанова-Меллер Е. Н. Формирование приемов умственной деятельности и умственное развитие учащихся. – М.: Просвещение, 1968. – 288 с.

9. Эсаулов А. Ф. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов. – М.: Высшая школа, 1982. – 223 с.

УДК 355.233

**А. В. Смурьгин<sup>1</sup>, В. Г. Дрига<sup>2</sup>, В. А. Асеев<sup>3</sup>**

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского  
и Ю. А. Гагарина», г. Воронеж

*smuryginvrn@mail.ru<sup>1</sup>*

*driga\_vera@mail.ru<sup>2</sup>*

*betava@mail.ru<sup>3</sup>*

## **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ПРОБЛЕМНОЙ ЛЕКЦИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У КУРСАНТОВ ВОЕННО-УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

В статье анализируется проблемный подход к обучению, как одно из перспективных направлений развития творческого мышления курсантов в военно-учебных заведениях. Основное внимание в работе авторы акцентируют на том, что проблемный подход к чтению лекции, позволяет развивать творческое мышление у обучающихся, а также вырабатывать у них умение самостоятельно вести поиск новых знаний. Предлагаемые методические приемы «внесения проблемности» в лекцию способствуют подготовке думающего офицера, умеющего ориентироваться в сложной современной обстановке.

**Ключевые слова:** проблемное обучение; творческое мышление; проблемная лекция; проблемные ситуации; проблемно-поисковая деятельность; противоречие.

**A. V. Smurygin<sup>1</sup>, V. G. Driga<sup>2</sup>, V. A. Aseev<sup>3</sup>**

Military Training and Research Center of the Air Force “Air Force Academy  
named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin”, Voronezh

*smuryginvrn@mail.ru<sup>1</sup>*

*driga\_vera@mail.ru<sup>2</sup>*

*betava@mail.ru<sup>3</sup>*

## **SOME FEATURES OF PREPARATION AND CARRYING OUT PROBLEM LECTURE FOR THE DEVELOPMENT OF CREATIVE THINKING AT CADETS OF MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

The article analyzes the problematic approach to learning as one of the promising areas for the development of creative thinking of cadets in military educational institutions. The main attention in the work, the authors focus on the fact that the problematic approach to lecturing allows students to develop creative thinking, as well as develop their ability to independently search for new knowledge. The proposed methodological techniques of "introducing problems" into the lecture contribute to the preparation of a thinking officer who knows how to navigate in a complex modern environment.

**Keywords:** problem learning; creative thinking; problematic lecture; problem situations; problem-search activity; contradiction.

По своей сущности обучение в высшем военно-учебном заведении (ввузе) является процессом передачи и усвоения системы знаний, умений и навыков на основе управления познавательной деятельностью обучающихся [1]. Именно поэтому изучение учебного материала всегда является результатом взаимодействия ряда активных процессов по приему, восприятию и обработке информации.

По результатам анализа существующих методов и способов обучения в военном вузе можно сделать вывод о том, что при традиционном, объяснительно-иллюстративном подходе к обучению, средства и организационные формы обучения построены преимущественно на рассеянных информационных данных, которые, как правило, не обеспечивают активного личностного включения каждого курсанта в процесс познания [2].

На наш взгляд, традиционное обучение в военном вузе включает многочисленные объективные и субъективные факторы, которые могут привести и обычно приводят к недопониманию, недоусвоению, недоосознанию учебного материала многими курсантами, что в целом отрицательно сказывается на знании изучаемой дисциплины.

Схему традиционного обучения в военном вузе можно представить примерно так: - преподаватель излагает содержание учебного вопроса, стремясь уже здесь к тому, чтобы курсанты лучше усвоили данный материал. При этом он демонстрирует алгоритм практического применения полученных знаний на примере учебных задач или возможных служебных ситуаций. Обучающимся оста-

ется лишь запомнить предлагаемый алгоритм и поупражняться в решении подобных задач. По такому же принципу проводятся занятия по формированию практических умений и навыков.

Анализ данной схемы проведения занятий в военном вузе позволяет выделить важный недостаток традиционного подхода к обучению – это слабая ориентация обучающихся на развитие творческого мышления, а также оказание отрицательного воздействия на характер их познавательной деятельности [2].

Следует отметить, что для обеспечения полноценного развития творческого мышления у курсантов, для активизации их познавательной деятельности, сторонниками активного процесса обучения, посредством создания активной обучающей среды, разрабатываются и используются инновационные методы, формы и средства обучения.

В научно-педагогической литературе даются различные определения содержанию проблемного обучения. Так, например, М. И. Махмутов считает, что на занятиях, проводимых методом проблемного обучения, знания обучающимся должны сообщаться не в готовом виде, а приобретаться ими в ходе разрешения проблемных ситуаций [3].

В. Оконь, видит проблемное обучение в сочетании таких действий, как: а) формирование проблем и проблемных ситуаций, б) оказание необходимой помощи обучающимся в решении проблемных задач и их проверке, в) руководство процессом приведения в систему приобретенных знаний и их закрепление [4].

Таким образом, теория проблемного обучения (С. Л. Рубинштейн, М. И. Махмутов, А. М. Матюшкин, Т. В. Кудрявцева, В. Оконьи др.) аргументирует необходимость использования проблемных методов обучения в образовательном процессе вуза. Занятия, проводимые на основе проблемного обучения, развивают умственную работу обучающихся и способствуют активизации их познавательной деятельности.

В соответствии с вышеизложенным, мы считаем, что приобретение знаний на основе проблемного подхода к обучению приводит к развитию творческого мышления курсантов, что имеет большое значение для военного специалиста.

Проведенный анализ и обобщение педагогических позиций по проблемному подходу к обучению в военном вузе дает право утверждать, что технология проблемного обучения позволяет научить курсантов определять проблему в различных ситуациях, принимать ответственное решение и оценивать его последствия, а также ставить цель своей деятельности и организовывать процесс её достижения.

Заслуживает внимания мнение о том, что при чтении лекции проблемного характера в военном вузе курсанты вместе с преподавателем не просто перерабатывают сообщаемую им учебную информацию и изучают новую, а как бы переживают этот процесс, как постижение и понимание научных фактов, взглядов и порядка действий. При таком способе обучения у обучающихся развиваются познавательные побуждения, т.е. мотивация и интерес к содержанию учебной дисциплины [5].

Основываясь на анализе педагогического опыта ведущих преподавателей вуза, проблемная лекция, как правило, должна начинаться с формулирования проблемного вопроса, для решения которого излагается учебный материал. Следовательно, преподаватель должен заранее смоделировать проблемные вопросы в виде учебных задач (заданий или ситуаций).

Хочется отметить, что учебная проблемная задача может определяться и формулироваться как преподавателем, так и обучающимися на основе знаний предметной области и темы учебного занятия. В этом случае роль преподавателя состоит в том, чтобы помочь курсантам определить противоречия или несоответствия явлений и фактов, которые порождают данную проблему.

Педагогический опыт показывает, что по степени соучастия преподавателя и обучающихся в разрешении учебной проблемной ситуации (задачи) в ходе чтения проблемной лекции можно выделить три уровня:

первый – проблемное сообщение учебного материала. Преподаватель сам создает проблему (задачу) и сам же предлагает вероятные пути ее разрешения;

второй – преподаватель организует частично-поисковую деятельность обучающихся. Проблему формулирует преподаватель, курсанты определяют

круг недостающих им знаний, а также возможные пути решения возникшей проблемы. Для этого курсанты анализируют имеющиеся у них знания, выясняют, достаточно ли их для решения указанной проблемы, и активно включаются в добывание недостающей информации, если в этом есть необходимость;

третий – самостоятельная творческая деятельность обучающихся. Данный уровень направлен на самостоятельное получение курсантами требуемых знаний для решения определенной проблемы, которая должна быть вполне трудной, но посильной для ее разрешения.

Хочется отметить, что формулированию проблемных ситуаций в ходе лекции могут предшествовать мыслительные вопросы, которые активизируют познавательную деятельность курсантов. В этом случае лектор ставит перед обучающимися вопросы в такой форме, которая предполагает анализ и обобщение изучаемого материала по дисциплине. Он должен систематически вводить обучающихся в курс научных споров и сомнений, приводить доводы «за» и «против», ставить вопросы для размышления. Сочетание проблемных и информационных вопросов по изучаемой теме позволяет развивать у курсантов творческое мышление, учитывая их индивидуальные особенности.

На рисунке 1 представлен вариант создания и решения проблемной ситуации в ходе лекции, который можно составить, опираясь на вышеизложенные теоретические положения о проблемном подходе к обучению в военном вузе.



Рис. 1 Создание и решение проблемной ситуации

Следует отметить, что для создания проблемных ситуаций (задач) в ходе лекции преподаватель может использовать следующие приемы:

- определить задание в виде проблемного вопроса;
- организовать постановку проблемы напрямую;
- сообщить информацию, которая содержит противоречие, несоответствие, или вызывает явное недоумение;
- сообщить противоположные мнения и взгляды по изучаемому вопросу;
- сосредоточить внимание на явлении, которое нужно прокомментировать;
- сопоставить научные и взятые из жизни мнения об изучаемых вопросах.

Мы полагаем, что при таком подходе к организации учебного процесса в военном вузе, проблемные лекции имеют большое значение в обучении.

Как правило, проблемные лекции читаются после того, как обучающиеся изучат основные положения курса дисциплины. Основная задача преподавателя,

при этом, это уметь в определенный момент лекции создать проблемную ситуацию. Желательно, чтобы формулировка проблемы отличалась бы от формулировки проблем, приведенных в учебниках или учебных пособиях, но ее решение курсанты могли бы найти в рекомендованной литературе или самостоятельно в результате творческого поиска новых знаний.

Хочется отметить, что психолого-педагогическая литература рекомендует различные методические приемы «внесения проблемности» в лекцию [8, 9]. На кафедре «Радиационная, химическая и биологическая защита» ВУНЦ ВВС «ВВА» разработаны методические приемы проведения проблемной лекции с учетом специфических особенностей данной дисциплины. Рассмотрим подробнее наши рекомендации.

Начало лекции. Лекция по существующей традиции начинается с объявления ее темы, целей и учебных вопросов. Называется литература для самостоятельной работы обучающихся и далее следует информационное изложение материала в готовом виде. Но лекцию, структурно, на кафедре «РХБ защиты» предлагается начать и по-другому. Скажем так. *Раньше мы изучили..., мы отработали...,* (напоминается ранее изученный материал или заслушиваются доклады 1-2 курсантов о том, что было изучено на предыдущих занятиях). *Сегодня мы продолжаем изучение темы (раздела).... В этом есть необходимость, так как практика показала ...* (привести примеры). *Итак, продолжая изучение темы (раздела) ..., мы рассмотрим...,* (назвать тему, показать (раскрыть) важность и практическую значимость темы, ее роль и место в образовательном процессе военного вуза и в будущей служебной деятельности военных специалистов).

Далее рекомендуем вскрыть существующие несоответствия (противоречия), решаемую проблему в предметной области и сформулировать конкретную цель лекции. При этом целесообразно как бы «посоветоваться с аудиторией» о том, как можно достичь поставленной цели, наметить логику рассуждения, последовательность поиска ответа на вопрос темы (решения проблемы). В последующем, лектор определяет последовательность рассмотрения темы, и формулирует учебные вопросы.

Литература. Необходимо организовать местную выставку имеющейся литературы по изучаемой теме, при этом нужно дать аннотацию рекомендованных источников, выделить новинки, научные статьи, материалы научно-исследовательских работ и дать методические рекомендации о порядке работы с ними. Анализ литературы в начале лекции повышает научный уровень преподавания, делает его более основательным и фундаментальным.

Такое вступление на лекции, безусловно, займет больше времени, чем при традиционном начале, но переживать за это не следует, так как все это направлено на обеспечение организующей роли лекционного материала.

Основная часть лекции. Ретроспективный анализ передового опыта преподавателей военных вузов позволяет сделать вывод о том, что основная часть проблемной лекции может иметь следующую структуру:

- *начинать лекцию желательно с формулирования учебной проблемы, то есть с вопроса, на который курсанты ответ не знают, но, имея необходимые знания, они могут начать его поиск;*

- *определение путей решения сформулированной проблемы вместе с обучающимися.* Преподаватель побуждает курсантов принять участие в совместном умственном поиске решения проблемы, при этом оказывает им помощь в виде разъяснений, намеков и дополнительных вопросов. Вопросы должны быть сформулированы так, чтобы обучающиеся были вынуждены, на основе ранее полученных знаний проводить сравнение или сопоставлять некоторые факты, после чего, путем размышления делать выводы. При этом учебно-познавательная деятельность курсантов сопровождается эвристическим разговором. Обучающиеся должны легко излагать свои мысли, анализировать ответы товарищей, соглашаясь с ними или оспаривая их;

- *выбор и доказательство возможных направлений разрешения сформулированной проблемы.* Хочется отметить, что перед тем, как определить пути разрешения той или иной проблемной ситуации в ходе лекции, преподавателю необходимо четко представить себе цель педагогического воздействия и его влияние на аудиторию;

– *определение учебных проблем, которые будут решаться на последующих занятиях.*

Таким образом, во время чтения проблемной лекции преподаватель должен ввести курсантов в процесс научного творчества, показать им, как возникло теоретическое положение, как оно развивалось и обобщалось, как преодолевались трудности и разрешались противоречия.

Мы считаем, что в ходе проблемных лекций изучаемый материал не должен сообщаться в виде готовых выводов, которые обучающимся необходимо запомнить. Лекции на основе проблемного подхода к обучению должны пробуждать у курсантов познавательную заинтересованность, иначе они теряют свою направленность. Необходимо отметить, что введение элемента дискуссии, а также рассмотрение разных точек зрения при сообщении учебного материала в ходе лекции, есть существенный и эффективный прием проблемного метода обучения.

Для развития творческого мышления у курсантов, преподавателям необходимо в ходе лекции создавать проблемные ситуации еще до того, как они получат всю учебную информацию, являющуюся новыми знаниями. Например, ситуации о способах решения той или иной задачи по выявлению и оценке РХБ обстановки на местности. В этом случае лектор требует от курсантов не просто дать ответ, а найти в литературе новые, интересные данные, осознать их и найти причины РХБ заражения местности, а также возникновения того или иного явления.

Если у обучающихся нет времени на решение проблемных задач, которые определены в ходе лекции, то поисковая деятельность переносится на самостоятельную работу. Проверка же результатов поисковой деятельности курсантов, обычно осуществляется на других видах занятий (семинарах, групповых и практических занятиях), которые связаны с темой лекции. В этом случае курсантам или всей учебной группе предлагается проанализировать значение учебной проблемной задачи, самостоятельно найти пути решения выхода из сложившейся

обстановки, а затем сформулировать их. Подобные проблемные лекции способствуют подготовке офицеров, думающих и умеющих ориентироваться в противоречивых современных условиях.

Педагогический опыт показывает, что большое количество проблемных ситуаций в ходе лекции не приводит к повышению результативности учебных занятий и активизации самостоятельной работы обучающихся. Здесь нужно не количество, а значимость познавательной ситуации. Важно, чтобы курсанты видели научное и практическое значение каждой проблемы, понимали ее актуальность и необходимость исследования. Мы считаем, что при таком подходе создаваемая учебная проблема даст соответствующий импульс мыслительной деятельности обучающихся и вдохновит их на поиск новых знаний, которых недостает для разрешения этой проблемы (задачи).

Таким образом, целевая установка проблемной лекции состоит в том, чтобы не только дать запас знаний и положить начало движению мысли, но и развить мыслительный процесс, тем самым способствовать формированию творческого мышления у обучающихся.

Следует отметить, что проведение проблемных лекций – дело сложное. Лекции, проводимые на основе проблемного подхода к обучению, повышают требования и к преподавательскому составу, прежде всего, к их методической подготовке и методическому мастерству.

В ходе анализа педагогической практики на кафедре, выявлено, что только высококвалифицированный преподаватель способен вскрыть имеющиеся несоответствия и противоречия в теории и практике той предметной области, которую охватывает учебная дисциплина. Только опытный преподаватель может правильно сформулировать учебную проблему, раскрыть ее значимость, вызвать у обучающихся творческий интерес к поиску возможного разрешения проблемной ситуации, направить мыслительный процесс курсантов в нужном направлении, не сковывая способности к самостоятельным и активным действиям.

Мы считаем, что для проведения занятий на основе проблемного подхода к обучению в военном вузе нужно обратить внимание на следующие два обстоятельства:

первое – для создания и внедрения технологии проблемного обучения в военном вузе необходим высокий уровень педагогического мастерства у преподавателей и увеличение временных затрат на подготовку занятий с проблемным подходом;

второе – у обучающихся, в результате осмысления и поиска путей решения проблемных задач (ситуаций) уходит значительно больше времени, чем при традиционном обучении.

Предполагается, что эти обстоятельства не позволяют обширно применять проблемные подходы к обучению в военном вузе.

Таким образом, для подготовки и проведения проблемных лекций, которые способствуют развитию творческого мышления курсантов в военных вузах, мы предлагаем учитывать ряд рекомендаций:

– в проблемной лекции необходимо сконцентрировать внимание на сложных теоретических вопросах учебной дисциплины, которые имеют большое научное и практическое значение для выполнения служебных обязанностей в современных условиях;

– эффективность проблемной лекции зависит от ясности изложения учебного материала, последовательных переходов от одного вопроса к другому, способности лектора выделить основные проблемные положения, сделать необходимые выводы и обобщения;

– не рекомендуется при чтении лекции, основанной на проблемном подходе к обучению, исключать дискуссионные вопросы;

– целесообразно оставить некоторое время для ответов на вопросы обучающихся, так как в ходе лекции нельзя охватить все особенности обсуждаемой проблемы;

- содержание и доходчивость проблемной лекции всегда должно основываться на структурно-логической схеме изучения дисциплины, которая позволяет логически последовательно излагать учебный материал;
- для повышения интереса курсантов, и степени восприятия учебного материала, рекомендуем пользоваться техническими и наглядными средствами обучения.

Проведение проблемных лекций в военном вузе, с учетом этих рекомендаций позволяет стимулировать активную мыслительную деятельность обучающихся, побуждая их искать новый способ объяснения материала и в дальнейшем для выполнения профессиональной практической деятельности.

В заключение нашего исследования хочется отметить, что проблемный подход к обучению положительно влияет на активизацию познавательной деятельности обучающихся, а также на развитие их творческого мышления, внимания и наблюдательности.

Проблемная лекция, как вид проблемного обучения многофункциональна и может решать следующие задачи: повышать познавательный интерес курсантов к обучению; развивать их творческое мышление; формировать самостоятельность, ответственность, навыки исследовательской деятельности и инициативность; стимулировать мотивацию обучения; побуждать к поиску новых знаний и умений.

Знания, усвоенные курсантами в ходе проблемных лекций, становятся их достоянием, они повышают интерес к содержанию дисциплины и усиливают эффект профессиональной подготовки для будущей деятельности военных специалистов.

### **Библиографический список**

1. Данченко А.М. Вопросы психологии и педагогики высшей военной школы. Курс лекций. Ленинград: ВАС, 1980. – 72 с.
2. Барабанщиков А.В. Психология и педагогика высшей военной школы. М.: Воениздат, 1989. – 362 с.

3. Махмутов М.И. Организация проблемного обучения в школе. Книга для учителей. М.: Просвещение, 1977. – 240 с.
4. Оконь В. Основы проблемного обучения. – М.: Просвещение, 1968 г. – 208 с.
5. Скворцова С.А. Педагогические условия формирования компетентности будущих специалистов в процессе профессиональной подготовки // Вектор науки ТГУ. 2011. № 1. – С. 155–158.
6. Хуторской А.В. Современная дидактика. СПб.: Питер, 2001. - С. 117.
7. Большая советская энциклопедия, Т 21.3-е изд. / Глав. ред. А.М. Прохоров. М.: Советская энциклопедия, 1975. – 640 с.
8. Подгорных Ю.Д. Записки военного педагога. Тверь: ВА ВКО, 2007. – 307 с.
9. Бочаров Б.В. Некоторые вопросы педагогического мастерства и методики чтения лекции: учебно-методическое пособие. Новогорск: АГЗ МЧС РФ, 2006, – 34 с.

УДК 378.6

**Е. А. Солодова**

Военная академия ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Балашиха  
*esolodova@rambler.ru*

## **КУРСАНТ В КОНТЕКСТЕ ТЕОРИИ ПОКОЛЕНИЙ**

В статье приводятся основные сведения из теории поколений. Особое внимание уделяется анализу особенностей поколения Z, т.е. тех курсантов, которые учатся сейчас в военных вузах. Анализируются риски, связанные с выраженной зависимостью поколения Z от интернета, а именно - снижение уровня системного мышления, интуиции, внимания. Проводится сравнение выявленных характеристик студентов гражданских вузов и курсантов военных вузов. Дается прогноз возможных особенностей поколения «альфа», которое придет учиться в вузы через 5-6 лет.

**Ключевые слова:** теория поколений, поколение Z, поколение «альфа», интуиция, системное мышление, прогноз.

**E. A. Solodova**

The Military Academy of Strategic Rocket Troops after Peter the Great,  
Balashikha  
*esolodova@rambler.ru*

## **CADETS IN THE GENERATION THEORY CONTEXT**

The problem of the generation theory is discussed in this article. It is shown, that the generation Z has got some peculiarities, connected with the internet dependence. The chances of losses of the intuition, the system thinking and the attention are analyzed. A comparison of these chances for cadets and students is presented. The forecast of development of generation Alfa is provided.

**Keywords:** theory of generation, generation Z, generation Alfa, intuition, the system's mind, forecast.

Во-первых, определимся с терминами. Что понимается под термином «теория поколений»? В [1] подробно излагается история «рождённых с гаджетом в руках», т.е. история теории поколений. «Обозначать поколения латинскими буквами начали в 1990-х с подачи американских социологов Уильяма Штрауса и Нила Хоуви. Учёные идентифицируют поколения по нескольким критериям, прежде всего, по исторической эпохе, убеждениям и моделям поведения. Теорию Штрауса и Хоуви критиковали за слишком категоричные обобщения, дефицит строгой научной базы и измеримых данных. Тем не менее, она оказалась применима во множестве разных сфер от маркетинга до политики, поскольку даёт понятные ценностные и поведенческие характеристики аудитории» [1, с. 14].

К поколению зумеров (зетов) относятся люди, родившиеся с середины 1990-х по начало 2010-го года. Поколение их родителей, бабушек и дедушек, называется миллениалами, или поколением Y – это люди, родившиеся в 1981 по 1996 годы. Поколение X – люди, родившиеся с 1963 по 1980 годы. Понятно, что деление по годам достаточно условно и подвижно.

Сегодня зумеры составляют почти треть населения планеты – 2,5 миллиарда человек. Зумеров иначе называют зетами хоумлендерами, центенниалами. После зумеров следуют дети, родившиеся после 2010 года. Это поколение «альфа». Поколение «альфа» сейчас учится в начальной школе, самые старшие из них – в пятом классе. Они придут в вузы через 6–9 лет. Зумеры сегодня либо находятся в подростковом возрасте, либо оканчивают вузы и начинают трудовую деятельность. Поэтому сегодняшнему преподавателю вуза наиболее интересно исследовать особенности именно поколения зумеров (зетов).

В чём заключается главная черта зумеров? Это первое поколение, практически с рождения имеющее доступ к интернету. Картину мира сегодняшней молодёжи определила информационная среда. Зумеры не признают авторитетов, близко к сердцу принимают глобальные проблемы, склонны к самовыражению, практичны.

Проанализируем, каковы особенности зумеров.

1 – «для доступа в интернет более 93% россиян, родившихся с 1994 по 2010 год, используют смартфоны; 100% представителей этого поколения привязано к смартфонам, они проводят с ними по 10-14 часов в сутки и практически не пользуются другими носителями информации. «По данным 35% российских зумеров читают газеты и журналы (в основном сайты и мобильные приложения СМИ, а не печатные версии), а 27% слушают радио информации». «Зависание» в интернете выполняет для них функцию психологической разгрузки. В совместном исследовании «ВКонтакте» и ВШЭ утверждается, что зумеры проверяют обновления на смартфоне как минимум пять раз в час (каждые 15 минут).

Важно, что зумеры чаще всего, используя смартфон для коммуникации, общаются не телефонными звонками, а мессенджерами и чатами. Им сложнее договариваться и, когда дело доходит до живого общения, зумеры испытывают немалые проблемы. Отсюда навык утраты интуитивного понимания друг друга, считывания неявных, невербальных сигналов.

2 – Зумеры – это носители клипового мышления. Впервые термин «клиповая культура» ввёл американский философ Элвин Тоффлер в 1980 году. Они потребляют информацию в формате коротких роликов. Смотреть и тем более читать что-то длинное они не будут: предпочтут получить информацию здесь и сейчас. Зумеры способны удержать внимание на одном предмете в среднем лишь на восемь секунд.

3 – Зумеры – это самопрезентация и креативность, это поколение генераторов контента...Именно отсюда проистекает высокий уровень доверия этой группы потребителей к лидерам мнений, желание им подражать и самим стано-

виться лидером мнений для кого-то...Зумеры с малых лет формируют свой личный бренд, строго дозируя публикуемую информацию и сегментируя аудиторию, которой она доступна...В соцсетях конкуренция ничем не ограничена, поэтому успех сверстников воспринимается как личная недоработка» [2, с. 19–20].

Что ожидает работодателей в гражданских сферах деятельности, когда к ним на работу придут зумеры?

«Во-первых, работодатели постепенно привыкают к тому, что соискатель приходит в компанию не на всю жизнь. Меняется частота смены работы...Во-вторых, для зумеров экологические и волонтерские проекты - обязательное требование к бренду. В-третьих, зумеры ускоряют всеобщий переход на удаленку или гибридные форматы с гибким графиком. Требования к гибкости графика связаны с тем, что зумеры не хотят ставить работу на первое и главное место. Это поколение ценит и другие занятия. Они могут прямо сказать работодателю на собеседовании, что хотели бы начинать работу в 11 утра, чтобы утром успевать на йогу, в спортзал и бассейн, по средам им нужен выходной, чтобы не выгореть эмоционально, а в пятницу им неудобно работать в офисе, так как планируется традиционный выезд за город» [2, с. 25].

Итак, таковы тенденции в сфере высшего гражданского образования. Проанализируем, как эти тенденции преломляются в сфере высшего военного образования. Тенденция первая – привязка к смартфонам. Эта тенденция, конечно же, актуальна и для курсантов военных вузов. Самым негативным следствием этой тенденции является утрата интуитивной способности считывания неявных, невербальных сигналов, утрата способности вглядывания в окружающих. Дело в том, что курсант – это будущий командир, успешность деятельности которого в качестве командира на 99% зависит от умения взаимодействовать с подчинёнными (солдатами), причём это взаимодействие, конечно же, происходит не с помощью мессенджеров, смс или чатов, а очно, «глаза в глаза». Причём командир должен действовать на опережение, он должен обладать даром предвидения, уметь видеть дурные, злостные намерения, или, напротив, удручённое состояние

подчинённого. Этот дар предвидения достигается только благодаря наличию интуиции, которая развивается по мере приобретения соответствующего опыта, в данном случае, по мере приобретения опыта очного общения с людьми [4, с. 17–24]. Утрата такого опыта ведёт к непрофессионализму офицера. Поэтому сразу возникает обоснованность применения педагогической технологии, основанной на ролевых играх, в которых разыгрываются те или иные ситуационные задачи. Важно, что это не решение ситуационных задач на бумаге, а именно ролевые игры «глаза в глаза».

Вторая тенденция определяется как формирование «клиповой культуры» у зумеров. Негативным последствием этой тенденции отмечается снижение концентрации внимания поколения Z в среднем на 25% по сравнению с миллениалами. Не требует отдельных комментариев факт крайне нежелательного эффекта снижения внимания курсантов – будущих офицеров: вся деятельность офицера, в каких бы войсках он ни служил – ракетных, химзащиты, пограничных – требует максимального сосредоточения, максимального внимания на предмете деятельности.

В [1, с. 14], однако, отмечается и определённый позитивный эффект формирования такой «клиповой культуры»: «зумеры привыкли к многоэкранному, нелинейному потреблению информации... Во время просмотра ТВ большинство из них не выпускают из рук смартфон. Их отличает способность складывать информационный пазл из разных элементов и типов контента». Позволим себе не согласиться с таким утверждением. Действительно, развитие нелинейного мышления следовало бы отнести к позитивным тенденциям развития поколения зумеров, однако, способность потреблять, считывать информацию не тождественна способности систематизировать разнородную информацию, увеличивая тем самым свою семантическую размерность, свою когнитивную сложность, которая и является показателем развитости нелинейного мышления индивидуума [5].

Единственное достоинство клипового мышления, по всей видимости, заключается в развитии образного мышления, о котором писал замечательный российский педагог Д. Фельдштейн ещё в 2013-м году. Однако, он же отмечал, что развитие образного мышления опережает, традиционное для европейской школы, логическое, системное мышление: «Существенно (почти в 2 раза) увеличилось число детей 6, 7, 8, 9, 10 лет с нарушениями речевого развития. До 50% младших школьников переходят в основную школу с несформированностью навыка письма, что выступает, кстати, зримым показателем «сбоя» в развитии линейного мышления, в частности показателем того, как образное мышление буквально «сбивает» мышление линейное» [5].

Третья тенденция развития зумеров – это самопрезентация и креативность, это поколение генераторов контента в соцсетях. По поводу этой тенденции следует сказать, что курсанты ограничены в пользовании соцсетями, однако, это не означает, что они не являются генераторами идей, причём не просто генераторами контента, но генераторами инновационных технических решений, о чём свидетельствуют многочисленные конкурсы творчества курсантов, проводимые в Министерстве обороны.

Итак, проведённый анализ позволил сделать следующие выводы: поколение курсантов – зумеров находится в зоне риска, связанного с возможной утратой важных профессиональных качеств будущего офицера – способностью к интуитивному принятию решений; способности к длительному сосредоточению, концентрации внимания; способностью к систематизации потребляемой информации.

Прокомментируем более подробно последнюю из перечисленных курсантских компетенций – способность к систематизации потребляемой информации. «Обратимся к недавнему выступлению А. Курпатова, научного руководителя Лаборатории нейронаук и поведения человека Сбербанка, в Давосе [7]: «Курпатов говорит о том, что наш мозг работает в трёх главных режимах: режим потребления информации, CentralExecutiveNetwork (центральная исполнительская

сеть); режим ориентации в окружающей обстановке, SalienceNetwork (сеть выявления значимости); режим, в котором мозг думает «ни о чем» – DefaultModeNetwork (сеть, ответственная за мышление). Именно в этом, третьем режиме, приходят озарения и инсайты. Это системный отсек мозга.

Для того чтобы развить все эти три необходимых режима для взрослого мозга, человеку необходимо 25 лет с рождения. Важно, что все три режима являются антогонистами: когда работает один из них, другие блокируются. Таким образом, в ситуациях, когда вы потребляете контент постоянно (например, Твиттер и Инстаграм), мышление не задействуется, и «мозг по сути впадает в спячку». Поскольку по статистике 40% детей США и России находятся онлайн постоянно, их мозг не развивается.

Очень важный момент исследований: для того, чтобы задействовать режим мышления, необходимо 23 минуты. То есть необходимо не быть в телефоне минимум 23 минуты. В среднем человек в день заглядывает в телефон каждые 15 минут, совершая около 80-ти телефонных сессий в сутки. Таким образом, у формирующегося человека нет возможности включить режим системного мышления, происходит эскалация примитивного контента, системное мышление замещается зрительными образами. Возникает эффект «клипового сознания».

Таким образом, постоянное присутствие в телефоне исключает возможность включения режима системного мышления. Но в военных вузах действует режим регламентированного пользования средствами мобильной связи – на занятиях они вообще запрещены, а в другое время возможно использование только кнопочных средств связи. Тогда, оказывается, отдалённым результатом такого ограничения может оказаться гораздо более высокий уровень развития интеллекта военных курсантов по сравнению с гражданскими студентами, неограниченно пользующимися средствами мобильной связи. По всей видимости, в настоящее время вновь возникают такие условия, когда престиж военного инженера будет неуклонно возрастать, как это было в советское время, когда военные

учёные и инженеры были пионерами в генерации передовых научных идей и технологий. Такую положительную тенденцию мы наблюдаем уже сейчас, когда военно-технический потенциал нашей страны заметно повысился.

Проанализируем теперь запросы со стороны «работодателей» – заказчиков в военной сфере. Понятно, что ни о каких свободных графиках работы, переходе на удалёнку или гибридные форматы с гибким графиком, в этом случае не обсуждаются. Более того, желание зумеров не ставить работу на первое и главное место является неприемлемым для человека, сознательно посвятившего себя военной службе.

Прямым выводом из такого анализа следует вывод о том, что в течение ближайшего времени конкурс в военные вузы, по всей видимости, уменьшится, однако, придут лишь те абитуриенты, которые действительно готовы к определённым ограничениям в своих свободах ради реализации своей мечты - служить Отечеству.

И последнее: каковы перспективы? В теории поколений следующее за поколением Z поколение альфа-дети, родившиеся после 2010. Альфа – первая буква греческого алфавита. Следовательно, от поколения альфа ожидают создание нового мира, масштабного обновления планеты во всех сферах - от экологии до культуры. Они должны исправить ошибки, допущенные предшественниками, совершенствоваться духовно и физически, увеличивать продолжительность жизни.

Пока эти дети только оканчивают начальную школу, однако, уже понятно, что у них ещё более актуальной, чем у зумеров, является проблема с концентрацией внимания: среднее время концентрации на одном посте – 1 секунда, вместо 8 секунд у людей Z. Ещё более возрастут проблемы с неразвитостью эмоционального интеллекта. Уже сегодня, чтобы попасть в компанию Илона Маска, надо решить задачу по распознаванию по фото эмоций, чтобы оказаться конкурентоспособным с роботами.

По предсказаниям футурологов 40% этих детей не получит высшего образования: тратить 5 лет на получение образования, которое не пригодится через 5

лет, нет смысла. Поэтому основой обучения у них будет самообучение и самообразование.

Они будут жить до 100 лет: по предсказаниям геронтологов каждая 3-я девочка, рождённая в этом году в Германии, отметит 100-летний юбилей.

Таким образом, современная педагогика должна откликнуться на вызовы и риски, связанные с зависимостью молодёжи от интернета; должны быть задействованы такие педагогические технологии, которые, с одной стороны, стимулируют максимально тесное сотрудничество обучающихся в очном режиме – это ролевые игры, мозговые штурмы, публичные защиты проектов; с другой стороны, нужны педагогические технологии, развивающие системное мышление обучающихся – работа по выявлению противоречий в текстах, сравнительный анализ различных теорий, обнаружение причинно-следственных связей в различных явлениях и событиях.

### **Библиографический список**

1. Дмитриенко И. Рождённые с гаджетом в руках / Профиль, №31-32/23.08.2021.
2. Селезнёв М. Одноразовое поколение / Профиль, №31-32/23.08.2021.
3. Солодова Е. А., Юнусов А. Р. Способность к дивергентному мышлению - необходимое условие высокого профессионализма офицера. Гуманитарный вестник ВА РВСН №4 (11) (октябрь-декабрь), Балашиха, 2018.
4. Солодова Е. А. Новые модели в системе образования. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016. – 364с.
5. Фельдштейн Д. И. Функциональная нагрузка Академии образования в определении принципов и условий развития растущего человека на исторически новом уровне движения общества (доклад на общем собрании РАО 29.10.2013г.)/ Проблемы современного образования. №5. – 2013.
6. Солодова Е. А. Естественный интеллект - необходимое условие развития искусственного интеллекта. Гуманитарный вестник ВА РВСН №4 (21) (октябрь-декабрь), Балашиха, 2018.

**В. И. Тельной<sup>1</sup>, А. В. Рычкова<sup>2</sup>, О. В. Усатенко<sup>3</sup>**  
Военная академия ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Балашиха  
*tvi\_007@mail.ru<sup>1</sup>*  
*angel\_rych@mail.ru<sup>2</sup>*  
*usatoleg@gmail.com<sup>3</sup>*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАГЛЯДНЫХ МЕТОДОВ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

В статье подчеркивается важность использования наглядных методов в учебном процессе при преподавании графических дисциплин. Приводятся примеры разработанных авторами средств иллюстраций и демонстраций.

Отмечается положительный результат применения наглядных методов для развития пространственного воображения, самостоятельности и инициативности у курсантов, для лучшего усвоения учебного материала и приобретения необходимых навыков решения инженерных задач.

Акцентируется внимание на рациональном подходе к использованию наглядных методов, сочетании их с другими методами обучения, роли преподавателя в этом процессе.

**Ключевые слова:** графические дисциплины, курсанты, метод демонстраций, метод иллюстраций, принцип наглядности.

**V. I. Telnoy<sup>1</sup>, A. V. Rychkova<sup>2</sup>, O. V. Usatenko<sup>3</sup>**  
The Military Academy of Strategic Rocket Troops after Peter the Great,  
Balashikha  
*tvi\_007@mail.ru<sup>1</sup>*  
*angel\_rych@mail.ru<sup>2</sup>*  
*usatoleg@gmail.com<sup>3</sup>*

## **USING VISUAL METHODS IN THE PROCESS TEACHING GRAPHIC DISCIPLINES**

The article emphasizes the importance of using visual methods in the educational process when teaching graphic disciplines. Examples of means of illustrations and demonstrations developed by the authors are given.

A positive result of the use of visual methods for the development of spatial imagination, independence and initiative among cadets, for better assimilation of educational material and the acquisition of the necessary skills for solving engineering problems is noted.

Attention is focused on a rational approach to the use of visual methods, their combination with other teaching methods, the role of the teacher in this process.

**Keywords:** graphic disciplines, cadets, demonstration method, illustration method, visualization principle.

В основе организации учебного процесса в академии важное место занимает принцип наглядности. Этот дидактический принцип при изучении разных дисциплин осуществляется с помощью наглядных методов обучения.

Несмотря на то, что проблема наглядности является одной из старейших в классической дидактике, она до настоящего времени является актуальной и недостаточно решенной применительно к конкретной дисциплине. Например, существует несколько классификаций методов обучения по разным признакам: по источнику получения знаний, по характеру познавательной деятельности, по дидактической цели и т.д.

При изучении графических дисциплин может быть применена классификация Е.Я. Голанта, Д. О. Лоркипанидзе и Е. И. Перовской по источнику получения знаний [1, с. 21]:

словесные методы – источником знания является устное или печатное слово;

наглядные методы – источником знаний являются наблюдаемые предметы, явления, наглядные пособия;

практические методы – обучаемые получают знания и вырабатывают умения, выполняя практические действия.

Рассмотрим особенности применения современных наглядных методов при преподавании графических дисциплин в академии.

Наглядные методы обучения – это такие методы, при которых усвоение учебного материала находится в непосредственной зависимости от применяемых в процессе обучения наглядного пособия и технических средств. Их разделяют на две большие группы: метод иллюстраций и метод демонстраций (рисунок 1).

Метод иллюстраций представляет собой показ и восприятие курсантами разнообразных предметов и объектов в естественной форме или через их символическое изображение. В качестве иллюстрации используются натуральные и искусственно созданные предметы: плакаты, портреты, макеты, модели, рисунки,

чертежи, схемы, таблицы, графики, диаграммы, изображение информации на учебной доске или на экране мультимедийной установки и т. д. [2, с. 2].



Рис. 1 Теоретико-методические аспекты использования дидактических возможностей методов наглядности при изучении графических дисциплин

Несмотря на неподвижность перечисленных материалов, они существенно облегчают процесс формирования различных понятий графических дисциплин. Так как инженерная графика изучает форму, размеры и взаимное расположение различных предметов в пространстве, поэтому без конкретных предметов или их

моделей, рисунков и чертежей у курсантов не могут возникнуть в сознании ясные представления и понятия об изучаемых предметах. Однако одного пассивного созерцания конкретных предметов или их образов (чертежей и рисунков) еще недостаточно. Надо, чтобы обучаемые научились рассматривать форму изучаемых предметов, дифференцировать те или иные признаки предмета [3, с. 1].

Средства наглядности используются при изложении нового учебного материала преподавателем (рисунок 2), в ходе самостоятельной работы курсантов по приобретению знаний и формированию компетенций в области умений и навыков, при контроле за усвоением материала и при других видах деятельности преподавателя и обучаемых [4, с. 122].

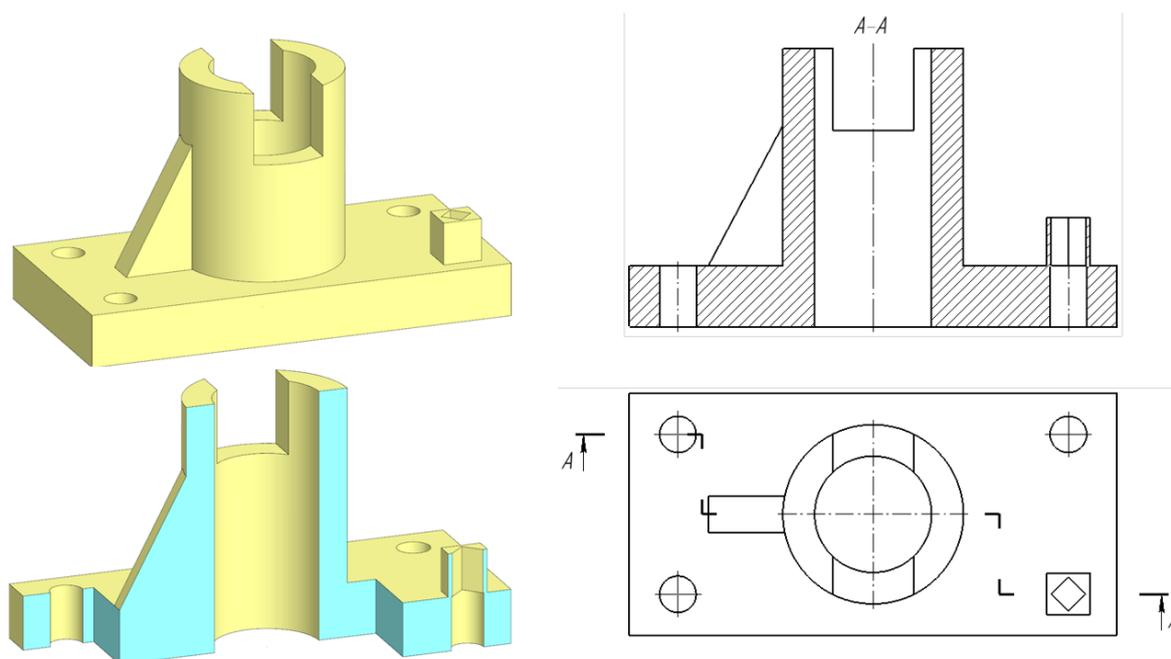


Рис. 2 Пример использование наглядности при объяснении учебного вопроса  
«Изображения – виды, разрезы, сечения»

Метод демонстраций (лат. demonstratio – показывание) представляет собой показ всей аудитории различных средств наглядности. К ним можно отнести: учебный фильм или его фрагменты; диафильмы, слайды, видеоролики, видеофильмы и др. [5, с. 78].

В учебном кино большая роль принадлежит мультипликации, схематическим изображениям, раскрывающим курсантам на доступном уровне сложные предметы, понятия и различные алгоритмы действий.

В видеороликах и кинофрагментах раскрываются, как правило, отдельные вопросы учебной программы. Характерная особенность данного вида наглядности – его узкая дидактическая направленность. Это определяет важную методическую задачу использования кинофрагментов или коротких по своему объёму видеороликов в комплексе с другими средствами обучения. Кратковременность демонстрации (3–5 мин.) и конкретная методическая направленность позволяют легко вписать данный вид демонстрации в любое занятие.

С помощью видеофильма возможна постановка учебной проблемы, пробуждение к ней интереса курсантов. При подготовке к занятию можно сделать монтаж, включающий кадры учебных кинофильмов, презентаций, учебных таблиц и записей на доске с комментариями преподавателя. Последовательность показа, темп изложения, его логика могут меняться в зависимости от поставленных преподавателем целей и с учетом подготовленности аудитории и индивидуальной методической системы каждого преподавателя.

Использование разработанных электронных учебных пособий с привлекательным интерфейсом, гиперссылками, разнообразными учебными видеоматериалами значительно улучшает качество учебного процесса и непосредственно преподавание предмета.

С помощью компьютера можно моделировать любую деталь или сборочную единицу, выбирать наиболее оптимальные алгоритмы решения позиционных и метрических задач, научить проводить анализ и синтез геометрических форм.

Демонстрация используется для раскрытия динамики изучаемых предметов. Кроме того, она может использоваться для ознакомления с внешним видом предмета и его внутренним устройством. При этом демонстрацию натуральных объектов обычно начинают с внешнего вида (геометрические формы, размеры,

составные части сборочной единицы и их взаимодействие), а затем переходят к внутреннему устройству.

Опыт показывает, что деление средств наглядности на иллюстративные и демонстрационные является чисто условным. Отдельные средства наглядности могут относиться одновременно к разным группам наглядности.

Методы демонстрации и иллюстрации необходимо использовать в тесной связи, дополняя и усиливая совместное действие. Их эффективность зависит от методики показа. Поэтому при выборе наглядных пособий важно учитывать их дидактическое назначение, место и роль в познавательном процессе, а также решить проблему определения оптимального количества иллюстративного материала.

Для эффективного применения наглядных методов в обучении необходимо учитывать следующие методические условия, выработанные педагогической наукой и многолетней практикой преподавания [6, с. 74; 7, с.206]:

- соответствие наглядности уровню развития пространственного мышления курсантов;
- использование наглядности в меру и в соответствующий по содержанию этап занятия;
- обеспечение хорошей видимости демонстрируемого объекта для обучаемых;
- выделение главного и существенного при показе иллюстраций;
- детальное продумывание пояснений, даваемых при показе предметов.

Тесная взаимосвязь слова и наглядности вытекает из учения Ю.К. Бабанского, по словам которого «диалектический путь познания объективной реальности предполагает применение в единстве живого созерцания, абстрактного мышления и практики» [8, с. 102];

- сочетание наглядного средства с другими методами и средствами обучения, используемыми преподавателем на занятии;
- соответствие наглядности содержанию и дидактическим характеристикам передаваемой курсантам информации;

- соответствие темпа объяснений и демонстрации, предоставление курсантам времени для конспектирования учебного материала;
- обеспечение возможности обучаемым воспринимать объект разными органами чувств;
- привлечение обучаемых к поиску нужной информации при подготовке наглядного пособия.

Вместе с тем практика показала, что ни один метод, будучи использован исключительно сам по себе, не обеспечивает нужных результатов. Необходимо сочетать различные методы обучения. Кроме того, важно постоянно расширять круг наглядных методов обучения в соответствии с достижениями современных технологий. К примеру, в последнее время актуальным и доступным стало использования мультимедийной презентации к занятиям [9, с. 85] и в целом информационных технологий как способа предъявления наглядности [10, с. 287].

Таким образом использование методов наглядности позволяет глубже раскрыть содержание графических дисциплин, повысить внимание и интерес курсантов к изучаемому вопросу, разнообразить дидактические приемы обучения, способствует развитию пространственного воображения и мышления.

### **Библиографический список**

1. Теория обучения. Конспект лекций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://mir-knig.com/read\\_473878-21#](https://mir-knig.com/read_473878-21#) (дата обращения 17.01.2022).
2. Косяков Д. А. Наглядные методы обучения и их приемы [Электронный ресурс] / Д. А. Косяков. – Режим доступа: <https://zaochnik.com/spravochnik/pedagogika/teorija-obucheniya/nagljadnye-metody-obucheniya/> (дата обращения 17.01.2022).
3. Жук Г. П. Дидактические принципы в процессе преподавания курса «инженерная графика» [Электронный ресурс] / Г. П. Жук. Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/12979> (дата обращения 17.01.2022).
4. Тельной В. И. Организация самостоятельной работы студентов при изучении курса инженерной графики / В. И. Тельной, А. В. Рычкова // Вестник МГСУ. – 2015. – № 1. – С. 120–128.

5. Сайтова К. Х. Применение наглядных методов в процессе обучения и воспитания / К. Х. Сайтова // Достижения науки и образования. – 2019. – № 5 (46). – С. 78–79.

6. Остапенко И. А. Дидактические требования к наглядным методам и их использованию в процессе педагогической практики / И. А. Остапенко, Е. В. Магомедова // Концепт. – 2016. – Т. 23. – С. 72–76.

7. Тельной В. И. Обеспечение принципа наглядности при изучении графических дисциплин / В. И. Тельной, А. В. Рычкова // Вестник МГСУ. – 2015. – № 11. – С. 202–211.

8. Бабанский Ю. К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе / Ю. К. Бабанский. – М.: Просвещение, 1985. – 207 с.

9. Тельной В. И. Использование мультимедийных презентаций при чтении лекций по начертательной геометрии / В. И. Тельной // Фундаментальные науки в современном строительстве: тр. седьмой Всеросс. науч.-практ. и учеб.-метод. конф. – М.: МГСУ, 2010. – С. 84–88.

10. Тельной В. И. О применении современных информационных технологий при проведении занятий по компьютерной графике / В. И. Тельной, А. В. Рычкова, Н. А. Куткина // Современные информационные технологии и ИТ-образование: сб. науч. трудов VIII Междунар. науч.-практ. конф. – М.: МГУ, 2013. – Т.2. – С. 285-291.

УДК 37.026.9

**А. В. Тимофеева**

Военная академия материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулева «Вольский военный институт  
материального обеспечения», г. Вольск  
*timofeevaa5544@gmail.com*

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВОЕННЫХ ВУЗАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

В статье рассматриваются современные образовательные технологии (понятие, структура, классификация, базовые характеристики, требования к ним). Приведены рекомендации по применению данных технологий в военных вузах РФ. Исследуются сущность и содержание

различных подходов в реализации образовательных технологий в контексте проблемных вопросов в отношении качества уровня образования курсантов, устанавливая связи с различными психологическими качествами.

**Ключевые слова:** современные образовательные технологии, образовательные технологии, военные вузы Российской Федерации.

**A. V. Timofeev**

Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev  
“Volsky Military Institute of Material Support”, Volsk  
*timofeevaa5544@gmail.com*

## **APPLICATION OF MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN MILITARY UNIVERSITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION**

The article discusses modern educational technologies (concept, structure, classification, basic characteristics, requirements for them). Recommendations on the use of these technologies in military universities of the Russian Federation are given. The essence and content of various approaches in the implementation of educational technologies are investigated in the context of problematic issues regarding the quality of the level of education of cadets, establishing links with various psychological qualities.

**Keywords:** modern educational technologies, educational technologies, military universities of the Russian Federation.

Военно-профессиональное образование представляет собой сферу, совмещающую в себе воспитание, обучение, психологическую подготовку и развитие курсантов. Именно по этой причине необходимо делать правильный выбор для реализации современных образовательных технологий обучения, качественно влияющих на качество профессиональной подготовки будущих военных специалистов.

Наибольший вклад в разработку проблемы образовательных технологий обучения внесли Л. Андерсон, В. П. Беспалько, Дж. Блок, Б. Блум, Т. Гилберт, М. В. Кларин, Н. В. Кузьмин, Р. Мейджер, С. А. Смирнов, Н. Ф. Талызин, Ю. Г. Татур и др [1].

Педагогическая технология – это комплекс средств и методов представления, обработки, предъявления и изменения учебной информации преподавателя. Также – это наука о способах воздействия педагога на обучающихся в процессе обучения с применением всех необходимых информационных и технических средств. По мнению О. В. Долженко педагогическая технология обуславливает

средства, содержание и методы обучения, которые находятся во взаимодействии и взаимосвязи [2].

В. П. Беспалько трактует педагогическую технологию как некий последовательный, системный, практически воплощающийся, проектирующийся учебно-воспитательный процесс [1].

Согласно Ф. А. Фрадкину, педагогическая технология это концептуальное, системное, объективное, информативное, нормативное описание деятельности ученика и учителя, которое направлено на достижение образовательной цели [4].

Необходимо отметить, что технология обучения может интерпретироваться не только как дидактический процесс, но и как конечный результат деятельности военного педагога по его собственному проектированию.

Как результат, технология обучения – некий научный проект (модель, описание) дидактического процесса, применение которого дает гарантии на успех педагогических действий [1].

К структуре педагогической деятельности относятся:

- цели обучения;
- содержание обучения;
- организация учебного процесса;
- средства педагогического взаимодействия;
- преподаватель и обучающиеся;
- конечный результат деятельности [5].

Термин «образовательные технологии» является более емким, чем термин «технологии обучения», так как он подразумевает под собой еще и аспект воспитания, который связан с развитием и формированием личностных качеств обучающихся.

Проведя анализ различных подходов, которые существуют в современной дидактике военных вузов, можно выделить основные характеристики технологий обучения:

1. диагностическое результативность и целеполагание (предполагающее эффективность процесса обучения и гарантированное достижение целей);
2. экономичность (выражающаяся в качестве педагогической технологии, оптимизацию труда преподавателя, обеспечивающее резерв учебного времени и достижение запланированных результатов обучения в сжатые сроки);
3. проектируемость, алгоритмируемость, управляемость и целостность (отражающаяся в различных сторонах идеи воспроизводимости педагогических технологий);
4. корректируемость (предполагающая возможность ориентированной на четко определенные цели, постоянной оперативной обратной связи);
5. визуализация (затрагивающая вопросы применения различных аудиовизуальных и электронно-вычислительных техник, а также конструированных и применение различных дидактических наглядных пособий и материалов) [4].

В вузах требования к технологиям обучения заключается в акценте внимания на личностные качества слушателей и курсантов, непротиворечии дидактическим принципам, оптимальности, активизацию познавательной деятельности [1].

Рассмотрение современных классификаций педагогических технологий таких авторов как Д. А. Данилова, А. М. Николаева, Ф. Д. Товарищева и др. была сформирована следующая общая классификация (рисунок 1).

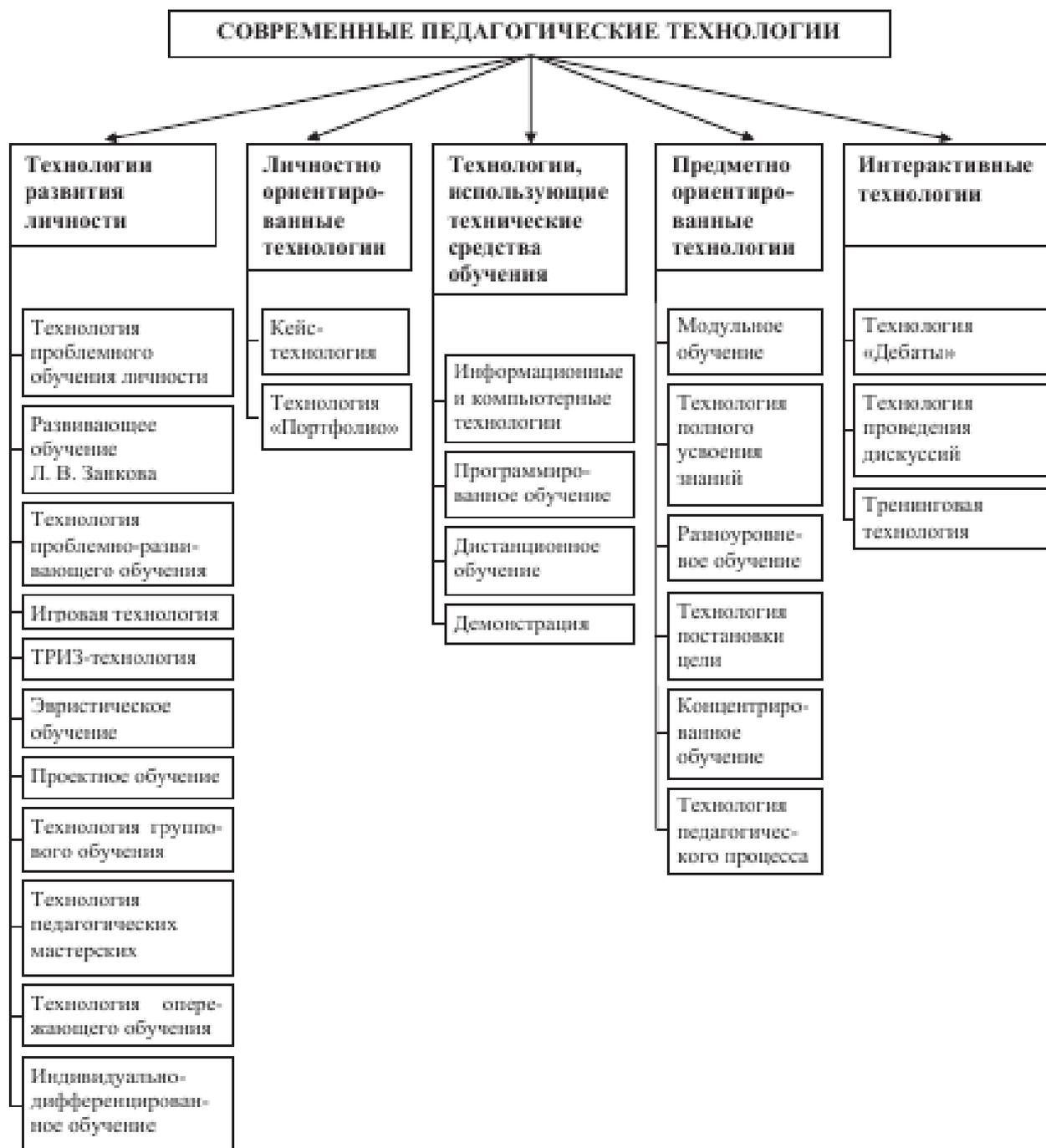


Рис. 1 Обобщенная квалификация современных педагогических технологий

Кроме вышеуказанной классификации обучающие технологии подразделяют на четыре группы:

1. личностно ориентированные;
2. развивающие проблемно-поисковые;
3. деятельностные;
4. информационно-развивающие.

К личностно ориентированным технологиям относятся: обучение, проективное самообучение под наблюдением, индивидуализация обучения, дипломное (курсовое) проектирование на основе эксперимента, опережающая самостоятельная работа, индивидуализированные формы контроля умений и знаний, использование ИКТ, научно-исследовательская работа, любых форм самообразования. Здесь формируются умение и стремление воспринимать новые знания, системное мышление, творческая активность, конкурентоспособность и профессиональная мобильность, общественная коммуникативность, самооценка. Личностно ориентированное обучение призвано обеспечивать все необходимые условия для развития индивидуальных способностей обучаемых [8].

Применение современных технологий обучения стоит рассматривать как очередной шаг в развитии дидактического процесса в военных вузах.

Активные инновационные технологии, которые используются в профессиональном обучении, основанном на компетенциях, включают в себя следующие методы:

1) неимитационные (проблемная лекция, лекция с ошибками, лекция-визуализация, дискуссия);

2) неигровые имитационные (кейс-метод, контекстное обучение, тренинг, конкурс профессионального мастерства, метод группового решения творческих задач, метод Дельфи);

3) игровые имитационные (стажировка с выполнением должностной роли, имитационный тренинг, разыгрывание ролей, игровое проектирование, деловая игра) [9].

Информационная технология обучения – дидактический процесс в котором применяется целостный комплекс компьютерных и других средств обработки информации, которые позволяют на системном уровне организовать оптимальное взаимодействие между преподавателем и обучающимися с целью достижения гарантированной педагогической цели [1].

С точки зрения дидактики здесь можно говорить о информационной технологии обучения только в том случае, если:

1) она удовлетворяет всем базовым признакам технологизации обучения (системная целостность, предварительное проектирование, воспроизводимость, диагностическое целеобразование, и т. п.);

2) решает поставленные задачи, которые ранее в учебном процессе не были практически или теоретически решены;

3) в качестве средства хранения, обработки, сбора и представления учебной информации обучающемуся выступает целостный комплекс информационных средств, разработка или выбор которых обуславливаются дидактическими задачами и целями, решаемыми военным педагогом [1].

Когда, какую и как технологию выбрать? Ответ на данный вопрос зависит от большого количества факторов субъективного и объективного свойства. Решение может быть следующим. Условно все дисциплины учебного процесса можно разделить на три группы:

- прикладные;
- базовые, фундаментальные;
- дисциплины развивающего характера.

Дисциплины прикладного характера тесно связаны с дисциплинами специального цикла, взаимно расширяют и дополняют друг друга. Они не преподаются как самостоятельная наука в отличие от базовых. В основу таких дисциплин заложено изучение объектов, которые связаны с профессиональной деятельностью (аппараты, машины, устройства...) или последовательностью этапов профессиональной деятельности (технологические процессы, лабораторные анализы, технологические планы, теххимический контроль.), процессами профессиональной деятельности [9].

Дисциплины развивающего характера – это дисциплины, которые призваны сформировать мироощущение и мировоззрение будущего военного специалиста, для понимания значимости выбранной профессии, своего места в ней, воинском коллективе и обществе в целом, а также другие профессионально и

лично важные качества. В этом случае могут быть применены любые технологии обучения, но предпочтение следует отдать четвертой группе – лично ориентированным технологиям [4].

В качестве критериев того, что деятельность военного преподавателя организована на технологическом уровне, могут быть выделены следующие:

1) наличие четко и диагностично заданной цели, т. е. корректно измеримого представления понятий, операций, деятельности курсантов и слушателей как ожидаемого результата обучения, способов диагностики достижения этой цели;

2) представление изучаемого содержания в виде системы познавательных и практических задач, ориентировочной основы и способов их решения;

3) наличие достаточно жесткой последовательности, логики, определенных этапов усвоения темы (материала, набора профессиональных функций);

4) указание способов взаимодействия субъектов учебного процесса на каждом этапе (преподавателя и обучающихся, обучающихся друг с другом);

5) использование военным преподавателем наиболее оптимальных (с точки зрения результативности учебного процесса) средств обучения;

6) мотивационное обеспечение деятельности преподавателя, курсантов и слушателей, основанное на реализации их личностных функций в этом процессе (свободный выбор, креативность, состязательность, жизненный и профессиональный смысл);

7) указание границ правилосообразной (алгоритмической) и творческой деятельности военного преподавателя, допустимого отступления от единообразных правил [1].

Стратегию современного высшего военного образования составляют развитие и саморазвитие личности будущего офицера, способного не только обслуживать имеющиеся социальные технологии, но и выходить за пределы нормативной деятельности, процессы творчества в широком смысле, осуществлять инновационные процессы. Эта стратегия воплощается в принципиальной направ-

ленности содержания и форм учебного процесса высшей военной школы на приоритет личностно развивающих и профессионально ориентированных технологий обучения [1].

В основе разработки технологий обучения лежит проектирование высокоэффективной учебной деятельности курсантов и управленческой деятельности военного преподавателя:

- 1) постановка общих целей и их максимальное уточнение в соответствии с требуемым содержанием;
- 2) формулирование частных дидактических целей с ориентацией на достижение прогнозируемых и планируемых результатов;
- 3) выбор оптимальных методов, форм и средств обучения;
- 4) организация хода учебного процесса;
- 5) оценка текущих результатов и, при необходимости, поправка, коррекция учебного процесса с целью гарантированного достижения поставленных целей [1].

### **Библиографический список**

1. Образцов, П. И. Дидактика высшей военной школы [Текст] : учеб. пособие / П. И. Образцов, В. М. Косухин. – Орёл : Академия спецсвязи России, 2004. – 317 с.
2. Долженко, О. В. Современные методы и технологии обучения в техническом вузе [Текст] : метод. пособие / О. В. Долженко, В. Л. Шатуновский. – М. : Высш. шк., 2007. – 191 с.
3. Беспалько, В. П. Слагаемые педагогической технологии [Текст] / В. П. Беспалько. – М. : Педагогика, 2006. – 270 с.
4. Гузеев, В. В. Основы образовательной технологии : Дидактический инструментариум [Текст] / В. А. Гузеев. – М. : Сентябрь, 2010.
5. Щуркова, Н. Е. Педагогическая технология [Текст] / Н. Е. Щуркова. – М. : Педагогическое общество России, 2009. – 235 с.

6. Захарова, И. Г. Информационные технологии в образовании [Текст] : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / И. Г. Захарова. – 3-е изд. – М. : Академия, 2007. – 192 с.
7. Новые образовательные технологии в вузе [Текст] : сб. материалов VI Междунар. науч.-метод. конф., 2-5 февр. 2009 г. В 2 ч. Ч. 1. – Екатеринбург : Изд-во ГОУ ВПО «УГТУ – УПИ», 2009. – 416 с.
8. Якиманская, И. С. Технология личностно-ориентированного образования [Текст] / И. С. Якиманская. – М. : Сентябрь, 2009.
9. Седых, В. И. Инновационные технологии как основа повышения качества образования [Текст] / В. И. Седых. – М. : Нар. образование, 2013. – 185 с.
10. Талызина, Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний [Текст] / Н. Ф. Талызина. – М., 2003. – 205 с.

УДК 378.147

**А. С. Турковский<sup>1</sup>, Б. А. Устинов<sup>2</sup>, А. О. Фадеев<sup>3</sup>**

Михайловская военная артиллерийская академия, г. Санкт-Петербург

*alturkovskiy@mail.ru<sup>1</sup>*

*docen@list.ru<sup>2</sup>*

*anolfadeev@gmail.com<sup>3</sup>*

## **ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ К ФАКТОРУ СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ, ОТВОДИМЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ**

В статье рассматриваются пути решения актуальной проблемы адаптации методики проведения лабораторных занятий по дисциплине «Физика» к фактору сокращения количества часов, отводимых на контактную работу с преподавателем при переходе на ФГОС 3++ с целью сохранения эффективности и качества формирования компетенций, предусмотренных рабочей программой. Авторами предлагается унифицированный перечень методических приемов, и набор показателей (индикаторов) специально ориентированных на достижение учебных целей при уменьшении отводимых для этого аудиторных часов. В статье излагается алгоритм действий как преподавателей, так и курсантов, обеспечивающий синтетический подход, логически соединяющий самостоятельную работу обучающихся и их деятельность под руководством преподавателя. Авторы отмечают, что предлагаемый ими вариант проведения лабораторных занятий в совокупности с организацией самостоятельной работы приобретает особую актуальность и значимость в условиях пандемии коронавирусной инфекции.

**Ключевые слова:** лабораторные занятия, методика проведения занятий, формирование компетенций, адаптация.

**A. S. Turkovskiy<sup>1</sup>, B. A. Ustinov<sup>2</sup>, A. O. Fadeev<sup>3</sup>**  
Mikhailovskaya artillery military Academy, Saint-Petersburg  
*alturkovskiy@mail.ru<sup>1</sup>*  
*docen@list.ru<sup>2</sup>*  
*anolfadeev@gmail.com<sup>3</sup>*

## **WAYS TO SOLVE THE PROBLEM OF ADAPTING THE METHODOLOGY OF CONDUCTING LABORATORY CLASSES IN PHYSICS TO THE FACTOR OF REDUCING THE NUMBER OF HOURS ALLOCATED FOR CONTACT WORK WITH THE TEACHER**

The article discusses ways to solve the problem of adapting the methodology of conducting laboratory classes in the discipline "Physics" to the factor of reducing the number of hours allocated for contact work with the teacher during the transition to FSES 3++ in order to preserve the effectiveness and quality of the formation of competencies provided by the work program. The authors propose a unified list of methodological techniques, and a set of indicators (indicators) specifically focused on achieving educational goals while reducing the classroom hours allocated for this. The article describes the algorithm of actions of both teachers and cadets, providing a synthetic approach that logically combines the independent work of students and their activities under the guidance of a teacher. The authors note that their proposed option of conducting laboratory classes in conjunction with the organization of independent work is becoming particularly relevant and important in the context of a pandemic of coronavirus infection.

**Keywords:** laboratory classes, methods of conducting classes, formation of competencies, adaptation.

Процесс изучения курса физики в высшей школе является сложным и многогранным процессом. Именно в процессе изучения физики происходит первоначальное формирование у обучающихся научного типа мышления, которое является универсальным и обеспечивает объективность результата в любой деятельности [1, 2]. Освоение курсантами физических методов непосредственно для решения инженерных задач способствует развитию у них, как будущих специалистов, умения видеть физическую составляющую в технической задаче, что, в свою очередь, является отражением уровня сформированности общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

При изучении дисциплины «Физика» предусмотрены следующие виды учебных занятий: лекционные занятия, практические занятия и лабораторный практикум.

Лабораторный практикум является необходимой составной частью процесса обучения курсантов в Михайловской военной артиллерийской академии.

В задачи лабораторных занятий входит привитие у курсантов универсальных навыков исследовательской деятельности, осуществление интеграции теоретико-методологических знаний и практических умений курсантов в условиях той или иной степени близости к реальной профессиональной деятельности. К числу наиболее важных целей лабораторного практикума относятся обучение курсантов умению проводить комплексные теоретико-экспериментальных исследования и разрабатывать физические и математические модели для решения профессиональных задач, как это предусмотрено квалификационными требованиями, содержанием профессиональных компетенций и соответствующих этим компетенциям индикаторами достижений. Именно лабораторный практикум обеспечивает наиболее благоприятные условия для развития творческого потенциала курсантов, а также развитие коммуникативных способностей будущих специалистов.

Безусловно, лабораторный практикум в академии является многоуровневым, содержащим лабораторные работы разного уровня, различающиеся сложностью решаемых предметных и дидактических задач, методикой их проведения. На лабораторных занятиях по дисциплине «Физика» курсанты получают первоначальные навыки экспериментальной работы, знакомятся с методами измерений физических величин, учатся обращаться с приборами, проверять справедливость основных физических законов, самостоятельно делать выводы из полученных опытных данных, обрабатывать полученные результаты и пользоваться справочной литературой. Все это способствует как более глубокому, полному и осознанному пониманию теоретического материала, так и необходимо для дальнейшего процесса обучения, в том числе и прохождения лабораторного практикума при изучении специальных дисциплин на старших курсах.

Переход на обучение в соответствии с ФГОС 3++ обусловил по дисциплине «Физика» снижение в два раза (с 36 до 18) часов для лабораторных работ, отводимых на занятия с преподавателем. Кроме того, в настоящее время преподаватели физики академии сталкиваются с недостаточной сформированностью

базовых знаний по физике курсантов первого курса. Так, например, далеко не все курсанты умеют:

- анализировать, понимать и интерпретировать графики и таблицы, полученные в ходе эксперимента (не умеют использовать полученные знания по алгебре и геометрии при изучении физики);
- объяснять суть физических явлений (слабый словарный запас терминологии по физике);
- понимать закономерности физических процессов (не видят причинно-следственные связи);
- самостоятельно добывать нужную информацию из различных источников, в том числе электронных (слабо развиты навыки самостоятельной работы).

Указанные обстоятельства, по нашему мнению, могут стать серьезным препятствием в формировании базовых общепрофессиональных компетенций будущих специалистов и привести к тому, что предполагаемые индикаторы достижений соответствующие этим компетенциям не будут достигнуты.

Решение данной проблемы мы видим в использовании нового метода при подготовке и проведении лабораторных занятий по физике. Такой подход требует внесения изменений в методические описания к лабораторным работам. При создании методических рекомендаций к лабораторным занятиям на основе нового метода мы намереваемся:

- углубить, систематизировать и повысить прочность усвоения знаний по физике;
- обеспечить осознанный подход к выполнению лабораторных работ;
- организовать управляемую самостоятельную работу курсантов;
- активизировать подготовку курсантов к лабораторным занятиям;
- стимулировать самостоятельную деятельность курсантов при решении вопросов, возникающих в ходе выполнения лабораторной работы;
- сформировать общепрофессиональные и профессиональные компетенции будущих специалистов.

Курсанты выполняют лабораторные работы по графику, составленному на основе рабочей программы и тематического плана изучения дисциплины «Физика», в соответствии с которыми лабораторные работы выполняются вслед за изучением соответствующего раздела в теоретическом курсе. При этом практически все лабораторные работы будут выполняться во втором семестре, когда у курсантов произойдет период адаптации и накопится определенный опыт подготовки к занятиям.

В начале семестра до всех курсантов доводится перечень лабораторных работ и даты, на которые они назначены. Каждому занятию должна в часы, отводимые на самостоятельную работу, предшествовать предварительная подготовка курсанта, которая включает в себя:

а) ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическим указаниям к ней;

б) проработку теоретической части по учебникам, рекомендованным в методических указаниях;

в) составление бланка отчета («полуотчёт») по лабораторной работе.

Форма «полуотчёта» сообщается курсантам заблаговременно. «Полуотчёт» должен содержать:

1) название лабораторной работы;

2) цель;

3) задачу;

4) приборы и принадлежности;

5) таблицу для занесения метрологических характеристик измерительных приборов;

б) теоретическую часть (основные понятия и законы);

7) описание метода измерений и установки;

8) таблицы для записи в них результатов измерений.

Теоретическая часть должна быть краткой, занимать не более листа. Она должна содержать основные положения, законы, лежащие в основе изучаемого

физического явления, и рабочие формулы (без вывода) с расшифровкой всех буквенных обозначений. Курсант должен помнить, что методические указания к лабораторным работам являются только основой для их выполнения. Теоретическую подготовку к каждой лабораторной работе необходимо осуществлять с помощью рекомендованной учебной литературы.

Наличие у курсанта «полуотчёта» по предстоящей работе является формальным признаком готовности курсанта к занятию. Кроме того, курсант должен показать усвоение им метода определения искомых физических величин, понимание исследуемых в работе физических явлений, уяснение физического смысла основных величин. В связи с чем в начале занятия обязательно должен быть входной тест (летучка). Курсант, не имеющий «полуотчёта» или не выполнивший входной тест до лабораторной работы не допускается с выставлением оценки «неудовлетворительно» в журнал. Предполагается, что в оставшееся время он будет готовить «полуотчёт» и изучать теорию. Собственно, выполнение лабораторной работы курсантом должно быть осуществлено во второй половине дня в часы, определяемые по согласованию с преподавателем.

Непосредственно на занятии курсанты работают группами. Отчет у каждого курсанта должен быть индивидуальным. Первый этап практической части работы – ознакомление курсантов с предложенными инструментами, приборами и лабораторным оборудованием. При этом особое внимание уделяется определению метрологических характеристик измерительных приборов, в которые входят: диапазон измерений, цена делений, класс точности (для стрелочных электроизмерительных приборов), погрешность измерений. Эти характеристики, выраженные в тех единицах, в которых снимаются показания с приборов, заносятся в метрологическую таблицу. Курсанты приступают к самостоятельному выполнению работы, в ходе которой они должны произвести записи показаний приборов. Результаты измерений в тех единицах, в которых снимаются показания приборов (это – не обязательно единицы СИ), заносятся в таблицу, представленную в методических указаниях или составленную курсантом. При этом в таблицу записываются обозначения и единицы измерения каждой физической величины.

По окончании практической части работы полученные результаты представляются преподавателю.

Завершение оформления отчета по лабораторной работе курсант должен выполнить во время самостоятельной работы. Для этого «полуотчёт», оформленный при подготовке к занятию, дополняется следующим содержанием:

- 1) таблицей с результатами измерений;
- 2) обработкой результатов всех прямых и косвенных измерений;
- 3) расчетом искомых величин в единицах СИ;
- 4) графиками (если это необходимо);
- 5) выводами.

При завершении работы над отчетом курсанты должны иметь возможность получить консультацию у преподавателя во внеучебное время.

Отчет сдается не позже, чем по истечении семи календарных дней с момента выполнения лабораторной работы, после чего преподаватель проверяет отчет, оценивает его и выставляет оценку в журнал.

**Вывод:** По нашему мнению разработанная нами методика, предполагающая перенос существенного объема учебной работы с занятий с преподавателем на самостоятельную работу не только не ухудшит освоение компетенций в полном объеме, но при условии четкой организации учебного процесса, слаженной работы, дисциплинированности и ответственности со стороны курсантов позволит создать эффективные условия для стимуляции приобретения знаний, заставляющее курсантов во время семестра систематически изучать теоретические вопросы дисциплины, регулярно готовиться к занятиям.

Мы также считаем, опираясь на собственный опыт и опыт работы других вузов [3], что в условиях сложной санитарно-эпидемиологической обстановки благодаря использованию предлагаемой нами методики проведения лабораторных работ не произойдет снижение качества учебного процесса, будет сохранен необходимый уровень освоения курсантами общепрофессиональных компетенций и в максимальной степени реализована возможность успешного достижения учебных целей, предусмотренных рабочей программой.

## Библиографический список

1. Боровских А. В. Деятельностная педагогика. Схемы педагогического мышления. – М.: МАКС Пресс, 2020. – 352 с.
2. Николаев В. И., Бушина Т. А. Физика: учимся размышлять. – М.: Физический факультет МГУ, 2015. – 152 с.
3. Абрамян Г. В., Катасонова Г. Р. Особенности организации дистанционного образования в ВУЗах в условиях самоизоляции граждан при вирусной пандемии // Современные проблемы науки и образования 2020, №3. С. 41–45.

УДК 37.018

**Г. Ф. Утробин**

Военная академия ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Балашиха  
*kugf@mail.ru*

## ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВОСПИТАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

В статье рассматривается острая проблема воспитания педагогического работника высшей школы во время выполнения им своих профессиональных задач. В андрагогике профессиональное обучение и воспитание взрослого человека достаточно скрупулезно и глубоко раскрыто с позиции рассмотрения взрослого человека как законопослушного и активного самоорганизующегося гражданина общества. Однако, добрую половину времени трудоспособный взрослый человек находится на работе (службе), где из-за непродуманной производственной нормативно-правовой базы он зачастую оказывается наедине со своей совестью. Показано, с какими негативными последствиями, обусловленные разночтением действующих нормативно-правовых актов в области высшего образования, сталкивается современный педагогический работник.

**Ключевые слова:** андрагогика, образовательный процесс, локальный нормативный акт, содержание, организационная форма и качество образования, педагогический работник.

**G. F. Utrobin**

The Military Academy of Strategic Rocket Troops after Peter the Great,  
Balashikha  
*kugf@mail.ru*

## **FEATURES OF PROFESSIONAL EDUCATION TEACHING STAFF OF THE HIGHER SCHOOL**

The article deals with the acute problem of educating a pedagogical employee of a higher school during the performance of his professional tasks. In andragogy, professional education and upbringing of an adult is quite scrupulously and deeply disclosed from the position of considering an adult as a law-abiding and active self-organizing citizen of society. However, a good half of the time an able-bodied adult is at work (service), where, due to an ill-conceived production regulatory framework, he often finds himself alone with his conscience. It is shown with what negative consequences, due to the discrepancy between the existing normative legal acts in the field of higher education, the modern pedagogical worker faces.

**Keywords:** andragogy, educational process, local normative act, content, organizational form and quality of education, pedagogical worker.

Обучение и воспитание взрослого человека составляют предмет педагогической науки андрагогики. В течение почти двух веков андрагогика обогатилась теорией обучения, раскрывающей специфические закономерности развития профессионального потенциала взрослого человека и связанного с ним личностного потенциала, а также социально-ценностных ориентаций.

Вместе с тем, несмотря на достигнутые успехи в области развития профессионального потенциала граждан старшего возраста «на основе реализации принципа непрерывности профессионального образования и создании государством соответствующих условий: организационных, правовых и социальных на разных уровнях публичного управления в целях организации и создания условий для обучения данной группы граждан»[ 1. с. 4-5], один аспект деятельности взрослого человека, тем не менее, остался практически без внимания.

Этот аспект связан с деятельностью человека, когда он непосредственно исполняет свои профессиональные должностные функции на работе (службе). Этот период в жизни человека (а это практически половина дневного времени

работающего взрослого человека) сопровождается подчиненностью его деятельностного аспекта требованиям технологической производственной документации и локальных нормативных актов.

Статус взрослого человека, занятого профессиональным трудом, носит название персонала отраслевых органов управления и существенно отличается от статуса своего состояния, когда он находится вне работы (службы). Дело в том, что в трудовом договоре с работодателем взрослый человек добровольно и сознательно ограничивает свои действия и потребности в соответствии с требованиями локальных нормативных актов, подчиняя свои действия целям производства.

Фактически в этот период жизни взрослый человек является заложником содержания документации, регламентирующей его производственную деятельность. Государственная законодательная власть в форме соответствующих локальных нормативных актов, отражающих требования нормативных правовых актов федерального и регионального уровней, а также особенностей организации (предприятия, учреждения), где трудится человек, присутствует на каждом рабочем месте вместе с исполнительной государственной властью в форме организационно-распорядительных документов, имеющих также статус нормативно правовых актов, но только отражающих решаемые задачи на конкретном плановом периоде. Как законопослушный гражданин, взрослый работающий человек обязан следовать требованиям регламентирующих документов [2, с. 314]. И, казалось бы, здесь нет никакой проблемы. Действительно, гарантией для отсутствия каких-либо проблем с поддержанием организационной формы профессиональной деятельности могла стать исключительно совершенная нормативно-правовая база. Но, к сожалению, содержание положений локальных нормативных актов и даже нормативно-правовых актов федерального уровня, регламентирующих производственную деятельность взрослого человека, иногда ставит человека перед выбором, как поступить и какое принять решение, поскольку нередко встречаются временные и функциональные участки деятельности, для которых отсутствует какая-либо регламентация в документах. Это, своего рода, «белые

пятна» в нормативно-правовой базе. В таких ситуациях в соответствии с презумпцией невиновного должностное лицо может поступить трояко, не боясь каких-либо санкций против него: 1) человек державного воспитания сам соответствующим образом ограничит свое поведение в интересах производства; 2) ленивый человек в такой ситуации ничто делать не будет и за это ему ничего не будет, так как документация от него ничего «не требует»; 3) хитрый и безнравственный же человек из такой ситуации «выжмет» для себя максимум дивидендов. Диапазон поступков хитрых и безнравственных должностных лиц колеблется от возможных вредительских действий до откровенного легитимного воровства.

Здесь само собой логически напрашивается вывод о необходимости совершенствования нормативно-правовой базы до тех пор, пока негативу для проникновения в производственный процесс не останется ни одной лазейки. Кстати, многие западные страны идут именно по этому пути: стоит только появиться негативу, как тут же выходит в свет нормативно-правовой запрет на этот негатив. Конечно, в этом есть определенный смысл, особенно, для заслона весомым явлениям негативного характера. Но, все же, здравый смысл указывает на утопический характер такой правовой деятельности. Перефразируя известное выражение Иммануила Канта о тщетности достижения полной удовлетворенности в потребностях человека («Дайте человеку все, чего он желает, и в ту же минуту он почувствует, что это всё – не есть всё»), получим аналогичное суждение о бесперспективности попыток закрыться от негативных явлений нормативно правовым способом: как только всем выявленным негативам будет поставлен нормативно правовой заслон, то тут же проявятся новые негативные явления. Очевидно, что рациональный выход из этой ситуации видится в профессиональном воспитании в рамках внутренней системы учебы. Указанная проблема «белых пятен» в нормативно-правовой базе является не единственной. Гораздо более тяжелые нравственные переживания взрослый человек на работе испытывает от принимаемых мер, обусловленных разночтением отдельных положений нормативно-правовых актов, обоснование которых оставляет желать лучшего.

Покажем на примере деятельности педагогических работников высшей школы, что прозвучавшая озабоченность об особенностях профессионального воспитания взрослых, обусловленная несовершенством производственной нормативно-правовой базы, это не просто слова, а плачевные реалии высшей школы.

Сначала используем методический прием, демонстрирующий отсутствие регламентирующих положений на многочисленных участках образовательной деятельности в образовательных организациях. С этой целью попытаемся заполнить, так называемую матрицу документации для образовательной деятельности, макет которой изображен на рисунке 1.

Этапы управ- ленческого цикла  Виды деятельности	Замысел	Разработка программ	Планирование	Подготовка ра- бочих мест	Реализация меропр- ятий плана			Подве- дение итогов
					мони- торинг	диа- гно- стика	кор- рекция	
учебная								
воспитательная								
мотивационная								
Учебно-мето- дическая по со- зданию элемен- тов УМКД								
научная								
Повышение квалификации и воспроизвод- ство ПР								
Довузовская работа и повы- шение имиджа вуза								
Учебная и научная марке- тинговая дея- тельность								
Руководство вузом								
Финансово- экономическая								
Административно-хозяй- ственная								

Рис. 1 Макет матрицы документации

На этом рисунке макет матрицы документации, представляет собой таблицу, горизонтальные строки которой имеют название видов деятельности, в свою очередь, совокупность которых отражает многогранность образовательной деятельности, а вертикальные колонки которой символизируют управленческие этапы каждого вида деятельности, начиная от этапа замысла и заканчивая этапом подведения итогов в данном виде деятельности на плановом периоде времени.

В образовательной деятельности основным видом деятельности является учебно-воспитательный процесс или педагогическая деятельность, остальные виды обеспечивают поддержание состояния всех элементов учебно-воспитательного процесса на требуемом качественном уровне (мотивационная деятельность, учебно-методическая работа деятельность по созданию элементов учебно-методических комплексов учебных дисциплин, включая элементы учебно-материальной базы, научная работа, повышение квалификации педагогических работников и их воспроизводство) и сопутствуют качеству образования (довузовская деятельность и повышение имиджа образовательной организации, учебная и научная маркетинговая деятельность по взаимодействию с потенциальными заказчиками учебной и научной продукции). Виды деятельности, обозначенные в трех нижних строках – это виды деятельности, создающие безопасные и комфортные условия труда и учебы всем сотрудникам образовательной организации, а также обеспечивающие их нормативным довольствием. Нетрудно убедиться в том, что все структурные подразделения участвуют либо в одном, либо в нескольких видах деятельности (причем участие может быть только на некоторых этапах управленческого цикла отдельных видов деятельности).

А теперь попробуйте заполнить ячейки таблицы названиями локальных нормативных актов и организационно-распорядительных документов, которые четко бы регламентировали научно обоснованные «ограничения» в деятельности для каждой ячейки. Будет нетрудно убедиться в наличии большого числа пустых клеток («белых пятен» в нормативно-правовой базе), особенно для таких этапов управленческого цикла, как «замысел», «разработка программ достижения цели в виде деятельности», «мониторинг» и «диагностика». Возникает вопрос: как же

мы работаем, если нет четкой регламентации (отсутствие научно обоснованных методик разработки требований к виду деятельности в целом на этапе замысла и создания программ достижения целей в видах деятельности, методик достоверного оценивания показателей и характеристик видов деятельности на этапе мониторинга, методик поиска истинных причин выявленных несоответствий на этапе диагностики)? А вот так и работаем, слепо подражая и повторяя действия предшественников, имевших неплохие показатели в работе. Такая ситуация обязывает формулировать и решать повседневные задачи профессионального воспитания, как рекомендательное консультирование по действиям в подобных ситуациях и мотивирование должностных лиц на разработку научно обоснованных недостающих регламентирующих документов.

Как уже отмечалось, более серьезную проблему в профессиональном воспитании педагогических работников в образовательных организациях высшего образования создают разночтения отдельных положений нормативных правовых актов об образовании. Так, в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» (ФЗ-273) в статье 2 записано: педагогический работник – физическое лицо, которое состоит в трудовых, служебных отношениях с организацией, осуществляющей образовательную деятельность, и выполняет обязанности по обучению, воспитанию обучающихся и (или) организации образовательной деятельности. Под это определение педагогического работника подходит любое должностное лицо вуза, так как в вузе нет ни одного должностного лица, как было указано при описании матрицы документации, которое бы ни участвовало непосредственно в обучении и воспитании, и (или) организации образовательной деятельности. Более того, к единой команде педагогических работников следует отнести и должностных лиц внешних по отношению к вузу органов управления образованием.

Так, замысел подготовки военных специалистов, выражающийся в разработке определенного набора стандартных компетенций по каждой специальности (направлению подготовки) – это прерогатива федеральных органов управления образованием. Замысел адаптации ФГОСовской специальности специалиста

(направления подготовки) отраслевыми заказчиками, нуждающимися в данных специалистах, выражающийся в квалификационных требованиях к специальности (направлению подготовки) – это прерогатива отраслевых органов управления образованием:

- разработка основных профессиональных образовательных программ (ОПОП) по специальности (направлению подготовки)-это прерогатива образовательных организаций (так трактует ФЗ-273, но это спорный вопрос. По мнению автора статьи, прерогатива в этом вопросе принадлежит Федеральному учебно-методическому объединению военных вузов в части механизма реализации компетенций ФГОС и видовым (отдельных родов) органам управления военным образованием. А вузы должны создавать свое реноме только качеством реализации ОПОП, а не упражняться в вычурности механизмов формирования компетенций ФГОС, являя собой самый худший фрагмент рыночной экономики;

- планирование образовательного процесса – это прерогатива учебных (учебно-методических) отделов, учебных частей факультетов и кафедр образовательной организации под руководством начальника военной организации и его заместителей;

- подготовка рабочих мест и доведение задач до исполнителей – это прерогатива кафедр;

- реализация мероприятий учебного плана по специальности (направлению подготовки) – это прерогатива ППС, включая руководящий состав и командиров учебных подразделений, которые по расписанию занятий проводят мероприятия учебного плана;

- мониторинг учебной (учебно-воспитательной) деятельности, диагностики причин выявленных несоответствий в состоянии образованности обучающихся; выработка адресных корректирующих организационно-методических указаний (ОМУ) – это прерогатива органов управления образованием в образовательной организации: учебные, (учебно-методические) отделы, кафедры;

– подведение итогов обучения за прошедший период обучения – прерогатива должностных лиц – руководителей на каждом уровне органов управления образования.

Как видим, под определение педагогического работника подходит огромное число категорий должностных лиц. А что мы имеем в действительности в настоящее время. В статье ФЗ-273 в статье 46 узаконено, что номенклатура должностей педагогических работников организаций, осуществляющих образовательную деятельность, утверждается Правительством Российской Федерации. Как же поступили чиновники, подготавливавшие содержание текста Постановления Правительства с номенклатурой педагогических работников. В Постановлении Правительства РФ от 8 августа 2013 г. N 678. «Об утверждении номенклатуры должностей педагогических работников организаций, осуществляющих образовательную деятельность» среди иных педагогических работников мы не видим ни одной вузовской должности!

Как так могло случиться? Очень просто. В ФЗ-273 есть фраза (статья 50, п.1): Педагогические работники относятся к профессорско-преподавательскому составу указанных организаций (организации, осуществляющие образовательную деятельность по реализации образовательных программ высшего образования и дополнительных профессиональных программ), которая, якобы оправдывает чиновников. Но оправдание это очень слабое, более того свидетельствующее о поверхностном прочтении ФЗ-273. В статье 50 ФЗ-273, откуда взята эта фраза, речь идет не о педагогических работниках, а о научно-педагогических работниках, к которым относятся должности педагогических работников и научных работников. Так, вот педагогические работники из числа научно-педагогических работников относятся к профессорско-преподавательскому составу. К чему привела такая невнимательность прочтения ФЗ-273, мы знаем: ни мало, ни много, а к потере статуса педагогического работника большим количеством сотрудников в вузе (сотрудники учебных отделов и учебных частей факультетов, которые предназначены для организации учебно-воспитательного процесса и его

обеспечивающих видов деятельности), и которые, кстати, по-прежнему занимают организацией учебно-воспитательного процесса. Как объяснить данным должностным лицам потерю своего статуса, ведь фактически они выполняют те же функциональные действия по организации образовательного процесса, что и до 2013 года, но при этом лишены прав и льгот педагогического работника?

Еще более печальная история случилась в высшей школе с профессорско-преподавательским составом из-за, по мнению автора статьи, волюнтаризма чиновников от образования, которые одним росчерком пера узаконили учебную деятельность, как контактную. То есть теперь к учебной нагрузке относятся только аудиторные занятия и дополнительно не более 20 процентов времени других контактных занятий (консультации, экзамены и руководство курсовыми и выпускными квалификационными работами). А такие трудовые действия, как подготовка к занятиям, разработка рабочих программ и тематических планов учебных дисциплин, планов проведения занятий, которые во все времена относились к учебной деятельности, в одночасье переклассифицировались в методическую, и часы на эти действия переданы в раздел методической работы. Обратим внимание на тот факт, что чиновники воспользовались тем фактом, что в ФЗ-273 не даны понятия учебной, методической и др. видов деятельности. Высвободившиеся при передаче часы учебной нагрузки были быстро заполнены аудиторными часами. Можно было бы закрыть глаза на то, к какому виду деятельности относятся те или иные действия преподавателя, если бы число преподавателей рассчитывалось по общим временным затратам (учебная, методическая, научная, повышение квалификации) преподавателя на реализацию образовательных программ, как это делалось двадцать лет назад. Но сейчас число преподавателей рассчитывается только по учебной нагрузке. В результате научно-педагогическая общественность страны лишилась одной трети должностей профессорско-преподавательского состава [3, с. 139–142]. А эта «невнимательность» вместе с ситуацией потери статуса педагогического работника большим числом должностных лиц граничит либо с неграмотностью «ваятелей» нормативно-правовых ак-

тов, регламентирующих образовательную деятельность, либо (не хотелось бы верить в это!) с сознательной деятельностью, направленной на снижение качества высшего образования.

В таких условиях задача профессионального воспитания педагогических работников существенно усложняется и становится особенно актуальной.

### **Библиографический список**

1. Педагогика взрослых: организация профессионального обучения граждан старшего возраста: монография / [Л. И. Воронина, Т. И. Касьянова, Т. Е. Радченко, Т. М. Резер и др.]; под общ. ред. проф. Т. М. Резер. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. – 248 с.

2. Военная акмеология и кибернетика: Учеб. пособ. / Под общей ред. В. Г. Михайловского, О. И. Карпова. – Балашиха: ВА РВСН им. Петра Великого, 2017. – 393 с.

3. Утробин Г.Ф. Особенности работы ППС в современной системе ДПО// Сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Выпуск 35. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени Губкина, 2018. – 153 с. С.135–145.

УДК 378.16

**О. С. Филимонова**

Военная академия войсковой противовоздушной обороны  
имени Маршала Советского Союза А. М. Василевского, г. Смоленск  
*filiperspektiva@mail.ru*

### **ФОРМИРОВАНИЕ ЧУВСТВА ПАТРИОТИЗМА В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

В данной статье рассматриваются вопросы патриотического воспитания курсантов военных вузов. Автор раскрывает основные методы, формирующие элементы патриотического воспитания в ходе изучения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика». Данный процесс представляет собой включение в материалы занятий кратких военно-исторических справок, содержащих значимые моменты в военной истории России и становлении инженерной графики, как самостоятельной отрасли науки.

Проводится анализ источников, посвященных изучению тенденций становления графики в военных областях, рассматриваются наиболее значимые имена, их вклад в развитие и становление дисциплины, используются примеры опыта предшествующих поколений, идеи военных ученых.

**Ключевые слова:** патриотическое воспитание; военный вуз; обучение; курсанты; инженерная и компьютерная графика.

**O. S. Filimonova**  
Military Academy of Military Air Defense  
named after Marshal of the Soviet Union A.M. Vasilevsky, Smolensk  
*filiperspektiva@mail.ru*

## **CREATING A SENSE OF PATRIOTISM IN THE PROCESS OF STUDYING GRAPHIC DISCIPLINES**

This article addresses issues of patriotic education of cadets of military universities. The author reveals the main methods that form elements of patriotic education during the study of the discipline «Engineering and Computer Graphics». This process is the inclusion in the materials of classes of short military-historical certificates containing significant points in the military history of Russia and the formation of engineering graphics, as an independent branch of science.

There is an analysis of sources devoted to the study of trends in the formation of graphics in military areas, the most significant names, their contribution to the development and formation of discipline are considered, examples of the experience of previous generations and ideas of military scientists are used.

**Keywords:** patriotic education; military university; training; cadets; engineering and computer graphics.

Система военного образования постоянно претерпевает изменения, данная тенденция происходит из-за постоянного переоснащения армии и флота. Сеть высших военных заведений находится в состоянии постоянного совершенствования и развития. Перед учебными заведениями стоит задача подготовки будущих офицеров с учетом тех изменений, которые происходят в военном искусстве, в соответствии с новыми возможностями военной науки и техники.

Важным критерием оценки эффективности обучения является качество полученной подготовки выпускников, степень их патриотического воспитания. Любовь, привязанность, готовность встать на защиту своей Родины, чувство долга – все это должно лечь в основу мировоззрения будущих офицеров.

Уважение к традициям разных народов с одной стороны, и в то же время принятие русских культурно-исторических ценностей, патриотический дух

должны стать основой воспитания курсантов. Соответственно, важнейшая задача военного вуза – формирование готовности обучающихся надежно защищать Отчизну [1].

Патриотическое воспитание в работе высших военных учебных заведений регламентировано многими руководящими документами: Конституцией РФ, федеральными законами и приказами Министра обороны РФ и др. В Федеральном законе № 53-ФЗ «О воинской обязанности и военной службе» [2] и Приказе Министра обороны Российской Федерации С.Г. Шойгу от 12 октября 2016 года № 655 «Об организации работы с личным составом в Вооруженных Силах Российской Федерации» [3] конкретизируются задачи патриотического воспитания личного состава, определяются ответственные за проведение данной работы. Согласно данным документам задачами работы с личным составом являются:

- поддержание уровня морально-психологического состояния военнослужащих;
- развитие государственно-патриотического сознания;
- формирование воинских коллективных ценностей и традиций.

В Военной академии ВПВО ВС РФ работа патриотического воспитания ведется в различных подразделениях. Преподаватели 14 кафедр естественнонаучных дисциплин, на занятиях по физике, математике и инженерной, и компьютерной графике формируют чувства любви к своему Отечеству, чувства гордости за российскую науку и технику. Изучение опыта инженеров, учёных-математиков, физиков разных времён в развитии военного дела, важно для становления и укрепления патриотических чувств, авторитета армии в целом.

Военно-историческая работа является важной частью процесса обучения курсантов Военной академии г. Смоленска. Это касается и такой, казалось бы, далёкой от военной истории дисциплины, как «Инженерная и компьютерная графика».

Рассмотрим элементы военно-патриотического воспитания на занятиях по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» в ходе изучения темы «Элементы начертательной геометрии и проекционного черчения» [4].

Занятия построены таким образом, что военно-исторические сведения находятся во вступительной части занятия, время, отводимое на доведение данной информации, не превышает 5 минут. В данном разделе сведения связаны непосредственно с историей развития военного инженерного дела и становлением начертательной геометрии как учебной дисциплины [5, 6].

Военно-исторические материал по теме «Элементы начертательной геометрии и проекционного черчения» [6] представлены в таблице 1.

Таблица 1

Распределение тем военно-исторических материалов

Занятие	Элемент патриотического обучения (военно-историческая справка)
Занятие 1 (лекция) Теория построения комплексного чертежа	Краткий исторический очерк развития инженерной графики, формирование дисциплины и ее роль в военном деле
Занятие 2 (практическое) Задание точки и прямой линии на комплексном чертеже	Развитие военного инженерного дела в допетровскую эпоху
Занятие 3 (практическое) Взаимное положение точек и прямых линий на чертеже	Развитие военного инженерного дела в эпоху Петра I
Занятие 4 (практическое) Задание плоскости на комплексном чертеже	История развития военных учебных заведений, в программу которых входило изучение начертательной геометрии
Занятие 5 (практическое) Способы преобразования чертежа	Вклад ученых-инженеров и педагогов в науку и военное дело
Занятие 6 (практическое) Позиционные и метрические задачи	Вклад ученых-инженеров и педагогов в науку и военное дело
Занятие 7 (практическое) «Задание поверхности на комплексном чертеже»	Развитие системы инженерного образования 19 века
Занятие 8 (практическое) «Пересечения проецирующей плоскости с поверхностью геометрического	Развитие системы инженерного образования начало 20 века
Занятие 9 (практическое) «Аксонметрические проекции геометрических тел»	Развитие системы инженерного образования середина 20 века

Рассмотрим военно-исторические материалы по теме «Элементы начертательной геометрии и проекционного черчения» более подробно.

*Занятие 1 (лекция). «Теория построения комплексного чертежа»* включает в себя учебный вопрос «Краткий исторический очерк развития инженерной графики», рассчитанный на 20 минут занятия.

*Занятие 2 (практическое занятие). «Задание точки и прямой линии на комплексном чертеже»*

Инженерное дело в допетровскую эпоху [7]. Появление инженерного общества на Руси можно отнести к 16 веку – временам Ивана Грозного. Развитие военного дела привело к необходимости создания Пушкарского приказа – органа военного управления с инженерными задачами. Пороховые заводы, пушечные дворы, артиллерия, постройки крепостей, контроль за техническим состоянием крепостных укреплений в городах – всё это являлось сферой деятельности «пушкарей».

Появлялись первые чертежи оборонительных сооружений. Выполнены они были в соответствии с масштабом, который указывался ниже, проекционная связь видов не соблюдалась, размеры сооружений не проставлялись (рисунок 1).

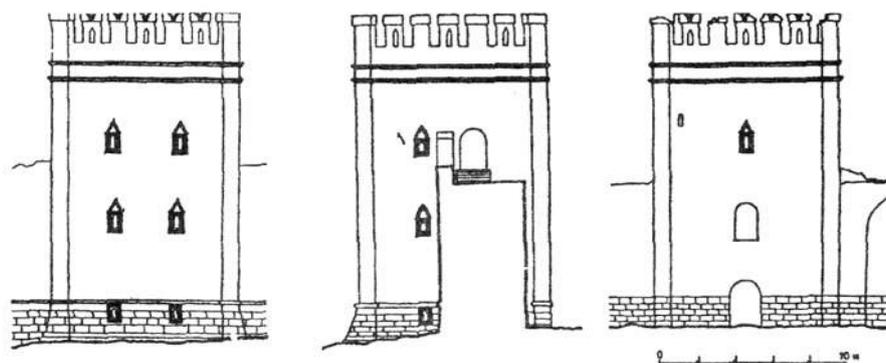


Рис.1 Чертеж оборонительного сооружения XVI века  
(Смоленская крепостная стена)

*Занятие 3 (практическое занятие). «Взаимное положение точек и прямых линий на чертеже»*

Инженерное дело в эпоху Петра I [7, 8]. Начало широкому развитию инженерного дела в России положил Петр I. Поначалу это было просто копирова-

ние западных разработок и изобретений. Затем мастера начали преобразовывать идеи и совершенствовать изобретения. В это же время появились первые школы по инженерному делу: I Школа математических и навигационных наук, Николаевское инженерное училище, Николаевская инженерная академия, Военный инженерно-технический университет и другие.

В это время появляются первые чертежи заводских сооружений, где изображения выполнялись в двух видах (рисунок 2).

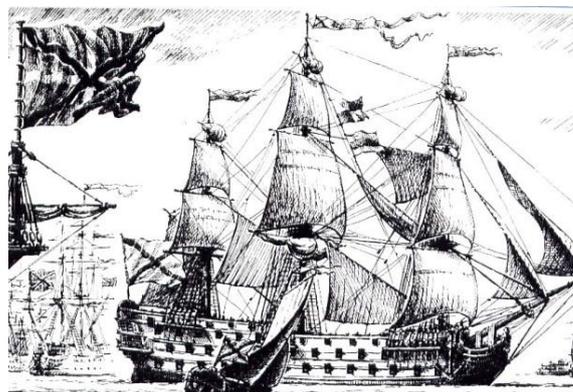
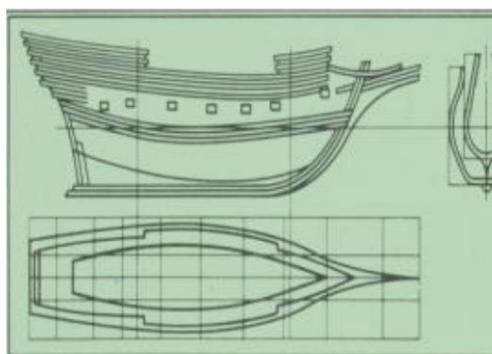


Рис. 2 Чертежи и изображения кораблей времён Петра I

*Занятие 4 (практическое занятие). «Задание плоскости на комплексном чертеже»*

История развития военных учебных заведений с программами чертежных дисциплин [8]. Первым учебным заведением, в программу которого входило изучение начертательной геометрии, стал Институт Корпуса инженеров путей и сообщения, основанный 1 ноября 1810 года императором Александром I (рисунок 3). Начальником института был назначен генерал-лейтенант Августин Бетанкур.

Главными задачами в методике преподавания Бетанкур считал наглядность и развитие пространственного воображения. Для этого был создан музей – собрание макетов и моделей инженерных конструкций, действующих моделей механизмов. Развитию пространственного воображения способствовал курс начертательной геометрии.

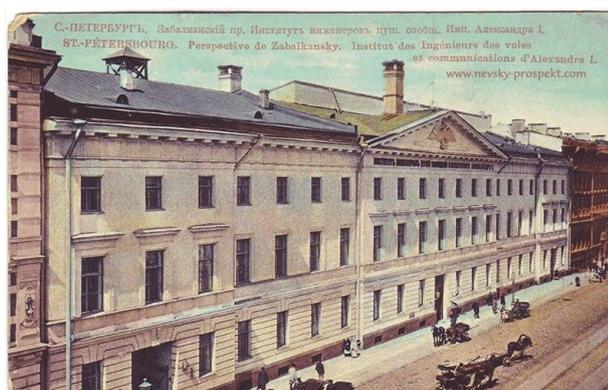


Рис. 3 Здание Института инженеров путей сообщения

*Занятие 5 (практическое занятие). «Способы преобразования чертежа»*

Вклад ученых-инженеров и педагогов в науку и военное дело. Основоположники дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» [8]. Августин Бетанкур (рисунок 4), испанский, затем российский государственный деятель и учёный, генерал-лейтенант русской службы, архитектор, строитель, инженер-механик. Происходил из древнего и очень влиятельного дворянского рода.

В 1809 году по его проекту в Петербурге был основан первый в стране Институт инженеров путей сообщения, в 1820-м году – открыта Военно-строительная школа подготовки младших специалистов строителей и десятников, мастеров, чертежников для ведомства путей сообщения. Открытие этих учебных заведений положило начало государственной системе специального среднетехнического образования в России.



Рис. 4 Августин Бетанкур

*Занятие 6 (практическое занятие). «Позиционные и метрические задачи»*

Вклад ученых-инженеров и педагогов в науку и военное дело. Основоположники дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» [8]. Яков Александрович Севастьянов – генерал-майор, математик. Севастьянов преподавал в Институте в звании профессора начертательной геометрии и благодаря его лекциям, переводам и оригинальным сочинениям в России распространились знания по начертательной геометрии.

Заслуги Якова Александровича Севастьянова в математике, а особенно в геометрии очень значительны. Ему принадлежат переводы и оригинальные сочинения, такие как «Основания начертательной геометрии», сочинение К. Потье в переводе Севастьянова, «Начальные основания аналитической геометрии» – первое оригинальное сочинение Севастьянова и первое оригинальное руководство по аналитической геометрии на русском языке, «Основания начертательной геометрии».

Своими научными трудами и переводами Севастьянов основал в России новую область знаний – начертательную геометрию, что было непросто, так как кроме специальных познаний надо было создать новые понятия и термины, которых до того момента в русском языке не существовало.

*Занятие 7 (практическое занятие). «Задание поверхности на комплексном чертеже»*

Развитие системы инженерного образования 19 века [8]. К 1821 г. начертательная геометрия завоевала себе место в учебных планах трех школ: в Институте инженеров путей сообщения, Инженерном училище и в Горном кадетском корпусе. Введена как учебная дисциплина в Артиллерийском училище, в Морском кадетском корпусе, в Училище гражданских инженеров и в Технологическом институте.

В 1804 году в Санкт-Петербурге была создана инженерная школа по подготовке инженерных унтер-офицеров. В 1810 году школа была преобразована в инженерное училище с двумя отделениями. Кондукторское отделение с трехлетним курсом и штатом в 15 человек готовило младших офицеров инженерных

войск, а офицерское отделение с двухлетним курсом готовило офицеров с познаниями инженеров. Таким образом, Инженерное училище становится Высшим учебным заведением с общим пятилетним курсом обучения (рисунок 5).



Рис. 5 Инженерный замок – главный корпус Инженерного училища

*Занятие 8 (практическое занятие). «Пересечения проецирующей плоскости с поверхностью геометрического тела»*

Развитие системы инженерного образования начало 20 века [8]. Высшая школа при Советском Союзе в корне отличалась от школы дореволюционной России. Это было связано с изменением состава учащихся высших технических учебных заведений. Обучающимися стали рабочие фабрик и заводов, привыкшие с уважением относиться к чертежу детали. Своим отношением к чертежу как к неотъемлемой части любой отрасли производства и серьезным подходом к делу в целом новое студенчество подняло значение инженерной графики как учебного предмета.

*Занятие 9 (практическое занятие). «АксонOMETрические проекции геометрических тел»*

Развитие системы инженерного образования середина 20 века. Инженерное дело в советское время [7]. Инженерное дело во времена Советского Союза, особенно в период Великой Отечественной войны, достигло высочайшего уровня. Вклад советских инженеров в победу огромен. В период войны основу боевой авиации составляли самолеты, разработанные Андреем Николаевичем

Туполевым. Конструкторская документация выполнялась по установленным стандартам и стала образцом чертежей 20 века.

Таким образом, военно-исторические материалы, применяемые на занятиях, при изучении дисциплин естественнонаучного цикла, позволяют сформировать у курсантов:

- представления о дисциплинах, как о деятельности, имеющей тесную связь с военным делом, внесшей свой вклад в его развитие;
- знания основных этапов развития дисциплин, исторических периодов, которые были отмечены наиболее важными и интересными открытиями и изобретениями;
- знания об исторических личностях – военных, инженерах, художниках, которые внесли наибольший вклад в развитие и формирование дисциплин, изучение их биографий, открытий, поиск и выявление связи с военным делом.

В результате, сформированные исторические справки, применяются в образовательном процессе, при ведении учебной, воспитательной и военно-исторической работы.

Таким образом, патриотическое воспитание в военном вузе должно представлять целенаправленный, организованный процесс, направленный на формирование чувства долга перед Отечеством, поддержание высокого морального духа, любви к Отчизне, уважения к культуре и традициям, развития готовности ее защищать.

### **Библиографический список**

1. Елагина В. С. Организация патриотического воспитания курсантов военного вуза [Электронный ресурс] / В. С. Елагина, О. В. Демидов, И. И. Коваль, И. В. Ульянов, В. С. Кобзов, Ш. Ш. Хайрулин // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 6. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=28204> (дата обращения: 15.01.2022).
2. Федеральный закон № 53-ФЗ «О воинской обязанности и военной службе».

3. Приказ Министра обороны Российской Федерации С. Г. Шойгу от 12 октября 2016 года № 655 «Об организации работы с личным составом в Вооруженных Силах Российской Федерации».

4. Рабочая программа учебной дисциплины Б.1.Б.13 «Инженерная и компьютерная графика» / авт.-сост. О.С. Филимонова. – Смоленск: ВА ВПВО ВС РФ, 2017. – 45 с.

5. Филимонова О. С. Особенности проведения практических занятий по начертательной геометрии / О. С. Филимонова // Интеграция науки и образования в системе подготовки военных специалистов. Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции 29 октября 2020 г. – Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА». – 2020. – С. 296–299.

6. Филимонова О. С. Особенности организации и проведения практических занятий по инженерной графике / О. С. Филимонова, Т. В. Кучукова // Материалы Всероссийской научно-методической конференции «Актуальные проблемы преподавания математических и естественно-научных дисциплин в образовательных организациях высшего образования» – Кострома: Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко – 2021 – С. 418–425.

7. Виргинский В. С. Очерки истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века / В. С. Виргинский, В. Ф. Хотеевков. – М.: Просвещение, 1993.

8. Филимонова О. С. Из истории становления инженерной графики как учебной дисциплины / О. С. Филимонова, Т. В. Кучукова // Материалы международной научной конференции (29 марта 2019 года). – Смоленск: Изд-во Санкт-Петербургского университета технологий управления и экономики, 2019. – С. 349–356.

**А. Д. Цветкова**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко, г. Кострома

*polaris-ru@yandex.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ ИНОСТРАННЫХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ**

В статье рассмотрены особенности преподавания химии курсантам иностранных государств, обучающимся на подготовительном отделении академии. Описаны методические приемы, позволяющие сформировать у курсантов уровень знаний, способствующий их дальнейшему успешному обучению дисциплинам естественнонаучного цикла. Особое внимание уделено проведению лабораторных работ, как наиболее значащих в процессе формирования компетенций специалистов радиационной, химической и биологической защиты.

**Ключевые слова:** обучение химии, иностранные военнослужащие, адаптация

**A. D. Tsvetkova**

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma

*polaris-ru@yandex.ru*

## **FEATURES OF TEACHING CHEMISTRY TO FOREIGN MILITARY PERSONNEL OF THE PREPARATORY DEPARTMENT OF THE ACADEMY**

The article discusses the peculiarities of teaching chemistry to cadets of foreign countries studying at the preparatory department of the Academy. Methodological techniques are described that allow cadets to form a level of knowledge that contributes to their further successful training in the disciplines of the natural science cycle. Special attention is paid to laboratory work, as the most significant in the process of forming the competencies of radiation, chemical and biological protection specialists.

**Keywords:** chemistry teaching, foreign military personnel, adaptation

Фундаментом, от прочности которого зависит успешность получения иностранными курсантами полноценного образования, конечно, является уровень владения русским языком, который формируется во время занятий на подготовительном отделении.

Курсанты подготовительного отделения в течение первого семестра изучают только русский язык, во втором семестре добавляются занятия по естественнонаучным дисциплинам, таким как математика, информатика, физика, химия. Поэтому проведение анализа особенностей обучения химии курсантов, обучающихся на подготовительных курсах, выявление приемов повышения эффективности учебного процесса является достаточно актуальным.

Цель работы – рассмотрение методических приемов, способствующих решению лингвистических проблем формирования у обучающихся компетенций по дисциплине «Химия».

Рассматриваемые на занятиях по русскому языку учебные материалы составлены авторским коллективом преподавателей кафедр русского языка и химии. Использование данных материалов в процессе обучения курсантов иностранных государств решает следующие задачи:

- 1) подготовить обучающихся к чтению учебной литературы по химии, восприятию и пониманию химии на самом начальном этапе;
- 2) дать курсантам необходимый минимум лексики: слов, словосочетаний и синтаксических конструкций;
- 3) унифицировать термины и обозначения величин;
- 4) начать формирование умений аудирования, говорения и письма в рамках определенных тем по химии [1, с. 118–120].

Особенность химии, как науки, заключается в том, что химическая символика, изображение состава вещества и номенклатура для большинства языков мира является универсальной. Кроме того, материал по химии может быть оформлен в виде схем, таблиц, рисунков, графиков, уравнений химических реакций.

Отдельными авторами [2, с. 16] рекомендуется использование для курсантов подготовительных курсов такого вида дидактических средств, как опорный конспект. Опорный конспект – это система опорных сигналов, имеющих структурную связь и представляющих собой наглядную конструкцию, замещающую систему значений, понятий, идей как взаимосвязанных элементов. Он требует точной и понятной расшифровки, для чего нужна удобная и знакомая курсантам система символов и обозначений. Использование опорных конспектов при подготовке к контрольным работам или другим формам контроля предоставляет обучающимся возможность повторения большого объема материала в компактной форме.

Но не следует увлекаться и забывать, что преподаватель должен научить курсанта подготовительного отделения не только решать задачи, писать формулы и уравнения, но и понятно выражать свои мысли на русском языке, формулировать законы и описывать словесно свойства химических веществ. Это не просто. Проще учить языком символов, чем слов. Порой трудно объяснить смысл очень простых русских слов, например: примесь, осадок, взвесь. Необходимо быстро искать синонимы этим словам, рисовать на доске, находить подобию в окружающей среде.

Для проведения занятий по дисциплине «Химия» с военнослужащими иностранных государств издано методическое пособие [3]. Перед изучением каждой темы авторами пособия приводится перечень основных понятий и терминов, предлагаемый для перевода и осмысления курсантами в часы самостоятельной подготовки. Разработанное пособие предназначено как для проведения аудиторных занятий, так и для самостоятельной работы курсантов подготовительных курсов, выполняет информационную и организационно-контролирующую функции, последняя реализована в предлагаемых контрольных заданиях. Отвечая на теоретические вопросы, решая расчетные задачи и выполняя упражнения, курсанты приобретают и закрепляют навыки проведения химических расчетов, совершенствуют навыки владения химической номенклатурой, а также обобщают знания важнейших разделов химии.

Одним из основных видов занятий с курсантами подготовительного отделения являются лабораторные работы.

Лабораторные работы для обучения курсантов имеют огромное значение. Только на лабораторных работах курсанты получают навыки выполнения химического эксперимента, знакомятся с образцами химической посуды, визуально наблюдают за теми процессами, о которых упоминалось на лекциях или практических занятиях. Невозможно стать врачом, изучив теоретический курс, также невозможно стать специалистом радиационной, химической и биологической за-

щиты, только прослушав лекции. Курсант не понаслышке должен знать, что аммиак и сероводород дурно пахнут, что бертолетова соль обладает бризантными свойствами, а кислород получается при разложении перманганата калия.

В соответствии с современными требованиями безопасности на первоначальном этапе лабораторной работы непосредственное выполнение эксперимента курсантами сопровождается подробным инструктажем, демонстрацией отдельных химических операций (взятия жидкого реактива, перемешивания содержимого пробирки, обнаружения соединения по запаху, нагревания). В случае слабой языковой подготовки группы, целесообразно нанести на образцы используемой химической посуды этикетки с названиями на языках обучающихся.

Для повышения эффективности проведения лабораторных работ необходимо их правильно организовать: создать методическое обеспечение; подобрать опыты, наглядно демонстрирующие теоретический материал. Например, тепловой эффект растворения различных веществ хорошо визуализируется в ходе наблюдения разогревания раствора при разбавлении концентрированной серной кислоты или охлаждения раствора при растворении нитратов.

Как правило, иностранным курсантам трудно воспринимать материал на слух, они не успевают его записывать. Поэтому преподавателю приходится следить за темпом речи, что существенно снижает интенсивность подачи учебного материала. Значительно облегчает процесс обучения использование мультимедийного оборудования, в том числе и на лабораторных работах.

Используя презентации, выполненные в программе PowerPoint, можно продемонстрировать обучающимся образец оформления опытов, запись наблюдаемых явлений, формулировки выводов. Часто затруднения вызывают запись цветов и узкоспециальной терминологии, например, «под действием фенолфталеина раствор окрасился в малиновый цвет», «бурый осадок гидроксида железа (III)»; «органолептически», «аморфный осадок гидроксида алюминия».

Первоначально для облегчения понимания курсантами повествования на русском языке преподавателю целесообразно использовать правильные грамматические конструкции:

- прямой порядок слов в предложении;
- вопросительное предложение должно начинаться с вопросительного слова.

Кроме того, необходимо минимизировать использование вводных слов и сложных причастных и деепричастных оборотов.

Обучение курсантов подготовительного отделения обладает высокой индивидуальной направленностью и дифференцированностью. Выбор способов, приемов, темпов обучения учитывает индивидуальные особенности и возможности, уровень подготовки обучаемых. Более подготовленные курсанты получают более сложные задания, а менее подготовленные – простые задания, выполняют начальные или знакомые им действия.

Таким образом, использование в процессе обучения дисциплине «Химия» военнослужащих иностранных государств рассмотренных методических приемов способствует наиболее эффективному усвоению знаний и формированию профессиональных компетенций высококвалифицированных специалистов РХБ защиты.

### **Библиографический список**

1. Новикова, Л. Н. Организация процесса обучения химии иностранных студентов / Л. Н. Новикова, И. И. Курило, В. А. Ашуйко. – Текст : непосредственный // Труды БГТУ. – 2014. – № 8. – С. 118-120.

2. Соколова, Т. В. Обучение химии иностранных студентов на основе обобщенных форм предоставления учебного материала / Т. В. Соколова, И. Л. Перфилова, Т. В. Дыченко. – Текст : непосредственный // Вестник ТулГУ : Современные образовательные технологии. – 2014. – Вып. 13. – С. 15-19.

3. Фролова, Н. Н. Основы химии. Подготовительный курс : учебное пособие / Н. Н. Фролова, А. Ю. Смоленцев, Е. В. Осминина ; Военная академия радиационной, химической и биологической защиты. – Кострома : ВА РХБЗ, 2014. – 171 с. – Библиогр.: с. 145. – 30 экз. – Текст : непосредственный.

**Г. И. Худякова**

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,  
г. Ярославль  
*galivanh@yandex.ru*

## **ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ**

В работе рассматривается роль и функции профессиональной направленности обучения математике. В статье раскрываются два аспекта прикладной направленности обучения математике. Первый аспект проблемы связан с историей развития математики, второй аспект связан с современной концепцией построения образовательных систем. Прослеживается четкое разделение понятий профессиональной и прикладной направленности. Предлагается совместная реализация двух направлений: фундаментализации специальных дисциплин и профилизации общенаучных дисциплин. Большое внимание в статье уделено содержательному и процессуальному аспектам профессиональной направленности обучения математике.

**Ключевые слова:** прикладная направленность обучения, профессиональная направленность обучения, мотивация, интерпретация понятий и теорем математики, контекстное обучение, дифференциация наук, интеграция научного знания.

**G. I. Khudyakova**

Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl  
*galivanh@yandex.ru*

## **PROFESSIONAL ORIENTATION OF TEACHING MATHEMATICS**

The paper considers the role and functions of the professional orientation of teaching mathematics. The article reveals two aspects of the applied orientation of teaching mathematics. The first aspect of the problem is related to the history of the development of mathematics, the second aspect is related to the modern concept of building educational systems. There is a clear separation of the concepts of professional and applied orientation. The joint implementation of two directions is proposed: the fundamentalization of special disciplines and the profiling of general scientific disciplines. Much attention is paid in the article to the substantive and procedural aspects of the professional orientation of teaching mathematics.

**Keywords:** applied orientation of teaching, professional orientation of teaching, motivation, interpretation of concepts and theorems of mathematics, contextual learning, differentiation of sciences, integration of scientific knowledge.

Математические понятия и теории открываются и развиваются не случайно, а имеют своим источником и исходным пунктом практические задачи, выдвигаемые жизнью, а также имеющиеся уже понятия и теории. Поэтому

практическая направленность изучения математики имеет очень важное познавательное и воспитательное значение.

По мнению И. И. Блехмана, А. Д. Мышкиса, Я. Г. Пановко [1] движущими силами развития математики являются два источника – «внешний, связан с необходимостью решения математическими средствами задач, лежащих за пределами математики, задач других наук, техники, экономики и т.д.; именно этот источник был первым» [1, с. 15], и «внутренний, вытекает из необходимости систематизировать найденные математические факты, выяснить их взаимосвязи, объединить их с помощью обобщающих концепций в теорию, развивать эту теорию по ее внутренним законам, именно этот источник привел в свое время к выделению математики как науки» [1, с. 15]. Авторы считают, что под прикладным понимается любое исследование, применяющее математику, если предмет этого исследования лежит за ее пределами [1, с. 9]. На этом основании они дают определение «прикладной математики как науки об оптимальных, грубо говоря, практически приемлемых методах решения математических задач, возникающих вне математики» [1, с. 31].

Проблема прикладной направленности обучения математике может рассматриваться в двух аспектах. Первый аспект проблемы связан с историей развития математики, прогресс которой привел к возникновению двух ее диалектически взаимодействующих между собой ветвей – теоретической математики и прикладной математики. Второй аспект проблемы прикладной направленности обучения математике связан с современной концепцией построения образовательных систем, ориентированных на приоритет развития личностных качеств учащегося средствами предмета.

Если говорить о первом аспекте, то следует отметить, что в педагогических исследованиях прикладная направленность математики понимается как содержательная и методологическая связь курса математики с практикой. Проблема конкретных механизмов развития и функционирования научных знаний является центральной проблемой в методологии науки. Развитие математики достаточно убедительно свидетельствует о том, что только принцип практики

дает возможность понять конкретные механизмы развития и функционирования науки, раскрыть закономерности развития математики вообще и возникновения и формирования новых научных дисциплин в частности.

В итоге изучения математических дисциплин, предусмотренных учебным планом, курсанты должны понять, что многие проблемы математики находятся в тесной связи с практикой, а многие математические теории возникают из запросов практики. Из практических запросов мореплавания и промышленности родилась математика переменных величин. Теория тригонометрических рядов была создана Фурье при исследовании вопросов теплопроводности в связи с задачей усовершенствования паровой машины. Метод наименьших квадратов был создан Гауссом при руководстве им геодезическими работами во время съемки Ганноверского королевства. Исследования Гаусса по дифференциальной геометрии также связаны с этими геодезическими работами. Полиномы, наименее отклоняющиеся от нуля, были открыты П. Л. Чебышевым при решении им задачи о шарнирном спрямляющем механизме. Толчком к созданию номографии послужило массовое исчисление земляных работ при постройке железнодорожных линий в конце XIX века. К линейным дифференциальным уравнениям в частных производных привели такие вопросы, как распространение тепла в твердых телах, колебания струны и др. Основы теории устойчивости были созданы русским инженером И. И. Вышнеградским при исследовании им причин разрушения новых конструкций паровых машин. В дальнейшем эту теорию развил, превратив ее в новое важнейшее направление математики, А. М. Ляпунов. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений с частными производными и интегральные уравнения возникли целиком на технической почве. Теория информации, теория оптимальных процессов, теория игр и др. также возникли из глубоких и оригинальных работ, непосредственно связанных с производственной деятельностью. Развитие практики автоматического управления и проникновение современной автоматики в многообразные области человеческой деятельно-

сти привели к широкому применению дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. Развитию математической логики способствовали потребности радиотехники, автоматизации управления различного рода процессами, попытки моделировать сложные технологические, экономические, биологические и иные процессы. Теория массового обслуживания, теория очередей вначале возникли среди специалистов телефонного дела, а затем проникли в технику, естествознание, военное дело, экономику. На структуру современной математики большое влияние оказывают такие важные прикладные проблемы, как оптимизация управления технологическими процессами на основе статистических методов контроля, методов обработки данных при изучении социальных явлений и т. п.

Если говорить о втором аспекте, то следует отметить, что тенденция к дифференциации наук одновременно порождает противоположную ей тенденцию – интеграцию научного знания, то есть стремление к преодолению разобщенности между ними, ибо глубокое проникновение в сущность явлений в узкой области требует мобилизации научных знаний из смежных областей. Характеризуя тенденцию синтеза-интеграции наук, ученые различных отраслей единодушно признают в этой тенденции ведущую роль математики. В настоящее время эта тенденция превратилась в наиболее характерную особенность научного знания и является одной из ведущих сил его развития. В связи с этим общество испытывает потребность в людях, владеющих математическим аппаратом при решении различных вопросов практической деятельности, умеющих решать проблемы на стыке своей области знаний с математикой.

В процессе преподавания математики в вузах связи теории с практикой уделяется недостаточно внимания. Б. В. Гнеденко и Д. Б. Гнеденко в своей статье пишут: «Некоторые преподаватели чуть ли не ставят себе в заслугу то, что они излагают математические курсы в полном отрыве от показа возможностей их применения на практике» [2, с. 49]. В статье отмечается, что студенты должны получить представление о математике, не как о замкнутой в себе системе знаний,

а как о мощном и необходимом инструменте познания закономерностей окружающего мира. Б. В. Гнеденко уже много лет настойчиво доказывает: математику нельзя изложить только как логически замкнутую и формализованную систему, студентов надо знакомить с историческими, прикладными, методологическими аспектами математических курсов, навыками составления математических моделей реальных явлений.

А. З. Насыров пишет: «К сожалению, познавательное и мировоззренческое значение методов математического моделирования пока еще используется в вузах в весьма скромных масштабах. Математические понятия, теории, структуры не рассматриваются в должной мере как модели реальных объектов и отношений. Это нередко приводит к отрыву излагаемого материала (а иногда даже целого курса) от реальности. Снижается не только мировоззренческий, но в большей степени познавательный эффект математического материала» [3, с. 69].

Мировоззренческая функция реализуется при использовании математики в других учебных предметах, рассмотрении истории возникновения и эволюции математических понятий, их источника, знакомстве с элементами математического моделирования реальных состояний или процессов, конструирования и рассмотрения возникающих алгоритмов, программ и т. п. Социально-педагогическая функция прикладной направленности реализуется при профессиональной ориентации учащихся. Математические задачи способствуют экономическому воспитанию учащихся.

Голландский ученый Г. Фройденталь отмечает: «Многие считают, что целью математического образования является ознакомление учащихся с системой математики. Однако это может быть конечной целью лишь при подготовке будущих математиков, но никак не целью общего математического образования» [4, с. 59]. Имея в виду цель и смысл обучения математике, часто говорят о приложениях математики. То, чему учат должно иметь много связей - этого требовал еще Каменский. Г. Фройденталь пишет, что «ученого-математика может интересовать витающая в облаках математическая система,

для нематематика несравненно важнее взаимосвязь с реальной жизнью» [4, с. 63].

Изученное без прочных связей быстро забывается. Если та математика, которая изучается, является инородным телом в будущей профессиональной деятельности курсанта, то эта математика будет забыта тут же после сдачи экзамена. Для успешного усвоения материала необходимо в первую очередь обеспечить мотивацию, т.е. формирование и поддержание внутреннего побуждения, стимулирующего курсанта к активной творческой работе над курсом математики.

В большинстве исследований не прослеживается четкое разделение понятий профессиональной и прикладной направленности. Как правило использован термин «прикладная направленность», в то время как зачастую при этом имеют в виду профессиональную направленность. Кроме того, мало исследований по прикладной направленности обучения математике в вузе. Как известно, общенаучные дисциплины изучаются на младших курсах и являются базисом для дальнейшей специальной подготовки. Имеются две точки зрения на содержание общенаучной подготовки в вузе. Представители первой из них видят пути повышения значимости общенаучной подготовки в усилении его внутренней логической связи, в опоре на самые современные достижения науки. Представители другого взгляда утверждают, что преподавание общенаучных дисциплин должно быть пронизано прикладным материалом.

Решением проблемы является, по-видимому, совместная реализация двух направлений:

- 1) фундаментализация специальных дисциплин (рассмотрение общетеоретических вопросов в процессе преподавания специальных дисциплин);
- 2) профилизация общенаучных дисциплин.

Эти направления не противоречат друг другу. Речь идет о двустороннем процессе: повышении коэффициента использования математики в преподавании профессиональных дисциплин и демонстрации общих принципов и конкретных ситуаций ее применения при решении профессиональных задач.

Установлению связей между дисциплинами способствует составление структурно-логических схем. В основном здесь реализуется содержательный аспект. Основной организационной формой, в которой реализуется связь между дисциплинами, как правило, являются практические занятия. В большинстве исследований решается проблема о степени приближенности математических задач к реальным профессиональным задачам, о роли таких задач, а также о степени насыщенности практических занятий этими задачами. Таким образом, профессиональная и прикладная направленность обучения математике практически отождествляются и сводятся в основном к задачам прикладного характера.

Но содержательный аспект профессиональной направленности включает не только прикладную направленность обучения математике, реализуемую через посредство прикладных задач, но и профессионально ориентированное содержание и структуру курса математики, реализуемые в теоретическом материале курса. Процессуальный аспект профессиональной направленности включает методологическую связь математики с будущей профессиональной деятельностью, которая позволяет продемонстрировать роль математики в современном мире, необходимость овладения математическими методами как инструментом для изучения различных областей человеческой деятельности. Средством для реализации этой связи может служить интерпретация основных понятий и утверждений курса математики понятиями, явлениями, процессами и законами других предметов и дисциплин профессионального плана.

Процессуальный аспект профессиональной направленности включает в себя также межпредметные связи. В этом плане нам представляется важным подчеркнуть, что это именно связи, точнее, взаимосвязи, так как предусматривают не только профессиональную направленность обучения математике, но и насыщение математическими методами других предметов и дисциплин профессионального толка. Руководство самостоятельной работой студентов по расширению и углублению математических знаний, умений и методов реализует как

содержательный, так и процессуальный аспект профессиональной направленности.

Профессиональная направленность обучения математике объединяет математическое знание с конкретным знанием по специальным предметам и дисциплинам, позволяет интегрировать разрозненные знания в единую систему, служащую основой естественно-научной картины мира.

### **Библиографический список**

1. Блехман И.И. Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов /Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Академия наук УССР. – Киев: Наукова Думка, 1976. - 272с.
2. Гнеденко Б.В. В единстве теории и практики. /Гнеденко Б.В., Гнеденко Д.Б. Вестник высшей школы. 1987, №4. – С.48–51.
3. Насыров А.З. Историко-методологические основы математического образования учителей – Новосибирск: Изд-во НГПИ, 1989. – 84с.
4. Фройденталь Г. Математика как педагогическая задача. Пособие для учителей /Под редакцией Н.Я. Виленкина. Ч.1. – М.: Просвещение, 1982. – 208с.

УДК 372.851

**А. М. Шайдук<sup>1</sup>, М. Г. Морозова<sup>2</sup>**

Филиал Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота  
«Военно-морская академия» имени Адмирала Флота Советского Союза

Н. Г. Кузнецова, Калининград

*shamdom@gmail.com<sup>1</sup>*

*mmorosowa@yandex.ru<sup>2</sup>*

### **СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД В ПРЕПОДАВАНИИ УРАВНЕНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

В работе предлагается при изучении темы «уравнения математической физики» в качестве метода решения волнового уравнения использовать метод преобразования Фурье. Показаны методические преимущества этого метода по сравнению с методом Даламбера. В частности, показано, как можно легко распространить этот метод на решение уравнения теплопроводности и на отдельные решения нестационарного уравнения Шредингера для свободной частицы.

**Ключевые слова:** преобразование Фурье, методика преподавания математики, волновое уравнение, уравнение теплопроводности.

**A. M. Shayduk<sup>1</sup>, M. G. Morozova<sup>2</sup>**

Branch of the Military Educational and Scientific Center of the Navy "Naval Academy" named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union

N. G. Kuznetsov, Kaliningrad

*shamdom@gmail.com<sup>1</sup>*

*mmorosowa@yandex.ru<sup>2</sup>*

## **SPECTRAL METHOD IN TEACHING THE EQUATIONS OF MATHEMATICAL PHYSICS**

The paper proposes to use the Fourier transform method as a method for solving the wave equation when studying the topic "equations of mathematical physics". The methodological advantages of this method in comparison with the d'Alembert method are shown. In particular, it is shown how this method can be easily extended to the solution of the heat equation and to individual solutions of the nonstationary Schrödinger equation for a free particle.

**Keywords:** fourier transform, mathematics teaching methodology, wave equation, heat equation.

При изучении раздела высшей математики «Уравнения математической физики» часть времени на практических занятиях и на лекциях выделяется на изучение методов решения некоторых уравнений для различных простых краевых и начальных условий. Если задаются начальные условия на всей оси  $x$  (задача Коши), то традиционно преподаватели-математики используют решение Даламбера [1]. Это решение красивое и часто используется физиками для объяснения поведения полей, подчиняющихся волновому уравнению (например, [3]), но вряд ли это конкретное решение можно назвать методом решения уравнений математической физики.

Между тем, в физических и технических дисциплинах значительно чаще и продуктивнее используется метод, основанный на преобразовании Фурье. И с позиции дидактики этот метод использовать разумнее, поскольку он закрепляет ранее изученную тему, в отличие от метода Даламбера, который далее нигде не используется.

Метод, основанный на преобразовании Фурье, позволяет единым способом решать не только задачи распространения волн, но и отдельные задачи

распространения тепла, распространения волн в среде с дисперсией и даже позволяет понять, как согласуется квантовомеханическое поведение микрочастиц с классическим движением макрообъектов, что мы попытаемся продемонстрировать в следующей публикации.

### Спектральный метод

Изложим кратко спектральный метод Фурье на примере колебаний бесконечной струны.

Пусть в начальный момент времени  $t = 0$  нам известно отклонение  $u(x, 0)$  всех точек струны от положения равновесия

$$u(x, 0) = f(x), \quad (1)$$

и одновременно пусть нам известна в этот момент скорость всех точек струны.

$$\frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = v(x). \quad (2)$$

Поясняем курсантам, что функции  $f(x)$  и  $v(x)$  должны быть заранее известны.

Далее движение всех точек струны должно подчиняться знаменитому волновому уравнению (3)

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = c^2 \cdot \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}, \quad (3)$$

которое и нужно решить, если мы хотим знать, как будет двигаться каждая точка струны дальше, при  $t \neq 0$ .

Напоминаем курсантам, что уравнение (3) - линейное. Это значит, что если мы найдем несколько решений уравнения (3), то и линейная комбинация этих решений тоже будет решением. Уравнение (3) описывает бесконечное разнообразие возможных движений струны и только начальные условия определяют конкретное движение. Попробуем найти *какие-нибудь* решения.

Будет ли решением уравнения (3) функция

$$u_0(x, t) = e^{i(kx - \omega t)}?$$

Вычисляя все необходимые производные

$$\frac{\partial^2 e^{i(kx - \omega t)}}{\partial t^2} = -\omega^2 e^{i(kx - \omega t)}, \quad \frac{\partial^2 e^{i(kx - \omega t)}}{\partial x^2} = -k^2 e^{i(kx - \omega t)}$$

и подставляя эти результаты в уравнение (3), получаем, что уравнение

действительно превращается в тождество, если

$$\omega^2 = c^2 \cdot k^2, \quad (4)$$

или

$$\omega = +c \cdot k, \quad \text{и} \quad \omega = -c \cdot k. \quad (5)$$

Объясняем курсантам, что мы нашли даже *два* разных решения. Правда, они нам оба не подходят, так как при  $t = 0$  могут совпасть с начальными условиями только, если сильно повезет.

Однако из этих решений мы можем составить линейные комбинации решений

$$u_1(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} A(k) e^{i(kx - \omega t)} dk. \quad (6)$$

$$u_2(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} B(k) e^{i(kx + \omega t)} dk. \quad (7)$$

или даже их сумму

$$u(x, t) = u_1(x, t) + u_2(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} A(k) e^{i(kx - \omega t)} dk + \int_{-\infty}^{\infty} B(k) e^{i(kx + \omega t)} dk. \quad (8)$$

Идея таких комбинаций (6–8) состоит в том, чтобы, подбирая функции  $A(k)$  и  $B(k)$ , попытаться удовлетворить начальным условиям. Довольно очевидно, что выражения (6–8) – тоже решения уравнения (3), но с дидактической точки зрения это лучше еще раз продемонстрировать курсантам, напомнив, что производную в данном случае можно внести под знак интеграла.

$$\frac{\partial u_1(x, t)}{\partial x} = \frac{\partial \left( \int_{-\infty}^{\infty} A(k) e^{i(kx - \omega t)} \right)}{\partial x} dk = \int_{-\infty}^{\infty} A(k) \frac{\partial (e^{i(kx - \omega t)})}{\partial x} dk = \int_{-\infty}^{\infty} ik A(k) e^{i(kx - \omega t)} dk. \quad (9)$$

Правая часть уравнения (3)

$$c^2 \frac{\partial^2 u_1(x, t)}{\partial x^2} = - \int_{-\infty}^{\infty} c^2 k^2 A(k) e^{i(kx - \omega t)} dk. \quad (10)$$

Левая часть уравнения (3)

$$\frac{\partial^2 u_1(x, t)}{\partial t^2} = - \int_{-\infty}^{\infty} \omega^2 A(k) e^{i(kx - \omega t)} dk. \quad (11)$$

Видно, что выражения (10) и (11) совпадают из-за того, что  $\omega^2 = c^2 k^2$  и уравнение превращается в тождество. Аналогично доказывается, что  $u_2(x, t)$  тоже решение.

Чтобы удовлетворить начальным условиям, нужно положить  $t = 0$  в

соотношении (8).

$$u(x, 0) = \int_{-\infty}^{\infty} (A(k) + B(k)) \cdot e^{ikx} dk = f(x). \quad (12)$$

Аналогично, для производной при  $t = 0$  получаем.

$$\frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = \int_{-\infty}^{\infty} (-i\omega(k)A(k) + i\omega(k)B(k)) \cdot e^{ikx} dk = v(x). \quad (13)$$

Напомним, что в соотношениях (12) и (13) функции  $f(x)$  и  $v(x)$  известны из начальных условий.

Теперь сам вид соотношений (12, 13) подсказывает, как подобрать функции  $A(k)$  и  $B(k)$  так, чтобы выполнялись начальные условия. Действительно, интеграл (12) представляет собой интегральное преобразование Фурье от функции  $A(k) + B(k)$  и результат этого преобразования известен -- это начальное условие  $f(x)$ . Аналогично, интеграл (13) тоже представляет собой интегральное преобразование Фурье от функции  $i\omega(B(k) - A(k))$  и результат этого преобразования тоже известен - это начальное условие  $v(x)$ . Поэтому, выполняя обратные преобразования Фурье от известных функций  $f(x)$  и  $v(x)$

$$F(k) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} u(x, 0) e^{-ikx} dx = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-ikx} dx \quad (14)$$

$$V(k) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\partial u(x,0)}{\partial t} e^{-ikx} dx = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} v(x) e^{-ikx} dx, \quad (15)$$

мы получаем условия для определения  $A(k)$  и  $B(k)$ . Из (12, 13) и (14,15) получаем

$$A(k) + B(k) = F(k), \quad (16)$$

$$B(k) - A(k) = \frac{V(k)}{i\omega(k)}. \quad (17)$$

Из (16) и (17) окончательно находим

$$B(k) = \frac{1}{2} \left( F(k) + \frac{V(k)}{i\omega(k)} \right), \quad (18)$$

$$A(k) = \frac{1}{2} \left( F(k) - \frac{V(k)}{i\omega(k)} \right). \quad (19)$$

Итак, все решение нашей задачи состоит из трех шагов:

1. Находим Фурье-образы  $F(k)$  и  $V(k)$  заданных начальных условий по формулам (14, 15).
2. Находим функции  $A(k)$  и  $B(k)$  по формулам (18, 19)

3. Записываем ответ в виде (8)

$$u(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} A(k)e^{i(kx - \omega(k)t)} dk + \int_{-\infty}^{\infty} B(k)e^{i(kx + \omega(k)t)} dk. \quad (20)$$

В выражении (20) мы сознательно оставили  $\omega(k)$ , хотя конечно, в данном случае можно записать вместо  $\omega(k)$  его значение  $ck$  и при выполнении интегрирования это нужно сделать.

### Обсуждение результатов

Выполним анализ полученного решения, тем более, что курсанты еще не привыкли считать решением законченную процедуру, приводящую к ответу – им требуется сам ответ. Для этого нужно выбрать конкретные начальные условия и выполнить пункты (1)–(3) до получения результата.

Предлагаем для упрощения считать  $v(x) \equiv 0$ , а

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (21)$$

Такой выбор обусловлен дидактическими соображениями, так как все интегралы в этом случае вычисляются аналитически и можно будет показать все особенности решения волнового уравнения и кое-что еще (см. ниже). Обращаем внимание курсантов, что начальное условие (21) описывает относительно локальное возбуждение струны в области  $\Delta x \approx 4\sigma$  и мы сейчас найдем, как будет видоизменяться это возбуждение со временем.

Выполняем первый пункт

$$V(k) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} 0 \cdot e^{-ikx} dx \equiv 0.$$

$$F(k) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} e^{-ikx} dx = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2} - ikx} dx = \frac{1}{2\pi} e^{-\frac{\sigma^2 k^2}{2}}$$

Выполняем второй пункт. Из соотношений (18–19) ясно, что в нашем случае, когда  $V(k) \equiv 0$  получается

$$A(k) = B(k) = \frac{1}{2} F(k) = \frac{1}{4\pi} e^{-\frac{\sigma^2 k^2}{2}}. \quad (22)$$

Выполняем третий пункт. Покажем, как это делается для интеграла, содержащего  $A(k)$ . Для второго интеграла ответ будет таким же, только в окончательном выражении время  $t$  нужно заменить на  $-t$ .

$$u_1(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{4\pi} e^{-\frac{\sigma^2 k^2}{2} + ik(x-ct)} dk = \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot e^{-\frac{(x-ct)^2}{2\sigma^2}}. \quad (23)$$

$$u_2(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{4\pi} e^{-\frac{\sigma^2 k^2}{2} + ik(x+ct)} dk = \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot e^{-\frac{(x+ct)^2}{2\sigma^2}}. \quad (24)$$

$$u(x, t) = u_1(x, t) + u_2(x, t). \quad (25)$$

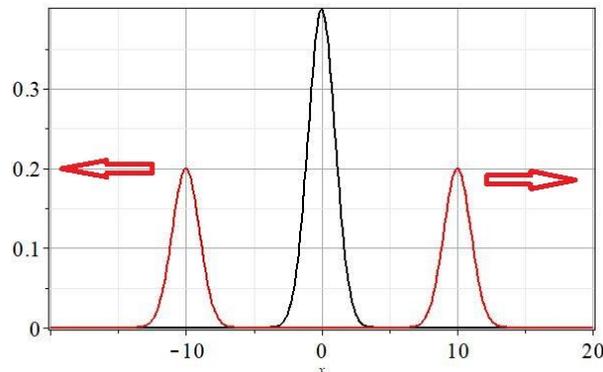


Рис. 1 Расщепление исходного возмущения на две волны

Анализируем вместе с курсантами полученные выражения. Видим, что первоначальное возбуждение струны с течением времени разделилось на два. Максимум одного из них распространяется вдоль оси  $x$  со скоростью  $c$ , максимум другого движется против оси  $x$  с той же скоростью. Обращаем внимание, что форма возбуждения не изменяется – и то, и другое возбуждение по-прежнему занимают в одномерном пространстве области  $\Delta x \approx 4\sigma$ , удаляющиеся друг от друга со скоростью  $2c$  относительно друг друга.

### Библиографический список

1. Смирнов В. И. Курс высшей математики. т.2. М., 1974. – с. 517.
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М., Физматгиз, 1963. – 704 с.
3. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.. Фейнмановские лекции по физике. т. 2. Излучение. Волны. Кванты. Кинетика. Теплота. Звук. – М., Изд-во АСТ, 2020. – с.395.
4. Тихонов А, Самарский А. Уравнения математической физики. М.: Изд-во Наука, 2004. – 798 с.
5. Вербицкая И. Н., Мартыанова И. Г., Волынская М. А., «Высшая математика. Специальные главы» филиал ВУНЦ «ВМА» в г.К-де, 2005 г.

**А. М. Шайдук<sup>1</sup>, В. Е. Спектор<sup>2</sup>**

Филиал Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота  
«Военно-морская академия» имени Адмирала Флота Советского Союза

Н. Г. Кузнецова, Калининград

*shamdom@gmail.com<sup>1</sup>*

*v.spektor@bk.ru<sup>2</sup>*

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРЕМЫ СТОКСА В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ**

Рассматривается пример использования эвристического метода проведения занятия, в котором показывается, как можно было бы прийти к необходимости введения тока смещения в уравнениях Максвелла в физике, изучая формулу Стокса в математике. Используется свойство формулы Стокса – циркуляция вектора равна поверхностному интегралу от ротора этого вектора и не зависит от выбора поверхности. Выбирая физически различные поверхности, можно прийти к выводу о существовании тока смещения.

**Ключевые слова:** векторное поле, формула Стокса, ток смещения.

**A. A. Shayduk<sup>1</sup>, V. E. Spektor<sup>2</sup>**

Branch of the Military Educational and Scientific Center of the Navy "Naval  
Academy" named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union

N. G. Kuznetsov, Kaliningrad

*shamdom@gmail.com<sup>1</sup>*

*v.spektor@bk.ru<sup>2</sup>*

## **ON THE POSSIBILITY OF APPLYING THE STOKES THEOREM IN PROBLEMS OF ELECTRODYNAMICS**

An example of using the heuristic method of conducting a lesson is considered, which shows how one could come to the need to introduce a displacement current in Maxwell's equations in physics by studying the Stokes formula in mathematics. The property of the Stokes formula is used - the circulation of a vector is equal to the surface integral of the curl of this vector and does not depend on the choice of the surface. By choosing physically different surfaces, one can come to the conclusion about the existence of a bias current.

**Keywords:** vector field, Stokes formula, displacement current.

При изучении векторных полей, криволинейных и поверхностных интегралов в технических вузах излагается, понимается, и формула Стокса [1, 4, 5]. При этом наиболее подготовленные студенты иногда спрашивают, какую практическую или научную, познавательную ценность, кроме математической красоты и изящества, имеет эта формула? Где она может быть использована,

кроме замены способа интегрирования? Здесь преподавателю математики необходимо владеть информацией об использовании этой формулы в иных научных дисциплинах.

Нам представляется плодотворным использование формулы Стокса для объяснения необходимости введения тока смещения в уравнения Максвелла, которое часто используют физики (см. например [2, 3]), но редко встречается по понятным причинам в математических руководствах.

Ниже мы покажем, как можно рассказать студентам о возможности сделать важнейшее открытие в электродинамике, просто изучая свойства формулы Стокса. Это открытие уже сделано и довольно давно, но это не мешает нам почувствовать эвристическую силу формулы Стокса.

Запишем формулу Стокса в векторном виде

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \iint_S (\nabla \times \vec{B}) \cdot d\vec{S}, \quad (1)$$

где  $\vec{B}$  – вектор, определяющий векторное поле в пространстве. Циркуляция вектора  $\vec{B}$  по замкнутому контуру  $L$  равна поверхностному интегралу от ротора  $\vec{B}$  по любой поверхности  $S$ , опирающейся на этот контур (т. е. потоку вектора  $\nabla \times \vec{B}$  через эту поверхность  $S$ ).

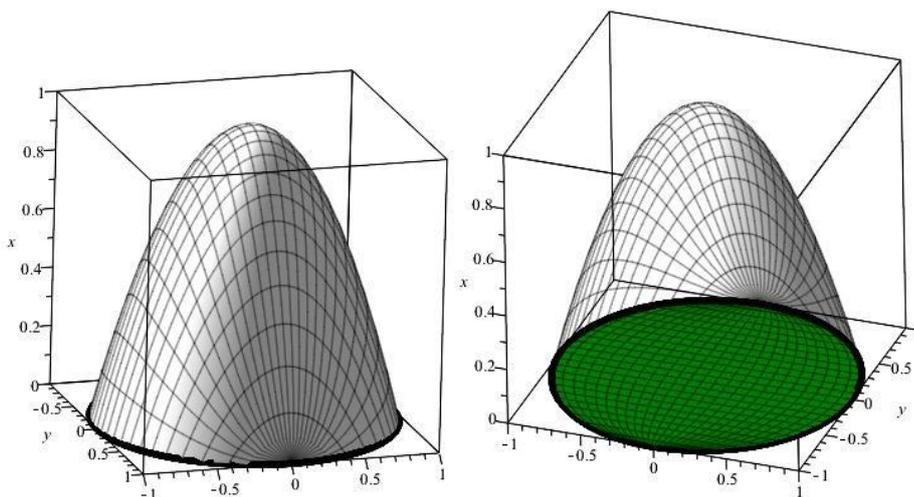


Рис. 1 Разные поверхности для интегрирования

Важная особенность формулы Стокса – поверхность может быть разной, а поверхностный интеграл должен быть одинаковым, а именно – равным

циркуляции вектора  $\vec{B}$ .

Например, на рисунке (1) интеграл от  $\nabla \times \vec{B}$  по выпуклой поверхности (левый рисунок) должен быть таким же, как интеграл от  $\nabla \times \vec{B}$  по плоской поверхности (правый рисунок, нижняя часть) и равен циркуляции вектора  $\vec{B}$  по их общему контуру (показан жирной линией).

Оказывается, этого свойства достаточно для исправления одного физического закона, относящегося к магнетизму.

Пусть вектор  $\vec{B}$  – это вектор индукции магнитного поля. Как известно, магнитное поле порождается движущимися зарядами (т. е. токами). Экспериментально было установлено, что

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I \quad (2)$$

Отсюда, например, следует, что индукция, создаваемая длинным прямым проводом с током  $I$  есть

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r},$$

где  $r$  – расстояние от места, где измеряется величина индукции, до оси провода;  $\mu_0$  – магнитная постоянная.

Напоминаем студентам, что ток – это поток движущихся зарядов, только измеряющихся в единицах заряда, а не в штуках. Если ввести плотность этого потока  $\vec{j}$  (ее называют плотность тока), то ток выразится через плотность тока

$$I = \iint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} \quad (3)$$

Сравнивая правую часть формулы Стокса (1) с соотношениями (2) и (3) сразу получаем

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} \quad (4)$$

Из формулы (4) следует, что ротор  $\vec{B}$  везде равен нулю и только *внутри* провода отличен от нуля, ведь заряды движутся только *внутри* провода.

Но верна ли формула (2) и полученная из нее формула (4)? Не заблуждаются ли физики?

Сейчас мы с помощью формулы Стокса докажем, что физики ошибались!

Рассмотрим электрическую схему, часть которой изображена на рисунке 2. Электрический ток течет в конденсатор, заряжая его. Этот ток создает магнитное поле индукцией  $\vec{B}$ , циркуляция которого по контуру АВ (см. рис. 2 слева) должна быть равна  $\mu_0 I$ . Согласно формуле Стокса, эта циркуляция должна быть равна поверхностному интегралу от  $\nabla \times \vec{B}$ , который отличен от нуля только внутри провода. Поверхность АВ пересекает провод, так что поверхностный интеграл вполне может быть равен ненулевой циркуляции вектора  $\vec{B}$ .

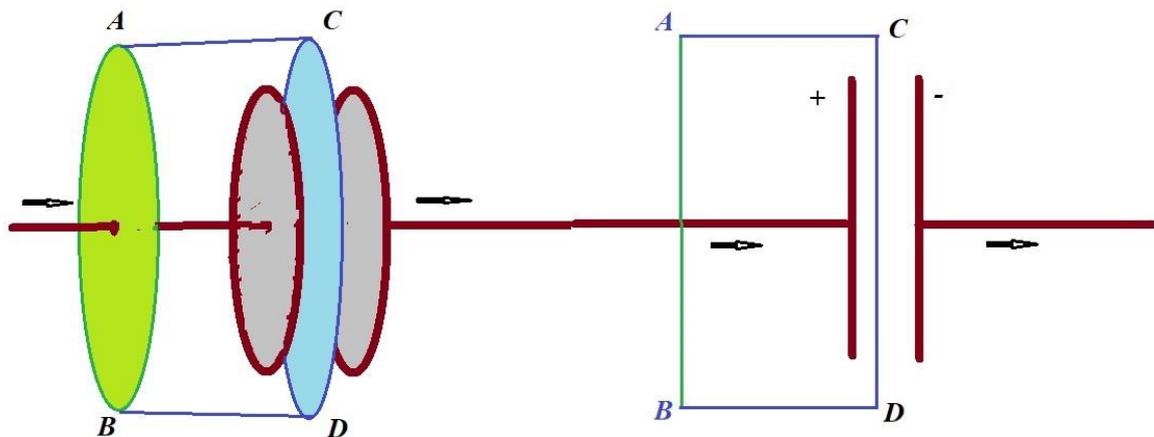


Рис. 2 Поверхности интегрирования (слева) и они же в разрезе (справа). Поверхность АВ пересекает провод с током. Поверхность CD проходит внутри конденсатора и не пересекает провод

Но мы ведь можем выбрать другую поверхность для интегрирования и формула Стокса говорит нам, что результат должен остаться прежним. Выберем, например, поверхность ACDB (это почти цилиндр, без левой поверхности зеленого цвета). Эта поверхность нигде не пересекает провод с током, поэтому, если верить формуле (4), везде  $\nabla \times \vec{B} = 0$  и интеграл по выбранной поверхности тоже равен нулю. Мы имеем противоречие -- циркуляция вектора  $\vec{B}$  стала зависеть от выбора поверхности, а ведь сам контур мы не изменяли.

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \begin{cases} \mu_0 I, & \text{если поверхность } AB \\ 0, & \text{если поверхность } ACDB \end{cases}$$

Следовательно, формула (2), экспериментально доказанная физиками, не может быть верна! Что-то нужно добавить в эту формулу, чтобы использование

формулы Стокса давало одинаковые результаты для всех поверхностных интегралов.

Ясно, что проблема в том, что мы решили, что  $\nabla \times \vec{B} \neq 0$  только внутри провода, т.е. у физиков была ошибка в уравнении (4). В уравнение (4) необходимо что-то добавить, чтобы результат интегрирования по поверхности не зависел от того, проходит ток через поверхность, или нет.

Дальнейшие правдоподобные рассуждения нам могут подсказать, что нужно добавить в правую часть уравнения (4). Из школьной физики мы знаем, что заряд левой пластины конденсатора есть

$$q = CU = CE\Delta x = \varepsilon_0 S |\vec{E}|.$$

где  $C = \varepsilon_0 S / \Delta x$  – емкость конденсатора;  $S$  – площадь пластины конденсатора;  $\vec{E}$  – напряженность электрического поля, возникающая между пластинами конденсатора. Ток, текущий в конденсатор, есть

$$I = \frac{dq}{dt} = \varepsilon_0 S \frac{d|\vec{E}|}{dt} \quad (5)$$

и нам становится понятно, что если мы добавим в правую часть уравнения (4) следующее выражение

$$\vec{J}_{\text{см}} = \varepsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}, \quad (6)$$

то теперь  $\nabla \times \vec{B} \neq 0$  перестанет быть равным нулю в пространстве между пластинами конденсатора, а поток этой добавки через вторую поверхность ACDB как раз равен току  $I$ . Теперь формула Стокса дает одинаковый результат для циркуляции при любом выборе поверхности интегрирования.

Итак, верное уравнение теперь выглядит так

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}. \quad (7)$$

а правильная циркуляция теперь вот такая

$$\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = \iint_S \left( \vec{j} + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt} \right) \cdot d\vec{S}. \quad (8)$$

Анализируя полученное уравнение (7), мы показываем курсантам удивительное свойство магнитного поля – его ротор может быть отличен от нуля

в пустом пространстве, без всяких токов, лишь бы существовало изменяющееся электрическое поле

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}. \quad (9)$$

Магнитное поле создается не только токами, но и изменяющимся электрическим полем. Если еще вспомнить закон электромагнитной индукции

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt}. \quad (10)$$

то и электрическое поле порождается изменяющимся магнитным полем. Мы вместе с курсантами можем прийти к выводу о существовании в пустом пространстве самоподдерживающегося объекта – электромагнитной волны.

### Библиографический список

1. Смирнов В.И. Курс высшей математики. т.2. БХВ - Петербург, 2008. – 842 с.
2. Э. Парселл. Берклевский курс физики. Электричество и магнетизм. М., Наука, 1975. – 440 с.
3. Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д. Элементы прикладной математики. М., Наука. 1972. – 592 с.
4. Бермант А. Ф., Араманович И. Г. Краткий курс математического анализа. Изд-во Лань, 2008. – 736 с.
5. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике. М., Айрис Пресс, 2015. – 252 с.

УДК 51-7

**И. Е. Шемякина<sup>1</sup>, Т. А. Серова<sup>2</sup>**

Военная академия материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулева, г. Санкт-Петербург

[www.iri@mail.ru](mailto:www.iri@mail.ru)<sup>1</sup>

[fampoezdka@gmail.com](mailto:fampoezdka@gmail.com)<sup>2</sup>

**МЕЖПРЕДМЕТНАЯ КООРДИНАЦИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ КУРСАНТОВ  
СПЕЦФАКУЛЬТЕТА В ПЕРИОД НАЧАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ**

Подготовка иностранных военных специалистов, для учебных заведений МО является одним из условий обеспечения своего престижа. В статье предлагается к рассмотрению одна из методик подготовки курсантов специального факультета на начальном этапе обучения в военных вузах России. Методика направлена на обучение русскому языку по начальным основам алгебры. Данная методика разработана в совместном сотрудничестве преподавателей дисциплин «Русский язык как иностранный» и «Математика», как один из способов решить проблемные вопросы в обучении курсантов специального факультета.

**Ключевые слова:** межпредметная координация, методика подготовки, иностранные военнослужащие, алгебра.

**I. E. Shemyakina<sup>1</sup>, T. A. Serova<sup>2</sup>**

Military Academy of Logistics named after General of the Army

A.V. Khrulev, St. Petersburg

*www.iri@mail.ru<sup>1</sup>*

*fampoezdka@gmail.com<sup>2</sup>*

## **INTER-SUBJECT COORDINATION IN THE TRAINING OF SPECIAL FACULTY CADETS DURING INITIAL TRAINING**

The training of foreign military specialists for the educational institutions of the Ministry of Defense is one of the conditions for ensuring its prestige. The article proposes for consideration one of the methods of training cadets of a special faculty at the initial stage of training in military universities in Russia. The methodology is aimed at teaching the Russian language in the initial basics of algebra. This methodology was developed in joint cooperation between teachers of the disciplines "Russian as a foreign language" and "Mathematics", as one of the ways to solve problematic issues in teaching cadets of a special faculty.

**Key words:** interdisciplinary coordination, training methodology, foreign servicemen, algebra.

Обучение иностранных военнослужащих в военных вузах РФ продолжается уже более десяти лет и до сих пор остается важной темой для обсуждения на всех методических совещаниях, научно-методических и практических конференциях. Подготовка иностранных специалистов выделилась в современном образовании в одно из проблемных направлений. Анализ проблемы обучения показывает необходимость подбора технологий, обеспечивающих решение вопросов дидактики «чему учить?», «как учить?», «с помощью чего учить?». Практический опыт преподавателей, педагогические исследования, направленные на выявление недостатков образовательного процесса требуют поиск новых технологий, методов и способов обучения

курсантов дальнего и ближнего зарубежья, способствующих повышению качества образования.

В период первого и второго года обучения курсанты специального факультета должны воспринимать правильно не только формулы, но и все понятия, правила, изучая все разделы математики, причем по окончании изучения в дальнейшем должны применять приобретенные теоретические знания, практические умения и сформированные навыки при изучении специальных дисциплин. Однако педагогический опыт показывает, что подготовительный этап для многих курсантов с точки зрения подготовки к восприятию учебного материала по дисциплине Математика на первом курсе обучения как будто совсем отсутствовал. Возможные причины такого состояния:

- 1) низкие базовые знания по дисциплине у прибывших учиться из стран дальнего зарубежья;
- 2) временной период начального (нулевого) обучения зависит от страны, из которой прибыли военнослужащие;
- 3) недостаточно качественная методика, используемая в подготовке;
- 4) преподаватели, ведущие занятия, не имеют математического образования.

Автор Арефьева Е. Н., Собко О. А. [1] перечисляет трудности, с которыми сталкиваются курсанты специального факультета при переходе в обучении на основные курсы: уменьшение количества часов на изучение русского языка; меняется состав учебной группы, чаще она становится интернациональной; появляются новые виды учебных занятий; очень многие преподаватели дисциплин не осознают разницу в преподавании курсантам РФ и курсантам специального факультета в соблюдении языкового режима, и разницу в уровне языковой подготовки курсантов. Все изменения, происходящие в переходе на первый курс обучения, очень сильно влияют на готовность воспринимать учебный материал на успешном уровне. Автор приводит результаты анкетирования по вопросу понимания содержания лекции на первом курсе обучения (от 30% до 70%). Курсанты называют причины непонимания лекции: много новой терминологии; сложные

предложения для восприятия и быстрого перевода; большая скорость объяснения преподавателями; отсутствуют вопросы со стороны преподавателя.

Согласны с тем, что только в межпредметной координации возможно помочь курсантам преодолеть трудности. Один из способов – на подготовительном курсе аудирование и конспектирование учебных материалов, текстов из учебников, в том числе и научных текстов по всем дисциплинам, которые будут изучать курсанты на первом и последующих курсах обучения.

Предлагаем к обсуждению преподавателям математики методику обучения начальным основам алгебры, представленной в сокращенном виде и находящейся в апробации. Методика состоит из четырнадцати заданий разной направленности. Преподаватели имеют право варьировать и выбирать задания в зависимости от подготовленности учебной группы или отдельных курсантов. Предлагаемый для рассмотрения материал входит в учебник по русскому языку как иностранному для курсантов специального факультета младших курсов инженерно-технического института [2]. В одном из разделов учебника даются общие представления о дисциплине Математика, далее предлагаются задания для выполнения курсантами либо под руководством преподавателя, либо самостоятельно, что развивает навыки самообразования и критическое мышление у обучающихся [3, с. 172–176].

Перед каждым заданием предлагаем методическое руководство (обоснование введения и необходимости выполнения заданий по алгебре).

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 1.

Данное задание направлено на предварительную подготовку обучающихся к восприятию текстовой информации, снятию затруднений, связанных с пониманием содержания текста, формирует словарный запас по теме урока, который курсанты будут использовать в дальнейшем на занятиях по математике. Задание выдается на самоподготовку с целью оптимизации времени. При низком уровне подготовки тайминг увеличивается. Непонятные слова объясняются. Контроль: проверка правильности усвоения звуковой формы, артикуляции, семантики. Тайминг: 10 минут (при условии выполнения работы на самоподготовке). В таблице 1 (сокращенный вариант) предлагаются слова и словосочетания в алфавитном порядке, особенно часто встречающиеся в разбираемой теме.

**Задание 1.** Прочитайте данные слова и словосочетания. Значение незнакомых слов посмотрите в толковом словаре и в словаре математических терминов. Запишите слова и перевод.

Таблица 1

Набор слов и словосочетаний

алгебра – алгебраический гра́фик фу́нкции	сложе́ние переме́нная величина́
--	------------------------------------

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 2.

Данное задание направлено на актуализацию терминологической лексики, которую курсанты будут использовать в дальнейшем на занятиях по математике, а также на повторение и закрепление падежного управления. Тайминг: 5 минут. Контроль: вопросы по падежному управлению. В таблице 2 (сокращенный вариант) предлагаются термины, особенно часто встречающиеся в разбираемой теме.

**Задание 2.** Прочитайте грамматические конструкции для определения понятия. Обратите внимание, что в конструкциях 2, 3, 4 и 5 определяемое понятие стоит в Творительном падеже.

Таблица 2

Набор терминов

1.	<i>что (И.п.) – это что (В.п.)</i>	Функция – это зависимость одной переменной от другой переменной
----	------------------------------------	---

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 3.

Данное задание направлено на отработку речевой модели, повторение и закрепление падежного управления, в том числе, склонения числительных, на введение новой информации по теме, на запоминание общеизвестных понятий в математике. Тайминг: 5 мин.

**Задание 3.** Сформулируйте определения данных понятий.

Таблица 3

Набор терминов

уравнение	равенство, содержащее неизвестную величину
неравенство	выражение, содержащее один из знаков: «больше» ( $>$ ), «меньше» ( $<$ ), «больше или равно» ( $\geq$ ), «меньше или равно» ( $\leq$ )

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 4.

Данное задание направлено на формирование навыков и умений монологической речи, запоминание названия компонентов в математических действиях.

Тайминг: 5 мин.

**Задание 4.** Расскажите об алгебраических операциях по образцу. Напишите определение операции, используя формулу, записанную буквенными символами  $a$ ,  $b$ ,  $c$ .

Таблица 4

Набор терминов

Название операции	Название компонентов в операции	Определение операции	Формула
сложение	первое слагаемое второе слагаемое сумма	<b>Образец:</b> Сложение – это операция двух чисел (первого слагаемого и второго слагаемого), результатом которой является новое число (сумма).	$a + b = c$ Эта запись читается: <i>a плюс бэ равно цэ</i>
вычитание	уменьшаемое вычитаемое разность		$a - b = c$ Эта запись читается: <i>a минус бэ равно цэ</i>

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 5.

Данное задание направлено на отработку речевой модели, повторение и закрепление падежного управления, в том числе, склонения числительных, на введение новой информации по теме. Данное задание направлено контроль усвоения особенностей произношения и написания букв, терминов и символов в математике. Тайминг: 10 мин.

**Задание 5.** Найдите значение выражения. Руководствуясь образцом, назовите числа в операции. Прочитайте выражение.

1.  $39765 + 21403 =$

**Образец:**  $127445 + 11008 = 138453$

– Первое слагаемое 127445, второе слагаемое 11008, сумма 138453. Сто двадцать семь тысяч четыреста сорок пять плюс одиннадцать тысяч восемь равно сто тридцать восемь тысяч четыреста пятьдесят три.

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 6.

Данное задание направлено на отработку особенностей произношения и написания букв, терминов и символов в математике, на запоминание терминов математики. Тайминг: 10 мин.

**Задание 6.** Замените предложения с причастными оборотами сложными предложениями с придаточным определительным. Выполните задание по образцу.

**Образец:** Уравнением называется равенство, содержащее неизвестную величину.

Алгебра – это раздел математики, являющийся обобщением и расширением арифметики.

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 7.

Данное задание направлено на отработку речевой модели, повторение и закрепление падежного управления, на введение новой информации по теме. Тайминг: 5 мин.

**Задание 7.** Образуйте по образцу причастие от глагола.

**Образец:** возводить – (*н.вр., ед.ч., м.р., И.п.*) – возводящий

1. вычислять (*н.вр., ед.ч., м.р., И.п.*)

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 8.

Данное задание направлено на проверку степени усвоения содержания прочитанного, развитие умений воспроизводить и интерпретировать содержание текста, создавать вторичные тексты на основе прочитанного с использованием новых лексических единиц. Тайминг: 10 мин.

**Задание 8.** Прочитайте ТЕКСТ и ответьте на вопросы:

1. Как записывают формулы в алгебре?
2. Какие алгебраические операции используются в алгебраических формулах?

Основные понятия элементарной алгебры (ТЕКСТ)

В алгебре принято записывать математические выражения (формулы) в самом общем виде, заменяя конкретные числа на буквенные символы.

Кроме букв и чисел, в формулах элементарной алгебры используются арифметические операции (сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень, извлечение корня) и элементарные функции (логарифм, тригонометрические функции).

Уравнением называется равенство, содержащее неизвестную величину. Неизвестная величина обычно обозначается буквой  $x$ . Корнем уравнения называется число, которое при подстановке его вместо неизвестного обращает уравнение в верное равенство. Решить уравнение – это значит найти все его корни или доказать, что уравнение не имеет корней.

Таблица 4

Набор терминов

<i>Пример</i>	<i>Эта запись читается</i>
Решить уравнение $x^2 - 4x + 4 = 0$	Икс квадрат минус четыре икс плюс четыре равно нулю.
Решение: $x^2 - 4x + 4 = 0$ $(x - 2)^2 = 0$ $x = 2$	Разность икс минус два в квадрате равно нулю.
Ответ: $x = 2$ .	Икс равен двум.

Неравенством называется выражение, содержащее один из знаков: «больше» ( $>$ ), «меньше» ( $<$ ), «больше или равно» ( $\geq$ ), «меньше или равно» ( $\leq$ ). В зависимости от знака неравенства мы имеем строгие ( $>$ ,  $<$ ) или нестрогие ( $\geq$ ,  $\leq$ ) неравенства.

Таблица 5

Набор терминов

<i>Пример</i>	<i>Эта запись читается</i>	<i>Вид неравенства</i>
$2x - 4 < 2$	Два икс минус четыре меньше двух	Строгие неравенства
$-3x + 9 > 0$	Минус три икс плюс девять больше нуля	

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 9.

Данное задание направлено на диагностику и проверку знаний учащихся по пройденному языковому материалу (лексика и грамматика). Тайминг: 5 мин.

**Задание 9.** Соотнесите формулы с их прочтением.

Таблица 6

Набор терминов

1. $x^2 - 4x + 4 = 0$	А. Разность икс минус два в квадрате равна нулю
2. $(x - 2)^2 = 0$	Б. Икс квадрат минус четыре икс плюс четыре равно нулю

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 10.

Данное задание направлено на чтение и анализ текста (далее предлагается в сокращенном варианте), на отработку особенностей произношения и написания букв, терминов и символов в математике, на проверку понимания прочитанного, общее осмысление содержания текста. Тайминг: 20 мин.

**Задание 10.** Прочитайте ТЕКСТ из задания 9 ещё раз и составьте план текста.

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 11.

Данное задание направлено на отработку речевой модели, повторение и закрепление падежного управления, в том числе, склонения числительных, на введение новой информации по теме, умение составлять план по прочитанному тексту. Тайминг: 5 мин.

**Задание 11.** Расскажите об основных понятиях элементарной алгебры по вашему плану.

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 12.

Данное задание направлено на понимание дополнительной информации по теме урока, анализ и понимание текста на слух, развитие памяти. Тайминг: 10 мин.

**Задание 12.** Послушайте фрагмент лекции и ответьте на вопросы ТЕСТА, выбрав один из следующих ответов: Да, Нет, Не было в лекции

Алгебра. Повторение за 5 минут. Функция.

ТЕСТ.

1. Функция – это зависимость одной переменной от другой переменной.
2. Функции делятся на линейные и квадратичные.

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 13.

Данное задание направлено на отработку речевой модели, повторение и закрепление падежного управления, в том числе, склонения числительных, на введение новой информации по теме, на отработку навыков проговаривания действий по плану. Тайминг: 10 мин.

**Задание 13.** В системе координат постройте график квадратичной функции:  $y = -2x^2$ .

Запишите формулу. Для расчётов заполните таблицу. Объясните построение графика.

Обоснование введения и необходимости выполнения задания 14.

Данное задание направлено на упорядочение - систематизацию и обобщение лексики урока. Тайминг: 5 мин.

**Задание 14.** Выберите правильную грамматическую форму, ответив на вопросы ТЕСТА.

Таблица 7

Набор терминов  
ТЕСТ

1. В алгебре принято записывать математические выражения ...	А. с общим видом Б. в общем виде В. <i>общим видом</i>
--	--

В конце урока предлагаются обязательно ключи для преподавателей (либо их могут использовать курсанты при проверке самостоятельного выполнения заданий, как ответы по проверке правильности выполнения заданий).

Таким образом, на наш взгляд в методике представлен с точки зрения русского языка как иностранного один из эффективных методов обучения грамматике – метод моделирования, то есть речевая тренировка по моделям или речевым образцам. В то же время представленный учебный материал способствует запоминанию основных математических терминов, формул и правил [4, с. 233–139], [5, с. 118–122]. С точки зрения подготовки иностранных военнослужащих к качественному восприятию учебного материала на первом году обучения по дисциплине Математика в теме «Алгебра», данная методика является наиболее эффективной, однако требует обсуждения.

### Библиографический список

1. Арефьева Е. Н., Собко О. А. Межпредметная координация при обучении ИВС аудированию и записи лекций по специальности «Проблемы преподавания

филологических дисциплин иностранным учащимся» Сборник материалов III Международной научно-методической конференции, 24-25 января 2014 года Воронеж 2014 : Материалы 3-й Международной научно-методической конференции. – Воронеж : «Импри», 2014. – 300 с. // [Электронный ресурс]: <http://konferenciya.seluk.ru/9tehnicieskie/2028356-1-problemi-prepodavaniya-filologicheskikh-disciplin-inostrannim-uchaschimsya-sbornik-materialov-iii-ey-mezhdunarodnoy-nauchno.php> (Дата обращения: 5.01.2022).

2. Гладких И. А., Комовская Е. В., Орехова Н. Н., Серова Т. А., Сивохо М. И., Цховребов А. С., Шемякина И. Е. Русский язык как иностранный. Часть II. Изучаем предметы математического и естественнонаучного цикла. Учебник по дисциплине «Русский язык как иностранный» для курсантов специальности 56.05.07 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений военного и специального назначения» /ВИ(ИТ). – СПб, 2021. – 172 с.

3. Шемякина И. Е. Методические приемы развития критического мышления у иностранных военнослужащих на учебных занятиях // Информационные технологии: актуальные проблемы подготовки специалистов с учетом реализации требований ФГОС: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. – Омск: ОАБИИ, 2020. – 245 с.

4. Шемякина И. Е., Наурусова Г. А. Приемы запоминания основных понятий и правил при изучении дисциплины // Лингвистические исследования и их использование в практике преподавания русского и иностранных языков: Материалы IV Межд. научно-методической конференции (17.05. 2021 г.). – Донецк: ДонНТУ, 2021. – 240 с.

5. Шемякина И. Е. Методологические подходы в организации обучения математике курсантов ближнего и дальнего зарубежья // Проблемы инженерного и социально-экономического образования в техническом вузе в условиях модернизации высшего образования: материалы X международной научно-методической конференции / отв. ред. С. Д. Погорелова. – Тюмень: ТИУ, Том 1. 2019. – 200с.

**М. С. Широков**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко, г. Кострома  
*shirokovmephi@yandex.ru*

## **ОПТИКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА И ПРИНЦИП ФЕРМА**

В статье приводится краткое доказательство некоторых замечательных свойств поверхностей второго порядка, не требующее математических расчётов, а опирающееся лишь на логику, здравый смысл и принцип Ферма распространения световых лучей. В рамках данного подхода рассмотрены сфера, эллипсоид вращения, параболоид вращения и двуполостный гиперболоид вращения. Автор рекомендует использовать приведённое доказательство, как один из возможных способов укрепления двусторонних межпредметных связей «физика-математика» и для развития у курсантов физического мышления.

**Ключевые слова:** педагогика, физика, геометрическая оптика, принцип Ферма, поверхности второго порядка.

**M. S. Shirokov**

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*shirokovmephi@yandex.ru*

## **OPTICS OF SECOND-ORDER SURFACES AND THE FERMAT'S PRINCIPLE**

The article provides a brief proof of some remarkable properties of second-order surfaces, which does not require mathematical calculations, but relies only on logic, common sense and Fermat's principle of propagation of light rays. Within the framework of this approach, a sphere, an ellipsoid of revolution, a paraboloid of revolution, and a two-sheeted hyperboloid of revolution are considered. The author recommends using the above proof as one of the possible ways to strengthen bilateral interdisciplinary connections "physics-mathematics" and to develop physical thinking among cadets.

**Keywords:** pedagogy, physics, geometric optics, Fermat's principle, second-order surfaces.

При изучении геометрической оптики как раздела курса общей физики в непрофильных высших учебных заведениях основное внимание уделяется построению изображений, применению формулы тонкой линзы и закона преломления Снеллиуса. Любой из этих вопросов может быть продуктивно рассмотрен через призму принципа Ферма распространения световых лучей [1], [2].

На наш взгляд в упомянутых учебных заведениях этот простой и удивительно ёмкий принцип используется недостаточно широко, и по этой причине практически сразу забывается учащимися. И это – настоящая трагедия.

Все мы прекрасно понимаем, что и формула тонкой линзы, и закон преломления, и правила построения изображений вряд ли станут частью того багажа, с которым выпускник покинет стены учебного заведения. Но что-то важное, какую-то «вещь на память» о физике, отражающую дух этой науки, учащийся должен унести с собой. Принцип Ферма, описывающий не только геометрическую оптику, но и нашедший своё применение в других областях физической науки, – как раз и может сыграть роль такой небольшой вещи, отражающей простоту, стройность, красоту и универсальность физического описания мира.

При изучении кривых и поверхностей второго порядка [3] как раздела не-большого и, по сути, ознакомительного курса высшей математики в, опять же, непрофильных высших учебных заведениях, простым и замечательным оптическим свойствам этих геометрических объектов уделяется очень мало времени. Отчасти это связано с трудоёмкостью формальных доказательств этих свойств, представляющих собой простые, но объёмные выкладки. А подобные процедуры, как известно, не добавляют энтузиазма учащимся при изучении и без того сложных для большинства из них учебных дисциплин.

Представляется, что принцип распространения световых лучей, сформулированный Ферма в 1660 году, может быть использован в качестве альтернативы скучным выкладкам при строгом доказательстве некоторых замечательных оптических свойств поверхностей второго порядка. Тем самым возрастает вероятность того, что принцип Ферма не забудется учащимися. Кроме того, это позволит в очередной раз показать учащимся взаимосвязь между физикой и математикой, их взаимное проникновение.

Рассмотрим непосредственно доказательства некоторых свойств поверхностей второго порядка. Исходим из принципа Ферма: световой луч, распространяется из одной точки пространства в другую по самому быстрому пути. Отметим, что «самый быстрый» не значит «самый короткий», так как в различных

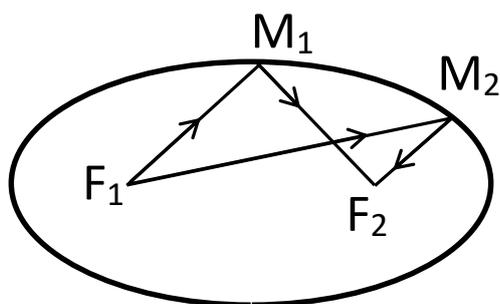
средах свет распространяется с различными скоростями. Но мы ограничимся однородной средой распространения. При этом можно считать, что путь распространения луча света от одной точки к другой – кратчайший.

### Сфера

Поставим задачу следующим образом. Определить поверхность, единожды отразившись от которой, световые лучи, вышедшие из одной точки, вновь проходят через эту же самую точку. Рассмотрим любые два луча, вышедшие из точки  $O$ , отразившись от поверхности в точках  $M_1$  и  $M_2$ , а затем вернувшись в точку  $O$ . Согласно принципу Ферма, длина ломаной  $OM_1O$ , по которой распространяется первый луч, – минимальна. Но то же самое можно сказать и о ломаной  $OM_2O$  для второго луча. Для обоих лучей начальные точки траектории совпадают, конечные – тоже, следовательно, длины ломаных  $OM_1O$  и  $OM_2O$  равны, что приводит к равенству  $OM_1=OM_2$ . Мы получили таким образом, что точки  $M_1$  и  $M_2$  равно удалены от точки  $O$ . Но рассмотренные лучи могут распространяться из точки  $O$  в произвольных направлениях, следовательно, искомая поверхность – множество всех точек, равноудалённых от точки  $O$ . То, есть, по сути, мы получили определение сферы. Таким образом, мы доказали, что поверхностью, единожды отразившись от которой, лучи, вышедшие из одной точки  $O$ , возвращаются в эту же точку, является сфера.

### Эллипсоид вращения

Теперь, зададимся целью определить поверхность, единожды отразившись от которой, световые лучи, вышедшие из одной точки  $F_1$ , проходят через точку  $F_2$ . Рассмотрим любые два луча, вышедшие из точки  $F_1$ , отразившись от иско-



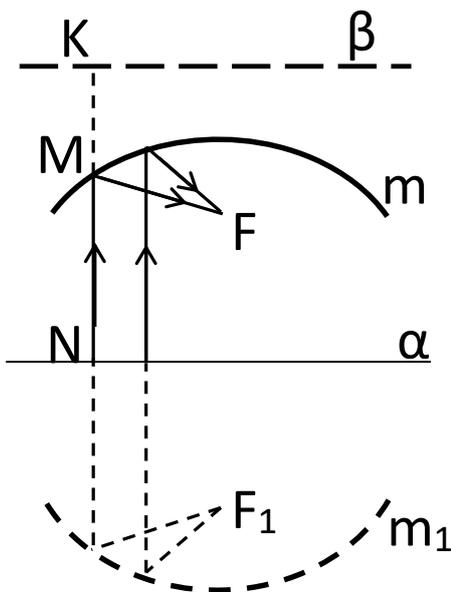
мой поверхности в точках  $M_1$  и  $M_2$ , а затем пришедшие в точку  $F_2$ . Для обоих лучей начальные точки траектории совпадают ( $F_1$ ), конечные – тоже ( $F_2$ ), следовательно, в соответствии с принципом Ферма, длины обеих ломаных  $F_1M_1F_2$  и  $F_1M_2F_2$  – мини-

мальны, а значит – равны. Это означает, что суммы расстояний от двух заданных

точек  $F_1$  и  $F_2$  до точек искомой поверхности  $M_1$  и  $M_2$  равны. Но так как световые лучи, выходящие из точки  $F_1$ , могут иметь произвольное направление, то мы получаем, что искомая поверхность – множество всех точек пространства, сумма расстояний от любой из которых до двух заданных точек  $F_1$  и  $F_2$  постоянна. Очевидно, этому требованию по определению удовлетворяет эллипсоид вращения, полученный вращением вокруг главной оси эллипса с фокусами в точках  $F_1$  и  $F_2$ . Таким образом, мы доказали, что поверхностью, единожды отразившись от которой, лучи, вышедшие из заданной точки  $F_1$ , сходятся в заданной точке  $F_2$ , является эллипсоид вращения с фокусами в точках  $F_1$  и  $F_2$ .

### Параболоид вращения

Теперь найдём поверхность  $m$ , отразившись от которой, параллельные



лучи сойдутся в одной точке  $F$ . Очевидно, что если такая поверхность существует, то сами параллельные лучи могут быть рассмотрены, как вышедшие из одной точки  $F_1$ , и отразившиеся от симметрично расположенной поверхности  $m_1$ . Тогда получится, что рассматриваемые лучи имеют одну начальную точку ( $F_1$ ) и одну конечную точку ( $F$ ). В соответствии с принципом Ферма, это означает, что длины траекторий всех лучей минимальны и поэтому равны. Построим плоскость  $\alpha$ ,

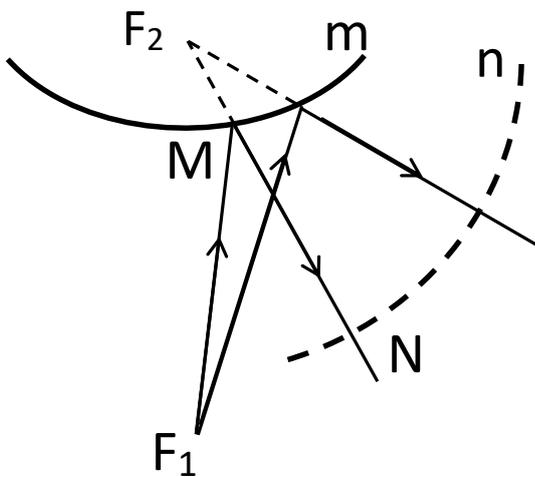
перпендикулярную прямой  $F_1F$ , делящую отрезок  $F_1F$  пополам. Очевидно, световые лучи перпендикулярны ей, и длины траекторий от точки  $N$  их пересечения с плоскостью  $\alpha$  до точки  $F$  одинаковы. То есть для любого луча и соответствующих точек  $M$  и  $N$  имеет место равенство  $NM+MF=C_1$ , где  $C_1$  – константа. Ясно также, что для пересечения  $K$  продолжений световых лучей с плоскостью  $\beta$ , параллельной плоскости  $\alpha$ , для любого луча и соответствующих точек  $M$ ,  $N$  и  $K$  выполняется равенство  $NM+MK=C_2$ , где  $C_2$  – константа. Очевидно, можно расположить плоскость  $\beta$  так, чтобы  $C_2=C_1$ . После этого получим  $NM+MF=NM+MK$ , откуда следует, что  $MF=MK$ , то есть точки искомой поверхности равноудалены от точки

$F$  и перпендикулярной начальному направлению лучей плоскости  $\beta$ . В этой формулировке без труда узнаётся определение параболы, как множества всех точек плоскости, равноудалённых от заданной прямой (директрисы) и заданной точки (фокуса). Очевидно, что искомой поверхностью, единожды отразившись от которой пучок параллельных лучей сходится в одной точке, является параболоид вращения.

### Двуполостный гиперboloид вращения

Гипербола, порождающая вращением вокруг действительной оси двуполостный гиперboloид вращения, обладает тем замечательным свойством, что продолжения лучей, выходящих из фокуса одной из ветвей и отразившихся от второй ветви, проходят через фокус второй ветви. Докажем, что этим свойствам обладает действительно гипербола.

Представим себе, что на пути отражённых лучей стоит отражающая сфера  $n$ , с центром в точке  $F_2$ . Тогда, отразившись от этой сферы, лучи прошли бы через



её центр  $F_2$ , и мы получили бы ситуацию, при которой лучи, исходящие из одной начальной точки  $F_1$ , отражаясь от двух поверхностей  $m$  и  $n$ , проходят через одну точку  $F_2$ . Согласно принципу Ферма, длины траекторий каждого из этих лучей минимальны, следовательно – равны. Отсюда следует, что для любого луча и соответствующих точек  $M$  и  $N$

верно равенство  $F_1M + MN + NF_2 = \text{const}$ . Но все отрезки  $NF_2$  равны, являясь радиусами одной сферы, следовательно,  $F_1M + MN = \text{const}$ , и  $F_2M + MN = R = \text{const}$ . Отсюда немедленно следует, что  $F_1M - F_2M = \text{const}$ . То есть разность расстояний от любой точки искомой поверхности  $m$  до двух заданных точек  $F_1$  и  $F_2$  является постоянной величиной. Замечаем, что эта формулировка очень похожа на определение гиперболы, как множества всех точек плоскости, разность расстояний от которых до двух заданных точек (фокусов) является постоянной. Несложно догадаться, что рассматриваемая нами поверхность  $m$  – двуполостный гиперboloид

вращения. Таким образом, мы доказали, что если продолжения лучей, исходящих из одной точки и отразившихся от некоторой поверхности, проходят через другую точку, то этой поверхностью является двуполостный гиперболоид вращения.

### **Заключение**

В разобранных выше примерах мы продемонстрировали, как, не прибегая к математическим выкладкам, а исходя лишь из принципа Ферма для распространения световых лучей, можно доказать некоторые оптические свойства кривых и поверхностей второго порядка. Представляется, что указанные примеры могут быть полезны как при изучении геометрической оптики, так и на занятиях по аналитической геометрии.

Мы не исключаем возможности неполноты своего исследования. Более того, мы убеждены, что возможны и другие не менее продуктивные приложения принципа Ферма к оптическим свойствам поверхностей и их систем, не рассмотренных в данной статье.

### **Библиографический список**

1. Кикоин А. К. Принцип Ферма // Квант. – 1984. – № 1. – С. 36–38.
2. Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для студ. Учреждений высш. Проф. образования/Т.И. Трофимова. – 20-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – с. 261.
3. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс. / Д.Т. Письменный. – 4-е изд. – М.: Айрис-пресс, 2006, С.74–109.

УДК 378: 372.854

**Е. В. Шлякова**  
Омский автобронетанковый инженерный институт, Омск  
*elena6500462@yandex.ru*

**ФРЕЙМОВЫЕ МОДЕЛИ КАК СРЕДСТВА СТРУКТУРИРОВАНИЯ  
УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ  
В ВОЕННОМ ВУЗЕ**

В статье рассматривается проблема структурирования учебного материала как важнейшего способа оптимизации и интенсификации процесса обучения химии в военном вузе. Показана роль фреймовых моделей структурирования учебного материала в формировании устойчивой системы знаний по химии в условиях специфики образовательной среды военного вуза, приведены варианты фреймов, используемых в ходе самостоятельной работы обучающихся на практических и лабораторных занятиях по химии.

**Ключевые слова:** военный вуз, обучение химии, структурирование учебного материала, фреймовая модель.

**E. V. Shlyakova**

Omsk Automobile and Armored Engineering Institute, Omsk  
*elena6500462@yandex.ru*

## **FRAME MODELS AS A MEANS OF STRUCTURING EDUCATIONAL MATERIAL IN THE PROCESS OF TEACHING CHEMISTRY AT A MILITARY UNIVERSITY**

The article deals with the problem of structuring educational material as the most important way to optimize and intensify the process of teaching chemistry at a military university. The role of frame models of structuring educational material in the formation of a stable system of knowledge in chemistry in the conditions of the specifics of the educational environment of a military university is shown, variants of frames used in the course of independent work of students in practical and laboratory chemistry classes are given.

**Keywords:** military university, chemistry training, structuring of educational material, frame model.

Процесс подготовки компетентного специалиста в системе высшего военного образования характеризуется специфичностью, обусловленной сопряженностью процесса обучения с несением обучающимися воинской службы. Аудиторное и внеаудиторное учебное время обучающихся строго регламентировано. Обучающимся необходимо воспринимать, усваивать, запоминать достаточно большие объемы учебной информации из различных областей знаний [1].

Современное военно-инженерное образование в соответствии с Федеральными образовательными стандартами высшего образования нацелено на формирование профессионально значимых компетенций на основе устойчивой системы знаний в области фундаментальных наук: математики, физики, химии [2].

Изучение основ химической науки вызывает у обучающихся значительные трудности, обусловленные рядом обстоятельств, к которым относится и адапта-

ционный период к условиям обучения в военном вузе, и слабая базовая подготовленность по школьному курсу химии, и низкий уровень сформированности общеучебных навыков, самостоятельности и самоорганизованности.

Курс химии в военном вузе специфичен, он содержит достаточно большой объем учебного материала, необходимого для усвоения общепрофессиональных и военно-специальных дисциплин, а ресурс учебного времени, отведенный на его изучение, весьма ограничен [3].

В связи с этим необходимы четкое структурирование учебного материала, представление его с использованием современных средств и способов визуализации. С этих позиций перспективным является использование схемно-знаковых моделей на различных этапах изучения дисциплины: при формировании новых знаний, в процессе их обобщения и систематизации, в ходе привития практических умений и навыков по химии [4]. Поэтому методическое обеспечение процесса обучения химии в военном вузе нуждается в специальной системе символов и знаков, сокращенных словесных значений, а также моделей структурирования и наглядного отображения информации.

Изложение информации должно строиться в соответствии с логикой изучаемой науки с учетом специфики познавательной деятельности, с проекцией на профессиональную деятельность, к которой готовится обучающийся. Основным дидактическим принципом в конструировании средств визуализации учебного материала является системность и последовательность, необходим акцент на связи между элементами знания.

В зависимости от вида и содержания учебной информации необходимо использовать приемы ее систематизации и обобщения средствами инженерии знаний или поэтапного развертывания с применением определенных средств наглядности [5]. Структурированная учебная информация характеризуется рядом специфических свойств, позволяющих оптимизировать и интенсифицировать процесс обучения: компактностью, четкостью структуры в логически связанных блоках, эргономичностью [6].

В работах [7], [8] описаны логическая, продукционная, семантическая и фреймовая модели структурирования учебной информации.

Логическая модель складывается из утверждений и логически выведенных формул для решения прикладных задач и используется при выводе математических формул, что позволяет сократить количество записываемых знаков [9]. Такая модель может быть использована при решении расчетных химических задач, например, задач на вычисление концентраций растворов, термодинамические расчеты по уравнениям нескольких реакций с использованием энергетических диаграмм, задачи повышенного уровня сложности (задачи химических олимпиад).

Продукционная модель показывает последовательность осуществления определенных операций, содержит алгоритм действий при решении химической задачи или при выполнении эксперимента в ходе лабораторной работы. Вместо словесного описания или в дополнение к словесной инструкции используются символы, схемы, рисунки (рисунок 1).

Оборудование и реактивы:

Колба коническая	Пробирка	Пробиркодержатель	Спиртовка	Реактивы		
				 H <sub>2</sub> O	 MgO	 Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>

**Опыт 2. Свойства оксидов натрия и магния.**



Рис. 1 Фрагмент фреймовой модели к лабораторной работе «Свойства элементов III периода и их соединений»

Семантическая модель представляется эффективной для формирования объемных понятий, т.к. дает возможность рассмотреть сущность понятий, описать их характеристики, показать логические связи с другими. К таким моделям

относятся графы, опорные конспекты, блок-схемы, терминологические гнезда и т. д. (рисунки 2, 3).



Рис. 2 Граф к занятию «Квантово-механическая модель строения атома»

Действие	Пример
1. Определить, каким основанием и какой кислотой образована соль	<div style="text-align: center;"> <math>\text{KNO}_2</math>            ↙      ↘  <math>\text{KOH}</math>    <math>\text{HNO}_2</math>            сильное основание    слабая кислота         </div>
2. Написать уравнения диссоциации соли и воды	$\text{KNO}_2 \leftrightarrow \text{K}^+ + \text{NO}_2^-$ $\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
3. Указать ионы, образующие молекулы слабого электролита	$\text{NO}_2^-$
4. Написать полное ионное уравнение гидролиза	$\text{K}^+ + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HNO}_2 + \text{K}^+ + \text{OH}^-$
5. Написать сокращенное ионное уравнение гидролиза, определить реакцию среды	$\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HNO}_2 + \text{OH}^-$ $\text{pH} > 7$ – среда щелочная

Рис. 3 Алгоритм составления уравнения гидролиза соли

Фреймовая модель (фрейм) – универсальная каркасная структура, образованная различным количеством ячеек, заполненных учебной информацией.

М. Минским отмечено, что «человек, пытаясь познать новую для себя ситуацию или по-новому взглянуть на уже привычные вещи, выбирает из своей памяти некоторую структуру данных (образ), называемую фреймом...» [10].

Таким образом, фрейм – это единица представления знаний, заполненная в прошлом, детали которой при необходимости могут быть изменены согласно текущей ситуации [10].

Гурина Р. В. характеризует фрейм как периодически повторяющийся способ организации учебного материала и учебного времени (фрейм-сценарий) при изучении структурированной информации с использованием универсальной каркасной структуры [11].

Таким образом, фрейм представляет учебную информацию в формализованном структурированном визуализированном виде с акцентом на ключевых понятиях, что необходимо для обобщения и систематизации знаний обучающихся, ускорения процесса запоминания, развития мыслительных операций.

Использование фреймовых моделей в процессе обучения химии в военном вузе представляется актуальным, т.к. позволяет систематизировать работу обучающихся с достаточно объемным и сложным учебным материалом в ходе практических занятий, на лабораторных работах и во внеаудиторное время.

Рабочие тетради как вспомогательные дидактические средства для самостоятельной работы обучающихся на практических занятиях и лабораторных работах по дисциплине «Химия» убедительно доказали свою эффективность в образовательном процессе за счет использования средств структурирования и визуализации учебного материала, в том числе содержат и фреймовые модели.

Приведем в качестве примера фрагмент рабочей тетради, в котором учебный материал темы «Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева» структурирован, этапы самостоятельной работы обучающихся формализованы. После работы обучающихся с

учебной литературой и конспектами лекций целесообразно систематизировать и обобщить учебную информацию с использованием графа (рисунок 4).



Рис. 4 Граф по теме «Строение атома. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева»

Затем обучающимся необходимо заполнить таблицу в рабочей тетради:

1.	Формулировка периодического закона химических элементов Д. И. Менделеева.	
2.	Период – это	
3.	Группа – это	
4.	Количество элементов в периодах:	1 –
		2 –
		3 –
		4 –
5.	Электронные семейства элементов:	
6.	В периодах (с увеличением порядкового номера):	
	заряд ядра	
	число внешних электронов	
	радиус атомов	
	электроотрицательность	
	неметаллические свойства	
	металлические свойства	
	основной характер оксидов и гидроксидов	
кислотный характер оксидов и гидроксидов		
7.	В группах (с увеличением порядкового номера):	
	заряд ядра	
	радиус атомов (только в А-группах)	
	электроотрицательность (только в А-группах)	

	неметаллические свойства (только в А-группах)	
	металлические свойства (только в А-группах)	
	основный характер оксидов и гидроксидов (А-группы)	
	кислотный характер оксидов и гидроксидов (А-группы)	
8.	Порядковый номер элемента соответствует:	
9.	Номер периода соответствует:	
10.	Номер группы соответствует:	
11.	Электронная формула атома фосфора:	
12.	Фосфор относится к электронному семейству:	

Таким образом, визуализация и структурирование учебного материала по химии в рамках фреймовых моделей способствуют пониманию теоретических основ этой науки, помогают выделить логические связи между строением и свойствами изучаемых веществ, вычленили закономерности протекания химических процессов.

### **Библиографический список**

1. Шлякова Е. В. Интеллект-карты как средство структурирования и визуализации учебного материала в процессе обучения химии в военном вузе // Научное отражение. – 2020. – № 4 (22). – С. 37–39.
2. Шлякова Е. В. Визуализация учебного материала в процессе обучения химии в военном вузе // Научное отражение. – 2021. – № 1 (23). – С. 53–54.
3. Шлякова Е. В. Актуальные проблемы преподавания курса химии в военном вузе // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. – 2020. – № 2 (46). – С. 195–197.
4. Шлякова Е.В. Использование средств визуализации и структурирования учебного материала в процессе обучения химии в военном вузе // Методика преподавания математических и естественнонаучных дисциплин: современные проблемы и тенденции развития [Электронный ресурс]: материалы VII Всероссийской науч.-практ. конф. / [отв. ред. Ю.В. Коваленко]. – Электрон. текстовые дан. – Омск: Изд-во Ом. гос. ун-та. – 2020. – С. 213–216.
5. Лозинская А.М. Фреймовое структурирование содержания обучения физике в рамках модульной технологии // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 1. – С. 80–89.

6. Ковалева С. В., Шабанова И. А., Чиркова С. Е. Использование фрейм-модели структурирования учебной информации в практикуме по химии //Вестник ТГПУ. – 2012. – № 2 (117). – С. 153–157.
7. Минькович Т. В. Классификация моделей в литературе по информатике //Информатика и образование. – 2001. – № 9. – С. 21–29.
8. Чошанов М. А. Гибкая технология проблемно-модульного обучения. – М.: Народное образование, 1996. – 160 с.
9. Лаврентьев Г. В., Лаврентьева Н. Б. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов. – Барнаул: АлтГУ, 2002. – 193 с.
10. Минский М. А. Фреймы для представления знаний. – М.: Энергия, 1979. – 51 с.
11. Гурина Р. В., Соколова Е. Е. Фреймовое представление знаний при обучении. – М.: Народное образование; НИИ школьных технологий, 2005. –176 с.

### СЕКЦИЯ 3. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИКИ, ФИЗИКИ, ХИМИИ И БИОЛОГИИ

### SECTION 3. FUNDAMENTAL AND APPLIED ISSUES OF MECHANICS, PHYSICS, CHEMISTRY AND BIOLOGY

---

УДК 530.145

**Н. В. Иванов<sup>1</sup>, Д. С. Башаров<sup>2</sup>**

Филиал Военной академии ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Серпухов

*ivanick@mail.ru<sup>1</sup>*

*danya.basharov@mail.ru<sup>2</sup>*

### ЭФФЕКТ КАЗИМИРА – МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ КВАНТОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Представлен обзор современного состояния исследований эффекта Казимира и его приложений по зарубежным источникам. Рассмотрены различные геометрии и материалы объектов, где наблюдается данный эффект. Для большинства геометрий, отличных от плоских, результаты для энергии Казимира были получены только в так называемом приближении близкой силы (PFA – proximity force approximation). В этом приближении поверхности двух тел представляются в виде небольших параллельных друг другу плоских площадок, между которыми взаимодействие вычисляется как между бесконечными диэлектриками (или металлами), находящимися на таком же расстоянии. Основные эксперименты по измерению сил Казимира проводятся между плоской поверхностью и сферической поверхностью, радиус которой существенно превышает расстояние между телами. Результаты, полученные с помощью приближения PFA, хорошо согласуются с экспериментальными данными. Обсуждаются взаимосвязи между квантовой электродинамикой и другими областями физики.

**Ключевые слова:** эффект Казимира, сила Казимира, флуктуации вакуума, квантовая электродинамика.

**N. V. Ivanov<sup>1</sup>, D. S. Basharov<sup>2</sup>**

Branch of the Military Academy of the Strategic Missile Forces  
named after Peter the Great, Serpukhov

*ivanick@mail.ru<sup>1</sup>*

*danya.basharov@mail.ru<sup>2</sup>*

### CASIMIR EFFECT – MACROSCOPIC MANIFESTATION OF QUANTUM PROCESSES

A review of the current state of the Casimir effect research and its applications from foreign sources is presented. Various geometries and materials of objects where this effect is observed are

considered. For most geometries other than plane ones, the results for the Casimir energy were obtained only in the so-called proximity force approximation (PFA). In this approximation, the surfaces of two bodies are represented as small flat areas parallel to each other, between which the interaction is calculated as between infinite dielectrics (or metals) located at the same distance. The main experiments on measuring Casimir forces are carried out between a flat surface and a spherical surface, the radius of which significantly exceeds the distance between the bodies. The results obtained using the PFA approximation are in good agreement with experimental data. The interrelationships between quantum electrodynamics and other fields of physics are discussed.

**Keywords:** Casimir effect, Casimir force, vacuum fluctuations, quantum electrodynamics.

**Введение.** В последние годы возросло число публикаций по эффекту Казимира [1]. Области его применения простираются от нанотехнологий, устройств оптомеханики, коллоидных систем, фотоники до черных дыр и проблем космологии. В технике силы Казимира могут играть важную роль для создания и функционирования микро- и наноустройств.

### **1. Колебания нулевой точки и их проявления**

Эффект Казимира, открытый более 60 лет назад в основополагающей работе Казимира (1948) [1], является одним из наиболее прямых проявлений существования *нулевых вакуумных колебаний*. Долгое время статья Казимира оставалась относительно неизвестной, но начиная с 1970-х годов она быстро привлекла к себе все большее внимание и в последние несколько лет стала предметом восхищения.

Эффект Казимира в своей простейшей форме представляет собой *притяжение* между двумя *электрически нейтральными*, бесконечно большими, параллельными *проводящими* плоскостями, помещенными в вакуум.

Это полностью *квантовый эффект*, потому что в классической электродинамике сила, действующая между двумя *нейтральными* плоскостями, равна нулю. Таким образом, только вакуум квантованного электромагнитного поля, то есть основное состояние КЭД, заставляет плоскости притягиваться друг к другу. Согласно предсказанию Казимира, *сила притяжения* на единицу площади, то есть *давление* между двумя бесконечно большими нейтральными параллельными плоскостями, выполненными из идеального *металла при нулевой температуре*, определяется выражением

$$P(a) \equiv P_{IM}(a) = -\frac{\pi^2 \hbar c}{240 a^4}, \quad (1)$$

Здесь  $a$  – расстояние между плоскостями,  $\hbar$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света (ниже индекс IM используется там, где необходимо различать результаты, полученные для *идеальных металлов* и для реальных материалов).

Ниже мы обсудим далеко идущие обобщения этого уравнения для случаев реальных материалов при ненулевой температуре и для тел различной геометрической формы. Например, для двух плоскостей, разделенных относительно большим (в атомном масштабе) расстоянием  $a = 1$  мкм, давление Казимира (1) имеет макроскопическое значение  $P \approx 1,3$  МПа. Примечательно, что макроскопический эффект обусловлен квантовым вакуумом.

На самом деле корни эффекта Казимира восходят к введению Планком (1911) *полуквантов*. Согласно квантовой механике, *гармонический осциллятор* имеет дискретные энергетические уровни

$$E_n = \hbar\omega \left( n + \frac{1}{2} \right), \quad (2)$$

где  $\omega$  – угловая частота осциллятора, а  $n = 0, 1, 2, \dots$  – это число квантов энергии. Из уравнения (2) следует, что *энергия основного (вакуумного) состояния*, содержащая число  $n = 0$  квантов энергии, называется

$$E_0 = \frac{\hbar\omega}{2}, \quad (3)$$

то есть она *не равна нулю*. Это энергия нулевого колебания с частотой  $\omega$ .

Каноническая процедура квантования квантовой механики связывает энергию основного состояния с произвольностью операторного упорядочения в определении *гамильтонова оператора*  $\hat{H} = \hat{H}(\hat{p}, \hat{q})$  путем замены динамических переменных  $p$  и  $q$  в классическом гамильтониане  $H(p, q)$  соответствующими

операторами  $\hat{p}$  и  $\hat{q}$ . Следует подчеркнуть, что энергия  $E_0$  вакуумного состояния, содержащего нулевое число квантов энергии, не может наблюдаться путем измерений внутри рассматриваемой квантовой системы, т. е. при переходах между различными квантовыми состояниями, или, например, в экспериментах по рассеянию. Однако может случиться так, что частота осциллятора  $\omega$  зависит от некоторого *классического параметра* (или параметров), *внешнего* по отношению к квантовой системе. Уже в 1919 году энергия основного состояния (вакуума) была успешно использована для объяснения давления паров различных изотопов. В этом случае масса изотопа играет роль внешнего параметра, приводящего к различным частотам осцилляторов для изотопов разной массы (исторический обзор представлен в [6]).

В рамках квантовой теории поля любое квантованное поле, например, электромагнитное, рассматривается как *совокупность осцилляторов всех частот*. Тогда, в соответствии с уравнением (3), *энергия основного состояния поля* задается суммой энергий нулевых колебаний

$$E_0 = \frac{\hbar}{2} \sum_j \omega_j, \quad (4)$$

где коллективный индекс  $J$  обозначает квантовые *числа мод поля*. Например, для электромагнитного поля в свободном *пространстве Минковского* моды обозначаются трехмерным *волновым вектором*  $k$  с непрерывными компонентами и двузначным дискретным индексом, фиксирующим состояние поляризации. Однако в ограниченных областях пространства некоторые компоненты волнового вектора становятся *дискретными*. Например, тангенциальная составляющая электрического поля исчезает на металлической поверхности, что приводит к дискретной составляющей волнового вектора в перпендикулярном направлении.

Заметим, что для квантованного *спинорного поля* правая часть уравнения (4) отрицательна. Сумма (4) явно бесконечна, как это всегда происходит в квантовой теории поля, когда пытаются приписать энергию основного состояния (вакуума) каждой моде поля. Это одно из проявлений проблемы ультрафиолетовых расхождений.

Именно Казимир первым вычел из бесконечной вакуумной энергии квантованного электромагнитного поля в присутствии идеально-металлических плоскостей бесконечную вакуумную энергию того же поля в свободном пространстве Минковского. Обе бесконечные энергии были регуляризованы, и после вычитания регуляризация была удалена, оставив конечную энергию на единицу площади,

$$E(a) \equiv E_{IM}(a) = -\frac{\pi^2 \hbar c}{720 a^3}, \quad (5)$$

что зависит от расстояния разделения  $a$  между плоскостями. Затем давление Казимира (1) было получено как

$$P(a) = -\frac{\partial E(a)}{\partial a}, \quad (6)$$

Удаление бесконечной энергии вакуумных колебаний в свободном пространстве Минковского, выполненное Казимиром, в настоящее время является стандартной процедурой в учебниках по квантовой теории поля. Это объясняется тем, что во всех областях физики, за исключением гравитационной теории Эйнштейна, энергия определяется только с точностью до аддитивной постоянной. Таким образом, обычно предполагается, что все физические энергии должны измеряться, начиная с вершины бесконечной энергии вакуума в свободном пространстве Минковского. В результате фактически физическая энергия свободного пространства установлена в ноль, а не равна бесконечности. Математически

удаление бесконечной энергии нулевых колебаний в свободном пространстве достигается так называемой *нормальной процедурой упорядочения*. Эта операция применяется к операторам всех физических наблюдаемых, определенным в свободном пространстве Минковского и предварительно записанным в симметричной форме относительно операторов рождения и уничтожения.

## 2. Практические применения эффекта Казимира

При конечных температурах было показано [2], что *тепловая сила Казимира* существует за счет *тепловой*, а не нулевой энергии, и существует все большее число экспериментов, характеризующих этот эффект в диапазоне температур и расстояний. Кроме того, в быстро развивающейся области *оптомеханики резонаторов* предпринимаются попытки манипулировать фононами и повышать когерентность. Авторы [2] продемонстрировали способ реализации *пружины Казимира* и инженерного разбавления в макроскопической оптомеханике путем соединения *металлической мембраны SiN* с фотонным входным резонатором. Притяжение пространственно локализованной пружины Казимира имитирует неконтактное граничное условие, приводя к увеличению деформации и *акустической* когерентности за счет разбавления диссипации. Это дает возможность манипулировать фононами с помощью *тепловых фотонов*, приводя к "in situ" реконфигурируемым механическим состояниям, уменьшать механизмы потерь и создавать дополнительные типы акустической нелинейности — и все это при комнатной температуре.

Квантовая теория предсказывает существование *силы Казимира* между макроскопическими телами, силы, возникающей из нулевой энергии мод электромагнитного поля вокруг них. Тепловая сила Казимира, обусловленная *тепловыми*, а не квантовыми *флуктуациями электромагнитного поля* при конечной температуре, была теоретически предсказана давно. Здесь мы сообщаем об экспериментальном наблюдении тепловой силы Казимира между *двумя золотыми пластинами*. Авторы [3] измерили силу притяжения *между плоской и сферической пластинами* для расстояний между 0,7 мкм и 7 мкм. В анализ включена электростатическая сила, вызванная потенциальными пятнами на поверхностях

пластин. Предыдущие измерения квантово-флуктуационной силы не смогли четко решить вопрос о том, является ли правильная низкочастотная форма дисперсии *диэлектрической постоянной* для расчета сил Казимира *моделью Друде* или моделью плазмы.

Квантовые флуктуации порождают силы Ван-дер-Ваальса и Казимира, которые доминируют во взаимодействии между *электрически нейтральными объектами* на субмикронных расстояниях. В условиях тенденции к миниатюризации такие квантовые электродинамические эффекты, как ожидается, будут играть важную роль в микро- и *наномеханических* устройствах. Тем не менее, использование сил Казимира на уровне чипа остается серьезной проблемой, поскольку все эксперименты до сих пор требуют, чтобы внешний объект вручную располагался близко к механическому элементу. Здесь, интегрируя чувствительный к силе микромеханический луч и электростатический привод на одном кристалле, авторы [4] демонстрируют эффект Казимира между двумя микромеханическими *кремниевыми компонентами* на одной подложке. Высокая степень параллелизма между двумя околопланарными взаимодействующими поверхностями может быть достигнута благодаря тому, что они определены на одном литографическом шаге. Помимо обеспечения компактной платформы для измерения силы Казимира, эта схема также открывает возможность подгонки силы Казимира с использованием литографически определенных компонентов нетрадиционных форм.

В статье [5] авторы представляют *наноэлектромеханическую систему (НЭМС)*, предназначенную для обнаружения изменений *энергии Казимира*. Предыдущие эксперименты использовали нано- или микромасштабные параллельные *пластинчатые конденсаторы* для обнаружения силы Казимира путем измерения малой силы притяжения, которую эти флуктуации оказывают между двумя поверхностями. В этом новом наборе экспериментов авторы стремятся непосредственно обнаружить сдвиги энергии Казимира в вакууме из-за присутствия *металлических* параллельных пластин, *одна из которых является сверхпроводником*. Предсказано, что изменение энергии Казимира этой конфигурации

приведет к сдвигу температуры сверхпроводящего перехода ( $T_c$ ) из-за взаимодействия между ней и энергией сверхпроводящей конденсации. В данном эксперименте брали *сверхпроводящую пленку*, тщательно измеряли ее температуру перехода, приближали проводящую пластину к пленке, создавали *полость Казимира*, а затем снова измеряли температуру перехода. Ожидаемые сдвиги меньше нормальных сдвигов, наблюдаемых при циклировании сверхпроводящих пленок до криогенных температур, поэтому использование NEMS-резонатора *in situ* является единственным практическим способом получения точных, воспроизводимых данных. Используя тонкую пленку Pb и противоположную поверхность Au, мы не наблюдаем сдвига  $T_c > 12$  Мкк вниз до минимального расстояния  $\sim 70$  нм при нулевом приложенном магнитном поле. Тепловая сила  $T=300$  К, которая доминирует над квантовой флуктуационно-индуцированной силой при расстояниях более 3 мкм. Результат модели плазмы исключается в измеренном диапазоне разделения.

Сила Казимира - это универсальное взаимодействие, вызванное электромагнитными квантовыми флуктуациями между *любыми типами объектов*. Расширение семейства *графенов* [7] путем добавления *силицена, германена и стана* (двумерных аллотропов Si, Ge и Sn) дает возможность исследовать дираковскую физику в *сотовых шахматных системах* при таком вездесущем взаимодействии. Мы обнаруживаем *фазовые переходы* силы Казимира между этими расположенными в шахматном порядке *двумерными материалами*, вызванные сложным взаимодействием между физикой Дирака, спин-орбитальной связью и внешними прикладными полями. В частности, мы находим, что энергия взаимодействия испытывает различные *степенные законы распада* расстояния, величины и зависимости от характерных физических констант. Кроме того, благодаря топологическим свойствам этих материалов становятся возможными отталкивающие и квантованные взаимодействия Казимира.

### **3. Динамический эффект Казимира**

Так, относительно недавно сообщалось о первом наблюдении в сверхпроводниковых квантовых объектах одного из самых необычных нестационарных

явлений КЭД (квантовой электродинамики), известного как динамический эффект Казимира [27, 28].

В динамическом эффекте Казимира (DCE) граничное условие для электромагнитного поля быстро изменяется, что приводит к генерации пар фотонов. Это было экспериментально продемонстрировано в 2011 году [28]. Наблюдалась как *генерация фотонов*, так и *двухмодовое сжатие*. Квантовая теория предсказывает, что пары фотонов запутаны и что результирующее электромагнитное поле находится в неклассическом состоянии при нулевой температуре. Возникает вопрос, как проверить запутанность излучения DCE, оценив логарифмическую отрицательность. Здесь мы представляем такой экспериментальный тест. Авторы работы [29] измерили образец, состоящий из открытой линии передачи, оканчивающейся *сверхпроводящим квантовым интерферометром (SQUID)*. Электрическую длину линии передачи можно модулировать, изменяя магнитный поток через петлю SQUID. Наряду с сильным двухмодовым сжатием наблюдается широкополосное излучение фотонных пар. Система характеризуется температурой  $<20$  мК, а уровень сигнала калибруется с использованием SQUID в качестве источника дробового шума. Мы исследуем перекрестные корреляции для поля на двух разных частотах и восстанавливаем ковариационную матрицу. Из этой матрицы авторы определили логарифмическую отрицательность, которая показывает слабо положительные значения, указывающие на то, что *две моды запутаны*. Источник запутанных фотонов может быть полезен в приложениях квантовой информации, например, для запутывания кубитов.

Авторы работы [8] исследовали динамическую силу *Казимира-Польдера* на двухуровневом атоме с различными начальными состояниями в одномерном *диэлектрическом резонаторе* с выходной связью и получено аналитическое выражение математического ожидания динамической силы Казимира-Польдера. Результаты показывают, что на математические ожидания динамической силы Казимира-Польдера могут влиять начальные состояния атома. Более того, математическое ожидание силы Казимира-Польдера может исчезнуть в некоторых

особых атомных положениях при правильном выборе начального состояния системы. Обсуждается также влияние различных относительных диэлектрических постоянных и размеров резонатора на математическое ожидание силы Казимира-Польдера.

В работе [9] была исследована сила Казимира, действующая на дипольную *наночастицу золота* пластины конечной толщины природного гиперболического материала-орторомбической кристаллической модификации *нитрида бора*. Основной вклад в силу вносят ТМ-поляризованные волны, для частот которых параллельные и перпендикулярные компоненты *диэлектрического тензора* достигают минимальных значений. Эти частоты отличаются от частот, соответствующих лоренцевым резонансам для составляющих диэлектрической проницаемости. Показано, что при изготовлении пластины из изотропного эписилон-околонулевого поглощающего материала сила на наночастицу больше, чем сила, индуцируемая гиперболическим материалом, при аналогичных значениях характеристических параметров. Этот факт делает эти материалы оптимальными при использовании сил Казимира для применения в нанотехнологиях.

В работе [10] изучается эффект Казимира в коллоидах. В физике *мягких конденсированных сред* эффективные взаимодействия часто возникают из-за пространственного ограничения флуктуирующих полей. Например, микроскопические частицы, растворенные в *бинарной жидкой смеси*, подвергаются критическим силам Казимира всякий раз, когда их поверхности ограничивают тепловые флуктуации *параметра порядка* растворителя вблизи его критической точки демиксинга. Эти силы теоретически предсказываются как неаддитивные в масштабе, заданном объемной корреляционной длиной флуктуаций. Здесь авторы приводят прямые экспериментальные доказательства этого факта, сообщая об измерении связанных с ними многотелесных сил.

Авторы работы [11] отмечают следующие особенности. Силу Казимира между телами в вакууме можно понимать, как возникающую в результате их взаимодействия с бесконечным числом флуктуирующих электромагнитных квантовых *вакуумных мод*, приводящих к сложной зависимости от формы и материала

взаимодействующих объектов. Становясь доминирующей при малых расстояниях, сила играет значительную роль в наномеханике и манипулировании объектами на наноуровне, что приводит к значительному интересу к выявлению структур, в которых взаимодействие Казимира ведет себя значительно иначе, чем хорошо известная сила притяжения между параллельными пластинами. Здесь авторы экспериментально демонстрируют, что при наноструктурировании одной из взаимодействующих *металлических поверхностей* в масштабах ниже длины волны плазмы может наблюдаться неожиданный режим в силе Казимира. Замена плоской поверхности глубокой *металлической пластинчатой решеткой* с размерами менее 100 нм *значительно подавляет* силу Казимира и при больших межповерхностных расстояниях уменьшает ее сверх того, что можно было бы ожидать при любом существующем теоретическом предсказании.

Как заявляют авторы работы [12], силы Казимира представляют фундаментальный интерес, поскольку они происходят из квантовых флуктуаций электромагнитного поля [1]. Помимо управления этой силой с помощью *оптических свойств* материалов [13–22], был предложен ряд новых геометрий для рождения отталкивающих и/или *немонотонных* сил Казимира между телами, разделенными вакуумными зазорами [23–25]. Экспериментальная реализация этих геометрий, однако, затруднена трудностями выравнивания, когда тела находятся в непосредственной близости. Здесь, используя встроенную платформу со встроенными датчиками силы и исполнительными механизмами [26], авторы обходят проблему выравнивания и *измеряют* силу Казимира между двумя поверхностями с наноразмерными выступами. Показано, что *сила немонотонно зависит от смещения*. При некоторых перемещениях сила Казимира приводит к эффективному упрочнению *наномеханической пружины*. Результаты авторов открывают путь к использованию силы Казимира в наномеханических системах с использованием структур сложной и нетрадиционной формы.

### **Заключение. Перспективные направления исследований.**

Перспективное применение эффекта Казимира как в фундаментальной физике, так и в нанотехнологиях требует разработки более мощных теоретических

методов, которые были бы применимы к реальным телам произвольной геометрической формы и разнообразных свойств материала. В частности, будущая *теория* термической силы Казимира должна дать более фундаментальное объяснение используемых в настоящее время правил и включить последовательное описание *пространственной дисперсии*. Это может быть достигнуто на основе общих представлений энергии и силы Казимира. Применение этих общих подходов к *реальным материалам* должно сопровождаться, однако, использованием новых физических представлений о характере амплитуд отражения флуктуирующего поля от границ раздела реальных тел.

Мы считаем, что начальный этап этой области физики закончился, и что эффект Казимира находится на пороге того, чтобы стать предметом первостепенной важности как в фундаментальной, так и в прикладной науке.

### Библиографический список

1. H. Casimir On the attraction between two perfectly conducting plates, Proc. K. Ned. Akad. B-Ph. 51, 1948. – 793 – 795 с.
2. Pate J.M., Goryachev M., Chiao R.Y. et al. Casimir spring and dilution in macroscopic cavity optomechanics. [Электронный ресурс] // Nat. Phys. 16, 2020. – 1117–1122 с. URL.: <https://doi.org/10.1038/s41567-020-0975-9>.
3. Sushkov A., Kim W., Dalvit D. Observation of the thermal Casimir force. [Электронный ресурс] // Nature Phys 7, 2011. – 230–233 с. URL.: <https://doi.org/10.1038/nphys1909>.
4. Zou J., Marcet Z., Rodriguez A. Casimir forces on a silicon micromechanical chip. [Электронный ресурс] // Nat Commun 4, 2013. – 1845 с. URL.: <https://doi.org/10.1038/ncomms2842>.
5. Pérez-Morelo D., Stange A., Lally R.W. et al. A system for probing Casimir energy corrections to the condensation energy. [Электронный ресурс] // Microsyst Nanoeng 6, 2020. – 115 с. URL.: <https://doi.org/10.1038/s41378-020-00221-2>.
6. Marian Otter, "The Casimir Force a force out of nothing", MSC, May 31, 2006.

7. Rodriguez-Lopez, P., Kort-Kamp, W., Dalvit, D. et al. Casimir force phase transitions in the graphene family. [Электронный ресурс] // Nat Commun 8, 2017. URL.: <https://doi.org/10.1038/ncomms14699>
8. Long, Y., Wang, W., Zhang, X. et al. Dynamical Casimir–Polder force on a two-level atom with superposition state in a cavity comprising a dielectric. [Электронный ресурс] // Sci Rep 10, 2020. URL.: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68546-6>
9. Nefedov, I.S., Rubi, J.M. Casimir forces exerted by epsilon-near-zero hyperbolic materials. [Электронный ресурс] // Sci Rep 10, 2020. URL.: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73995-0>.
10. Paladugu, S., Callegari, A., Tuna, Y. et al. Nonadditivity of critical Casimir forces. [Электронный ресурс] // Nat Commun 7, 2016. URL.: <https://doi.org/10.1038/ncomms11403>.
11. Intravaia, F., Koev, S., Jung, I. et al. Strong Casimir force reduction through metallic surface nanostructuring. [Электронный ресурс] // Nat Commun 4, 2013. URL.: <https://doi.org/10.1038/ncomms3515>.
12. [12] Tang, L., Wang, M., Ng, C. et al. Measurement of non-monotonic Casimir forces between silicon nanostructures. [Электронный ресурс] // Nature Photon 11, 2017. 97–101 с. URL.: <https://doi.org/10.1038/nphoton.2016.254>.
13. Derjaguin, B. V., Abrikosova, I. I. & Lifshitz, E. M. Direct measurement of molecular attraction between solids separated by a narrow gap. Q. Rev. Chem. Soc. 10, 1956. 295–329 с.
14. Lamoreaux, S. K. Demonstration of the Casimir force in the 0.6 to 6  $\mu\text{m}$  range. Phys. Rev. Lett. 78, 1997. – 5–8 с.
15. Decca, R. S., López, D., Fischbach, E. & Krause, D. E. Measurement of the Casimir force between dissimilar metals. Phys. Rev. Lett. 91, 2003.
16. Chen, F., Klimchitskaya, G. L., Mostepanenko, V. M. & Mohideen, U. Control of the Casimir force by the modification of dielectric properties with light. Phys. Rev. B 76, 2007.

17. Munday J. N., Capasso F. & Parsegian V. A. Measured long-range repulsive Casimir–Lifshitz forces. *Nature* 457, 2009. - 170–173 c.
18. de Man S., Heeck K., Wijngaarden R. J. & Iannuzzi D. Halving the Casimir force with conductive oxides. *Phys. Rev. Lett.* 2009. - 103 c.
19. Torricelli G. Switching Casimir forces with phase-change materials. *Phys. Rev. A* 82, 2010.
20. Sushkov A. O., Kim W. J., Dalvit D. A. R. & Lamoreaux S. K. Observation of the thermal Casimir force. *Nat. Phys.* 7, 2011. - 230–233 c.
21. Laurent J., Sellier H., Mosset A., Huant S. & Chevrier J. Casimir force measurements in Au–Au and Au–Si cavities at low temperature. *Phys. Rev. B* 85, 2012.
22. Garcia-Sanchez D., Fong K. Y., Bhaskaran H., Lamoreaux S. & Tang H. X. Casimir force and in situ surface potential measurements on nanomembranes. *Phys. Rev. Lett.* 109, 2012.
23. Rodriguez A. W., Joannopoulos J. D. & Johnson S. G. Repulsive and attractive Casimir forces in a glide-symmetric geometry. *Phys. Rev. A* 77, 2008.
24. Levin M., McCauley A. P., Rodriguez A. W., Reid M. T. H. & Johnson S. G. Casimir repulsion between metallic objects in vacuum. *Phys. Rev. Lett.* 105, 2010.
25. Rodriguez A. W., Capasso F. & Johnson S. G. The Casimir effect in microstructured geometries. *Nat. Photon.* 5, 2011. - 211–221 c.
26. Zou J. Casimir forces on a silicon micromechanical chip. *Nat. Commun.* 4, 2013.
27. Lahteenmaki P., Paraoanu G. S., Hassel J., Hakonen P. J. Dynamical Casimir effect in a Josephson metamaterial [Электронный ресурс] // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2013. - 4234–4238 c. URL.: <https://www.pnas.org/content/110/11/4234>.
28. Wilson C. M., Johansson G., Pourkabirian A. et al. Observation of the dynamical Casimir effect in a superconducting circuit [Электронный ресурс] // *Nature*. 2011. - 376–379 c. URL.: <https://doi.org/10.1038/nature10561>

29. B. Schneider Experimental test of the entanglement of radiation generated by the dynamical Casimir effect, 2016. [Электронный ресурс] // Progress in Electromagnetic Research Symposium (PIERS), Shanghai, 2016. – 2314-2314 с. URL.: <https://doi.org/10.1109/PIERS.2016.7734941>.

УДК 531.36

**Г. С. Гизатулина<sup>1</sup>, Т. И. Роганова<sup>2</sup>, К. Б. Обносов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Военная академия ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Балашиха  
*ghis22@ya.ru*

<sup>2</sup>Военная академия ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Балашиха  
*dobrrov@yandex.ru*

<sup>3</sup>Московский государственный технический университет  
имени Н. Э. Баумана, г. Москва  
*KOB1-Naz@km.ru*

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ**

В статье рассматривается применение методов математического моделирования и численных методов в решении задач теоретической механики. На примере построения математической модели движения снаряда, выпущенного под углом к горизонту, объясняются этапы построения математической модели. С помощью компьютерного моделирования исследуется кинематика кривошипно-шатунного механизма.

**Ключевые слова.** теоретическая механика; математическое моделирование дифференциальные уравнения; нелинейные дифференциальные уравнения; математическое моделирование; математическая модель, численное моделирование в Mahcad в Delphy.

**G. S. Gizatullina<sup>1</sup>, T. I. Roganova<sup>2</sup>, K. B. Obnosov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>The Military Academy of Strategic Rocket Troops  
after Peter the Great, Balashikha  
*ghis22@ya.ru*

<sup>1</sup>The Military Academy of Strategic Rocket Troops  
after Peter the Great, Balashikha  
*dobrrov@yandex.ru*

Bauman Moscow State Technical University, Moscow  
*KOB1-Naz@km.ru*

## **MATHEMATICAL MODELING IN THEORETICAL MECHANICS**

The article discusses the application of mathematical modeling methods and numerical methods in solving problems of theoretical mechanics. Using the example of constructing a mathematical model of the movement of a projectile fired at an angle to the horizon, the stages of constructing a mathematical model are explained. With the help of computer modeling, the kinematics of the crank mechanism is investigated.

**Keywords:** theoretical mechanics; mathematical modeling differential equations; nonlinear differential equations; variational principles; mathematical modeling; mathematical model, numerical modeling in Mahcad.

Сложно представить человеческую жизнедеятельность без использования различного рода моделей. Однако особую важность модель и процесс ее создания, изучения и применения, в частности, математическое моделирование, имеют для науки.

Человеком, внесшим наибольший вклад в математическое моделирование, был Исаак Ньютон. Фактически он предложил первые модели, которые используются до сих пор и которые похожи на математические модели, которые используются сейчас в науке. (Создание динамики, связывающей поведение тела с характеристиками внешних воздействий на него).

Также Ньютон придумал математический аппарат – дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения и описание всех этих явлений с помощью гладких функций.

Первые навыки составления математических моделей обучающиеся получают при решении прикладных задач теоретической механики. В данной статье представлены примеры построения математических моделей в области теоретической механики. Использование их в механике дает возможность получения достоверных результатов, которые применяются в дальнейших исследованиях объектов и в построении более совершенных моделей.

Напомним, что основная цель моделирования – исследовать эти объекты и предсказать результаты будущих наблюдений и управлять им.

Математическое моделирование и связанный с ним компьютерный эксперимент незаменимы в тех случаях, когда натурный эксперимент невозможен или затруднен по тем или иным причинам.

В учебном процессе для введения понятия, этапов и возможностей математического моделирования, качестве примера мы рассматриваем задачу движения снаряда, выпущенного под углом к горизонту. Для упрощения исследования будем рассматривать снаряд как материальную точку, т. е. вводим модель. Цель исследования заключается в составлении математической модели движения материальной точки с определением угла бросания, при котором дальность полета будет максимальной [2].

Движение точки, брошенной под углом к горизонтальной плоскости, является классической задачей теоретической механики. Для ее решения используют фундаментальный закон природы, основной закон динамики. При ее решении обычно предполагают, что сопротивление воздуха отсутствует; дальность полета и высота траектории малы по сравнению с радиусом Земли, вследствие чего поле тяжести считается однородным; начало координат помещено в начальной точке (рисунок 1); вектор начальной скорости  $v_0$  расположен в плоскости  $xOy$  и направлен под углом  $\alpha$  к горизонту (визуализируем задачу).

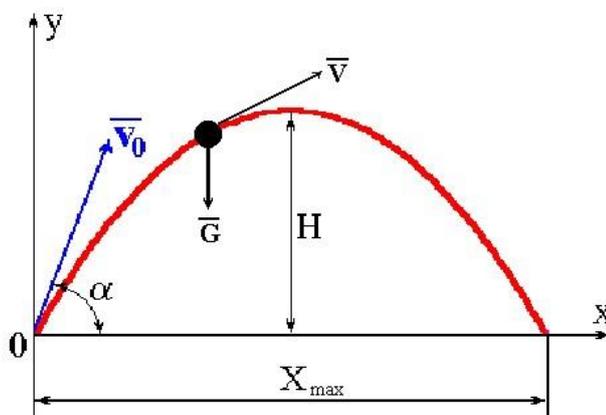


Рис. 1 Схема движения материальной точки

Далее составляем дифференциальные уравнения движения согласно основному уравнению динамики и дважды интегрируем. При заданных начальных условиях уравнения движения точки в аналитической форме имеют вид:

$$x = v_0 t \cdot \cos \alpha; \quad y = v_0 t \cdot \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}; \quad z=0. \quad (1)$$

Далее, используя полученную математическую модель (1), определяем характеристики движения точки:

$$\text{Траектория точки: } y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} \cos 2\alpha. ,$$

$$\text{Высота траектории: } H = \frac{v_0^2}{2g} \sin 2\alpha.$$

$$\text{Время полета: } T = \frac{2v_0}{g} \sin \alpha.$$

$$\text{Горизонтальная дальность: } x = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{v_0^2 x^2}{g} \sin 2\alpha.$$

II. Учет сопротивления воздушной среды. Рассмотрим полет, происходящий в среде с сопротивлением, сила которого принимается в виде

$$R = k_1 v + k_2 v^2 + k_3 v^3 ,$$

где  $v$  – скорость движения;  $k_1, k_2, k_3$  – постоянные коэффициенты.

Уравнения движения материальной точки в плоскости  $xOy$  записываются следующим образом:

$$m\ddot{x} = -R_x; \quad m\ddot{y} = -R_y - mg,$$

или 
$$m\ddot{x} = -R \frac{v_x}{v}; \quad m\ddot{y} = -R \frac{v_y}{v} - mg, \quad (2)$$

здесь  $R_x = R \frac{v_x}{v}; \quad R_y = -R \frac{v_y}{v}.$

Подставив эти выражения в уравнения движения, и учитывая, что  $v^2 = \dot{x}^2 + \dot{y}^2$ , получим нелинейные уравнения, описывающие движение материальной точки в сопротивляющейся среде. В этом случае задача не имеет аналитического решения. Однако, решение нелинейной задачи может быть найдено численными методами.

Расчеты проводятся на компьютере с помощью, специально разработанной профессором кафедры механики Гриценко Д. В. программы, выполненной в среде Delphi). Внешний вид учебной программы показан на рисунке 2.

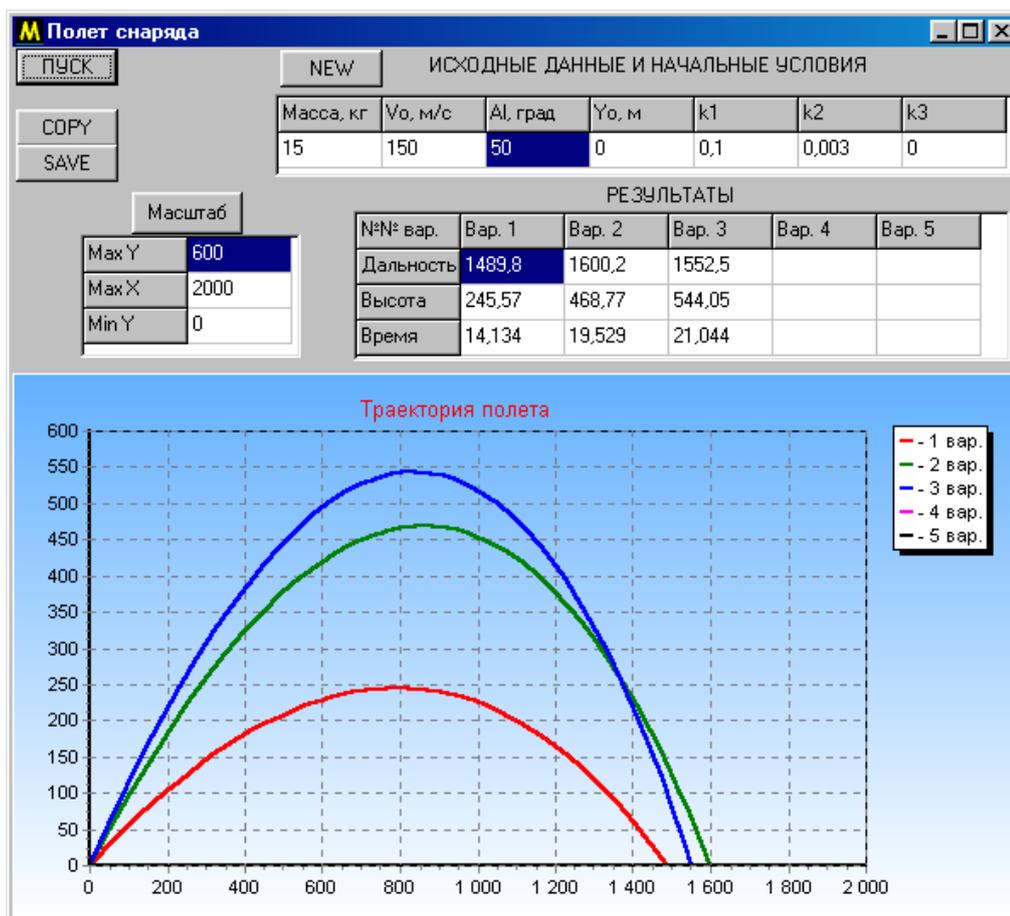


Рис. 2 Входные данные, результаты, траектории полета материальной точки, при разных углах бросания.

Определив оптимальный угол бросания, установить также максимальную высоту этой траектории и время полета.

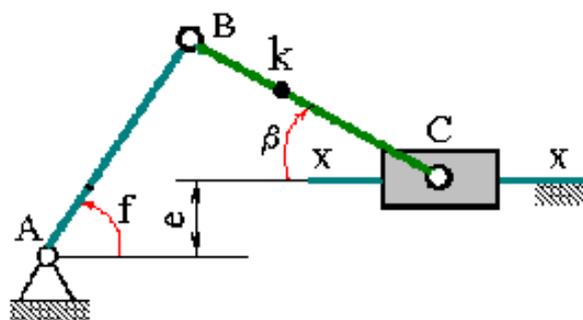
Определив оптимальный угол бросания, установить также максимальную высоту этой траектории и время полета.

При компьютерном моделировании особенно интересно отследить влияние сопротивляющейся среды на характеристики полета.

Разработанная программа может выполнять функции обучающего тренажёра В качестве примера к теме «Плоскопараллельного движения» исследуется кинематика кривошипно-ползунного механизма. Для получения аналитических зависимостей и визуального представления результатов написана программа в среде Mathcad (рисунок 3).

## Кинематика кривошипно-ползунного механизма

+



Для приведенного механизма требуется:

1. получить аналитические выражения для координат точки C,
2. найти скорость и ускорение ползуна и установить их зависимости от угла  $f$  (построить графики  $v_c(f)$  и  $w_c(f)$ ),
3. найти скорость и ускорение точки "k" шатуна и установить их зависимости от угла  $f$  (построить графики  $v_k(f)$  и  $w_k(f)$ ),
4. построить траекторию точки "k".

Данные для расчета. (м,с)

$$ab := 0.2 \quad bc := 0.8 \quad e := 0 \quad n := 200 \text{ об/мин} \quad \omega_m := \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ 1/с}$$

Расчет

$$N := 24 \quad K_f := \frac{180}{\pi}$$

Задание диапазона изменения угла  $f$        $f := 0, \frac{2 \cdot \pi}{N} .. 2 \cdot \pi$

Задание выражения угла  $\beta$  через угол  $f$        $\beta(f) := \text{asin}\left(\frac{ab \cdot \sin(f) - e}{bc}\right)$

Построение аналитических выражений для координат точек B, C и K

$$x_b(f) := ab \cdot \cos(f) \quad y_b(f) := ab \cdot \sin(f) - e \quad x_c(f) := x_b(f) + bc \cdot \cos(\beta(f))$$

$$k1 := 0.5 \quad BK := k1 \cdot bc$$

$$x_k(f) := x_b(f) + BK \cdot \cos(\beta(f)) \quad y_k(f) := y_b(f) - BK \cdot \sin(\beta(f))$$

Определение скоростей и ускорений точек механизма

Точка "B"       $v_b := \omega_m \cdot ab \quad w_b := \omega_m^2 \cdot ab$

Точка "C"       $v_c(f) := \omega_m \cdot \left(\frac{d}{df} x_c(f)\right) \quad w_c(f) := \omega_m \cdot \left(\frac{d}{df} v_c(f)\right)$

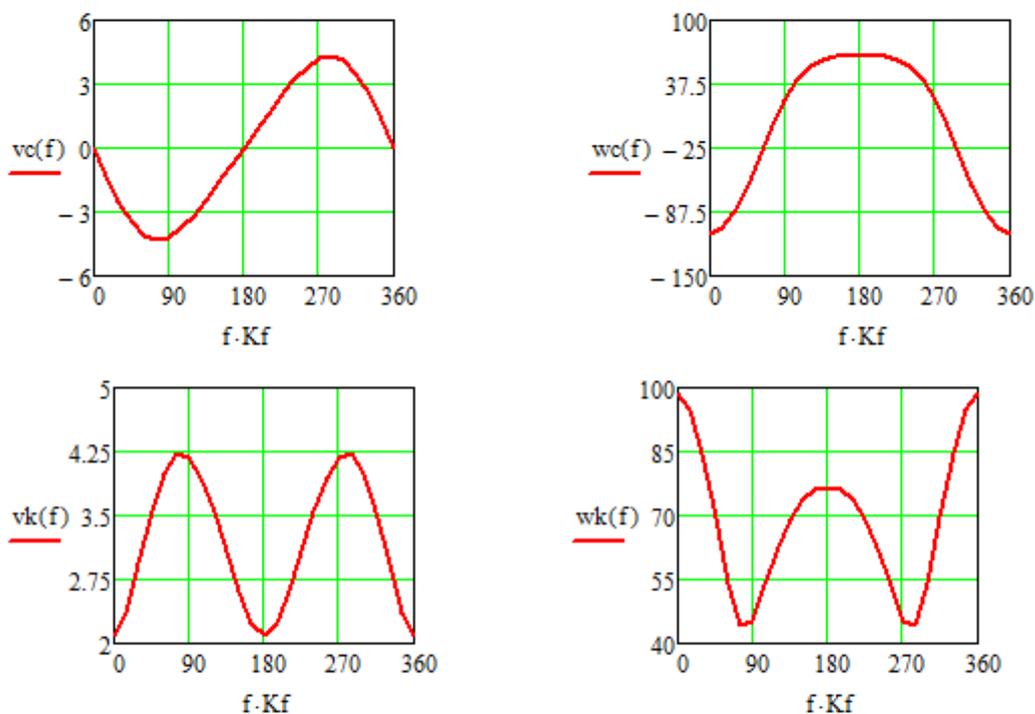
Точка "K"

$$v_k(f) := \omega_m \cdot \left(\frac{d}{df} x_k(f)\right) \quad v_{yk}(f) := \omega_m \cdot \left(\frac{d}{df} y_k(f)\right) \quad v_k(f) := \sqrt{v_{xk}(f)^2 + v_{yk}(f)^2}$$

Рис. 3 Построение аналитических выражений

$$w_{xk}(f) := \text{om} \cdot \left( \frac{d}{df} v_{xk}(f) \right) \quad w_{yk}(f) := \text{om} \cdot \left( \frac{d}{df} v_{yk}(f) \right) \quad w_k(f) := \sqrt{w_{xk}(f)^2 + w_{yk}(f)^2}$$

Графики зависимостей скоростей и ускорений точек "С" и "К" от угла  $f$



Траектория точки "К"

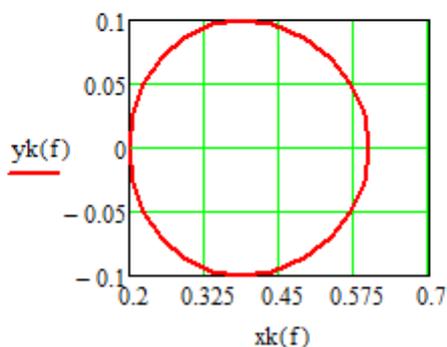


Рис. 4 Графики зависимостей скоростей и ускорений (продолжение)

Аналитический вид координат (законов движения):

$$x_B(\varphi) = ab \cdot \cos\varphi, \quad y_B(\varphi) = ab \cdot \sin\varphi - e; \quad x_C(\varphi) = x_B(\varphi) + bc \cdot \cos\beta(\varphi)$$

$$x_K(\varphi) = x_B(\varphi) + BK \cdot \cos\beta(\varphi), \quad y_K(\varphi) = y_B(\varphi) - BK \cdot \sin\beta(\varphi)$$

Аналитический вид скоростей и ускорений точек механизма:

$$v_B = ab \cdot \omega_0; \quad a_B = ab \cdot \omega_0^2;$$

$$v_c = \omega_0 \left( \frac{d}{d\varphi} x_c(\varphi) \right); a_c = \omega_0 \left( \frac{d}{d\varphi} x_c(\varphi) \right);$$

$$v_{xK}(\varphi) = \omega_0 \left( \frac{d}{d\varphi} x_K(\varphi) \right); v_{yK}(\varphi) = \omega_0 \left( \frac{d}{d\varphi} y_K(\varphi) \right); v_k = \sqrt{v_{xK}^2 + v_{yK}^2};$$

$$a_{xK}(\varphi) = \omega_0 \left( \frac{d}{d\varphi} v_{xK}(\varphi) \right); a_{yK}(\varphi) = \omega_0 \left( \frac{d}{d\varphi} v_{yK}(\varphi) \right); a_k = \sqrt{a_{xK}^2 + a_{yK}^2}.$$

Одна из компьютерных программ, разработанных профессором кафедры механики Гриценко Д.В., предназначена для исследования движений двойного математического маятника схема которого представлена на рис. 5. Данная программа, в основе которой лежат дифференциальные уравнения Лагранжа, позволяет поэкспериментировать с различными отношениями масс тел стержней и начальными углах, понаблюдать за движением двойного маятника при различных значениях масс, длин составляющих маятник стержней, начальных условий.

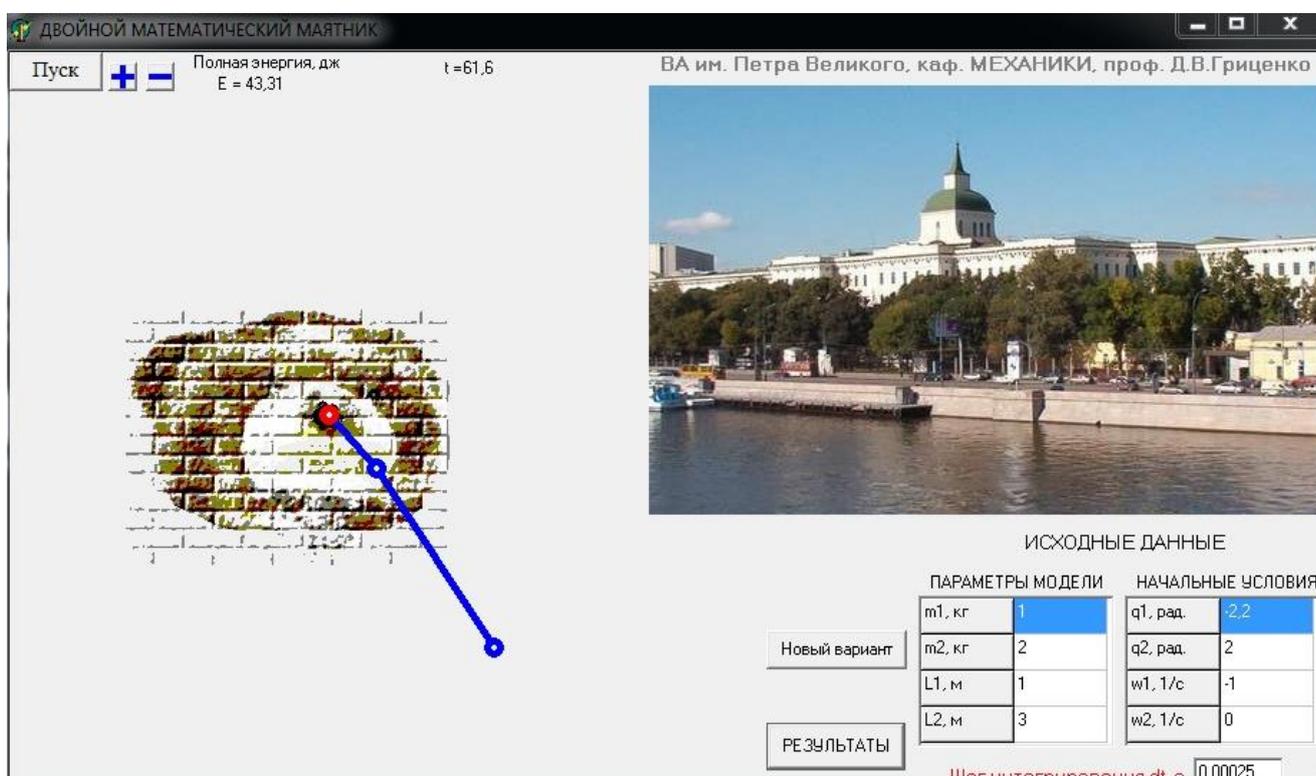


Рис. 5 Внешний вид программы для компьютерного исследования двойного математического маятника

В качестве примеры возможностей разработанной программы на рисунках 6-7 представлены результаты проведенного численного эксперимента.

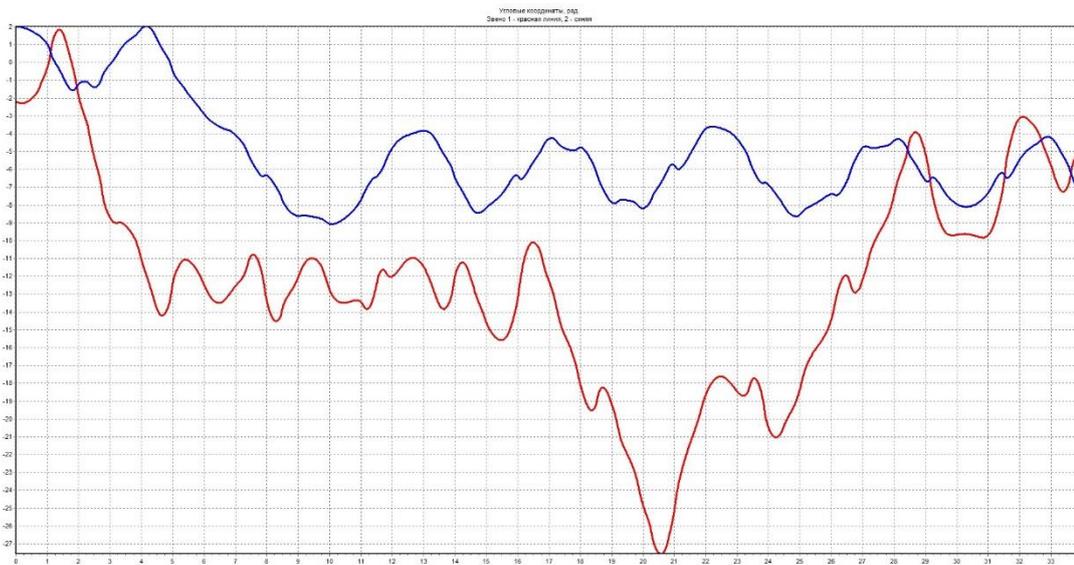


Рис. 6 График изменения угловых координат

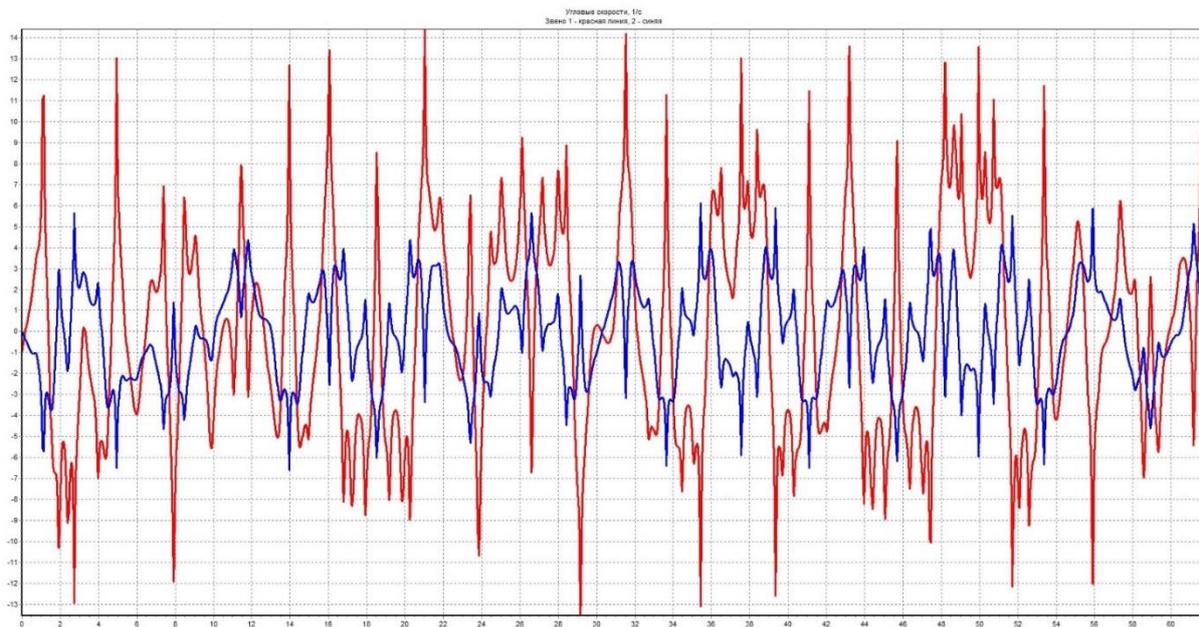


Рис. 7 График изменения угловых скоростей

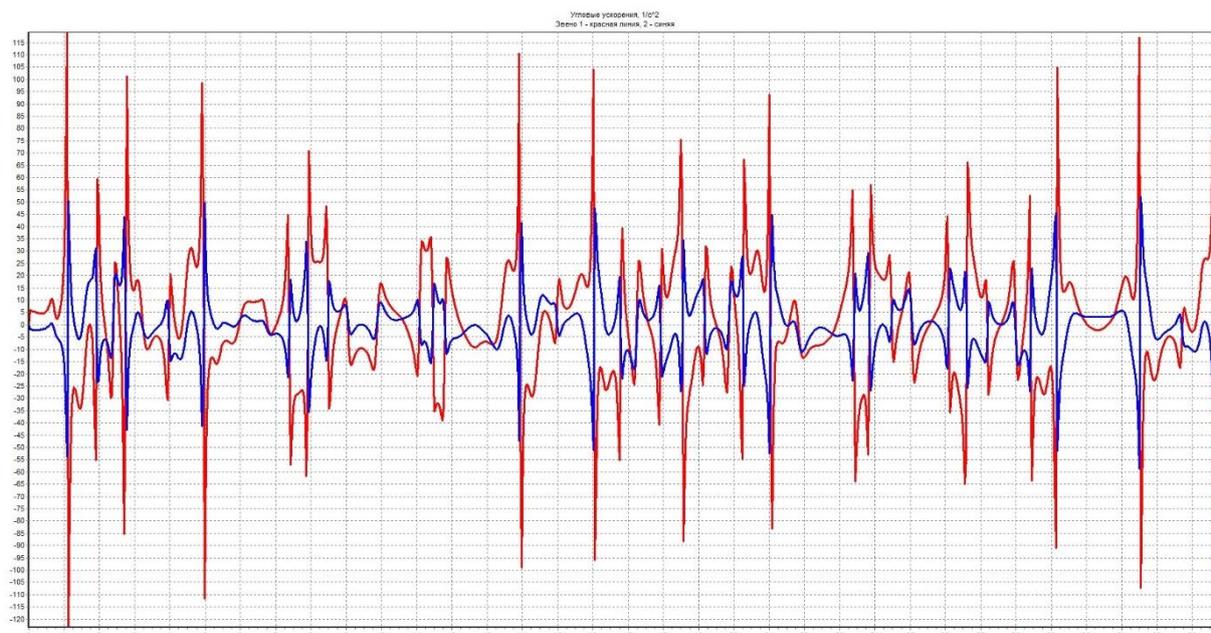


Рис. 8 График изменения угловых ускорений

Результаты численного моделирования были получены в графическом виде. Было отмечено, что малые колебания двойного маятника имеют периодический характер и описываются суммой двух гармоник с частотами  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  зависящими от параметров системы. Программа может служить учебным тренажёром и в качестве примера демонстрации форм колебаний двойного математического маятника при изучении указанной темы.

Использование компьютерных технологий, компьютерная визуализация результатов исследования, способствуют улучшению методики обучения теоретической механике, является использование новых средств, форм и методов обучения. Здесь, в первую очередь, имеется в виду обобщение передового опыта использования информационно-коммуникационных технологий в преподавательской деятельности. Методы передачи информации с помощью компьютерных технологий, а именно они и применяются в предлагаемых учебных моделях. Кроме того, доступность передачи этих знаний может обеспечиваться посредством компьютерной визуализации объектов, недоступных для непосредственного наблюдения.

## Библиографический список

1. Амелькин В. В. Дифференциальные уравнения в приложениях / В. В. Амелькин. – М.: Наука, 1987. – 160 с.
2. Бажанов В. Л., Гриценко Д. В., Копнов В. А Практикум по механике на КП. / В. Л. Бажанов, Д. В. Гриценко, В. А. Копнов. – М: ВА РВСН, 2005. – 60с.
3. Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Наука; Физматлит, 1997. – 320 с.
4. Буреева Н. Н., Любимов А. К., Шуваев Д. Н. Мехмат ННГУ: Традиции и современность фундаментального механико-математического образования // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Инновации в образовании. 2001. Вып.1 (2). С.112–117.

УДК 004.94

**С. В. Козлов<sup>1</sup>, Е. А. Тверской<sup>2</sup>**

Смоленский государственный университет, г. Смоленск

*svkozlov1981@yandex.ru<sup>1</sup>*

*Tverskoy.Egor@yandex.ru<sup>2</sup>*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ФИЗИКЕ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RYTHIA И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ ROOT

В статье рассматриваются возможности инструментариев Pythia<sup>8</sup> для моделирования взаимодействия элементарных частиц. В качестве компьютерного приложения для анализа обработки результатов экспериментов физики высоких энергий применяется пакет ROOT. Авторами предлагается рассмотреть пример моделирования взаимодействия двух сталкивающихся в коллайдере протонов с энергиями 7 ТэВ. Актуальность статьи обусловлена необходимостью осуществлять моделирование многоцветных тестовых исследований до реального запуска коллайдера ввиду высокой стоимости проведения экспериментов.

**Ключевые слова:** компьютерные технологии, ROOT, Pythia, физика частиц, элементарные частицы, коллайдер, ЦЕРН, моделирование, визуализация, гистограмма.

**S. V. Kozlov<sup>1</sup>, E. A. Tverskoy<sup>2</sup>**

Smolensk State University, Smolensk

*svkozlov1981@yandex.ru<sup>1</sup>*

*Tverskoy.Egor@yandex.ru<sup>2</sup>*

## MODELING INTERACTIONS IN HIGH ENERGY PHYSICS USING PYTHIA AND ANALYZING THE RESULTS IN THE SOFTWARE ENVIRONMENT ROOT

The article discusses the possibilities of the Pythia8 toolbox for modeling the interaction of elementary particles. The package ROOT is used as a computer application for the analysis of processing the results of high-energy physics experiments. The authors propose to consider an example of modeling the interaction of two collider-colliding protons with energies of 7 TeV. The relevance of the article is due to the need to simulate reusable test studies before the real start of the collider due to the high cost of conducting experiments.

**Keywords:** computer technology, ROOT, Pythia, particle physics, elementary particles, collider, CERN, modeling, visualization, histogram.

Моделирование в научных исследованиях начало использоваться уже на ранних этапах развития науки и постепенно стало стандартной процедурой в области научного познания мира [1, 2]. Естественным является желание «увидеть невидимое», заглянуть в протекающие физические явления, попытаться увидеть механизм, даже тогда, когда он скрыт от непосредственного восприятия [3, 4]. В настоящее время эту задачу успешно решают компьютерные технологии, а именно компьютерное моделирование [5, 6], причем во многих областях науки, не только в физике [7, 8]. Оно позволяет создать и провести «виртуальные» эксперименты, на основе компьютерной математической модели испытать или воспроизвести реальность [9, 10].

В современной научной практике экспериментальные исследования в физике высоких энергий наиболее часто представляют собой многократное измерение совокупности случайных процессов – взаимодействия частиц и прохождения их через детектор. Постановка и проведения экспериментов для получения новых знаний уже требует гораздо более сложных и дорогих установок, например, коллайдеров или синхротронов. Однако такие установки являются очень дорогостоящими и не общедоступными. В тоже время этого нельзя сказать про высокопроизводительные и недорогие компьютерные системы для моделирования физических процессов, и обработки результатов полученных данных [11, 12]. В этих системах можно рассчитать все возможные риски и предвидеть поведение

частиц в той или иной интересующей нас среде, попытаться предвосхитить результат срабатывания детектора, включая или выключая триггеры различных процессов.

Для выполнения подобных задач были разработаны и в последнее время модифицированы, и дополнены в соответствии с появлением новых компьютерных технологий [13] многофункциональные пакеты программ моделирования физических процессов. Например, такими являются программный комплекс ROOT, созданный в ЦЕРН – лаборатории физики высоких энергий, и программа моделирования процессов столкновения элементарных частиц при высоких энергиях на ускорителях методом Монте-Карло [14, 15] – PYTHIA.

ROOT – пакет объектно-ориентированных программ и библиотек, разработанных в Европейском центре ядерных исследований. Данный многофункциональный пакет программ ROOT был создан для анализа экспериментальных данных и их визуализации в физике высоких энергий. На стадии анализа ROOT позволяет выделить из массива данных только интересующие исследователя события. Тем самым это позволяет существенно упростить их обработку. Поэтому в настоящее время программное приложение ROOT является одним из самых популярных пакетов прикладных программ, использующихся в физических лабораториях всего мира. Компьютерное приложение ROOT было разработано в контексте эксперимента NA49 в ЦЕРНе. На его основе создаются решения для других экспериментов и установок, например, MPDROOT для коллайдера НИКА в Дубне.

Компьютерное приложение PYTHIA – программа для моделирования процессов столкновения элементарных частиц. Оно применяется в физике высоких энергий на ускорителях для элементарных частиц. Основой компьютерного математического моделирования служит метод Монте-Карло. Родоначальниками (создателями) Pythia считаются Ханс-Уно Бенгссон, Бо Андерсон, Гёст Густафсон университет г. Лунд, Швеция. Программный продукт Pythia в своей идеологии базируется на проверенных временем теоретических представлениях о взаимодействии элементарных частиц и экспериментальных данных, которые

задают границы свободных параметров имплементированных в коде моделей. Основные задачи, выполняемые программой, включают исследование экспериментальных данных и теоретической модели, разработку поисковых стратегий, интерпретацию экспериментальных данных, а также изучение работы детекторов. Таким образом, программный комплекс PYTHIA охватывает всю жизнь эксперимента, от его первоначальной концепции – идеи эксперимента до окончательного представления данных.

Подробно рассмотрим этапы запуска моделирования для исследования процессов взаимодействия элементарных частиц в компьютерных средах PYTHIA и ROOT. В данном случае генератор Pythia8 вызывается командным интерпретатором ROOT. Фактически генератор является плагином среды ROOT. Для работы в данном режиме, среда ROOT распространяемая, как в виде готового к работе релиза под операционными системами Linux/Windows, так и в виде исходного кода должна быть настроена или скомпилирована для использования генератора Pythia8.

Сам программный скрипт реализован в виде функции `void pythia82(Int_t nev = 1000, Int_t ndeb = 1)` не возвращающей значения (`void`) с двумя переменными `nev = 1000` (количество испытаний) и `ndeb = 1` – переменной счетчика.

Первая часть кода скрипта `pythia82.C` содержит необходимые процедуры инициализации переменных для работы Pythia8 в качестве плагина ROOT:

```
const char *p8dataenv = gSystem->Getenv("PYTHIA8DATA");
    if (!p8dataenv) { const char *p8env = gSystem->Getenv("PYTHIA8");
        if (!p8env) { Error ("pythia82.C", "Environment variable PYTHIA8 must
contain path to pythia directory!");
            return; }
        TString p8d = p8env;
        p8d += "/xmldoc";
        gSystem->Setenv ("PYTHIA8DATA", p8d); }
const char* path = gSystem->ExpandPathName ("${PYTHIA8DATA}");
```

```

    if (gSystem->AccessPathName(path)) { Error ("pythia8.C", "Environment
variable PYTHIA8DATA must contain path to $PYTHIA8/xmldoc directory!");
    return; }
    gSystem->Load("libEG");
    gSystem->Load("libEGPythia8");

```

Далее определяем набор физических процессов посредством «установки флага» в режим "HardQCD: all = on", таким образом, инициализируется процесс моделирования взаимодействия протона с протоном с энергией столкновения в системе центра масс 14 ТэВ:

```

// Configure
    pythia8->ReadString("HardQCD:all = on");
// Initialize
    pythia8->Initialize (2212 /* p */, 2212 /* p */, 14000. /* TeV */);

```

Запускается цикл моделирования для числа событий nev:

```

    for (Int_t iev = 0; iev < nev; iev++) { pythia8->GenerateEvent();
        if (iev < ndeb) pythia8->EventListing(); }

```

При этом листинг первого события выводится на экран. Построение гистограмм посредством создания экземпляра класса TCanvas и вызова метода Draw() для соответствующих гистограмм осуществляется следующим образом.

```

    { TCanvas* c1 = new TCanvas ("c1","Pythia8 test example, Et, theta ", 800,
800);
        c1->Divide(1, 2);
        c1->cd(1);
        ek->Draw();
        ek->SetXTitle("E_{total}, GeV");
        ek->SetYTitle("couts");
        c1->cd(2);
        pth->Draw();
        pth->SetXTitle("#theta, rad.");
        pth->SetYTitle("counts");

```

```

TCanvas* c2 = new TCanvas ("c2", "Pythia8 test example, Et, theta", 800, 800);
ekth->Draw();
ekth->SetTitle("E_{total}, GeV");
ekth->SetTitle("#theta, rad"); }

```

Результатом работы функции, с помощью которой реализовано было моделирование, а также обработка полученных данных является набор гистограмм. Они представлены на рисунках 1 и 2.

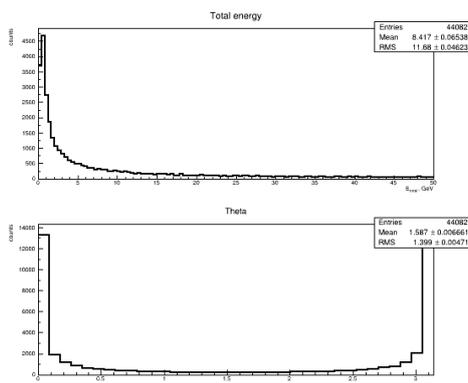


Рис. 1 Распределение пионов, сгенерированных в событиях  $p+p \rightarrow X$

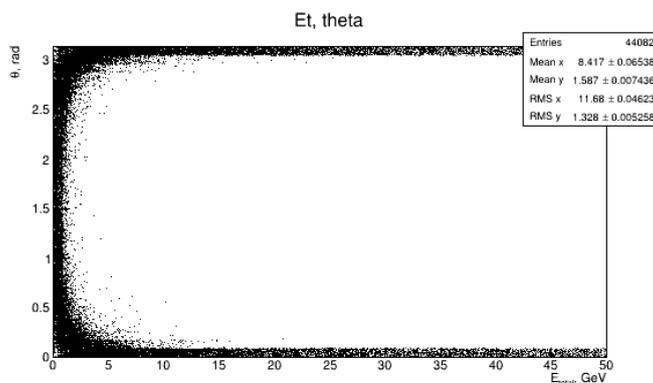


Рис. 2 Обработка результатов эксперимента в среде PYTHIA8

На рисунке 3 представлены 2D и 3D варианты демонстрирующие, что основную долю среди всех событий – 1000 испытаний – составляют пионы, вылетающие вблизи 0 и 180 градусов при энергии до 15 ГэВ.

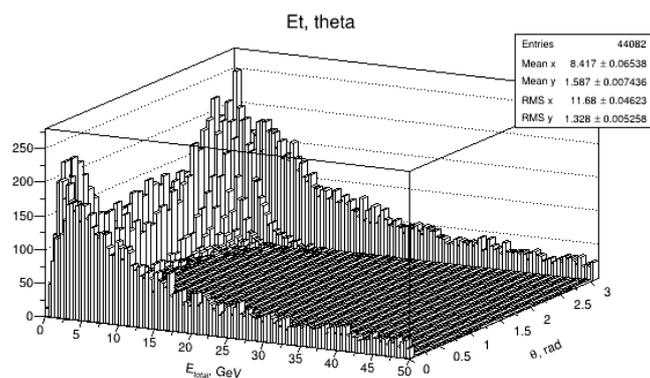


Рис. 3 Распределение заряженных пионов по переменным энергиям

Данный пример призван продемонстрировать идею моделирования в физике частиц с использованием Pythia8 совместно со средой для анализа данных ROOT. Перечень переменных, связанных со свойствами рожденных частиц, доступных для анализа, конечно, не ограничивается энергией и углом вылета. На основе первичных модельных данных могут быть оценены вторичные косвенные переменные. Например, может быть проведено сравнение выхода пионов разной зарядности или соотношение пионов и каонов.

Такого рода эксперименты помогают лучше понять природу физики высоких энергий. Они позволяют проводить физические испытания без использования дорогостоящих экспериментальных установок на коллайдере. При этом необходимо понимать, что освоение приемов работы в средах моделирования физических процессов требует полипредметных знаний [16]. Постановка эксперимента в программной среде предполагает, как владение предметом физических явлений, так и применение навыков работы с компьютерными приложениями. Без четкого понимания создания имитационной системы и определения параметров ее функционирования с помощью внутренних команд программы моделирования невозможно осуществление компьютерного эксперимента ни в одной области знаний [17, 18]. Это обуславливает необходимость получения еще при обучении в вузе, до работы в специализированных лабораториях, профессиональных умений работы с программными средами компьютерного моделирования [19, 20]. Именно в таком случае проведение экспериментальных исследований с использованием новейших достижений на стыке физики и информатики

будет носить прорывной характер, определяющий направление развитие наук в целом.

### **Библиографический список**

1. Киселева О. М. Готовность педагогов к применению методов математического моделирования в образовательном процессе / О. М. Киселева, А. А. Быков // Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 1 (20). С. 97.

2. Козлов С. В. Перспективы внедрения интеллектуальных цифровых технологий в процессы управления / С. В. Козлов // Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты: сборник статей Международной научно-практической конференции (г. Брянск, 30 ноября 2018 г.) [Электронный ресурс]. – Брянск: Брян. гос. инженерно-технол. ун-т, 2018. – С. 236–240.

3. Козин Р. Г. Математическое моделирование: примеры решения задач: учебно-методическое пособие / Р. Г. Козин. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 176 с.

4. Козлов С. В. Использование функциональных возможностей информационных систем в производственной сфере / С. В. Козлов // ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОРМАТИКА, ИННОВАЦИИ – 2017 (электроэнергетика, электротехника и теплоэнергетика, математическое моделирование и информационные технологии в производстве). Сборник трудов VII-ой Международной научно-технической конференции. – 2017. – В 3 т. Т 1. – С. 298–301.

5. Солодченкова Т. Б. Определение скорости седиментации аэрозольных частиц / Т. Б. Солодченкова, П. Н. Елисеева // Системы компьютерной математики и их приложения. – 2018. – № 19. – С. 326-331.

6. Козлов С. В. Использование алгебраических структур для моделирования процессов в сложных информационных системах / С. В. Козлов // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: сборник материалов IX Всероссийской конференции с международным участием. – Оренбург, 2019. – С. 436–440.

7. Киселева О. М. Использование математических методов для формализации элементов образовательного процесса / О. М. Киселева // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2013. № 2. – С. 51–57.

8. Быков А. А. Педагогические особенности организации самостоятельной работы студентов технических вузов при изучении курса экологии с использованием лабораторно-имитационного комплекса / А. А. Быков, Н. А. Скуратова, О. М. Киселева // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 6. – С. 248.

9. Козлов С. В. Использование соответствия Галуа для анализа данных в технических системах / С. В. Козлов // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения. Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием. В 2 частях. – 2019. – С. 136–143.

10. Козлов С. В. О внедрении этапа тестирования при разработке биоинформационной системы в итеративной модели / С. В. Козлов, Г. М. Григорьева // Фундаментальные научные исследования: сборник научных трудов по материалам XLII Международной научно-практической конференции. – Анапа, 2021. – С. 87–92.

11. Козлов С. В. Моделирование прохождения частиц через вещество в программной среде Geant4 / С. В. Козлов, С. С. Антонов // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: сборник материалов X Всероссийской конференции. – Оренбург, 2021. – С. 332–337.

12. Козлов С. В. Интеллектуальная система поддержки принятия решений «Advanced Tester» / С. В. Козлов // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: сборник материалов X Всероссийской конференции. – Оренбург, 2021. – С. 127–131.

13. Козлов С. В. О некоторых аспектах применения инвариантных методов функционального анализа данных в различных предметных областях / С. В. Козлов, И. А. Суин // Системы компьютерной математики и их приложения. – 2019. – № 20–1. – С. 199–205.

14. Подлипнов В. В. Моделирование взаимодействия электронного пучка с веществом методом Монте-Карло / В. В. Подлипнов, А. С. Шабека, А. В. Куприянов // Информационные технологии и нанотехнологии. – Самара, 2016. – С. 153–157.
15. Солодченкова Т. Б. Компьютерное приложение метода наименьших квадратов к лабораторному практикуму по физике / Т. Б. Солодченкова, А. А. Делов // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2019. – С. 122–126.
16. Козлов С. В. Особенности использования методов интеллектуального анализа данных в обучающих информационных системах / С. В. Козлов // International Journal of Open Information Technologies. – 2020. – Т. 8. № 7. – С. 29–39.
17. Козлов С. В. Цифровое моделирование процессов управления социально-экономическими системами с применением методов функционального анализа / С. В. Козлов // Вызовы цифровой экономики: итоги и новые тренды: сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции. – Брянск, 2019. – С. 233–239.
18. Козлов С. В. Применение соответствия Галуа для анализа данных в информационных системах / С. В. Козлов // Траектория науки. – 2016. – Т. 2. – № 3 (8). – С. 18.
19. Быков А. А. О применении элементов индивидуального обучения в дистанционной работе со студентами / А. А. Быков, О. М. Киселева // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 9. – С. 106–110.
20. Козлов С. В. Использование вспомогательных программных модулей в автоматизированных информационных системах поддержки учебного процесса / С. В. Козлов // Сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции «Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии». – Оренбург, 2017. – С. 235–239.

**В. И. Копотилов**

Тюменское высшее военно-инженерное командное училище  
имени маршала инженерных войск А. И. Прошлякова, г. Тюмень  
*vikopotilov@mail.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ СИЛ НА ДВИЖЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

В статье даётся систематизированный обзор взглядов, излагаемых в научной и учебной литературе относительно влияния внешних и внутренних сил на покой и движение механических систем. При этом доминирующим является положение, согласно которому причиной изменения состояния центра масс системы могут быть только внешние силы. Вместе с тем, в ряде работ утверждается, что положение о независимости движения центра масс механической системы от внутренних сил в общем случае неверно.

**Ключевые слова:** механическая система, внутренние силы, внешние силы, реакции связей, теорема об изменении количества движения системы, теорема о движении центра масс, теорема об изменении кинетического момента системы.

**V. I. Kopotilov**

Tyumen Higher Military Engineering Command School  
named after Marshal of Engineering Troops A. I. Proshlyakov, Tyumen  
*vikopotilov@mail.ru*

## **INFLUENCE OF EXTERNAL AND INTERNAL FORCES ON THE PROCESS OF MECHANICAL SYSTEMS**

The article provides a systematic review of the views expressed in scientific and educational literature on the influence of external and internal forces on the rest and movement of mechanical systems. At the same time, the dominant position is that only external forces can be the cause of a change in the state of the center of mass of the system. However, in a number of works it is stated that the position about the independence of the motion of the center of mass of a mechanical system from internal forces is generally incorrect.

**Keywords:** mechanical system, internal forces, external forces, reaction of constraints, the theorem about the change in the momentum of the system, the theorem about the motion of the center of mass, the theorem about the change in the angular momentum of the system.

Когда рассматривают нарушение покоя и переход механической системы в движение либо изменение режима движения, то отмечают исключительную роль внешних сил, которые расценивают как непосредственную причину этих изменений.

Такой взгляд на причины изменения состояния механических систем идёт ещё от И. Ньютона и Ж. Даламбера.

И. Ньютон в своём труде «Математические начала натуральной философии», писал, что «Центр тяжести системы двух или нескольких тел от взаимодействия тел друг на друга не изменяет ни своего состояния покоя, ни движения; поэтому центр тяжести всех действующих друг на друга тел (при отсутствии внешних воздействий и препятствий) или находится в покое, или движется равномерно и прямолинейно» [1, с. 47].

Ж. Даламбер во введении к своему трактату «Traite de dynamique» (1743) отмечал, что «... никакое тело не может сообщить движение самому себе. Оно может быть выведено из состояния покоя только в результате действия какой-либо внешней причины» [2, с. 20]. При этом «Состояние движения или покоя центра тяжести нескольких тел несколько не меняется от взаимного действия этих тел друг на друга, если только система совершенно свободна» [2, с. 120]. Таким образом, и И. Ньютон и Ж. Даламбер утверждали, что изменение состояния центра масс замкнутой или совершенно свободной механической системы за счёт действия внутренних сил невозможно; это могут сделать только внешние силы.

Однако, со временем подобный взгляд на роль внешних и внутренних сил, несмотря на важные оговорки, сделанные И. Ньютоном и Ж. Даламбером, был перенесён на все другие типы механических систем, т.е. без должного учёта их специфики. Так, например, австрийский физик и философ-идеалист XIX века Э. Мах в своём труде «Механика. Историко-критический очерк её развития» (1883 г.), рассматривая действие внутренних и внешних сил, уже без всякого учёта типа механической системы отмечал, что «количество движения определяется ... *только внешними силами*» [3, с. 262]. Точно такой же вывод делает автор и в отношении движения центра масс всех механических систем.

Между тем, уже во второй половине XIX века в сферу интересов механики попадают и механические системы неклассического типа (имеющие внутренний

источник энергии), т.е. транспортные машины (паровозы, автомобили) и животные. Однако, укоренившиеся представления об исключительности внешних сил без всякого критического осмысления были механически перенесены и на эти системы. Такой же взгляд на причины движения неклассических систем господствует и ныне, что находит своё отражение в трудах различных учёных и учебной литературе. Приведём конкретные примеры.

Анализируя движения центра масс механической системы, Г. Голдстейн, выпустивший в Кембридже в 1950 году углублённый курс классической механики, по-прежнему утверждает, что «внутренние силы никакого влияния на движение центра масс не оказывают» [4, с. 16].

Другой механик, Р. Халфман, автор широко известной книги «Динамика», отмечает, что внутренние силы взаимно исключают друг друга, поэтому «при суммировании всех сил, действующих на механическую систему, остаются только внешние силы». Исходя из этого Р. Халфман заключает, «что движение системы в целом определяется действием внешних сил» [5, с.137].

Таковую же оценку внешним и внутренним силам выносят в учебниках по теоретической механике и физике и многие отечественные учёные.

Так, например, Г. К. Суслов, учитывая, что главный вектор активных внутренних сил  $\vec{F}^{(i)}$  и главный момент этих сил  $\vec{L}_O^{(i)}$  относительно произвольного центра  $O$  формально равны нулю, приходит к выводу, что «производная по времени от количества движения системы равна сумме главного вектора активных внешних сил и главного вектора реакций» [6, с. 304]:

$$\vec{\dot{K}} = \vec{F}^{(e)} + \vec{R}, \quad (1)$$

где  $\vec{K}$  – количество движения системы;  $\vec{F}^{(e)}$  – главный вектор активных внешних сил;  $\vec{R}$  – главный вектор всех реакций.

При этом, добавляет автор, «Если внутренние связи рассматриваемой системы идеальны, то производная от количества движения равна сумме внешних активных и пассивных сил (реакций)» [6, с. 304]:

$$\vec{K} = \vec{F}^{(e)} + \vec{R}^{(e)}. \quad (2)$$

Фриш С. Э. и Тиморева А. В. в учебнике по физике для университетов утверждают, что «Под влиянием внутренних сил система не может изменить своего полного количества движения. Под влиянием внутренних сил могут лишь прийти в движение отдельные части относительно друг друга. Например, паровоз под влиянием лишь сил, действующих со стороны пара на поршень, не может прийти в целом в движение; он приходит в движение от того, что появляется *внешняя сила* в виде силы трения между колёсами и рельсами. Сила, возникающая благодаря трению и приложенная к колёсам, сдвигает паровоз» [7, с. 63].

Воронков И. М., автор учебника по теоретической механике для вузов, исходя из нулевого значения главного вектора внутренних сил, безотносительно к типу механической системы заключает, что «внутренние силы не влияют на движение центра масс системы» [8, с. 480].

Такой же вывод делает и Н. Ф. Сахарный, который полагает, «что внутренние силы механической системы не оказывают никакого влияния на движение центра масс» [9, с. 580].

Тоже самое утверждается в учебниках Г. Н. Савина, Н. А. Кильчевского, Т. В. Путьяты и Б. Н. Франдлина [10, 11], учебных пособиях В. А. Диевского [12], Н. В. Александрова и А. Я. Яшкина [13], а также ряде других подобных изданий.

Несколько иная точка зрения присутствует в учебниках Старжинского В. М. [14], С. В. Болотина, А. В. Карапетяна, Е. И. Кугушева и Д. В. Трещева [15], также учебном пособии В. В. Петкевича [16].

Старжинский В. М., соглашаясь с тем, что «внутренние силы не могут изменить движение центра масс системы» [14, с. 342], относит его не ко всем, а

только к механическим системам с идеальными внешними связями, при которых, как известно, продольные реакции (внешние силы трения) отсутствуют. При этом автор следующим образом сформулирует теорему об изменении количества движения [14, с. 341]: *«Если система может перемещаться поступательно вдоль какой-нибудь оси, то приращение проекции количества движения системы на эту ось равно импульсу проекции главного вектора внешних активных сил на эту же ось за рассматриваемый промежуток времени»*

$$Q_x(t) - Q_x(0) = \int_0^t R_x^e dt, \quad (3)$$

где  $R_x^e$  – проекция главного вектора активных внешних сил на ось  $Ox$ ;  
 $Q_x(t)$  и  $Q_x(0)$  – проекция вектора количества движения системы на ось  $Ox$  в конечный и начальный моменты времени.

Исходя из выше приведённой теоремы и полагая поступательный характер движения, автор выводит и теорему о движении центра масс системы [14, с. 341-342]: *«Если среди возможных перемещений системы имеется поступательное параллельно оси  $Ox$ , то центр масс в этом направлении движется как точка с массой  $M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$ , к которой приложена сила, равная сумме составляющих внешних активных сил по этому направлению:*

$$M \frac{dV_x^C}{dt} = R_x^e \text{ »}, \quad (4)$$

где  $V_x^C = dx_C / dt$  – проекция вектора скорости центра масс на ось  $Ox$ .

Требование идеальности внешних связей механической системы оговаривают также С. В. Болотин, А. В. Карапетян, Е. И. Кугушев и Д. В. Трещев, которые следующим образом формулируют теорему об изменении количества её движения [15, с.115]:

*«Пусть связи, наложенные на систему, идеальны и в каждый момент времени допускают поступательное перемещение системы как твёрдого тела*

вдоль фиксированного направления  $\vec{a}$ . Тогда скорость изменения импульса системы в проекции на это направление равна сумме внешних заданных сил в проекции на это же направление:

$$\dot{P}_e = F_e^{\text{внеш}} \rangle, \quad (5)$$

где  $\dot{P}_e$  – производная по времени от проекции вектора импульса механической системы на заданное направление  $\vec{a}$ ;  $F_e^{\text{внеш}}$  – сумма проекций внешних заданных сил, воздействующих на систему, на заданное направление  $\vec{a}$ .

Требование идеальности связей механической системы авторы относят и к теореме об изменении момента количества движения [15, с.116]:

*«Пусть связи, наложенные на систему, идеальны и в каждый момент времени допускают поворот всех точек системы как твёрдого тела вокруг оси  $l$ , неподвижной в абсолютном пространстве. Тогда скорость изменения кинетического момента относительно этой оси равна сумме моментов внешних заданных сил относительно этой оси:*

$$\dot{K}_e = M_l^{\text{внеш}} \rangle, \quad (6)$$

где  $\dot{K}_e$  – производная по времени от кинетического момента системы относительно оси  $l$ ;  $M_l^{\text{внеш}}$  – сумма моментов внешних сил, воздействующих на механическую систему, относительно оси  $l$ .

Подобные формулировки, также данные для механических систем с идеальными внешними связями, можно найти и у В. В. Петкевича [16].

Таким образом, В. М. Старжинский [14], С. В. Болотин [15] и В. В. Петкевич [16], все силы, которые вызывают движение центра масс механической системы, изменяют количество её движения или её кинетический момент, также сводят к внешним силам, но распространяют это положение только на механи-

ческие системы с идеальными связями. При этом авторы не говорят ничего конкретного о том, возможно ли движение системы за счёт действия внутренних сил, в частности активных, если внешние связи при этом не идеальны, или же за счёт непосредственного воздействия реакций внешних связей, образующихся под влиянием активных внутренних усилий.

Однако, положение об исключительной роли внешних сил в изменении состояния механической системы разделяют всё-таки не все учёные-механики.

Авторы ряда работ по теоретической механике, признавая, что источником изменения количества движения или ускорения центра масс механической системы являются непосредственно внешние силы, дают понять [17–20], а некоторые из них [21–29] прямо заявляют, что внутренние силы всё-таки оказывают косвенное влияние на движение системы, поскольку они в той или иной мере определяют те внешние силы, которые и становятся непосредственной причиной изменения динамических характеристик механической системы.

Так, например, В. Г. Невзглядов, соглашаясь с тем, что внутренние силы не влияют на движение центра инерции системы, вместе с тем, подчёркивает, что это положение «... верно лишь для замкнутой системы, т.е. при отсутствии внешних сил» [21, с.137]. Автор указывает, что «При наличии же внешних сил .... внутренние силы могут непосредственно изменять ... внешнюю силу и ... влиять на движение центра инерции» [21, с.137–138].

Косвенное влияние внутренних сил на движение механических систем признаёт и Н. В. Бухгольц. Он приводит пример с человеком, который из-за отсутствия продольных внешних сил (сил трения) не может перемещаться по абсолютно гладкой поверхности. Однако, «Если же плоскость шероховатая, то при скольжении развивается сила трения, направленная вперёд и являющаяся внешней силой, делающим возможным движение. Под действием одних внутренних мускульных сил человек не может переместить свой центр тяжести» [22, с. 28]. Таким образом, Н. В. Бухгольц, полагая, что движение механической системы (т.е. человека) происходит непосредственно за счёт внешних сил трения, отме-

чает и косвенное влияние внутренних мышечных сил самого человека, при отсутствии которых не было бы и внешних сил трения, которые автор считает при этом движущими.

Такой же взгляд на роль внутренних сил присущ Н. В. Бутенину, Я. Л. Лунцу и Д. Р. Меркину, которые утверждают [23, с. 396], что «Внутренние силы непосредственно не влияют на изменение количества движения материальной системы», но они «... могут оказать косвенное влияние через внешние силы». Авторы подкрепляют этот тезис следующим примером [23, с. 396]: «... движение автомобиля осуществляется с помощью внешних сил трения скольжения, которые возникают между полотном дороги и ведущими колесами автомобиля...». При этом, добавляют авторы, «Эти внешние силы трения возникают за счёт внутренних сил, создающих вращающий момент на оси ведущих колёс, и наличия шероховатой связи (дороги)».

Косвенную роль внутренних сил подчёркивает и М. М. Гернет, который в учебнике по теоретической механике отмечает, что «... внутренние силы лишь заставляют точки данной системы воздействовать на окружающие материальные тела, отчего возникают внешние силы, создающие движение центра масс. Так, человек силой своих мышц (внутренней силой) отталкивается ногами от дороги, отчего в точках соприкосновения подошв с дорогой возникает сила трения (внешняя для человека), направленная в сторону его движения и позволяющая передвигаться всей системе (человеку). Конечно, эта сила зависит от внутренних сил человека, но она является внешней силой, и человек не мог бы идти по поверхности без трения. Ни один силач не может силой своих мышц поднять себя за волосы над Землей. Пароход развивает пары, чтобы быстрее вращать гребной винт и лучше отталкиваться им от воды. Давления воды на гребной винт является внешней силой для парохода. Никакое давление пара (внутренняя сила) не создавало бы движение парохода, если бы не было гребного винта или воды, взаимодействие которых создаёт силу тяги, являющуюся внешней силой для парохода» [24, с. 300-301].

Рассуждения о роли внутренних сил в процессе движения механической системы можно найти в весьма объёмном руководстве по теоретической механике итальянских учёных Т. Леви-Чивита и У. Амальди [25].

Так в 1-ой части 2-го тома указанного издания авторы, иллюстрируя проявление теоремы о движении центра механической системы на примере полёта птицы в безвоздушном пространстве, утверждают, что «никакие мускульные усилия не в состоянии изменить траекторию движения центра тяжести; ... и центр тяжести будет описывать параболу, определяемую действием только силы тяжести» [25, с. 258]. Однако, если птица находится в воздухе, то её полёт возможен, т.к. крылья оказывают воздействие на воздух и при этом образуются внешние силы, т.е. в этом случае осуществляется «внешнее *воздействие* на рассматриваемую систему», что, по мнению авторов, и обеспечивает полёт птицы.

Значительное внимание влиянию внутренних сил на движение механических систем уделяют В. Г. Веретенников и В. А. Сеницын [30]. Авторы отмечают, «что *непосредственно* одними только внутренними силами нельзя изменить главный вектор количества движения. Опосредованное же влияние внутренних сил на изменение количества движения и на движение центра масс может происходить различными путями. Так, за счёт внутренних сил может измениться относительное положение материальных точек, что приведёт к изменению (появлению) внешнего воздействия в виде:

- поля (гравитационного, электромагнитного и т.д.);
- реакций ограничений (внешних связей, сервосвязей и т.д.);
- взаимодействия со средой, в которой происходит движение (газом, жидкостью и т.д.).

Возможно также комбинированное влияние перечисленных факторов либо их сочетание с какими-то другими (например, с изменением состава механической системы)» [30, с. 165].

Наиболее ясно, почему внутренние силы могут влиять на движение механических систем, объясняет проф. Я. Л. Геронимус [31], который указывает на одно важное обстоятельство: «хотя силы, с которыми действуют друг на друга

две материальные частицы, направлены по одной прямой в противоположные стороны и равны по модулю, тем не менее эти силы *не уравниваются* друг с другом и *не могут быть отброшены* – это верно только в том частом случае, когда обе точки принадлежат одному твёрдому телу. В общем же случае верно лишь то, что равна нулю геометрическая сумма этих двух сил и геометрическая сумма их векторных моментов относительно любого центра» [31, с. 20]. Это обстоятельство позволяет Я. Л. Геронимусу утверждать, что положение о независимости движения центра масс механической системы от внутренних сил «в общем случае ... неверно» [31, с. 139]. Вместе с тем, заявляя о возможном воздействии внутренних сил на движение центра масс, автор всё сводит опять-таки к их опосредованному влиянию через внешние силы.

Подводя итог, можно сделать три главных вывода:

1. Из-за формального равенства нулю главного вектора и главного момента внутренних сил, их, как правило, исключают из уравнений, выражающих основные теоремы динамики, на основании чего почти во всех учебниках по теоретической механике делается вывод о том, что изменять состояние центра масс, количество и момент количества движения всех механических систем непосредственным образом могут только внешние силы.

2. Возможность влияния внутренних сил на состояние механических систем в литературе оценивают по-разному. В большинстве источников отрицается возможность какого-либо воздействия внутренних сил на состояние системы, в ряде других на этот счёт вообще нет никаких конкретных суждений и лишь в некоторых допускается возможность влияния внутренних сил, но только лишь опосредовано, т.е. через их воздействие на внешние силы.

3. Желая подтвердить примат внешних сил, во многих учебниках, вопреки теореме об изменении кинетической энергии, движение даже таких систем (транспортных машин, человек и животные), которые имеют источники активных внутренних сил в виде ДВС (транспортные машины) или мышечной системы (человек и животные) и передвигаются самостоятельно в отсутствии ак-

тивных внешних сил, пытаются объяснить действием продольных реакций опорной среды, хотя такие силы, являясь пассивными, не могут совершать положительной работы и быть источником приращения кинетической энергии, следовательно, и выступать в качестве движущих сил механической системы.

### Библиографический список

1. Ньютон Исаак. Математические основы натуральной философии. Перевод с латинского и комментарии А. Н. Крылова. – М.: Наука, 1989. – 688 с. (Серия «Классики науки»).
2. Даламбер Ж. Динамика. Перевод с франц.- Новокузнецк: ИО НФМИ, 2000. – 336 с.
3. Мах Э. Механика. Историко-критический очерк её развития. –Перевод с немецк.. – Ижевск: «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. - 456 с.
4. Голдстейн Г. Классическая механика. Монография. Перевод с англ. – М.: Наука. Глав.ред. физ.-мат. лит-ры, 1975. – 416 с.
5. Халфман Р. Динамика. Перев. с англ.. – М.: Наука, 1972. – 568 с.
6. Суслов Г.К. Основы аналитической механики. Учебник для университетов. Изд. 4-е. – М.: ЛЕНАНД, 2020. – 672 с.
7. Фриш С.Э. Курс общей физики. Том 1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. Учебник для университетов / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. – М.: Физматиздат, 1962. – 466 с.
8. Воронков И.М. Курс теоретической механики. – М.: Наука, 1964.- 596 с.
9. Сахарный Н.Ф. Курс теоретической механики. Учебное пособие для втузов. – М.: Высшая школа, 1964. – 845 с.
10. Савин Г.Н. Теоретическая механика. Учебник для ВУЗов. / Г.Н. Савин, Н.А. Кильчевский, Т.В. Путята. 2-е изд., перераб. и доп. - Киев: Гостехиздат УССР, 1963. – 610 с.
11. Савин Г.Н. Курс теоретической механики. Учебник / Г.Н. Савин, Т.В. Путята, Б.Н. Фрадлин. – Киев: «Вища школа», 1973. – 360 с.
12. Диевский В.А. Теоретическая механика: Учебное пособие. – СПб: «Лань», 2005. – 320 с.

13. Александров Н.В. Курс общей физики. Механика. Учебное пособие / Н.В. Александров, А.Я. Яшкин. – М.: Просвещение, 1978. – 416 с.
14. Старжинский В.М. Теоретическая механика. Учебник: Краткий курс по полной программе втузов. – М.: Наука, 1980. - 464 с.
15. Болотин С.В. Теоретическая механика. Учебник / С.В.Болотин А.В. Карапетян, Е.И.Кугушев, Д.В.Трещев. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 432 с.
16. Петкевич В. В. Теоретическая механика. Учебное пособие для университетов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1981. – 496 с
17. Горбач Н. И. Теоретическая механика. Динамика: Учебное пособие для вузов. – Минск: Вышэйшая школа, 2010. – 320 с.
18. Денисов Ю. В. Теоретическая механика. Учебник. / Ю. В. Денисов, Н. А. Клиньских. – Екатеринбург: УРФУ, 2013. - 474 с.
19. Некрасов А. И. Курс теоретической механики. Том. II. Динамика. Изд. 2-е. Учебник для Вузов. – М.: Гостехиздат, 1953. – 503 с.
20. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. Учебник для втузов. – М.: Высшая школа, 2004 . – 416 с.
21. Невзглядов В. Г. Теоретическая механика. – М.: Физматиздат, 1959. – 584 с.
22. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики. Ч.2. Динамика системы материальных точек. Учебник для вузов. – М.: Наука, 1969. – 332 с.
23. Бутенин Н. В. Курс теоретической механики. Учебное пособие для втузов / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. В 2-х томах. 10-е изд., стер.– СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 736 с.
24. Гернет М. М. Курс теоретической механики: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1973. – 464 с.
25. Леви-Чивита Т. Курс теоретической механики, т. 2. Динамика систем с конечным числом степеней свободы, ч. 1 / Т. Леви-Чивита, У. Амальди. Перевод с итальян. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1951. – 435 с.

26. Беленький И.М. О косвенном влиянии внутренних сил на движение центра масс системы // Сб. научно-методических статей по теоретической механике. Вып. 16. – М.: Высшая школа, 1985. – с. 14–22.

27. Ворович И.И. Лекции по динамике Ньютона. Современный взгляд на механику Ньютона и её развитие. В 2-х ч. Ч.2. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 604 с.

28. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2003. – 719 с.

29. Ольховский И. И. Курс теоретической механики для физиков. Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 575 с.

30. Веретенников В. Г. Теоретическая механика (дополнения к общим разделам) / В. Г. Веретенников, В. А. Сеницын. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 416 с.

31. Геронимус Я. Л. Теоретическая механика (очерки об основных положениях). – М.: Наука. Глав. ред. физ-мат. лит-ры, 1973. – 512 с.

УДК 552.577; 628.3

**А. В. Свиридов<sup>1</sup>, А. П. Кебец<sup>2</sup>, Н. М. Кебец<sup>3</sup>, В. А. Сергеев<sup>4</sup>**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С. К. Тимошенко, г. Кострома

*avsviridov@mail.ru<sup>1</sup>*

*kebec01@mail.ru<sup>2</sup>*

*kebec01@mail.ru<sup>3</sup>*

*sergeev.vadick2012@yandex.ru<sup>4</sup>*

## **ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ГУМИНОВЫМИ СОРБЕНТАМИ**

В статье приводятся результаты экспериментальной работы по получению органо-минеральных сорбентов ионов тяжелых металлов для очистки производственных сточных вод. Сорбенты получены на основе торфа, жидкого стекла и кремнегеля, являющегося многотоннажным отходом производства фторида алюминия. В работе изучена сорбция ионов меди(II) и железа(III) полученными сорбентами из модельных растворов солей этих металлов. Концентрации солей металлов выбраны исходя из содержания ионов металлов в сточных водах промышленных предприятий. Изучены зависимости удельной адсорбции ионов меди(II) и железа(III) от их начальных концентраций. Установлено, что удельная адсорбция ионов металлов растет с увеличением их начальных концентраций.

**Ключевые слова:** сорбенты; ионы тяжелых металлов; торф; концентрация; сточные воды.

**A. V. Sviridov<sup>1</sup>, A. P. Kebets<sup>2</sup>, N. M. Kebets<sup>3</sup>, V. A. Sergeev<sup>4</sup>**  
Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S. K. Timoshenko, Kostroma  
*avsviridov@mail.ru<sup>1</sup>*  
*kebec01@mail.ru<sup>2</sup>*  
*kebec01@mail.ru<sup>3</sup>*  
*sergeev.vadick2012@yandex.ru<sup>4</sup>*

## **STUDY OF HEAVY METAL IONS SORPTION BY HUMIC SORBENTS**

The article presents the results of experimental work on obtaining organic-mineral sorbents of heavy metal ions for treatment of industrial wastewater. The sorbents were produced on the basis of peat, liquid glass and silica gel, which is a multi-tonnage waste of aluminum fluoride production. In this work the sorption of copper(II) and iron(III) ions by the obtained sorbents from the model solutions of salts of these metals was studied. The concentrations of metal salts were selected on the basis of the content of metal ions in the waste water of industrial enterprises. The dependences of the specific adsorption of copper(II) and iron(III) ions on their initial concentrations were studied. It was found that the specific adsorption of metal ions increases with increasing their initial concentrations.

**Keywords:** sorbents; heavy metal ions; peat; concentration; wastewater.

Постоянное увеличение потребления металлов во всех сферах человеческой деятельности ведет к образованию большого количества металлосодержащих производственных сточных вод, особенно в процессах химической, электрохимической, а также отдельных видов механической обработки металлов и их сплавов. Общий объем сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты России, составляет более  $6 \cdot 10^{10}$  м<sup>3</sup>, из них неочищенных и сильно загрязненных  $2,2 \cdot 10^{10}$  м<sup>3</sup>. Только гальваническими производствами ежегодно потребляется не менее  $2 \cdot 10^9$  м<sup>3</sup> воды, на них образуется около 80 млн т гальванических шламов [1]. Поэтому загрязнение гидросферы соединениями тяжелых металлов в последние десятилетия становится одной из глобальных экологических проблем [2, 3]. Тяжелые металлы являются тиоловыми ядами, взаимодействующими с белками живых организмов и нарушающими их функции, что ведет к тяжелым отравлениям. Одним из эффективных методов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов является их извлечение с применением адсорбентов различной химической природы [4,

В настоящее время большой интерес представляет разработка комбинированных органо-минеральных сорбентов. Среди них перспективны органо-кремнеземные, сочетающие в себе сорбционные свойства кремнезема и органических компонентов. На поверхности кремнезёма обычно имеются активные гидроксильные группы, которые могут взаимодействовать с катионами металлов, вплоть до образования ковалентной связи. Кроме того, с участием этих групп и многозарядных ионов возможно образование хелатов. В данной работе для получения сорбентов в качестве кремнеземсодержащего компонента использовали кремнегель, являющийся многотоннажным отходом производства фторида алюминия. Кремнегель является высокодисперсным отходом, состоящим, в основном, из аморфного диоксида кремния. В качестве органического компонента сорбентов применяли торф, способный взаимодействовать с ионами металлов благодаря его гуминовым кислотам с активными функциональными группами.

На спектрометре Avatar 360 FT-IR ESP был снят ИК-спектр кремнегеля, представленный на рис.1. Полосы поглощения в областях  $800\text{--}900\text{ см}^{-1}$ ,  $3400\text{--}3600\text{ см}^{-1}$  свидетельствуют о наличии свободных гидроксильных групп на поверхности кремнегеля. Полоса поглощения в области  $1000\text{--}1100\text{ см}^{-1}$  соответствует SiO связи. Гидроксильные группы поверхности кремнегеля могут взаимодействовать с активными функциональными группами гуминовых кислот торфа при получении органо-минерального сорбента.

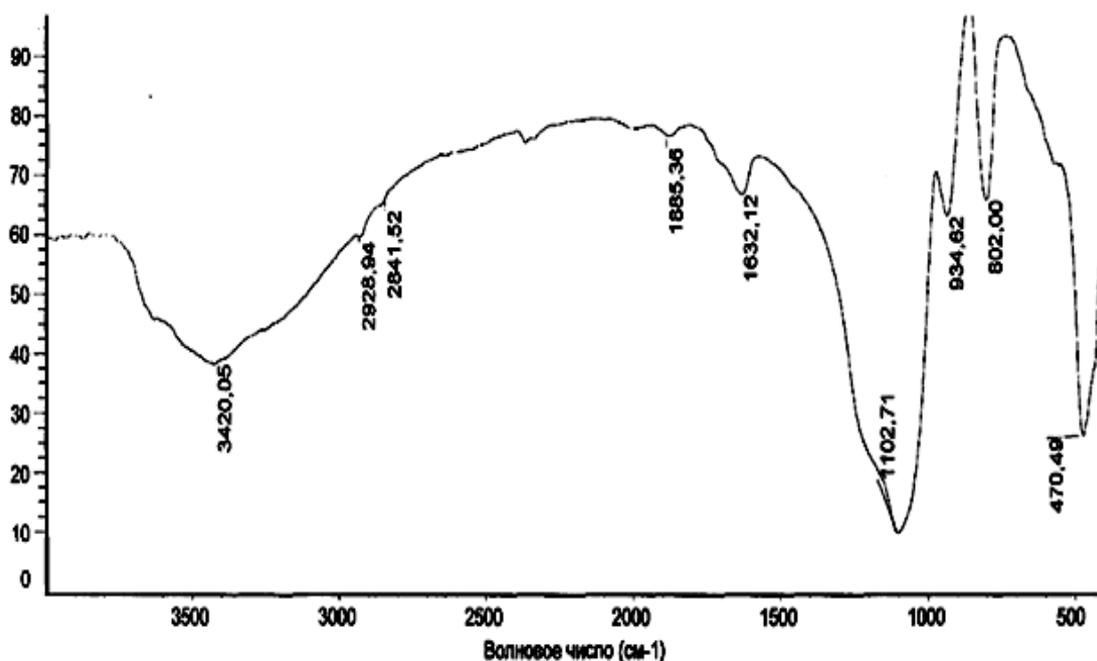


Рис. 1 ИК-спектр образца кремнегеля

Полосы поглощения в областях 800–900 см<sup>-1</sup>, 3400–3500 см<sup>-1</sup> свидетельствуют о наличии свободных гидроксильных групп на поверхности кремнегеля. Полоса поглощения в области 1000-1100 см<sup>-1</sup> соответствует SiO связи. Гидроксильные группы поверхности кремнегеля могут взаимодействовать с активными функциональными группами гуминовых кислот торфа при получении органо-минерального сорбента.

В работе на основе кремнегеля и торфа, были получены 2 сорбента, один из которых обрабатывали жидким стеклом, полученным в нашей лаборатории из кремнегеля (сорбент 2) и на производстве (сорбент 1). Затем была изучена кинетика сорбции ионов меди(II) и железа(III) для определения времени достижения равновесия в исследуемых системах, содержащих сорбенты двух типов. Для этого навески сорбентов встряхивали с определенными объемами модельных растворов, содержащих ионы меди(II) и железа(III) с последующим отделением сорбентов от растворов и определением остаточных концентраций ионов. Кинетические кривые даны на рисунках 2, 3.

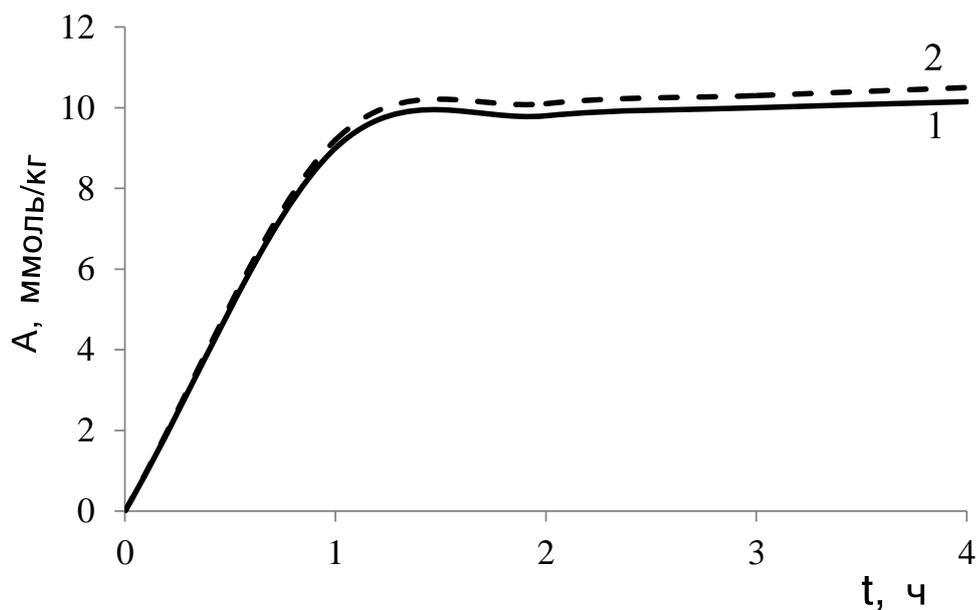


Рис. 2 Кинетические кривые сорбции ионов меди(II) органо-минеральными сорбентами №1 и №2

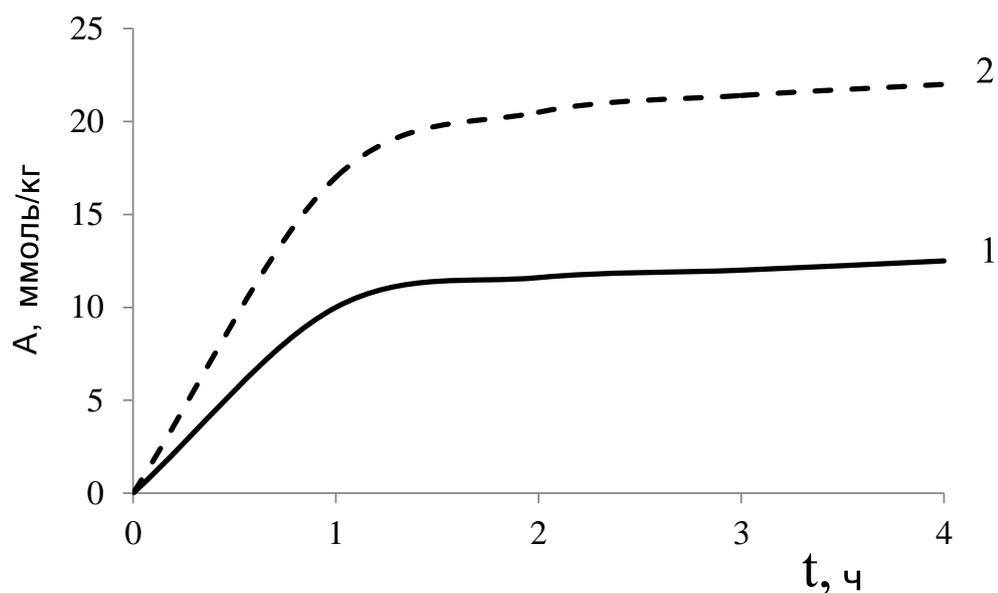


Рис.3 Кинетические кривые сорбции ионов железа(III) органо-минеральными сорбентами №1 и №2

Из полученных данных следует, что равновесие устанавливается в среднем через два часа после начала встряхивания сорбентов с растворами ионов меди(II) и железа(III). Кинетические кривые сорбции ионов меди(II) полученными сорбентами почти совпадают, а в случае ионов железа(III) различаются, в связи с более эффективной их сорбцией сорбентом, приготовленным с использованием жидкого стекла, полученного из

кремнегеля. На следующем этапе работы при стандартной температуре изучены показатели сорбции ионов меди(II) и железа(III) из модельных растворов в интервале концентраций, выбранных исходя из содержания ионов этих металлов в промышленных сточных водах.

Экспериментальные данные представлены в таблице 1 и на рисунках 4, 5.

Таблица 1

Результаты сорбции ионов тяжёлых металлов

Сорбенты	Степень сорбции (J,%) ионов меди(II) из растворов с концентрацией, мг/л				
	J %	J %	J %	J %	J
Сорбент 1					
Сорбент 2					
Сорбенты	Степень сорбции (J,%) ионов железа(III) из растворов с концентрацией, мг/л				
	J %	J %	J %	J %	J
Сорбент 1					
Сорбент 2					

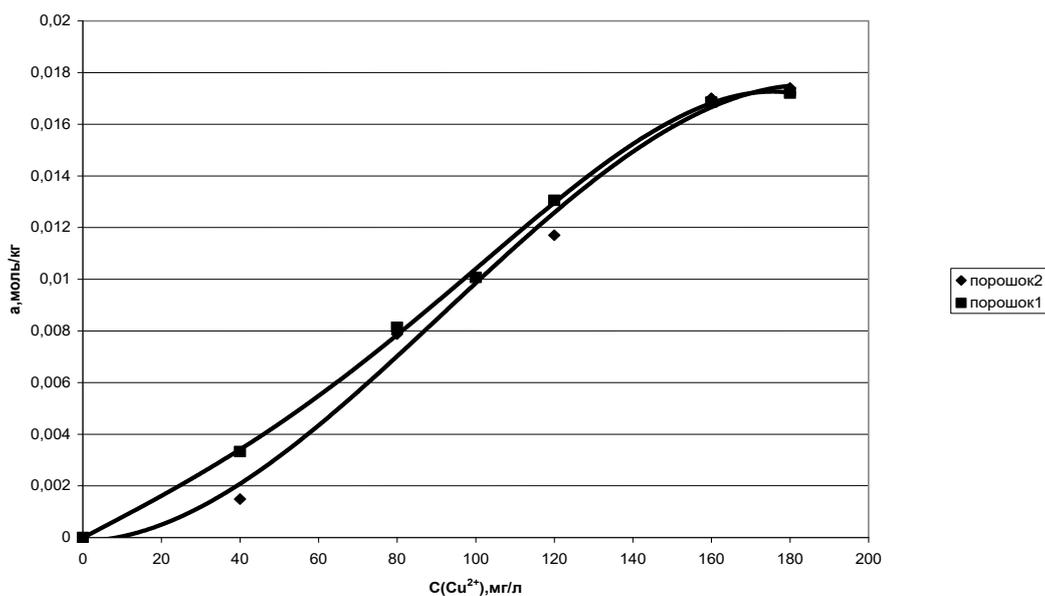


Рис.4 Зависимости удельной адсорбции ионов меди(II) от их начальной концентрации

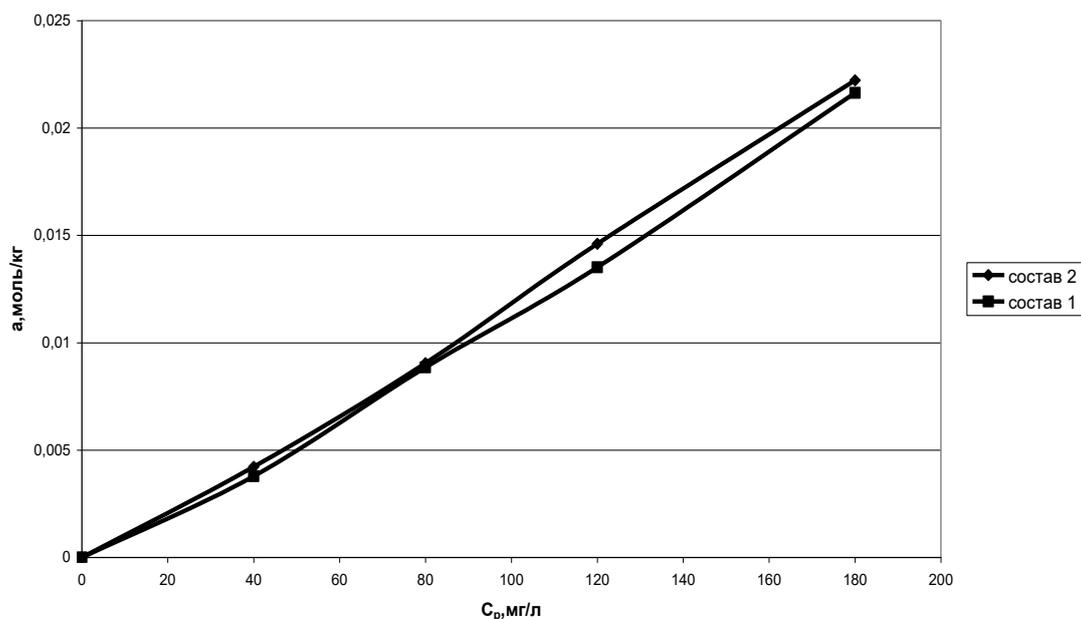


Рис.5 Зависимости удельной адсорбции ионов железа(III) от их начальной концентрации

Из экспериментальных данных следует, что величины степени сорбции и удельной адсорбции ионов меди(II) и железа(III) растут с увеличением начальных концентраций этих ионов. Удельная адсорбция ионов железа(III) в изученном интервале концентраций несколько выше, для сорбента, приготовленного с применением жидкого стекла, полученного из кремнегеля. Изотермы адсорбции ионов меди(II) и железа(III) имеют разный вид, что, вероятно, обусловлено различиями в зарядах и размерах этих ионов.

Таким образом, на основе природного сырья – торфа и многотоннажного промышленного отхода – кремнегеля, можно получать дешевые органоминеральные сорбенты для очистки производственных сточных вод от ионов тяжелых металлов.

### Библиографический список

- Климов Е. С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 201 с.
- Давыдов С.А. Тяжелые металлы как супертоксиканты XX века / С. А. Давыдов, В. И. Тагасов. – М.: изд-во РУДН, 2002. – 140 с.

Сотникова Е. В. Дмитриенко В. П. Техносферная токсикология/Е.В. Сотникова, В. П. Дмитриенко. – СПб: Изд-во «Лань», 2013. – 400 с.

Смирнов А. Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. –168 с.

Кельцев Н. В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 592 с.

УДК 372.850

**В. В. Шеина<sup>1</sup>, Е. Э. Френкель<sup>2</sup>**

Военная академия материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулева «Вольский военный институт  
материального обеспечения», г. Вольск  
*sheina-valeriya@mail.ru<sup>1</sup>*  
*effor-2003est@mail.ru<sup>2</sup>*

## **МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ НА КАФЕДРЕ «ХИМИИ» В ВОЕННОМ ВУЗЕ МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

В данной статье рассмотрены методы обучения курсантов на кафедре химии на примере конкретной лабораторной работы. С помощью химического эксперимента курсанты изучают свойства сернистого газа при сульфитации картофеля, отбеливании тканей, удалении различных пятен в химической чистке военной одежды; рассматриваются вопросы влияния соединений серы на здоровье человека, оказания первой помощи при отравлении сернистым газом, затрагивается также практическая значимость исследований при освоении будущей специальности.

**Ключевые слова:** контекстно-мотивационный подход, принцип минимума, рейтинговая система, химический эксперимент, сернистый газ, практическое применение.

**V. V. Sheina<sup>1</sup>, E. E. Frenkel<sup>2</sup>**

Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev  
“Volsky Military Institute of Material Support”, Volsk  
*sheina-valeriya@mail.ru<sup>1</sup>*  
*effor-2003est@mail.ru<sup>2</sup>*

## **METHODS OF TEACHING IN LABORATORY WORK AT THE DEPARTMENT OF CHEMISTRY IN THE MILITARY UNIVERSITY OF MATERIAL SUPPORT**

This article discusses the methods of teaching cadets at the Department of Chemistry on the example of a specific laboratory work. With the help of a chemical experiment, cadets study the properties of sulfur dioxide during potato sulfation, bleaching of fabrics, removal of various stains in the chemical cleaning of military clothing; the influence of sulfur compounds on human health, first

aid in case of sulfur dioxide poisoning is considered, the practical significance of research in the development of a future specialty is also touched upon.

**Keywords:** context-motivational approach, minimum principle, rating system, chemical experiment, sulfur dioxide, practical application.

На кафедре химии разработана система обучения и контроля знаний обучающихся, в которую входят обязательные элементы: разноуровневая система обучения и контроля; принцип минимума, рейтинговая система оценки знаний, умений и навыков курсантов; разнообразные методы обучения.

Одним из основных методов обучения на кафедре является контекстно-мотивационный подход, который направлен на реализацию профессионально-специализированных компетенций. Контекстно-мотивационное обучение широко применяется на лабораторных работах по дисциплинам кафедры. На примере занятия по изучению свойств соединений серы рассматривается внедрение этого метода обучения.

Исходя из квалификационных требований к курсантам формируется цель занятия: при помощи химического эксперимента подтвердить окислительно-восстановительные свойства сернистого газа, который широко применяется в службах материального обеспечения: при сульфитации картофеля, отбеливании тканей, удалении различных пятен в химической чистке военной одежды. Кроме того, рассматривается применение чистой серы в пиротехнике и взрывчатых веществах [1, с. 361].

Но в начале занятия обучающимся предлагается загадка, отгадав которую они определяют о каком химическом элементе пойдёт речь на данном занятии:

«Вы с буквы В меня начнёте –

Я имя девочки и тёти.

А если буква С в начале,

Меня вы в порохе встречали» (Вера, Сера).

«Элемент я очень хрупкий

И имею жёлтый цвет.

Расплавляясь, элемент

Переходит в другой цвет.

Что же я за химический элемент» (слайд Сера).

Затем преподаватель читает ещё несколько лирических стихотворных слов, которые раскрывают свойства соединений серы. Акцентируется внимание на практическое применение соединений серы в службах материального обеспечения и во многих сферах жизнедеятельности человека [2, с. 104]:

«Тем, кто с серой не знаком,

Я сейчас представлюсь лично:

Я бываю порошком (показывается стакан с порошком серы),

А бываю и пластичной (слайд с пластической серой).

Поджигаю веток ворох (слайд с поджогом спичкой) –

Спичкам я даю огня.

Знай, что химики и порох

Получили из меня»

Экспресс-опрос проводится в письменном виде с использованием индивидуальных заданий по билетам.

Приводим один из вариантов билетов экспресс-опроса.

Лабораторная работа. Свойства соединений серы. Экспресс-опрос.

Билет № 1

<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> Определить степень окисления S. Дать название. Применение. <b>SO<sub>2</sub></b> Определить степень окисления S. Дать название. Применение. <b>NaHSO<sub>3</sub></b> Определить степень окисления S. Дать название. Применение. <b>Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></b> Определить степень окисления S. Дать название. Применение.	Закончить уравнения реакций. Указать применение. 1) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ 2) $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow$ 3) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow$
--	--

На занятии используется визуализируемый метод: демонстрируется видеоролик с историческим фактом применения «Греческого огня» ещё в древние времена, в состав которого входит чистая сера [3]. На самостоятельную работу обучающимся выдаётся индивидуальное задание, подготовить краткий обзор применения серы и её соединений в промышленности; как образуется сера в природе и как влияет сера и её соединения на здоровье человека. На занятии некоторые обучающиеся предстают перед аудиторией курсантов в определённой роли и зачитывают заранее подготовленные сообщения

– *химик-аналитик* докладывает об образовании серы и сернистого газа в природе:

«Сернистый газ в природе в больших количествах выделяется при извержении вулкана. Мощными источниками выделения сернистого газа в городах являются автотранспорт, работа тепловых электростанций, производство металлургических заводов.

Сернистый газ выделяется в атмосферу при сгорании органического топлива (уголь, нефть, бензин, газ), за счёт разложения содержащих серу белков, а также предприятий, перерабатывающих сернистые руды.

Наиболее богатой сернистыми соединениями является нефть, залегающая среди карбонатных пород. Определение серы в нефти имеет большое значение, т. к. сернистые соединения, в том числе и сернистый газ, влияют на качество бензина и при сгорании загрязняют окружающую среду».

– *медицинский эксперт* знакомит с влиянием соединений серы на здоровье человека, рассказывает, чем опасен сернистый газ, и как оказать первую помощь при отравлении сернистым газом:

«Сернистый газ ядовит. Он раздражает слизистые оболочки глаза и дыхательных путей. Длительное его вдыхание даже в небольших количествах ведёт к заболеваниям легких, першению в горле, насморку и кашлю. Особенно опасно вдыхать пары сернистого газа людям, страдающим астмой и хроническими заболеваниями легких.

При более высоких концентрациях возникает воспаление носоглотки, бронхов и трахеи, головокружение, нарушение координации; человек испытывает общее утомление.

Поэтому работая с сернистым газом нужно строго соблюдать технику безопасности!»

– *эколог* сообщает, какой вред наносит окружающей среде сернистый газ и другие соединения серы:

«Сернистый в атмосфере препятствует фотосинтезу растений. Находясь в воздухе, он окисляется до  $\text{SO}_3$  и при соединении с водой образует серную кислоту, которая наносит вред растениям, особенно хвойным, подкисляет почву, ускоряет коррозию металлов, разрушает каменную облицовку зданий.

Древний египетский обелиск «Игла Клеопатры» за 90 лет пребывания в историческом центре Лондона, подвергся большему разрушению, чем за 3000 лет нахождения в Египте.

По данным исследователей, ежегодно в атмосферу попадает примерно 4 млн т сернистого газа в результате вулканической деятельности, но загрязнение атмосферы сернистым газом происходит чаще всего по вине человека, чем природных процессов.

Если человек не задумается об экологической обстановке на Планете, то какую же планету оставим будущему поколению!»

Экспериментальная часть является основной частью занятия и начинается с доведения под запись правил техники безопасности.

Курсанты выполняют опыты по индивидуальным заданиям. Варианты индивидуального задания:

Лабораторная работа. Свойства соединений серы. Индивидуальное задание

Задание № 1.

*Опыт № 2.* Удалить пятно йода ( $\text{I}_2$ ). Составить уравнение соответствующей реакции.

Лабораторная работа. Свойства соединений серы. Индивидуальное задание

Задание № 2.

*Опыт № 2.* Удалить пятно ржавчины ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Составить уравнение соответствующей реакции.

Лабораторная работа. Свойства соединений серы. Индивидуальное задание

Задание № 3.

*Опыт № 2.* Удалить пятно, оставленного «марганцовкой» ( $\text{KMnO}_4$ ). Составить уравнение соответствующей реакции.

Отчёт по эксперименту оформляется в лабораторном журнале [3, с. 34].

Теоретический отчёт также выполняется по индивидуальным заданиям.

Пример индивидуального билета теоретического отчёта:

Лабораторная работа. Свойства соединений серы. Теоретический отчёт

Билет № 5.

1. Какие свойства проявляют соединения серы в выполненном Вами опыте? Укажите практическое значение этих соединений в службах МТО. Запишите формулы веществ и схемы (уравнения) реакций, на которых основано их применение.

2. Для процесса:



составить уравнения полуреакций окисления и восстановления; указать восстановитель и окислитель с обоснованием; расставить коэффициенты.

До подведения итогов занятия проводится ролевая игра «Я это знаю». На доске закреплены карточки с действиями, которые выполняются в службах материального обеспечения и некоторыми процессами, протекающими в природе, а также в промышленности. Всем этим действиям и процессам соответствуют химические явления, поэтому, курсанты должны разместить соответствующие уравнения реакций под каждой карточкой.

Практическое использование серы и её соединений обсуждается по плану:

- необходимость для превращения резины в каучук;
- использование в составе лекарственных средств против паразитов и заболеваний кожи;
- изготовление красок и лаков;

- изготовление бумаги;
- создание некоторых сталей с особыми свойствами;
- использование в виноделии и хранении овощей и фруктов;
- дезинфекция овощехранилищ, амбаров, погребов;
- изготовление многих пиротехнических средств и взрывчатых смесей.

По каждой позиции выступает курсант с кратким изложением практического использования серы и её соединений (уравнения соответствующих химических реакций демонстрируются на экране).

В конце занятия на основании кумулятивной (рейтинговой) системы курсантам объявляется количество набранных баллов и соответствующая оценка с комментариями. Выдаётся задание на самостоятельную работу к следующей лабораторной работе и объявляется тема следующей лабораторной работы.

### **Библиографический список**

1. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие [текст] / Н.Л. Глинка. – Изд. стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 752 с.
2. Сапходоева О.И., Френкель Е.Н. Химия: учебное пособие [текст]. – Вольск, 2015. – 257 с.
3. Тюрина С.Г., Сборник практических заданий для проведения лабораторных работ по дисциплине «Химия»: учеб.-метод. пособие / под ред. канд. пед. наук, доц. О.И. Сапходоевой. – Вольск: ВВИМО, 2018. – 57 с.

## СЕКЦИЯ 4. МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

### SECTION 4. MATHEMATICS AND MATHEMATICAL MODELING

---

УДК 37.026.9

**С. Д. Беляева**

Михайловская военная артиллерийская академия, г. Санкт-Петербург  
*mmaa@mil.ru*

#### ОПЫТ ОБУЧЕНИЯ АДЬЮНКТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»

В статье представлен опыт автора обучения адъюнктов МВАА по дисциплине «Прикладная математика» в компьютерном классе.

В статье показано, что в компьютерном классе изучаются математическая статистика, математические методы планирования эксперимента и основные методы оптимизации.

Компьютерная прикладная математика необходима для анализа и математического моделирования различных военно-технических систем, моделирования обстановки, обработки результатов испытаний, правил принятия решений в условиях неопределенности, специального планирования испытаний и их обработки, поиска оптимальных вариантов решения военных задач. Кроме того, адъюнкты должны выполнить научно-квалификационную работу (диссертацию) с помощью современных средств, какими являются математические программные пакеты Excel и Mathcad.

Опыт автора состоит в применении этих пакетов при изучении математических дисциплин.

**Ключевые слова:** основы моделирования, математическая статистика, математические методы планирования эксперимента, методы оптимизации.

**S. D. Belyaeva**

Mikhailovskaya Military Artillery Academy, Saint-Petersburg  
*mmaa@mil.ru*

#### EXPERIENCE OF TEACHING ADJUNCTS IN APPLIED MATHEMATIC

The article presents the experience of the author of MVAA adjuncts training in the discipline "Applied Mathematics" in a computer class.

The paper shows that the computer class studies mathematical statistics, mathematical methods of planning an experiment and basic optimization methods.

Computer applied mathematics is necessary for the analysis and mathematical modeling of various military-technical systems, modeling the situation, processing test results, rules for making

decisions in conditions of uncertainty, special test planning and processing, and finding optimal options for solving military problems. In addition, adjuncts must perform scientific and qualification work (dissertation) using modern tools, such as mathematical software packages Excel and Mathcad.

The author's experience consists in applying these packages in the study of mathematical disciplines.

**Keywords:** The basic models, mathematical statistics, mathematical modes of plan the experiment, optimization methods.

Дисциплина «Прикладная математика» состоит из введения, трех тем и заключения. Введение является составной частью темы № 1, заключение – темы № 3. Учебная дисциплина «Прикладная математика» изучается во втором семестре.

Введение: Основные операции в Excel и Mathcad. Здесь изучаются основные операции, функции и правила построения графиков.

Основная часть.

**Тема №1. Математические методы обработки наблюдений; основы моделирования.**

Начинается раздел с применения средств Excel и Mathcad для решения задач математической статистики. Дается краткий обзор основных понятий и задач математической статистики, законов распределения и их числовых характеристик. Числовые характеристики изучаются двумя способами: непосредственным подсчетом по формулам математической статистики и с помощью встроенных аббревиатур. В Excel – это СРЗНАЧ (математическое ожидание), ДИСП (дисперсия), СТАНДОТКЛОН (среднеквадратическое отклонение), МОДА, МЕДИАНА, ЭКСЦЕСС, АСИММЕТРИЯ. Кроме того, можно вызвать из «АНАЛИЗА ДАННЫХ» описательную статистику, в которой будут присутствовать все указанные выше характеристики. В Mathcad набирается на клавиатуре следующее:  $\text{mean}(x)$  – математическое ожидание;  $\text{var}(x)$ ,  $\text{Var}(x)$  – дисперсия (смещенная и несмещенная соответственно);  $\text{stdev}(x)$ ,  $\text{Stdev}(x)$  – смещенное и несмещенное среднеквадратическое отклонение;  $\text{skew}(x)$  – скос;  $\text{kurt}(x)$  – эксцесс;  $\text{median}(x)$  – медиана,  $\text{moda}(x)$  – мода распределения соответственно. Далее изучаются законы распределений: биномиальное, Пуассона, нормальное, показательное равномерное, Стьюдента, Хи-квадрат, Фишера, как в Excel, так и в Mathcad.

Особое внимание уделяется моделированию законов распределений и обработке результатов моделирования. Также средствами Excel и Mathcad изучается точечное и интервальное оценивание математического ожидания и дисперсии с построением доверительных интервалов для них при равнооточных измерениях. Особо изучаются неравнооточные измерения и построение доверительного интервала для математического ожидания. Отдельно, в Mathcad, в силу важности темы, изучается моделирование боя типа А. Изучение проводится двумя способами: на основе аналитического решения и с помощью программы решения двух дифференциальных уравнений первого порядка методом Рунге-Кутты. Созданный шаблон позволяет решить множество полезных задач с военно-прикладным содержанием.

Далее идет обучение правилам принятия решения в условиях неопределенности на основе проверки гипотез. Здесь изучаются статистическая проверка гипотез о параметрах нормального закона: дисперсии и математическом ожидании; проверка гипотезы о виде закона распределения; проверка сомнительных результатов по критериям Смирнова В. В., Граббса, Титъена-Мура. Особое внимание уделяется методам, свободным от требования нормальности исходного распределения – это так называемые Непараметрические методы проверки гипотез. Из множества этих методов изучаются критерии знаков, серий знаков и ранговый критерий Вилкоксона. Кроме того, изучается классическая и ранговая корреляция. В первом случае применяется критерий Фишера, а во втором - критерии Спирмена и Кендалла. Эта часть программы изучается с помощью средств Excel, поскольку в этом пакете создано много полезных опций и готовых алгоритмов. В Mathcad все пришлось бы считать непосредственно, что существенно более трудоемко.

Помимо рассмотренных разделов, рассматривается также метод последовательной проверки Вальда, в котором особая роль отведена ошибкам первого  $\alpha$  и второго рода  $\beta$  при принятии решения. По значениям  $\alpha$ ,  $\beta$  и пороговым значениям вероятностей  $p_1$  и  $p_2$  строится коридор сомнений. Если проверяемый образец находится внутри коридора сомнений, то для исследования привлекается

следующий образец. Когда он попадает на границу или выходит за нее, проверка останавливается и решение принимается в зависимости от того, верхняя или нижняя это граница коридора сомнений. Исследование проводится с помощью средств Excel.

**Тема № 2. Математические методы планирования эксперимента** основаны на применении средств Excel в решении задач математической теории планирования эксперимента. Изучаются однофакторный, двухфакторный и многофакторный дисперсионный анализ. Применяются процедуры: «Анализ данных – Однофакторный дисперсионный анализ», «Анализ данных – Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями в ячейке и без повторений». На их основе изучаются планы «Латинские и греко-латинские квадраты». Отдельно изучаются симплекс-планы и планы  $2^k$ . Многофакторный дисперсионный анализ, как и регрессионный анализ, проводятся на основе планов  $2^k$ . Особое внимание уделяется построению регрессии по опытным данным, расположенным в таблице, как с помощью опции «добавить линию тренда», так и с помощью «Анализ данных – Регрессия»

**Тема № 3. Основные методы оптимизации** изучаются с помощью средств Excel и Mathcad в решении следующих задач оптимизации: поиск абсолютного экстремума средствами Excel и Mathcad. Линейное, нелинейное программирование средствами Excel и Mathcad. В Excel используется «Поиск решения». В Mathcad применяются «Given – Find», «Given – Minimize (Maximize)»

Решение задач динамического программирования проводится средствами Excel. При этом устанавливается прямая связь динамического программирования с сетевыми графами. Показывается также применение динамического программирования в теории оптимального управления.

Заключение: обзор пройденного курса. Современное состояние прикладной математики, новые технологии и пакеты Excel и Mathcad, и их применение в решении военно-прикладных задач. Направление развития прикладной математики, роль и значение компьютерной прикладной математики

Внедрение в систему обучения компьютера – это инновационный процесс в образовании, когда сочетание процедур и средств, превратили идею обучения в осязаемое нововведение, являясь новым по форме и прогрессивным по содержанию.

В отличие от традиционного способа передачи информации, когда у доски работал один адъюнкт, а остальные следили за его действиями, записывая в тетрадь все, что было на доске, было введено общее новшество.

Теперь у доски преподаватель давал объяснения по отдельным блокам изучаемой темы, а затем все адъюнкты повторяли на конкретном примере и решали поставленную задачу на компьютере. Преподаватель помогал справиться с трудностями каждому, кто в этом нуждался.

Результатом обучения в компьютерном классе стало повышение усвояемости материала, возможность решения более сложных задач, вплоть до проведения исследовательских работ с адъюнктами.

Адъюнкты не замечали перерывов, соревновались друг с другом: кто решит больше задач. Рутинная вычислительная часть решения, которая всегда отнимала много времени в обычном классе и порою закрывала саму задачу, теперь выполнялась легко и быстро, так что оставалось время для обсуждения результатов решения. Более того, решение выводилось на график, который строился на экране компьютера легко и красиво, позволяя оценить наглядно результат.

Таким образом, проведение всех занятий по прикладной математике в компьютерном классе – это очень важный способ обучения, который следует всемерно продвигать в системе образования.

**Вывод.** Роль и значение компьютерной прикладной математики в повышении эффективности РВиА СВ следует оценить по достоинству, поскольку эта дисциплина является фундаментом математического образования военного специалиста высшей квалификации.

#### **Библиографический список**

1. Беляева С. Д. Прикладная математика средствами EXCEL и Mathcad / СПб:

издательство «Сатис», 2009. – 303 с.

2. Беляева С. Д. Прикладная математика средствами EXCEL / СПб: МВАА, 2016. – 184 с.

3. Беляева С. Д. Прикладная математика средствами Mathcad / СПб: МВАА, 2016. – 123 с.

4. Попов А.А. EXCEL: практическое руководство / М: издательство «ДЕСС КОМ», 2002. –302 с.

5. Курицкий Б. Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. / СПб: издательство ВHV”, 1997 – 384 с.

6. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad / СПб: издательство «ПИТЕР», 2003 – 448 с.

УДК 621.74

**Л. В. Березина**

Рыбинский государственный авиационный технический университет  
имени П. А. Соловьева, г. Рыбинск

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СМЕСИ ПО ЛОПАТКЕ ЦЕНТРОБЕЖНО-ЛОПАТОЧНОГО СМЕСИТЕЛЯ**

В статье рассматриваются основные принципы работы центробежно-лопаточного смесителя. Показаны этапы цикла воздействия на смесь. Более подробно рассматривается этап движения смеси по неподвижной лопатке смесителя. Анализируются силы, воздействующие на элементы, а также геометрические параметры процесса. Приводятся основные этапы построения математической модели движения потока смеси по лопатке. Результатом является дифференциальное уравнение, не имеющее аналитического решения. Решение уравнения находится численно.

**Ключевые слова:** центробежно-лопаточный смеситель, смесь, математическая модель, численное решение дифференциального уравнения.

**L. V. Berezina**

Rybinsk State Aviation technical university P. A. Solovieva, Rybinsk  
*ludmilav.berezina@gmail.com*

## **SIMULATION OF THE MIXTURE MOVEMENT ALONG THE BLADE OF A CENTRIFUGAL VANE MIXER**

The article discusses the basic principles of operation of a centrifugal blade mixer. The stages of the cycle of exposure to the mixture are shown. The stage of movement of the mixture along the fixed blade of the mixer is considered in more detail. The forces acting on the elements, as well as the geometric parameters of the process, are analyzed. The main stages of constructing a mathematical model of the movement of the mixture flow along the blade are given. The result is a differential equation that has no analytical solution. The solution of the equation is found numerically.

**Keywords:** centrifugal blade mixer, mixture, mathematical model.

Центробежно-лопаточный смеситель (ЦЛС) разработан Серебряковым С. П. и Афанасьевым А. Г. [1]. Основные элементы смесителя: емкость, вращающаяся вокруг собственной оси, и помещенная в емкость неподвижная лопатка. В результате вращения емкости на частицы смеси действует центробежная сила, величина которой значительно превышает силу тяжести. Смесь прижимается к стенкам рабочей емкости и уплотняется. При контакте с неподвижной лопаткой образуются интенсивные сдвиговые деформации слоя смеси, что способствует изменению направления движения зерен смеси, активному перемешиванию и распределению связующего по поверхности зерен. Режущая кромка лопатки устанавливается с зазором, меньшим размера зерен смеси. При дальнейшем движении по лопатке на смесь, кроме центробежной силы, действует также сила трения. При сходе с лопатки смесь находится в свободном полете до контакта с рабочей емкостью. Далее цикл обработки смеси повторяется. Таким образом, наиболее сильное воздействие на элементы смеси происходит в момент контакта с неподвижной лопаткой и при движении по лопатке.

При взаимодействии стационарной лопатки с динамическим потоком смеси образуются интенсивные деформации сжатия, растяжения и сдвига элементов смеси, сопровождаемые отделением единого потока от стенки рабочей емкости и последующим движением по лопатке. Явления, происходящие в зоне взаимодействия лопатки со смесью, рассмотрены на основе теории резания грунтов А. Г. Афанасьевым. Им же была разработана методика расчета силы резания потока смеси неподвижной лопаткой.

Целью данной работы является анализ сил, действующих на элементы смеси при движении по неподвижной лопатке и построение математической модели процесса.

При движении по лопатке на элементы смеси действуют следующие силы: вес смеси  $Q$ , силы трения  $F_{тр}$ , центробежной силы  $F_{ц}$  и нормальной реакции смеси  $N$ :

$$\bar{Q} + \bar{F}_{mp} + \bar{F}_{ц} + \bar{N} = \bar{R}$$

Для расчета проекций сил на ось  $ox$  необходимо определить  $\tau$  – угол между вертикалью и текущим радиусом рассчитываемой точки (рисунок 1).

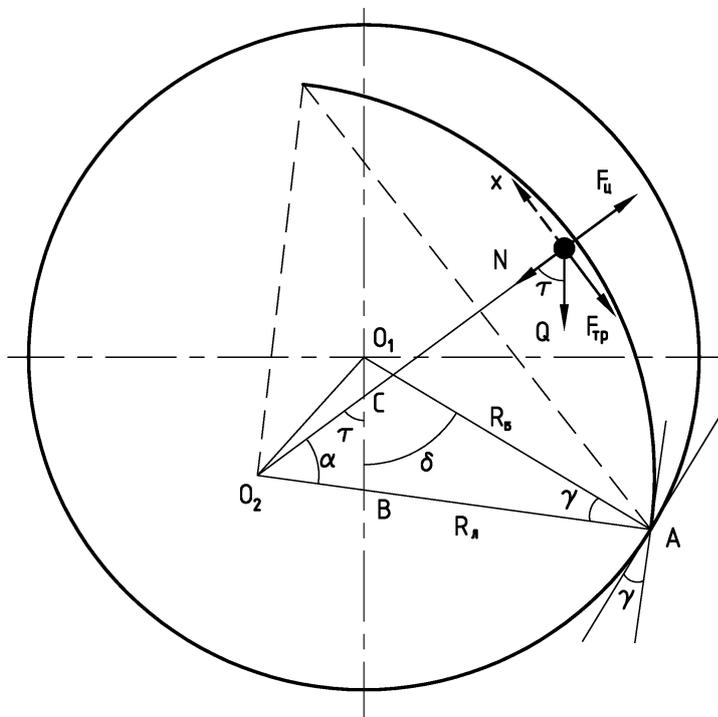


Рис. 1 Геометрические параметры движения смеси по лопатке ЦЛС

Исходными данными для определения угла  $\tau$  являются:

$\alpha$  – текущий угол перемещения частицы по лопатке,

$\gamma$  – угол установки лопатки (угол резания),

$\delta$  – угол установки кромки лопатки.

Из треугольника  $AO_1B$  определим угол  $ABO_1$ :

$$\angle ABO_1 = 180^\circ - (\gamma + \delta). \quad (2)$$

Угол  $ABO_1$  в треугольнике  $AO_1B$  и угол  $O_1BO_2$  в треугольнике  $O_1BO_2$  являются смежными, поэтому:

$$\angle O_1BO_2 = 180^\circ - \angle ABO_1 = 180^\circ - (180^\circ - (\gamma + \delta)) = \gamma + \delta. \quad (3)$$

Треугольники  $O_1BO_2$  и  $CBO_2$  имеют общий угол, то есть:

$$\angle O_1BO_2 = \angle CBO_2 = \gamma + \delta. \quad (4)$$

Отсюда в треугольнике  $CBO_2$  угол  $BCO_2$  определяется по формуле (4), а угол  $CO_2B = \alpha$ , значит:

$$\angle O_2CB = \alpha = 180^\circ - (\alpha + \gamma + \delta) = (180^\circ - \gamma - \delta) - \alpha. \quad (5)$$

Далее определяем силы, действующие на частицу при ее движении по лопатке.

Сила трения равна:

$$\vec{F}_{тр} = \vec{N} \cdot f, \quad (6)$$

где  $f$  – коэффициент трения смеси о лопатку.

Нормальная реакция смеси определяется по формуле

$$\vec{N} = \vec{F}_n - \vec{Q} \cdot \cos \tau, \quad (7)$$

где  $\tau = \beta - \alpha$ ,

$\beta = 180^\circ - \gamma - \delta$ .

Центробежная сила рассчитывается по следующей формуле:

$$F_c = m \cdot \dot{\alpha}^2 \cdot R_c \quad (8)$$

Тогда выражение для силы трения примет вид:

$$F_{тр} = (m \cdot \dot{\alpha} \cdot R_c - Q \cdot \cos(\beta - \alpha)) \cdot f \quad (9)$$

Вес смеси определяется по формуле:

$$Q = m \cdot g \quad (10)$$

Проекция результирующей силы на ось  $ox$  будет выглядеть следующим образом:

$$-Q \cdot \sin(\beta - \alpha) - F_{тр} = m \cdot a \quad (11)$$

Подставим в формулу (11) выражения (9), (10):

$$-Q \cdot \sin(\beta - \alpha) - m \cdot (\dot{\alpha}')^2 \cdot R_c \cdot f - Q \cdot \cos(\beta - \alpha) \cdot f = m \cdot \alpha'' \cdot R_c \quad (12)$$

Перенеся все слагаемые в левую часть, и разделив обе части на  $-m \cdot R_c$ , получим дифференциальное уравнение II-го порядка, описывающее процесс движения смеси по лопатке:

$$\alpha'' + (\alpha')^2 \cdot f + \frac{g}{R_c} [\sin(\beta - \alpha) - f \cdot \cos(\beta - \alpha)] = 0 \quad (13)$$

Полученное уравнение не имеет аналитического решения. Поэтому была разработана программа для численного решения дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты. Результатом решения являются численные зависимости углового перемещения, скорости и ускорения от времени.

Если принять, что смесь движется по лопатке единым потоком, то решение уравнения (13) позволяет определить скорость движения потока смеси по лопатке, его ускорение, а значит рассчитать величину центробежной силы и силы трения. Результирующая центробежной силы и силы резания дает радиальную силу, действующую на лопатку. Полученную модель можно использовать для

оценки интенсивности воздействия на смесь при движении по лопатке, для определения характеристик смеси (угла внешнего трения, прочности) и ее степени готовности [2].

### **Библиографический список**

1. Серебряков С. П., Афанасьев А. Г., Попков К. Н. Центробежно-лопаточный принцип регенерации и активации формовочных песков. Литейное производство. 2005. № 12. – С.15–18.

2. Серебряков С. П., Березина Л. В., Лебедев Д. А. Сравнение литейных смесителей. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ. Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 150-летию факультета «Машиностроительные технологии» и кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Под общей редакцией К.А. Батышева, К.Г. Семенова. 2019. Издательство: Московский государственный областной университет (Москва). С. 284–286.

УДК 372.851

**Т. Е. Болдовская<sup>1</sup>, М. В. Девятерикова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Омский государственный университет имени Ф. М. Достоевского, г. Омск  
*teb73@mail.ru*

<sup>2</sup>Омский государственный технический университет, г. Омск  
*devy\_m@mail.ru*

### **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА» В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

Статья посвящена реализации межпредметных связей в образовательном процессе технического вуза. В работе рассмотрена межпредметная интеграция дисциплины «Высшая математика» на примере решения одной из военно-прикладных оптимизационных задач в рамках выполнения курсовой работы студентов. Сделан вывод, что межпредметные связи являются важным условием формирования системности знаний и самостоятельности мышления, комплексного подхода в обучении, повышения эффективности учебного процесса.

**Ключевые слова:** межпредметные связи, задачи оптимизации, задача коммивояжера.

**Т. Е. Boldovskaya<sup>1</sup>, M. V. Devyaterikova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dostoevsky Omsk State University, Omsk  
*teb73@mail.ru*

<sup>2</sup>Omsk State Technical University, Omsk  
*devy\_m@mail.ru*

## IMPLEMENTATION OF INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS OF THE DISCIPLINE "MATHEMATICS" IN A TECHNICAL UNIVERSITY

The article deals with implementation of interdisciplinary connections in the educational process of a technical university. Solving one of the military-applied optimization problems within the students coursework is considered as an example of interdisciplinary integration of the discipline "Mathematics". It is concluded that interdisciplinary connections are an important condition for the formation of systematic knowledge and independent thinking, an integrated approach to teaching, and improving the effectiveness of the educational process.

**Keywords:** interdisciplinary connections, optimization problems, traveling salesman problem.

Реформы в современном высшем профессиональном образовании требуют от выпускника вуза сформированности не только профессиональных, но и универсальных компетенций. Первая универсальная компетенция (УК-1) – это способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий. При этом системный подход подразумевает понимание и всесторонний анализ рассматриваемой задачи, закономерностей и тенденций в массиве фактов, генерацию идей, выбор способа решения из множества возможных. Это достигается в том числе и при реализации межпредметных связей в процессе обучения.

Под межпредметными связями будем понимать педагогическую категорию для обозначения синтезирующих, интегративных отношений между объектами, явлениями и процессами реальной действительности, нашедших свое отражение в содержании, формах и методах учебно-воспитательного процесса и выполняющих образовательную, развивающую и воспитывающую функции в их органическом единстве» [1].

В педагогической науке раскрыты различные аспекты реализации межпредметных связей: общедидактические (Г. А. Бокарева, А. Г. Головенко, Р. А. Исаков), проблемы реализации через систему прикладных задач

(Н. В. Чхаидзе, Р. П. Исаева), проблемы взаимосвязи фундаментального и профессионального образования (О. Е. Кириченко). При этом все авторы солидарны в том, что межпредметные связи выступают как средство активизации познавательной деятельности, формируют такие качества знаний обучающихся, как системность, осознанность, гибкость, развивают самостоятельность, научное мировоззрение [2–4].

Межпредметные связи в процессе обучения в техническом вузе могут быть реализованы разными методами. Одним из способов их реализации является учебно-исследовательская работа обучающихся под руководством преподавателя. В качестве примера рассмотрим одну из курсовых работ студентов по военной логистике.

Военная логистика включает в себя организацию и осуществление комплекса мероприятий тыла, направленных на поддержание в боеспособном состоянии вооруженных сил, обеспечение их всеми видами материально-технических ресурсов, необходимых для выполнения поставленных перед ними задач [5].

Военная логистика имеет огромное значение в современной армии. Все службы, занимающиеся обеспечением вооруженных сил РФ необходимыми материалами и снаряжением, объединяются в систему материально-технического обеспечения. Материально-техническое обеспечение ВС РФ включает ряд взаимосвязанных мероприятий: заказ, прием от промышленно-экономического комплекса страны, учет, накопление, хранение, содержание запасов вооружения и военной техники, ракет, боеприпасов, ракетного топлива, горючего и других материальных средств (продовольствия, вещевого имущества и проч.); перевозку войск (сил) и материальных средств; подготовку, эксплуатацию, техническое прикрытие и восстановление транспортных коммуникаций; эксплуатацию и восстановление вооружения и военной техники; обеспечение базирования авиации и сил флота; создание условий для жизни и быта военнослужащих; мероприятия пожарной и экологической безопасности.

Одной из актуальных проблем военной логистики по вопросам эффективной организации системы снабжения является разработка математических моделей и методов управления логистическими процессами.

Математические модели для решения задач военной логистики достаточно разнообразны, но все они в конечном итоге направлены на оптимизацию материальных ресурсов и финансовых затрат. Примерами математических моделей, используемых в военной логистике, являются: задачи сетевого планирования и управления; задача упаковки в контейнеры; задача о поставках; транспортная задача; задача о максимальном потоке; задача о минимальном пути в графе; задача коммивояжёра; задача определения средних численностей состояний; задача управления запасами; задача выбора стратегии складирования запасов; задача об оптимальной дислокации распределительного центра (склада) в заданной территориальной зоне и некоторые другие.

В качестве примера рассмотрим задачу коммивояжера. Задача коммивояжера (или TSP от англ. Traveling salesman problem) – одна из самых известных задач комбинаторной оптимизации, состоящая в поиске оптимального маршрута, проходящего через заданные города по одному разу с последующим возвратом в исходный город. В условиях задачи указываются критерий выгодности маршрута (кратчайший, самый дешёвый и т.д.) и соответствующие матрицы расстояний (стоимостей).

Несмотря на простоту постановки, задача коммивояжёра является достаточно сложной задачей. Оптимизационная постановка задачи относится к классу NP-трудных задач, как и большинство её частных случаев [6]. На практике для нахождения оптимального решения задачи коммивояжера используют методы направленного перебора такие, как метод ветвей и границ, отсечения и некоторые другие, а также комбинацию различных алгоритмов. Указанные методы позволяют решать задачи коммивояжера достаточно большой размерности, но остаются экспоненциальными.

Однако поиск строго оптимального маршрута требуется не всегда. Иногда необходимо просто быстро найти хороший приближенный маршрут. Эффективные (существенно сокращающие полный перебор) методы решения задачи коммивояжёра – методы эвристические. В большинстве эвристических методов находится не оптимальный маршрут, а приближённое решение. К эвристическим алгоритмам относятся генетические алгоритмы, алгоритмы муравьиной колонии, алгоритмы локального поиска и другие.

Студентами была рассмотрена симметричная задача коммивояжера с заданной матрицей расстояний

$$C = (c_{ij}), i, j = 1, \dots, n, \text{ где } c_{ij} = c_{ji}.$$

С использованием надстройки VBA-Excel был реализован жадный алгоритм (алгоритм «иди в ближайший») – алгоритм построения допустимого маршрута путём добавления к нему самого короткого, ещё не выбранного ребра графа, при условии, что оно не образует цикла с уже выбранными рёбрами. Так как жадный алгоритм может приводить к наихудшему маршруту, алгоритм запускался  $n$  раз из каждого города, и далее из  $n$  получившихся маршрутов выбирался маршрут наименьшей длины. Пример окна работающего приложения представлен на рисунке 1. В дальнейшем планируется рассмотреть применение генетических алгоритмов и алгоритмов локального поиска для решения задач коммивояжера и других задач военной логистики.

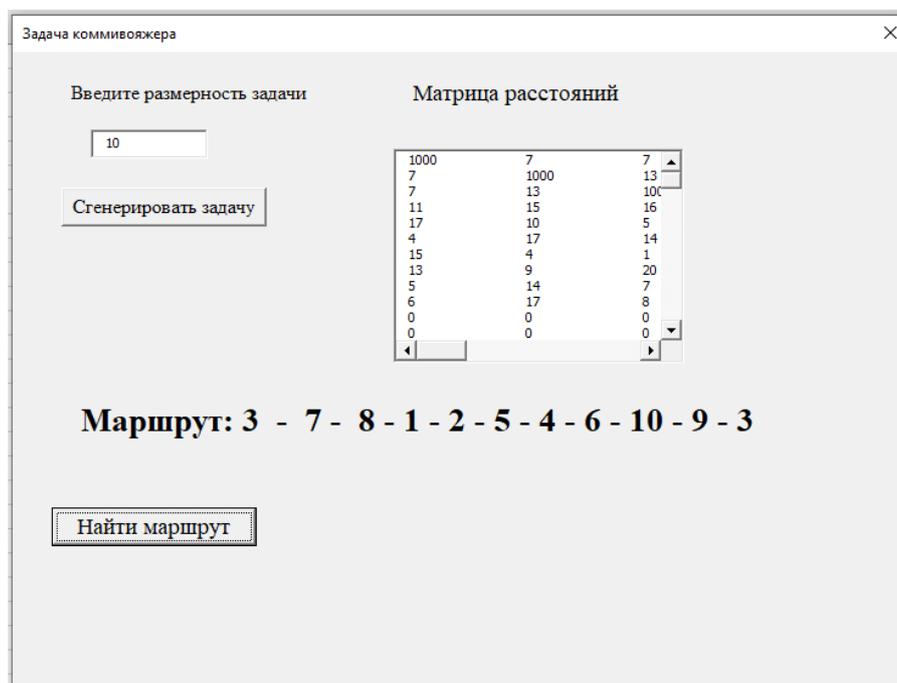


Рис. 1 Приложение «Задача коммивояжера»

Студенты, проявляющие особый интерес к математическому моделированию, в дальнейшем участвуют в научно-исследовательской работе кафедры. При этом формируется научное мировоззрение, самостоятельность мышления, способность комплексного видения и решения сложных проблем в дальнейшей профессиональной деятельности. Таким образом, межпредметные связи являются важным условием эффективного обучения и воспитания студентов.

### Библиографический список

1. Федорец Г. Ф. Межпредметные связи в процессе обучения: Учеб. пособие / Г. Ф. Федорец. – Л.: ЛГПИ, 1983. – 88 с.
2. Кириченко О. Е. Межпредметные связи курса математики и смежных дисциплин в техническом вузе связи как средство профессиональной подготовки студентов / Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. – Орел, 2003. – 170 с.
3. Зырянова И. М. Актуализация межпредметных связей в профессиональном образовании студентов инженерных специальностей / Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. – Омск, 2006. – 275 с.

4. Кузнецова Л. Г. Формирование межпредметных связей информатики и математики в методической системе обучения студентов непрофильных вузов / Диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук. – М.: Институт стратегии развития образования РАО, 2007. – 268 с.

5. Щербинин В. О. Актуальные проблемы военной логистики в России / В. О. Щербинин, Д. А. Кузин // Современные проблемы в области экономики, менеджмента, бизнес-информатики, юриспруденции социально-гуманитарных наук: материалы XI научно-практической конференции студентов и преподавателей НИУ ВШЭ. - Нижний Новгород: Нижегородский филиал НИУ ВШЭ, 2013. – С. 141–145.

6. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. – М.: Мир, 1985.

УДК 624.072

**А. В. Васильева**

Рыбинский государственный авиационный технический университет  
имени П. А. Соловьева, г. Рыбинск  
*vasileva@rsatu.ru*

## **О ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ В МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ**

В статье представлены дифференциальные и интегральные характеристики напряженно-деформированного состояния в очаге пластических деформаций, применяемые при построении математической модели процесса гибки широкой полосы. Рассматривается модель течения в участке изгиба по линиям тока, представляющим собой части эллипсов. Для вывода основных зависимостей применяется полярная система координат. В результате дифференцированием и интегрированием уравнений линий тока, найдены такие характеристики, как скорости течения материальных точек вдоль линий тока, скорости деформаций по осям, интенсивность скоростей деформаций, компоненты тензора деформаций. Найденные характеристики позволяют оценить напряженно-деформированное состояние по сечению заготовки и оценить влияние параметров процесса на служебные свойства деталей, полученных методами обработки материалов давлением.

**Ключевые слова:** математическая модель, напряженно- деформированное состояние, полярная система координат, дифференцирование, интегрирование.

**ON DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CHARACTERISTICS  
IN MODELING OF MATERIAL PROCESSING PROCESSES BY PRESSURE**

The article presents the differential and integral characteristics of the stress-strain state in the focus of plastic deformations used in the construction of a mathematical model of the process of bending a wide strip. The model of the flow in the bending section along the current lines, which are parts of ellipses, is considered. To derive the main dependencies, a polar coordinate system is used. As a result, by differentiating and integrating the equations of the current lines, such characteristics as the flow velocities of material points along the current lines, the velocities of deformations along the axes, the intensity of strain rates, the components of the strain tensor are found. The found characteristics make it possible to evaluate the stress-strain state along the section of the workpiece and to assess the effect of process parameters on the service properties of parts obtained by methods of material processing by pressure.

**Keywords:** mathematical model, stress-strain state, polar coordinate system, differentiation, integration.

В обработке материалов давлением (ОМД) построение математической модели процесса позволяет значительно снизить расходы на производство деталей, заменив реальный эксперимент численным. Математическая модель позволяет оценить распределение деформаций и напряжений по сечению заготовки, выявить зоны разрушения, рассчитать силовые нагрузки. Для нахождения характеристик применяется различный математический аппарат, в том числе ищут дифференциальные и интегральные характеристики процесса.

Построена и описана математическая модель течения материала в участке изгиба широкой полосы, согласно которой линии тока в очаге пластических деформаций представляют собой семейство эллипсов. Описание представлено в работе [1, с. 220–223]. Далее можно найти параметры  $a$  и  $b$  эллипса, которые характеризуют каждую линию тока по сечению.

Для вывода дальнейших характеристик, описывающих напряженно-деформированное состояние материала, удобно воспользоваться уравнением эллипса в полярной системе координат вида:

$$\rho^2 = \frac{b^2}{1 - \cos^2 \theta (1 - a^2/b^2)}, \quad (1)$$

где  $E$  – эксцентриситет эллипса;

$\theta = \omega \cdot t$  – угол поворота радиус-вектора;

$\omega$  – угловая скорость;

$t$  – время.

Зная, что эксцентриситет эллипса определяется как:

$$E = \sqrt{1 - b^2/a^2}.$$

Получим формулу уравнения эллипса в полярной системе координат вида

$$\rho^2 = \frac{b^2}{1 - E^2 \cos^2 \theta}. \quad (2)$$

или

$$\rho = \frac{b}{\sqrt{1 - E^2 \cos^2 \omega t}}. \quad (3)$$

Полученную зависимость используем для нахождения характеристик напряженно-деформированного состояния в очаге пластических деформаций. Дифференцируя и интегрируя уравнения линий тока, получим такие дифференциальные и интегральные характеристики, которые позволяют найти скорости течения вдоль линий тока, скорости деформаций по осям, интенсивность скоростей деформаций, компоненты тензора деформаций и интенсивность деформаций.

Скорости течения материальных точек найдем как:

$$V_\rho = \frac{\partial U_\rho}{\partial t}; \quad V_\theta = \frac{\partial U_\theta}{\partial t}, \quad (4)$$

где  $U$  – перемещения материальных точек;  $V_\rho, V_\theta$  – скорости перемещения в направлении радиальной и трансверсальной осей;  $t$  – время.

Компоненты скоростей деформаций  $\dot{\varepsilon}_\rho, \dot{\varepsilon}_\theta$  по осям и скорость деформации сдвига в плоскости  $\rho\theta$  найдем как частные производные от скоростей перемещений по соответствующей координате:

$$\dot{\varepsilon}_\rho = \frac{\partial V_\rho}{\partial \rho}; \quad \dot{\varepsilon}_\theta = \frac{V_\rho}{\rho} + \frac{\partial V_\theta}{\rho \partial \theta}; \quad \dot{\varepsilon}_{\rho\theta} = \frac{\partial V_\rho}{\rho \partial \theta} + \frac{\partial V_\theta}{\partial \rho} - \frac{V_\theta}{\rho}. \quad (5)$$

Для построенной модели линий тока в виде эллипсов, эти скорости будут иметь вид:

$$\dot{\varepsilon}_\rho = \frac{\omega \cdot E^2 \cdot \sin 2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)}{2\left(1 - E^2 \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)\right)} \quad (6)$$

– радиальная компонента скорости деформации;

$$\dot{\varepsilon}_\theta = -\frac{\omega \cdot E \cdot \sin 2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)}{2\left(1 - E^2 \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)\right)} \quad (7)$$

– трансверсальная компонента скорости деформации;

$$\begin{aligned} \dot{\varepsilon}_{\rho\theta} &= \frac{\partial V_{\theta}}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial V_{\rho}}{\partial \theta} - \frac{V_{\theta}}{\rho} = \\ &= -E^2 \cdot \omega \left[ \frac{\cos 2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)}{1 - E^2 \cos^2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)} + \frac{3E^2 \sin 2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)}{4\left(1 - E^2 \cos^2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)\right)^2} \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

– скорость деформации сдвига в плоскости  $\rho\theta$ .

Полученные дифференциальные характеристики наиболее чувствительны к изменению технологических параметров и позволяют оценить особенности формообразования в участке изгиба. Характер распределения этих характеристик показывает интенсивность тангенциального, радиального течения и сдвига в различных областях пластической зоны. Изменение скоростей деформации выявляет области интенсивной и затрудненной деформации и характеризует степень проработки металла в процессе деформирования.

Интегральные характеристики менее наглядны, чем дифференциальные, но они позволяют анализировать картину пластической деформации и отражают характер взаимных нарастающих смещений частиц материала в деформированной зоне. Распределение степени деформации определяет изменение прочностных и пластических свойств по сечению заготовки, величину их ингредиента, распределение остаточных напряжений и в конечном итоге служебные характеристики детали.

Радиальную и меридиональную компоненты степени деформации вдоль линий тока определим, как:

$$e_{\rho} = \int_0^t \varepsilon_{\rho} dt; \quad (9)$$

$$e_{\theta} = \int_0^t \varepsilon_{\theta} dt. \quad (10)$$

Подставляя найденные выше характеристики (6) и (7) в (9) и (10) определим радиальную компоненту степени деформации:

$$e_{\rho} = \int_0^t \frac{\omega E \sin 2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)}{2\left(1 - E^2 \cos^2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)\right)} dt. \quad (11)$$

и трансверсальную компоненту степени деформации:

$$e_{\theta} = - \int_0^t \frac{\omega E \sin 2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)}{2\left(1 - E^2 \cos^2\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)\right)} dt. \quad (12)$$

Интегралы в правой части (11) и (12) не выражаются в элементарных функциях и их значения могут быть найдены численными методами. Несколько упростить решение, может радиальная компонента степени деформации, которую можно найти через логарифмическую деформацию:

$$e_{\rho} = \ln \frac{\rho(\theta)}{R}, \quad (13)$$

где  $\rho(\theta)$  – текущий радиус;  $R$  – радиус изгиба.

В числителе находится величина текущего радиуса после деформации, а в

знаменателе – до деформации. В процессе деформирования линии тока смещаются к внешнему радиусу и конечная величина текущего радиуса принимает значение  $\rho(\theta)$ , характерное для различных кривых, описывающих линии тока по сечению заготовки. В нашем случае – это семейство эллипсов.

Полученные дифференциальные и интегральные характеристики используются в дальнейшем для нахождения растягивающих напряжений, действующих в очаге пластических деформаций и величины требуемых усилий.

### Библиографический список

1. Васильева А.В. О построении математической модели процесса гибки широкой полосы // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (12–16 апреля 2021г.), г. Сибай / отв. ред. Суюндуков Я. Т. – Сибай: Сибайский информационный центр – филиал ГУП РБ Издательский дом «Республика Башкортостан», 2021. С. 220–223.

УДК 536.0

**А. А. Гаврилов, С. Ю. Жаров<sup>1</sup>**

Военная академия воздушно-космической обороны  
имени Маршала Советского Союза Г. К. Жукова, г. Тверь  
*serurzharov@mail.ru<sup>1</sup>*

### АЛГОРИТМ ВЫБОРА ПУТИ РЕШЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ЗАДАЧ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ КУРСАНТАМ В РАМКАХ КУРСА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

В статье рассматривается алгоритм выбора пути решения вероятностных задач, позволяющий систематизировать и автоматизировать процесс решения с целью повышения обоснованности предлагаемого решения и сокращения времени решения задач. При рассмотрении алгоритма внимание аудитории акцентируется не только на классических формулах теории вероятности, но и на физическом смысле задач. Материалы статьи будут полезны при подготовке студентов и курсантов к математическим олимпиадам различного уровня.

**Ключевые слова:** алгоритм, теория вероятности, автоматизированный процесс.

**А. А. Gavrilov, S. Yu. Zharov<sup>1</sup>**

Military Academy of Aerospace Defense named after G. K. Zhukov, Tver  
*serurzharov@mail.ru<sup>1</sup>*

## ALGORITHM FOR CHOOSING THE WAY TO SOLVE PROBABILISTIC PROBLEMS, OFFERED TO CADETS AS PART OF A HIGHER MATHEMATICS COURSE

The article considers an algorithm for choosing the way to solve probabilistic problems, which allows to systematize and automate the decision process in order to increase the validity of the proposed solution and reduce the time to solve problems. When considering the algorithm, the audience's attention is focused not only on the classical formulas of probability theory, but also on the physical meaning of the tasks. The materials of the article will be useful in preparing students and cadets for mathematical Olympiads of various levels.

**Keywords:** algorithm, probability theory, automated process.

Важнейшую роль в теории вероятности играет теория случайных событий. Она находит широкое применение в разнообразных областях военного дела: в теории стрельбы и бомбометания, в теории управления силами и средствами, при обосновании решений на применение сил и средств и оценке эффективности боевых действий [1].

Трудности при решении задач, связанных со случайными событиями, объясняются сложностью оценки текущей ситуации и выбором пути решения задачи. Предлагаемый в данной работе алгоритм на наш взгляд позволит в определенной степени преодолеть эти трудности. Суть алгоритма состоит в следующем (рисунок 1):

– формирование элементарных событий, которые, по сути, составляют содержание исходных данных задачи (блок ЭС). Если этих событий достаточно для решения задачи, то сразу выбираются формулы для непосредственного расчета вероятности исходов проводимого опыта (блок непосредственной вероятности в блоке формул и теорем), а также формулы, связанные с повторением опытов (формула Бернулли и ее асимптотические разновидности) (блок ФТ). Кроме того, в блоке ЭС фиксируется количество произведенных в задаче опытов (счетчик опытов);

– в случае сложных событий реализация логических и алгебраических операций над элементарными событиями (отрицание, сложение, умножение) для косвенного расчета вероятности (блок СС);

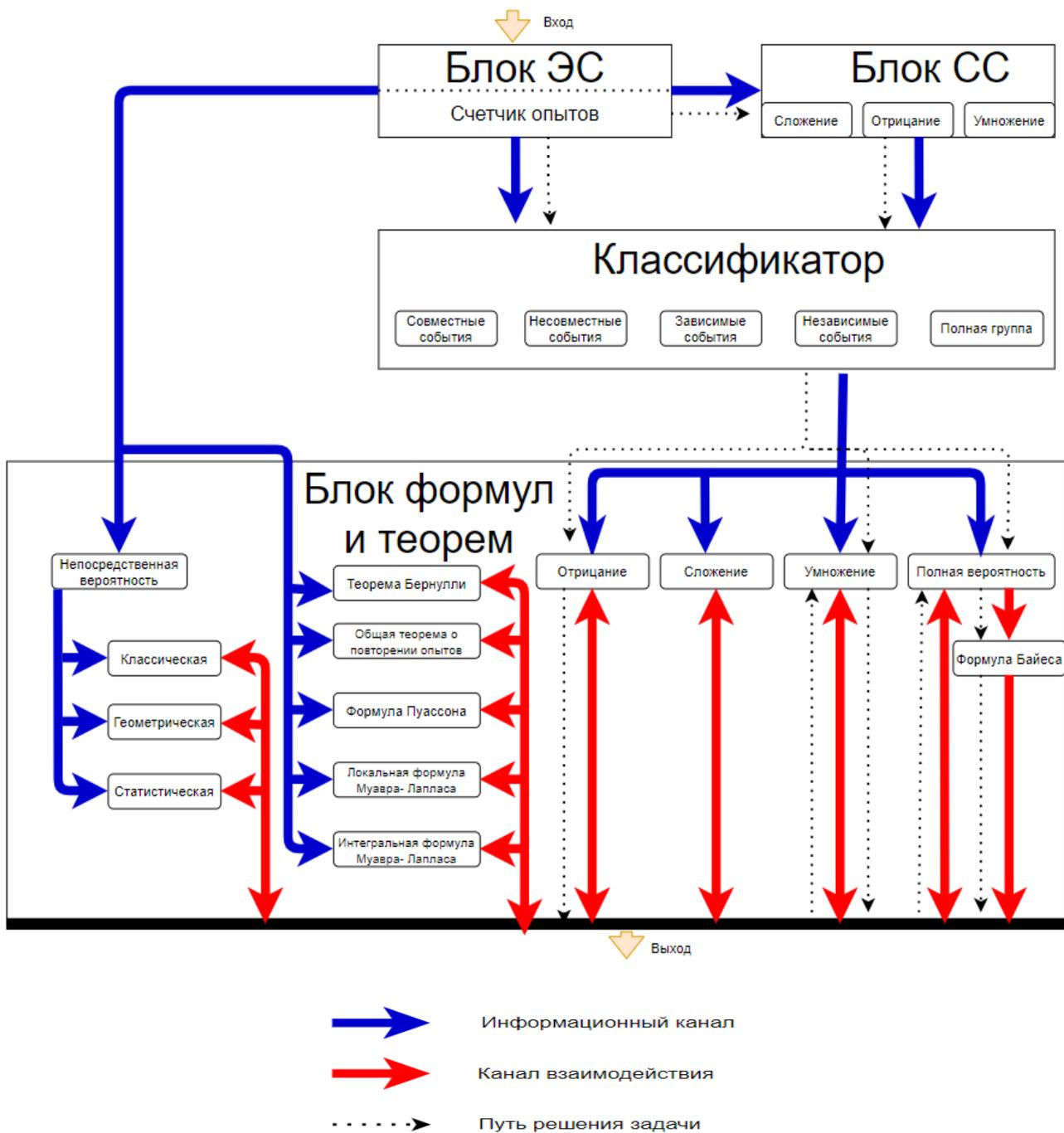


Рис. 1 Алгоритм решения задачи

– классификация всех сформированных событий на совместные и несовместные, на зависимые и независимые, а также фиксация полной группы для выбора конкретных формул и теорем при расчете вероятности в классификаторе (блок К);

– окончательное формирование в блоке ФТ хода решения задачи благодаря многочисленным информационным каналам и каналам взаимодействия между подблоками с помощью формул и теорем теории вероятностей.

Рассмотрим блок ФТ более подробно [2].

В подблоке классического метода определения вероятности события происходит расчет вероятности при равновозможных исходах опыта. Если опыт имеет  $n$  равновозможных исходов и событие  $A$  может появиться в  $m$  исходах, то вероятность события определяется так:

$$P(A) = m/n.$$

В подблоке геометрического метода определения вероятности события происходит расчет вероятности при равновозможных исходах опыта, но их число несчетно. Пусть число равновозможных исходов представляется в виде некоторой геометрической фигуры (множество точек) с заданной мерой  $Q$ , событию  $A$  соответствуют точки части фигуры с заданной мерой  $q$ , тогда расчётная формула вероятности события  $A$  запишется:

$$P(A) = q/Q.$$

В подблоке статистического метода определения вероятности события происходит расчет вероятности, основанный на понятии частоты события и существующей связи ее с вероятностью события. Обозначим частоту события  $A$  как  $P^*(A)$  и назовем статистической вероятностью:

$$P^*(A) = m/n,$$

где  $m$  – число опытов, когда событие  $A$  происходит;  $n$  – общее число опытов.

В подблоке формулы Бернулли происходит расчет вероятности того, что в  $n$  независимых испытаниях событие  $A$  появляется ровно  $m$  раз, причем опыты производятся в одинаковых условиях, что означает постоянную вероятность появления события  $A$  в каждом из опытов

$$P_n(m) = C_n^m \cdot p^m \cdot q^{n-m}.$$

В подблоке общей теоремы о повторении опытов происходит расчет той же вероятности, что и в блоке Бернулли, при условии, что опыты производятся в неодинаковых условиях (вероятность появления события  $A$  в каждом опыте разная). Вероятность того, что событие  $A$  в  $n$  независимых опытах появится ровно  $m$  раз равна коэффициенту при  $x^m$  в выражении производящей функции

$$\phi_n(Z) = \prod_{i=1}^n (q_i + p_i Z).$$

В подблоке формулы Пуассона происходит расчет вероятности при условиях большего количества испытаний и малой вероятности их успеха. Если вероятность  $p$  наступления события  $A$  в каждом испытании постоянна и мала, а число независимых испытаний  $n$  достаточно велико, то вероятность наступления события  $A$  ровно  $K$  раз приближенно равна

$$P_n(k) \approx \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda},$$

где  $\lambda = n \cdot p$ .

В подблоке локальной теоремы Лапласа, если вероятность  $p$  появления события  $A$  в каждом испытании постоянна и отлична от нуля и единицы, то вероятность  $P_n(k)$  того, что событие  $A$  появится в  $n$  испытаниях ровно  $K$  раз, приближенно равна

$$P_n(k) = \frac{1}{\sqrt{npq}} \varphi(x),$$

где

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2},$$

$$x = \frac{k - np}{\sqrt{npq}}.$$

В подблоке интегральной теоремы Лапласа, если вероятность  $p$  наступления события  $A$  в каждом испытании постоянна и отлична от нуля и единицы, то вероятность  $P_n(k_1, k_2)$ , того, что событие  $A$  появится в  $n$  испытаниях от  $k_1$  до  $k_2$  раз, приближенно равна определенному интегралу

$$P_n(k_1, k_2) \cong \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{x'}^{x''} e^{-x^2/2} dz,$$

где

$$x' = (k_1 - np) / \sqrt{npq},$$

$$x'' = (k_2 - np) / \sqrt{npq}.$$

В подблоке теоремы сложения вероятностей происходит расчет вероятности суммы двух событий  $A$  и  $B$ . Вероятность суммы двух несовместных событий равна сумме вероятностей этих событий

$$P(A + B) = P(A) + P(B).$$

Вероятность суммы двух совместных событий равна сумме вероятностей этих событий без вероятности произведения этих событий.

$$P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB).$$

В подблоке формулы произведения вероятностей происходит расчет вероятности произведения двух событий  $A$  и  $B$ . Вероятность произведения двух зависимых событий равна вероятности одного из них, умноженной на условную вероятность другого

$$P(AB) = P(A)P(B) - P(B/A).$$

Вероятность произведения двух независимых событий равна произведению их вероятностей

$$P(AB) = P(A)P(B).$$

В подблоке полной вероятности происходит расчет вероятности события при условии наличия той или иной гипотезы

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A/H_i).$$

В подблоке формулы Байеса происходит перерасчет априорных вероятностей в апостериорные вероятности

$$P(H_k | A) = \frac{P(H_i) \cdot P(A/H_k)}{\sum_{i=1}^n P(H_i) \cdot P(A/H_i)}.$$

Рассмотрим пример задачи, решенной с помощью данного алгоритма.

На вход алгоритма поступает задача: два стрелка независимо один от другого стреляют по одной мишени, делая каждый по одному выстрелу. Вероятность попадания в мишень для первого стрелка 0,8, для второго 0,4. После

стрельбы в мишени была обнаружена одна пробоина. Найти вероятность того, что эта пробоина принадлежит первому стрелку.

В блоке ЭС по исходной информации формируются следующие события:

$A$  – первый стрелок попадет;  $B$  – второй стрелок попадет;  $C$  – в мишени одна пробоина. Счетчик дает количество опытов – 1.

В Блоке СС формируются следующие события:

$\bar{A}$  – первый не попал;

$\bar{B}$  – второй не попал;

$H_1 = \bar{A} \cdot \bar{B}$ ;  $H_2 = A \cdot B$ ;  $H_3 = A \cdot \bar{B}$ ;  $H_4 = \bar{A} \cdot B$ .

В блоке  $K$  мы определяем следующие отношения:

–  $A, B, \bar{A}, \bar{B}$ , как независимые и совместные события;

–  $H_1, H_2, H_3, H_4$ , как независимые и несовместные события, образующие полную группу (гипотезы);

–  $C$  и  $H_1, C$  и  $H_2, C$  и  $H_3, C$  и  $H_4$ , как зависимые события.

В блоке ФТ:

– переходим на подблок отрицания (рассчитываем  $P(\bar{A}) = (1 - P(A))$ ), с учетом  $P(A) = 0,8$  имеем  $P(\bar{A}) = 1 - 0,8 = 0,2$ ; в свою очередь  $P(\bar{B}) = (1 - P(B))$  и с учетом, того, что  $P(B) = 0,4$ , получим  $P(\bar{B}) = 1 - 0,4 = 0,6$ );

– переходим на подблок умножения (рассчитываем  $P(H_1) = P(\bar{A}) \cdot P(\bar{B}) = 0,2 \cdot 0,6 = 0,12$ ;  $P(H_2) = P(A) \cdot P(B) = 0,8 \cdot 0,4 = 0,32$ ;  $P(H_3) = P(A) \cdot P(\bar{B}) = 0,8 \cdot 0,6 = 0,48$ ;  $P(H_4) = P(\bar{A}) \cdot P(B) = 0,2 \cdot 0,4 = 0,08$ );

– переходим на подблок полной вероятности (рассчитываем вероятность  $P(C) = \sum_{i=1}^4 P(H_i) \cdot P(C/H_i)$ , при  $P(C/H_1) = P(C/H_2) = 0$ ;  $P(C/H_3) = P(C/H_4) = 1$  получим  $P(C) = 0,12 \cdot 0 + 0,32 \cdot 0 + 0,48 \cdot 1 + 0,08 \cdot 1 = 0,56$ );

– переходим на подблок формулы Байеса (рассчитываем апостериорную вероятность  $P(H_3 | C) = \frac{P(H_3)P(C|H_3)}{P(C)} = \frac{0,48 \cdot 1}{0,56} = 0,86$ ).

На выходе получаем ответ: вероятность того, что пробоина принадлежит первому стрелку равна 0,86.

В заключение необходимо отметить, что основным достоинством разработанного на концептуальном уровне алгоритма является возможность автоматизировать процесс решения вероятностных задач, тем самым помочь курсантам обосновать предлагаемое решение и сократить время выполнения заданий на практических занятиях.

В апреле 2021 года скоропостижно скончался Александр Александрович Гаврилов – опытный преподаватель, надежный товарищ, отзывчивый человек. В 2015–2017 годах мы вместе работали с олимпийской командой курсантов по математике, выпустили первое пособие по олимпийским задачам. Светлая память о нем останется в моем сердце.

### **Библиографический список**

1. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – 9-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 576 с.
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие. 12-е изд., перераб. – М.: Высшее образование, 2006. – 479 с.

УДК 51-7

**И. А. Гальмукова**

Военная академия войсковой противовоздушной обороны  
имени Маршала Советского Союза А. М. Василевского, г. Смоленск  
*irina.galmuckova@yandex.ru*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ИССЛЕДОВАНИИ ВООРУЖЕННОЙ БОРЬБЫ**

В статье приводится методика расчета показателя эффективности выполнения боевой задачи с помощью аппарата теории вероятностей, а именно, используя формулу вероятности появления хотя бы одного события из множества возможных событий и формулу полной вероятности, а также применение метода экспертных оценок в процессе принятия решений в ходе вооруженного конфликта. Автор отмечает важнейшую роль математических методов, в том числе методов теории вероятностей, в исследовании вооруженной борьбы.

**Ключевые слова:** вооруженная борьба; событие; вероятность; полная вероятность; априорные вероятности; условная вероятность; эффективность боевых действий; метод экспертных оценок.

**I. Galmukova**

Military Academy of Military Air Defense named after Marshal  
of the Soviet Union A. M. Vasilevsky, Smolensk  
*irina.galmuckova@yandex.ru*

## **APPLICATION OF PROBABILITY THEORY IN RESEARCH ARMED STRUGGLE**

The article provides a method for calculating the performance indicator of combat mission using the apparatus of probability theory, namely, using the probability formula for the occurrence of at least one event from a set of possible events and the formula for total probability, as well as using the method of expert assessments in the decision-making process during an armed conflict. The author notes the important role of mathematical methods, including the methods of probability theory, in the study of armed struggle.

**Keywords:** armed struggle; event; probability; full probability; prior probabilities; conditional probability; the effectiveness of hostilities; method of expert assessments.

В настоящее время большое значение имеет вопрос эффективного руководства вооруженной борьбой.

Теория вероятностей и математическая статистика являются инструментами изучения законов вооруженной борьбы, помогают проанализировать сущность ее процессов, выявить закономерности, найти оптимальные решения для ведения боевых действий, обеспечить достоверный прогноз.

При проведении любой военной операции ее участники ожидают достижения поставленной цели, то есть достижения успеха. Как известно, достижение успеха военной операции зависит от объединения усилий всех видов вооруженных сил [4, с. 12]. Эта зависимость использовалась полководцами с древнейших времен. Объединение усилий заключается в наиболее эффективном использовании каждого вида вооруженных сил и рода войск для выполнения поставленной задачи.

Если вероятность (эффективность) выполнения задачи обозначить через  $W$ , а силы и средства, имеющиеся для ее выполнения через  $l = 1, 2, \dots, L$ , то зависимость вероятности выполнения задачи от объединения усилий всех сил можно приближенно вычислить по формуле:

$$W \approx 1 - \prod_{l=1}^L (1 - P_l), \quad (1)$$

где  $P_l$  – вероятность выполнения поставленной задачи  $l$ -м видом сил. Как известно, по формуле  $P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = 1 - P(\bar{A}_1) \cdot P(\bar{A}_2) \cdot \dots \cdot P(\bar{A}_n)$  вычисляется вероятность суммы событий  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , то есть вероятность появления хотя бы одного из них при условии, что эти события независимы. Другими словами, формула (1) утверждает, что боевая задача будет выполнена, если хотя бы один вид сил, используемых для ее достижения, достигнет заданных целей при условии, что эти силы действуют независимо друг от друга.

Рассчитанные с помощью этой формулы значения эффективности представляют собой нижнюю оценку этого показателя, так как хорошо организованное взаимодействие видов сил увеличивает значения вероятностей  $P_l$ .

Процесс вооруженной борьбы является стохастическим (вероятностным). Это значит, что любому возможному исходу присуща лишь вероятность наступления. Если  $A$  – событие, означающее достижение успеха, то основной показатель эффективности системы видов сил определяется как  $W = P(A)$ , то есть как вероятность успеха [3, с. 53].

Часто вероятность успеха вычислить сложно. Также иногда бывает необходимо исследовать влияние на результат явлений, учитываемых при вычислении основного показателя, но явно в нем не отражающихся. В обоих этих случаях

возникает необходимость использования частных показателей [5, с. 94]. По своему характеру частные показатели могут быть разделены на три группы: характеристики нанесения ущерба, пространственные и временные характеристики.

Любой показатель эффективности зависит от следующих групп параметров:

- условий, которые известны и не могут быть изменены:  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ ;
- параметров, которые можно изменять и от которых зависит достижение цели:  $x_1, x_2, \dots, x_m$ ;
- параметров, отражающих неопределенность условий, в которых происходит функционирование системы  $y_1, y_2, \dots, y_l$ .

Тогда критерий эффективности имеет вид:

$$W = \varphi(\alpha_1, \dots, \alpha_n; x_1, \dots, x_m; y_1, \dots, y_l)$$

$W$  является либо случайной функцией, зависящей от случайных аргументов, либо случайным функционалом.

Функционирование военных систем сопряжено с учетом таких параметров как случайное рассеивание точек попадания снарядов, случайные моменты обнаружения целей и т.п. [2, с.115]. Эти параметры можно описать законами распределения вероятностей появления их значений или числовых характеристик. При этом чаще всего применяются два приема. Первый состоит в замене случайных параметров числовыми характеристиками распределений вероятностей. Обычно в качестве числовой характеристики выступает математическое ожидание. Прием обеспечивает достаточную точность вычислений, если диапазон изменения случайных величин довольно мал, а также если диапазон велик, но критерий эффективности зависит от них почти линейно.

Второй прием используется, когда замена случайных величин их характеристиками приводит к серьезным ошибкам и состоит в оптимизации математического ожидания критерия эффективности, то есть величины  $\bar{W} = M(W)$ .

При этом условия функционирования системы повторяются многократно, а значения параметров  $y_1, \dots, y_l$  задаются в соответствии с законами распределения вероятностей их появления. При этом величина  $W$  является случайной.

Система противоборствующих сторон является стохастической и имеет большое число различных состояний. В каждом из этих состояний она может находиться с определенной вероятностью [2, с. 51]. Цель исследователя – найти обобщенный показатель состояния, другими словами, вероятность попадания системы в некоторую фиксированную область состояний. Можно утверждать, что метод вычисления вероятности успеха найден, если попадание в эту область обеспечивает достижение успеха.

Пусть известно некоторое дискретное множество состояний системы противоборствующих сторон и получен закон распределения их вероятностей. Так как события, представляющие собой нахождение системы в каждом из состояний, единственно возможны и попарно несовместны, то есть образуют полную группу событий, то имеет место формула:

$$\sum_{i=1}^n P_i(Y_i) = 1,$$

где  $i$  – номер состояния  $Y_i$  в данном множестве [1, с. 63].

Достижение успеха является случайным событием. Оно может произойти при нахождении системы в данный момент времени в тех состояниях  $Y_i$ , которые представляют собой благоприятствующие события для наступления ожидаемого события. Обозначим  $A$  – наступление успеха. Воспользуемся формулой полной вероятности:

$$P_t(A) = \sum_{i=1}^n P_t(Y_i) P_t(A / Y_i),$$

где  $P_t(A / Y_i)$  – условная вероятность наступления успеха в случае, если система находится в данный момент времени в состоянии  $Y_i$ .

Итак, для вычисления вероятности успеха необходимо знать множество состояний системы, закон распределения вероятностей этих состояний и закон изменения условной вероятности наступления успеха в зависимости от того, в каком именно состоянии находится система в определенный момент времени.

При этом встает вопрос о способе получения законов изменения условных вероятностей. При исследовании современных систем противоборствующих сторон приходится сталкиваться с трудностями поиска этих законов, так как те из них, которые были получены по статистическим данным прежних войн, в настоящее время далеко не всегда можно использовать. Проведение реальных экспериментов практически всегда невозможно. В сложившейся ситуации прибегают к методу экспертных оценок, представляющему собой один из наиболее часто используемых методов математической статистики.

На наш взгляд, практический интерес представляет также применение метода экспертных оценок в процессе принятия решений в случае возникновения конфликта между государствами. Пусть задан перечень состояний, которые описываются несколькими параметрами, характеризующими каждое из состояний. Например,

$S_1$  – мирная ситуация;

$S_2$  – несколько напряженные взаимоотношения сторон;

$S_3$  – высокая степень напряженности во взаимоотношениях сторон;

$S_4$  – отдельные вооруженные столкновения;

$S_5$  – широкомасштабные вооруженные столкновения и т.п.

Пусть определены вероятности каждого состояния, представляющие собой степень опасности в этом состоянии. Обозначим их  $P(S_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ . От источников информации поступают сигналы о мероприятиях противника, которые в совокупности образуют событие  $R$ , например, нанесение врагом внезапного удара. Военачальник должен в определенное время оценить ситуацию и принять грамотное решение. Для получения дополнительной информации привлекаются эксперты.

Пусть военачальник установил, что при наступлении события  $R$  наиболее вероятным является  $i$ -е состояние. Эксперты из возможных состояний выбирают два соседних с ним состояния и находят для них априорные вероятности отнесения события  $R$  к этим состояниям:

$$P(R/S_{i-1}), P(R/S_i), P(R/S_{i+1}).$$

Затем с помощью формулы полной вероятности вычисляется вероятность наступления события  $R$ :

$$P(R) = P(S_{i-1})P(R/S_{i-1}) + P(S_i)P(R/S_i) + P(S_{i+1})P(R/S_{i+1}).$$

Затем по формуле Байеса вычисляются вероятности состояний после наступления события  $R$ :

$$P(S_i/R) = \frac{P(S_i)P(R/S_i)}{P(R)} = \frac{P(S_i)P(R/S_i)}{\sum_{i=1}^n P(S_i)P(R/S_i)}.$$

Пусть через некоторое время произошло событие  $R_1$ , аналогичное событию  $R$ . Определим по формуле полной вероятности  $P(R_1)$  и вероятности состояний после наступления события  $R_1 : P(S_{i-1} / R_1), P(S_i / R_1), P(S_{i+1} / R_1)$ .

Если же под воздействием новых факторов произошло событие  $A$  другого характера, то эксперты должны вновь установить априорные вероятности отнесения события  $A$  к любому из указанных выше состояний, то есть вычислить вероятности  $P(A / S_{i-1}), P(A / S_i), P(A / S_{i+1})$ , вычислив предварительно  $P(A)$ .

Говоря о выборе оптимального способа действий во время вооруженной борьбы, нельзя, на наш взгляд, не затронуть принцип «наибольшего ожидаемого выигрыша».

При его использовании для каждого заданного состояния  $S_1, S_2, \dots, S_n$  заранее разрабатывается перечень ответных действий, которые бы наилучшим образом привели к успеху. Пусть политическое руководство противника разработало несколько вариантов  $D_i, i = 1, \dots, k$  достижения целей. Для каждого из вариантов путем экспертного опроса заранее определяются числа  $u_{ij}$ , которые характеризуют «полезность» действия в том случае, когда текущее событие соответствует определенному состоянию  $S_j, j = 1, \dots, n$ .

Тогда выигрыш  $u_i$  от варианта  $D_i$  будет выражаться формулой

$$u_i = \sum_{j=1}^n P(S_j / R) \cdot u_{ij},$$

где  $R$  – текущее событие, представляющее собой последние данные, полученные системой к моменту принятия решения. Затем из множества чисел  $u_i$  выбирают наибольшее число. Если им оказалось число  $u_{im}$ , это значит, что наибольший выигрыш даст действие  $D_{im}$ . Числа  $u_{ij}$  определяются с помощью экспертного опроса.

Разумеется, приведенные расчеты не могут полностью заменить квалифицированного специалиста, способного учесть многие факторы, возникающие в различных ситуациях, тем не менее они дают возможность сопоставления различных вариантов решений.

Подводя итог, хочется отметить, что методы теории вероятностей и математической статистики находят огромное применение при исследовании вопросов вооруженной борьбы, помогая проанализировать сложившуюся обстановку, определить оптимальное соотношение сил и средств, принять правильное решение, увеличить эффективность проводимых операций, спрогнозировать их результат.

### **Библиографический список**

1. Квейд Э. Анализ сложных систем. М.: Наука, 2017. – 157 с.
2. Скачко П.П., Волков Г.Т. Планирование боевых действий и управление войсками с помощью сетевых графиков. Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун - та, 2019. – 163 с.
3. Смирнов Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. – Тюмень: ТюмИИ, 2017. – 124 с.
4. Тараканов К.В. Математика и вооруженная борьба. М.: Высшее образование, 2018. – 239 с.
5. Федосеев В.В. Экономико-математические методы и прикладные модели М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 187 с.

УДК 519.65

**А. Д. Гербер**

Тюменское высшее военно-инженерное командное училище  
имени маршала инженерных войск А. И. Прошлякова, г. Тюмень  
*gerber\_a@mail.ru*

### **АППРОКСИМАЦИЯ СУММЫ ГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ОТРЕЗКОМ РЯДА ФУРЬЕ**

В работе описана методика аппроксимации суммы гармонических сигналов, заданной численными значениями в произвольных точках некоторого интервала. Приведен вывод системы линейных уравнений, позволяющих определить коэффициенты отрезка ряда Фурье, аппроксимирующего заданный набор значений периодической функции. Работоспособность такого алгоритма приближения обосновывается анализом результатов расчетов тестового примера, представляющего собой сумму нескольких гармоник. Кроме этого, приведен вариант определения неизвестного периода функции, связанного с имеющимися экспериментальными данными.

**Ключевые слова:** методы аппроксимации периодической функции, отрезок ряда Фурье.

**A. D. Gerber**

Tyumen Higher Military Engineering Command School  
named after Marshal of Engineering Troops A. I. Proshlyakov, Tyumen  
*gerber\_a@mail.ru*

## **APPROXIMATION OF THE SUM OF HARMONIC FUNCTION OF THE CUT-OFF FOURIER SERIES**

The paper describes a technique for approximating the sum of harmonic signals given by numerical values at arbitrary points of a certain interval. The derivation of a system of linear equations is given, which makes it possible to determine the coefficients of a segment of the Fourier series approximating a given set of values of a periodic function. The operability of such an approximation algorithm is justified by analyzing the results of calculations of a test example, which is the sum of several harmonics. In addition, a variant of determining the unknown period of the function associated with the available experimental data is given.

**Keywords:** methods for approximating a periodic function, segment of the Fourier series.

Работа связана с описанием методики определения спектра частот и их амплитуд, используемых в формировании суммарного периодического сигнала. Данная задача достаточно часто встречается при обработке экспериментальных данных, имеющих периодический характер. Таким образом, имеется набор таблично заданных данных, в общем случае, распределенных произвольным образом на некотором интервале:  $y_j = f(t_j)$ ,  $j = 0, 1, \dots, n$ .

В принципе, решение подобной задачи не представляет особого труда для набора значений периодической функции, заданной на равномерной сетке на отрезке, кратном длине периодичности функции. Идея такого представления и формулы приведены в широко известной монографии А. Анго «Математика для

электро- и радиоинженеров» [1, с.707]. В частности, для набора значений периодической функции, заданных на отрезке  $[0; r \cdot T]$ , причем  $r \in N$  и  $T = 2L$  с шагом, определяемым количеством заданных точек, такое представление имеет вид:

$$a_0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{j=n} y_j; \quad a_k = \frac{2}{n} \sum_{j=1}^{j=n} y_j \cos\left(k \frac{\pi}{L} t_j\right); \quad b_k = \frac{2}{n} \sum_{j=1}^{j=n} y_j \sin\left(k \frac{\pi}{L} t_j\right) \quad (1)$$

Сам отрезок ряда Фурье имеет вид:

$$f(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{k=m} a_k \cos\left(\frac{\pi}{L} t\right) + b_k \sin\left(\frac{\pi}{L} t\right), \quad (2)$$

где  $m$  – число учтенных слагаемых отрезка ряда Фурье, а  $a_k, b_k$  – неизвестные коэффициенты.

Однако, использование этих формул не всегда возможно. Во-первых, их применимость возможна лишь для случая задания значений строго на интервале, равном длине периода. Во-вторых, лишь условие равномерного распределение значений функции по длине интервала, обеспечивает правильность отыскание коэффициентов отрезка ряда Фурье по формулам (1). Таким образом, если исходные значения периодической функции распределены неравномерно, или, интервал их задания не совпадает с длиной периода, как в большую сторону, так и в меньшую, то формулы (1) нельзя использовать. Понятно, что необходимо их обобщение на этот случай. На всякий случай заметим, что, как и ранее, число однозначно определяемых гармоник в отрезке ряда Фурье, задается неравенством:  $2m + 1 \leq n$ . В противном случае поставленная задача не имеет однозначного решения

Определение коэффициентов ряда Фурье в самом общем случае, теперь, не может свойством конечных сумм тригонометрических функций, а именно, например,

$$S_n = \sum_{j=1}^{j=n} \cos\left(k \frac{\pi}{L} t_j\right) = \left| \begin{array}{l} t_j = jh; \quad k \in Z \\ h = \frac{r2L}{n}; \quad k \frac{\pi}{L} h = \alpha \\ n\alpha = 2k\pi \end{array} \right| = \sum_{j=1}^{j=n} \cos(j\alpha) = 0. \quad (3)$$

Оставим, на данном шаге, требование равномерности задания значений периодической функции и проведем анализ суммы для формулы (2). Достаточно просто предсказать результаты такого суммирования в этом случае:

$$\sum_{j=1}^{j=n} \cos\left(k \frac{\pi}{L} t_j\right) = \left| \begin{array}{l} t_j = jh; \quad k \in Z \\ h = \frac{t_{\max}}{n}; \\ \frac{k\pi t_{\max}}{nL} = \alpha \\ n\alpha = \frac{k\pi t_{\max}}{L} \end{array} \right| = \frac{\sin(n\alpha)\cos((n+1)\alpha)}{\sin(\alpha/2)} = \begin{cases} 0; & t_{\max} = 2L \\ \neq 0; & t_{\max} \neq 2L \end{cases} \quad (4)$$

$$S_n = \sum_{j=1}^{j=n} \sin\left(k \frac{\pi}{L} t_j\right) = \frac{\sin(n\alpha)\sin((n+1)\alpha)}{\sin(\alpha/2)} = \begin{cases} 0; & t_{\max} = 2L \\ \neq 0; & t_{\max} \neq 2L \end{cases}$$

Далее, в целях упрощения формул, считается, что начало отсчета находится в нуле, то есть:  $t_{нач} = 0$ . Кроме рассматриваемых выше сумм, возможен и другой набор произведений тригонометрических функций. Приведем их выражения для случая, когда  $k \neq \bar{k}$  и  $T = 2\pi$ :

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{j=n} \sin(kt_j)\sin(\bar{k}t_j) &= \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{j=n} \cos((k-\bar{k})t_j) - \cos((k+\bar{k})t_j) = \begin{cases} 0; & 2L \\ \neq 0; & \neq 2L \end{cases} \\ \sum_{j=1}^{j=n} \cos(kt_j)\cos(\bar{k}t_j) &= \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{j=n} \cos((k-\bar{k})t_j) + \cos((k+\bar{k})t_j) = \begin{cases} 0; & 2L \\ \neq 0; & \neq 2L \end{cases} \\ \sum_{j=1}^{j=n} \sin(kt_j)\cos(\bar{k}t_j) &= \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{j=n} \sin((k-\bar{k})t_j) + \sin((k+\bar{k})t_j) = \begin{cases} 0; & 2L \\ \neq 0; & \neq 2L \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

Для случая их совпадения, то есть,  $k = \bar{k}$ , формулы могут быть преобразованы следующим образом:

$$\sum_{j=1}^{j=n} \sin^2(kt_j) = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{j=n} (1 - \cos(2kt_j)) = \frac{n}{2} - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{j=n} \cos(2kt_j) \quad (6)$$

Таким образом, при использовании метода наименьших квадратов для определения значений коэффициентов отрезка ряда Фурье, появившиеся там суммы, могут быть заменены соответствующими выражениями. Не теряя общности, предположим, что не только условие равномерного распределения заданных точек нарушено, но и заданные значения расположены на произвольном интервале. То есть, рассмотрим самый общий случай задания исходных данных. Итак, имеется некоторое количество значений периодической функции, тогда минимизация суммарной невязки будет определяться следующим выражением:

$$F(a_k, a_k) = \sum_{j=1}^{j=n} \left( y_j - a_0 - \sum_{k=1}^{k=m} a_k \cos(kt_j) + b_k \sin(kt_j) \right)^2 \rightarrow \min \quad (7)$$

где  $y_j = f(t_j)$ ,  $j = 0, 1, \dots, n$ , а  $m$  – количество гармоник отрезка ряда Фурье, используемых в его описании. Выполнение необходимых условий существования экстремума невязки, приведет нас к следующей системе линейных уравнений относительно неизвестных коэффициентов отрезка ряда Фурье:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_0 n + \sum_{k=1}^{k=m} a_k \sum_{j=1}^n \cos(kt_j) + b_k \sum_{j=1}^n \sin(kt_j) = \sum_{j=1}^n y_j \\ a_0 \sum_{j=1}^n \cos(\bar{k}t_j) + \\ + \sum_{k=1}^{k=m} a_k \sum_{j=1}^n \cos(\bar{k}t_j) \cos(kt_j) + b_k \sum_{j=1}^n \cos(\bar{k}t_j) \sin(kt_j) = \sum_{j=1}^n y_j \cos(\bar{k}t_j) \\ a_0 \sum_{j=1}^n \sin(\bar{k}t_j) + \\ + \sum_{k=1}^{k=m} a_k \sum_{j=1}^n \cos(kt_j) \sin(\bar{k}t_j) + b_k \sum_{j=1}^n \sin(kt_j) \sin(\bar{k}t_j) = \sum_{j=1}^n y_j \sin(\bar{k}t_j) \end{array} \right. \quad (8)$$

Всего  $2m + 1$  уравнений для неизвестных коэффициентов отрезка ряда Фурье для случая с периодом  $T = 2\pi$ . Если период функции будет другим, в этой

системе линейных уравнений вместо приведенного выше аргумента тригонометрических функций нужно будет использовать следующее выражение:  $t \rightarrow \pi / L$ . Система уравнений (7) позволяет определить коэффициенты отрезка ряда Фурье для набора исходных данных, заданных произвольным образом на произвольном интервале. Однако, без точного знания периода суммы гармонических функций решение такой системы с произвольным значением периода приведет к аппроксимации исходных данных с наличием ошибки как по составу гармоник, так и по их амплитудам. Для выяснения характера поведения такой ошибки был проведен численный эксперимент, в котором в качестве исходных данных использовался набор значений следующей суммы гармонических функций:

$$f(t) = -10\sin\left(2\frac{\pi}{L}t\right) + 2\sin\left(3\frac{\pi}{L}t\right) + 2\cos\left(4\frac{\pi}{L}t\right) \Rightarrow$$

$$f(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{k=m} a_k \cos\left(\frac{k\pi}{L}t\right) + b_k \cos\left(\frac{k\pi}{L}t\right) \quad (9)$$

Исходные значений не содержали случайной ошибки и были найдены для гармоник с общим периодом  $2L = 2$ . Набор точек для обработки задавался для интервалов различной длины, как меньшей длины периода, так и большей.

Стандартное отклонение определялось по следующей формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( a_0 + \sum_{k=1}^{k=m} a_k \cos\left(\frac{k\pi}{L}t_i\right) + b_k \cos\left(\frac{k\pi}{L}t_i\right) - f(t_i) \right)^2} \quad (10)$$

Результаты численных экспериментов показали, что все, найденные на основе решения системы линейных уравнений (8) коэффициенты отрезка ряда Фурье совпали с заданными с ошибкой в пределах машинной точности вычислений. То есть, ошибка в их определении составила величину, равную  $10^{-17}$  для типа переменных real. Такое совпадение гарантировано наблюдалось для числа

слагаемых с  $m \geq 4$ . При этом, во всех вычислениях, в качестве периода функции использовалось его точное значение.

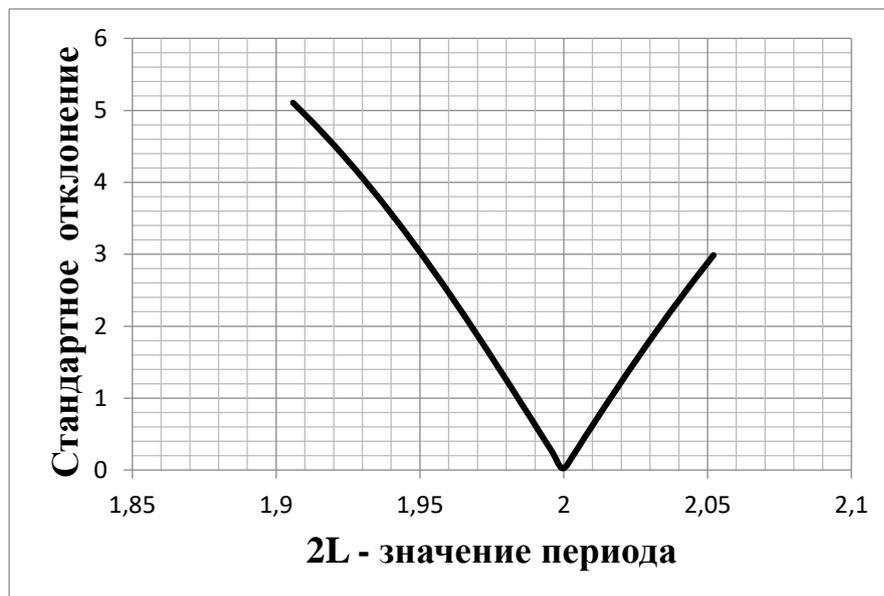


Рис. 1 Зависимость стандартного отклонения от величины периода, используемого при обработке данных, полученных на основе решения системы уравнений (8) для данных с периодом функции  $2L = 2$ .

Использование различных интервалов исходных данных, не влияло на правильность определения состава гармоник и их амплитуд.

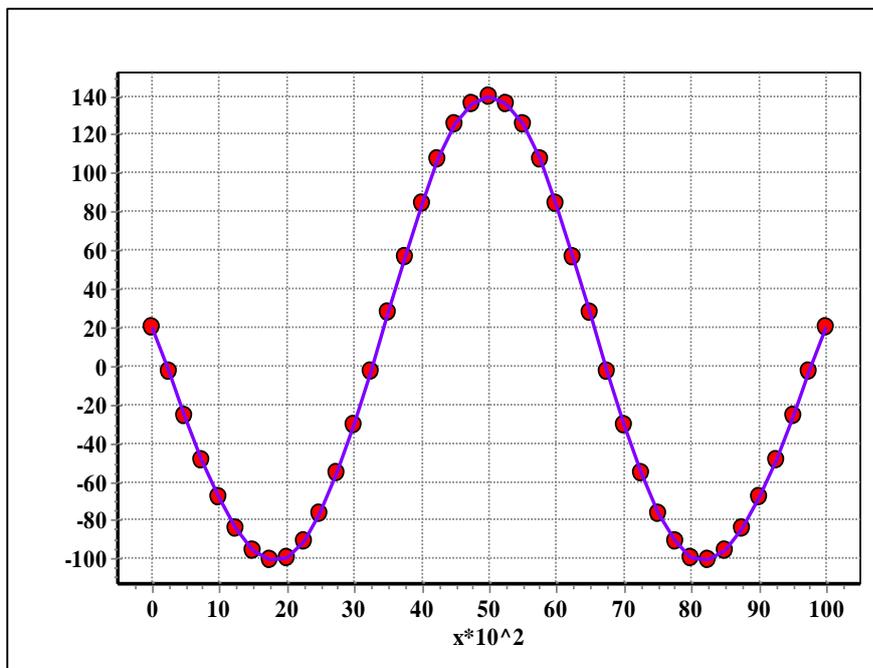


Рис. 2 Сплошная линия – зависимость, заданная формулой (9). Точки – значения, найденные на основе использования отрезка ряда Фурье с найденными по (8) коэффициентами

Результаты аппроксимации для случая набора, принадлежащего интервалу с длиной в половину периода функции, представлены на рисунке 2.

*Выводы.* Прежде всего, следует заметить, что определение коэффициентов отрезка ряда Фурье на основе решения системы линейных уравнений (8) теперь не зависит ни от длины интервала, на котором заданы исходные данные, ни от условия их равномерного распределения по длине отрезка. То есть, представленный подход обобщает формулы из [1, с. 707]. Следует так же заметить, что, даже для точно заданных данных, ошибка, связанная со знанием величины периода неизвестной функции, критичным образом влияет на результаты обработки исходных данных. Из рисунка 1, в частности, следует, что, например, 3% ( $0,05/2$ ) ошибка в значении периода приводит к 25% ( $3/12$ ) стандартной ошибке в определении значения периодической функции.

Таким образом, при использовании данной методики обработки суммы периодических сигналов значение периода должно быть известным с хорошей точностью. Если такой информации нет, то имеется возможность отыскания значения периода на основе минимизации, например, значения стандартного отклонения. Характер его поведения, представленный на рисунок 1, показывает, что его минимизация может быть лишь получена на основе численных методов, не связанных с использованием производной.

И последнее, достаточно интересной задачей при обсуждении данного алгоритма обработки исходных данных, является задача, связанная с оценкой степени влияния наличия случайных ошибок с заданным распределением в исходных данных на точность определения спектра и амплитуды гармоник, участвующих в формировании исходных данных.

### **Библиографический список**

1. Анго А. Математика для электро- и радиоинженеров. – М.: Изд-во Наука, 1965 г., 780 с.

**А. Д. Гербер**

Тюменское высшее военно-инженерное командное училище  
имени маршала инженерных войск А. И. Прошлякова, г. Тюмень  
*gerber\_a@mail.ru*

## **СВОЙСТВА ОПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ СО СЛУЧАЙНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

В работе описаны свойства определителей, изученные на основе методики моделирования с использованием ЭВМ. Для достижения этой цели, в среде программирования Delphi 7, была написана программа, вычисляющая значения определителя произвольного порядка со случайными элементами. В качестве примера, рассмотрены свойства определителя в зависимости от его порядка с элементами, принимающими два противоположных значения.

**Ключевые слова:** свойства определителя, случайные элементы определителя.

**A. D. Gerber**

Tyumen Higher Military Engineering Command School  
named after Marshal of Engineering Troops A. I. Proshlyakov, Tyumen  
*gerber\_a@mail.ru*

## **PROPERTIES DETERMINANT WITH RANDOM ELEMENTS**

The paper describes the properties of the determinants, studied on the basis of the modeling technique using a computer. To achieve this goal, in the Delphi 7 programming environment, a program was written that calculates the values of an arbitrary order determinant with random elements. As an example, the properties of the determinant are considered depending on its order with elements that take two opposite values.

**Keywords:** properties of the determinant, random elements of the determinant.

Достаточно часто, при описании поведения технических систем в качестве математической модели ее поведения выступает система линейных уравнений. В частности, если она совместна, то ее поведение может быть описано на основе использования понятия определителя. С учетом того, что элементы определителя могут принимать случайные значения, вопрос о характере изменения значения определителя становится достаточно интересным. Надо заметить, что подобное исследование, в какой-то мере, навеяно анализом решения олимпиадной задачи по характеру изменения значения определителя, элементы которого могут

принимать лишь два противоположных значения. При этом, например, определитель третьего порядка можно трактовать как объем параллелепипеда. То есть, с учетом случайного характера его элементов, можно изучить характер случайного изменения объема такого параллелепипеда.

На первом этапе осуществления такого анализа возникает вопрос о вычислении значения определителя заданного порядка. Второй этап будет связан с реализацией алгоритма генерации элементов определителя, принадлежащих заданному интервалу значений.

Решение этих задач начнем с оценки общего числа различных разных определителей для ситуации, в которой каждый элемент определителя может принимать заданное число значений. Пусть, рассматривается определитель  $n$ -го порядка, каждый элемент которого может принимать, например,  $k$  различных значений. Общее количество, различных по составу элементов, определителей будет определяться из следующих соображений:

$$\Delta = \left| a_{ij} \right|_{n \times n}; \quad \forall i, j; \quad a_{ij} = 1, 2, 3, \dots, k; \quad s = k^{n^2} \quad (1)$$

Понятно, что число различных определителей  $k^{n^2}$  очень быстро возрастает, как с ростом порядка определителя, так и ростом числа возможных различных значений его элементов. Возникает проблема осуществления перебора всех возможных вариантов определителей с последующим вычислением их значений. Решение проблемы перебора всех определителей может быть реализовано в рамках подхода, использующего позиционную систему счисления по основанию  $k$  и содержащей  $n^2$  позиций для его представления. Например, при рассмотрении определителя второго порядка,  $n = 2$ , при двух возможных значениях каждого элемента определителя, общее число различных по составу элементов определителей окажется равным:  $s = 2^4 = 16$ . Пусть, для определенности, элементы определителя могут принимать два значения: «-1» или «+1». Представление любого числа из интервала от 1 до 16 должно быть выполнено по двоичному основанию

(два значения элемента). Любое число из этого интервала должно быть представлено в 4-х разрядном представлении (общее количество элементов определителя). Рассмотрим конкретный пример, основанный на соответствии  $0_2 \Leftrightarrow -1_{10}$  и  $1_2 \Leftrightarrow 1_{10}$ . Например, для порядкового номера параметра цикла, изменяющегося от 0 до 15, равного 7, получаем следующий определитель:

$$7_{10} \rightarrow 0111 \rightarrow \begin{vmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = -2 \quad (2)$$

Конкретная постановка задачи по моделированию определителя, элементы которого могут принимать два противоположных значения, может быть сформулирована в следующем виде:

$$d_n = \left| \tilde{a}_{ij} \right|_{n \times n}; \quad \forall i, j; \quad \tilde{a}_{ij} = \pm m \quad (3)$$

Понятно, что поставленная задача упрощается, если учесть то обстоятельство, что его можно переписать в другом виде, а именно:

$$d_n = m^n \left| a_{ij} \right|_{n \times n}; \quad \forall i, j; \quad \tilde{a}_{ij} = \pm m a_{ij}; \quad a_{ij} = \pm 1 \quad (4)$$

Таким образом, исследовав характер изменения детерминанта определителя, в котором его элементы могут принимать лишь значения  $\pm 1$ , можно найти ответ на первоначально поставленную задачу.

Алгоритм вычисления значения определителя основан на преобразованиях Гаусса, приводящих определитель к записи в виде верхнего треугольного представления. Вариант реализации этого алгоритма в среде программирования Delphi 7 имеет вид:

```

function Det(var a : matrica; n : integer) : real;
var i, j, k, r : integer; max, c, m : real;
begin
  result := 1; for k := 0 to n do
    begin //k
      max := abs(a[k,k]); r := k;
      for i := k + 1 to n do begin
        if abs(a[i,k]) > max then

          begin
            max := abs(a[i,k]); r := i;
          end;
        end;
      If max <> 0 then
        begin
          if r <> k then
            begin result := -result;
          for j := 0 to n do
            begin c := a[k, j]; a[k, j] := a[r, j]; a[r, j] := c;
          end;

          end;
        for i := k + 1 to n do
          begin m := a[i,k]/a[k, k];
          for j := k to n do a[i, j] := a[i, j] - m * a[k, j];
          end; end; end; //k
        for i := 0 to n do result := result * a[i, i];
        end;
    end;
end;

```

(5)

Для перехода от одного основания системы счисления к другому использован алгоритм последовательного деления исходного числа на значение основания системы счисления. Этот алгоритм в виде функции реализован в следующем варианте:

```

function FromDecNew(n,r,kc : integer): string;
  // n в 10 СС; r - осн.нов. СС; kc - число зн. в предст
  var ip,i : integer;
begin
  result:=""; ip:= 0;
  repeat
  result:= digits[(n mod r)+1]+ result;
  n := n div r; ip:= ip +1;
  until n = 0;
  for i := ip to kc - 1 do result:='0'+result;
end;

```

(6)

Таким образом, с помощью программы для ЭВМ, в которой были реализованы возможности перебора всех определителей из числа возможных для данного спектра изменений его элементов, удалось детально изучить свойства определителей и найти закономерности, позволяющие предсказать значения таких определителей произвольного порядка.

Результаты моделирования значения определителя в зависимости от его порядка, для двух возможных противоположных значений, представлены в таблице 1. В ней, первый столбец – задает порядок определителя, второй – общее количество различных его вариантов, третий столбец – определяет общее число его различных значений, четвертый столбец – содержит список возможных значений, и, наконец, последний столбец – содержит определитель с максимальным по модулю значением.

Анализ результатов моделирования значений детерминанта, представленных в таблице 1, показывает, что:

1. Все его значения являются четными по абсолютной величине числами.
2. Число различных значений определителя растет с ростом его порядка по

следующей формуле:  $n \geq 5 \Rightarrow s_{\text{разн}} = 5 + \sum_{k=5}^n 2^{k-4}$ .

3. Детерминант определителя принимает значения в соответствии с формулой:

$$d_k = 2^{n-1} k; \quad k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots; \pm(s_{\text{разн}} \text{ div } 2).$$

Таблица 1

Набор значений детерминанта определителя и структура определителя с максимальным значением детерминанта в зависимости от его порядка

$n$	$n_{\text{вар}}$	$s_{\text{разл}}$	Набор значений детерминанта определителя	Структура $d_{\text{max}}$
2	$2^4$	3	$0; \pm 2;$	$\begin{vmatrix} -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{vmatrix} = 2$
3	$2^9$	3	$0; \pm 4;$	$\begin{vmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 4$
4	$2^{16}$	5	$0; \pm 8; \pm 16;$	$\begin{vmatrix} -1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 \end{vmatrix} = -16$
5	$2^{25}$	7	$0; \pm 16; \pm 32; \pm 48;$	$\begin{vmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \end{vmatrix} = -48$
6	$2^{36}$	11	$0; \pm 32; \pm 64; \pm 96; \pm 128; \pm 160;$	
7	$2^{49}$	19	$0; \pm 64; \pm 128; \pm 192; \pm 256; \pm 320;$ $\pm 384; \pm 448; \pm 512; \pm 576;$	

Что касается структуры определителя, детерминант которого принимает максимальные значения, можно заметить, что попарное скалярное произведение его строк между собой, должно быть одинаковым и равным либо нулю, либо  $\pm 1$  для нечетных порядков определителя. Подтверждение этого правила можно получить, проведя анализ последнего столбца таблицы 1. Если эти условия не выполняются, то возможны промежуточные значения из списка всех возможных

значений. В частности, приведем пример, промежуточного значения определителя 5-го порядка, в котором элементы строк попарно образуют скалярные произведения разных значений:

$$\begin{vmatrix} -1 & 1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = -32 \quad (7)$$

В нем «скалярное произведение», например, 1 строки со всеми остальными принимает следующие значения:

$$(c_1, c_2) = -1; (c_1, c_3) = +1; (c_1, c_4) = +1; (c_1, c_5) = +1 \quad (8)$$

Замечаем, что они не совпадают друг с другом, что приводит к тому, что значения детерминанта отличаются от его максимально возможного уровня. Для определителя 5-го порядка, приведенного в таблице 1, аналогичные попарные «скалярные произведения» строк оказались одинаковы и равны: "–1". В случае, определителя четного порядка, максимальность детерминанта гарантируется выполнением условия попарной «ортогональности» строк, то есть условием равенства нулю соответствующих скалярных произведений строк (см. таблицу 1).

Обсуждения статистических свойств значений определителя с элементами, принимающими противоположные значения, является предметом отдельного исследования. На данном этапе, предпринята попытка аппроксимировать имеющиеся данные, нормальным законом с выборочными параметрами среднего и дисперсии. На данный момент времени, вопрос о типе распределения полученных значений детерминанта определителя можно считать скорее открытым, чем решенным. Но, в качестве первого приближения нормальное распределение достаточно хорошо повторяет данные, полученные в процессе моделирования. На

рисунке 1 представлена гистограмма распределения значений определителя 6-го порядка с элементами, принимающими два противоположных значения.

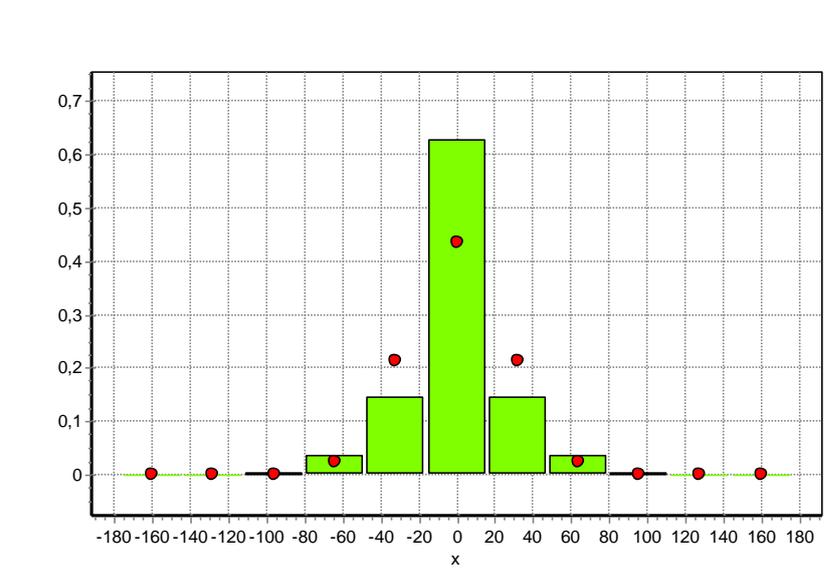


Рис. 1 По вертикали отложена относительная частота появления того или иного значения, по горизонтали, значения детерминанта определителя. Точки, значения функции распределения плотности вероятности для нормального закона распределения с параметрами, полученными на основе выборочных данных.

*Выводы.* Моделирование значений определителей с элементами, принимающими лишь два противоположных целочисленных значения, показало, что во множестве всех значений возможно установление закономерностей, часть из которых описана выше. На данный момент, вопрос о новизне полученных результатов скорее открыт, поскольку требует внимательного экспертного подхода, на что и рассчитывает автор. Однако, даже имеющийся набор полученных результатов, представляет интерес с практической точки зрения, например, при описании поведения электрических схем с элементами, находящимися в одном из двух состояний. Дальнейшее продолжение работы в этом направлении должно ответить на вопрос о типе распределения случайных значений детерминанта в зависимости от порядка определителя.

**А. В. Гусаров**

Рыбинский государственный авиационный технический университет  
имени П. А. Соловьева, г. Рыбинск  
*alvgus@mail.ru*

## **ОБ ОДНОМ ГЕНЕРАТОРЕ СЛУЧАЙНЫХ ДВОИЧНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ С УЧАСТИЕМ ЧЕЛОВЕКА**

Случайные двоичные последовательности находят широкое применение в различных областях науки и техники. Одним из способов генерации таких последовательностей является использование генераторов с участием человека. В данной работе описан один из таких генераторов. В качестве исходных данных для работы генератора используется информация из аудиофайла, а также результаты взаимодействия объектов на экране компьютера, на которые влияет человек.

**Ключевые слова:** генератор двоичных последовательностей; движение объектов; действия человека.

**A. V. Gusarov**

Rybinsk State Aviation technical university P. A. Solovieva, Rybinsk  
*alvgus@mail.ru*

## **ABOUT A RANDOM BINARY SEQUENCE GENERATOR WITH HUMAN PARTICIPATION**

Random binary sequences are widely used in various fields of science and technology. One of the ways to generate such sequences is the use of generators with human participation. In this paper, one of these generators is described. The source data for the generator is information from the audio file, as well as the results of the interaction of objects on the computer screen, which are influenced by a person.

**Keywords:** binary sequence generator; movement of objects; human actions.

Случайные двоичные последовательности используются для получения ключей в симметричных криптосистемах [1, 2], а также случайных последовательностей в системах защиты информации [1], системах передачи информации, системах безналичной оплаты и пр. Для достижения случайности (хаоса, энтропии) применяются различные способы, например, предлагается использовать человека и его действия [3].

Достоинствами биологического объекта (человека) как источника энтропии являются:

– широкие возможности в выборе способов формирования энтропии (анализ информации по зрительному, слуховому и тактильному каналу передачи информации, различные способы реакции);

– огромный разброс параметров человеческого организма среди большой группы людей, увеличивающий энтропию;

– нет необходимости в дополнительных аппаратных устройствах, которые стоят немалые деньги.

Одним из недостатков биологического объекта (человека) как источника энтропии является возможность влияния человека на энтропию путем сознательного или подсознательного выполнения своих действий по алгоритму, что может привести к снижению энтропии.

Цель – разработка и исследование генератора случайных двоичных последовательностей с участием человека.

Для генерации случайных двоичных последовательностей разработан генератор, на один вход которого подается информация из аудиофайла с записями звуков окружающей среды, а на другой – информация о хаотичном движении разноцветных шариков, которые «охотятся» друг за другом. Пользователь задает мышью координаты точек экрана, в которых возникают шары.

На рисунке 1 приводится изображение рабочего окна программы. Для начала процесса генерации ключей пользователь должен выбрать любой объект (шар) и «уничтожить» им более мелкие, при этом убегая от больших объектов. Если управляемый объект «уничтожил» другие движущиеся объекты, либо пользователь хочет выбрать другой объект, необходимо кликнуть мышью по новому объекту. Каждому объекту ставится в соответствие цепочка битов, получаемых из аудиофайла. При «поглощении» объекта эта цепочка присоединяется к получаемой случайной последовательности. При «уничтожении» объекта связанная с ним последовательность добавляется в общий пул, из которого формируется последовательность заданной длины.

Разноцветные шары различного диаметра совершают перемещения по экрану, сближаясь или удаляясь с различной скоростью. Окружности на рисунке

1 определяют радиусы обзора объектов, в пределах которого он может «поглотить» другой объект (шар). Если диаметр текущего шара на 5 % больше, чем другого, то текущий шар «поглощает» другой шар.

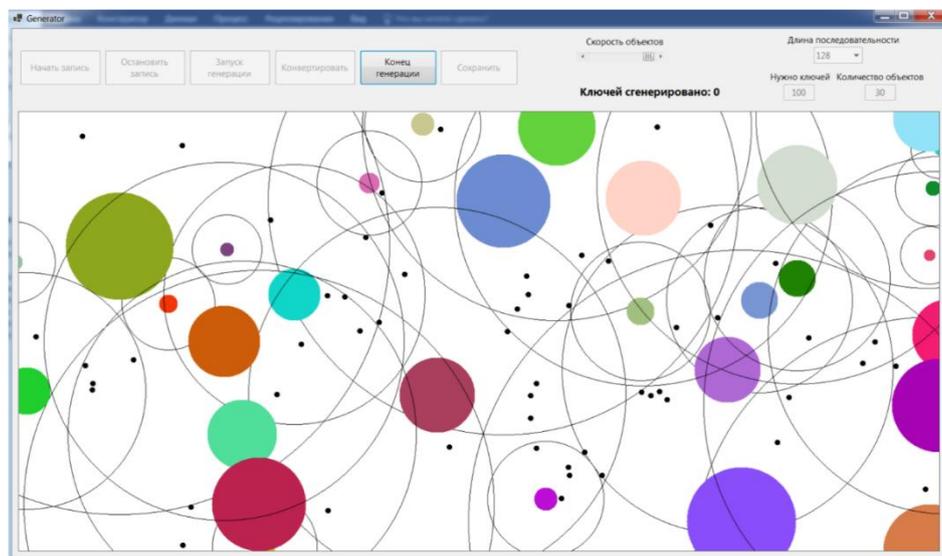


Рис. 1. Скриншот рабочего окна программы

Математическая модель представляет движение объектов и взаимодействие между ними:

- хаотичное движение объекта;
- проверка пересечения объектом границ поля на экране монитора;
- проверка, нужно ли убежать объекту;
- проверка, можно ли «уничтожить» объект;
- изменение характеристик объекта;
- движение объекта от «охотника», т. е. от объекта, который пользователь «тянет» курсором мыши;
- попытка догнать объект.

На основе разработанных алгоритмов и структур данных было разработано программное обеспечение для реализации генератора случайных двоичных последовательностей.

После запуска программы выполнялась генерация случайных последовательностей, затем были обработаны результаты.

Среднее выборочное вычислялось по результатам проверки 30 групп последовательностей. Для каждой группы, в которую входило 30 последовательностей, рассчитывался процент качественных последовательностей, прошедших проверку. Количество групп и количество последовательностей в группе, равное 30, взято для статистической правдоподобности расчетов. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты работы – зависимость от длины ключа и количества объектов.  
Скорость перемещения объектов 100 мс/пиксел

Длина последовательности, бит	Количество объектов (шаров) разного цвета, шт.	Среднее выборочное качественных двоичных последовательностей
64	10	76,1
64	20	78,4
128	10	80,8
128	20	81,4
256	10	87,1
256	20	88,9

Скорость движения объектов, как выяснилось, слабо влияет на среднее выборочное качественных последовательностей (таблица 2).

Таблица 2

Результаты работы – зависимость от скорости перемещения объектов.  
Количество объектов – 10.

Длина последовательности, бит	Скорость перемещения объектов (шаров), мс/пиксел	Среднее выборочное качественных двоичных последовательностей
64	100	76,1
64	50	76,1
128	100	80,8
128	50	79,4
256	100	87,1
256	50	86,9

Далее при помощи различных статистических тестов [4] определялось количество неотбракованных двоичных последовательностей в каждой группе. Двоичная последовательность считается неотбракованной (качественной), если после прохождения статистических тестов она признается случайной.

Построим гистограмму для случая, когда длина последовательности 64 бита, количество объектов – 10 (таблица 1). Среднее арифметическое качественных последовательностей составляет 76,1. Среднее квадратичное отклонение  $\sigma$ , полученное в результате расчетов, равняется 0,89.

Зададимся доверительной вероятностью  $\gamma = 0,95$ , тогда в соответствии с таблицей значений функции Лапласа коэффициент доверия  $t_\gamma = 1,96$ . Точность оценки  $\delta$  определим по известной формуле

$$\delta = \frac{t_\gamma \cdot \sigma}{\sqrt{m}}, \quad (1)$$

где  $t_\gamma$  – коэффициент доверия,  $t_\gamma = 1,96$ ;

$\sigma$  – среднее квадратичное отклонение,  $\sigma = 0,89$ ;

$m$  – объем выборки  $m = 30$ ;

Подставив в (1) значения, получим, что  $\delta = 0,32$ . Границы доверительного интервала будут следующие:

– нижняя:  $76,1 - 0,32 = 75,78$ ;

– верхняя:  $76,1 + 0,32 = 76,42$ .

Таким образом, с вероятностью  $\gamma = 0,95$  истинное значение средних выборочных будет находиться в интервале от 75,86 до 76,34. Поэтому можно предположить, что не менее 76 % сгенерированных последовательностей будут признаны качественными, остальные – будут отбракованы. Гистограмма изображена на рисунке 2. Значение нижней границы равняется 68, значение верхней границы равняется 87,2.

Из рисунка 2 можно сделать вывод о близком к нормальному закону распределения количества случайных последовательностей, получаемых при помощи генератора, при длине ключа 64 бита.

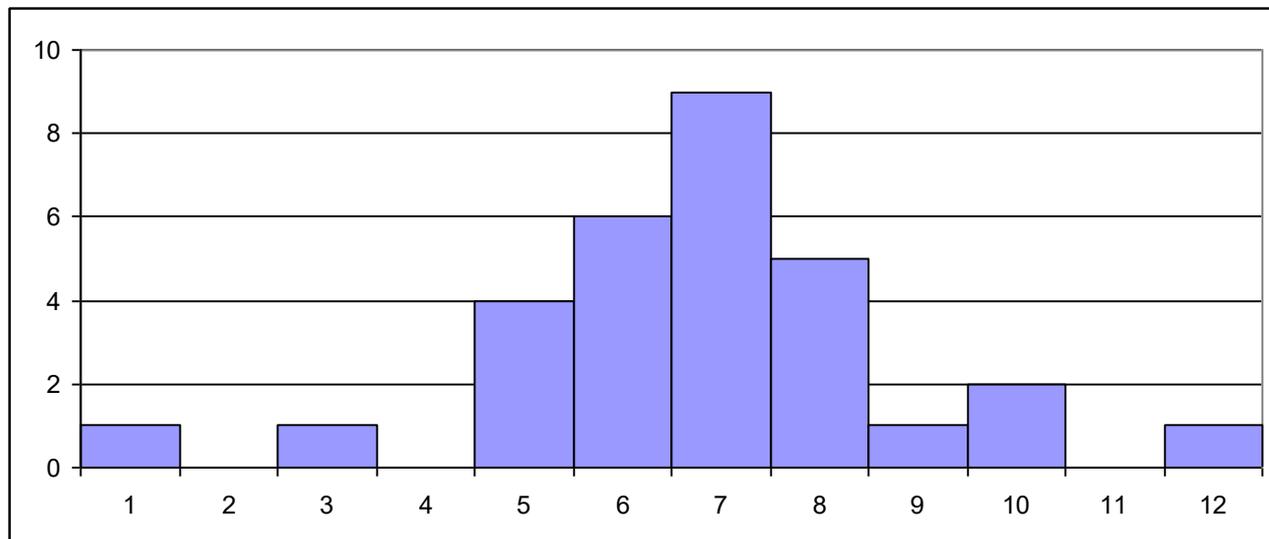


Рис. 2 Гистограмма, отражающая распределение количества сгенерированных качественных последовательностей длиной 64 бита (10 объектов)

Изображение на экране монитора, содержащее двоичный и текстовый файлы, включающие двоичные последовательности в двоичном и текстовом формате, представлены на рисунке 3.

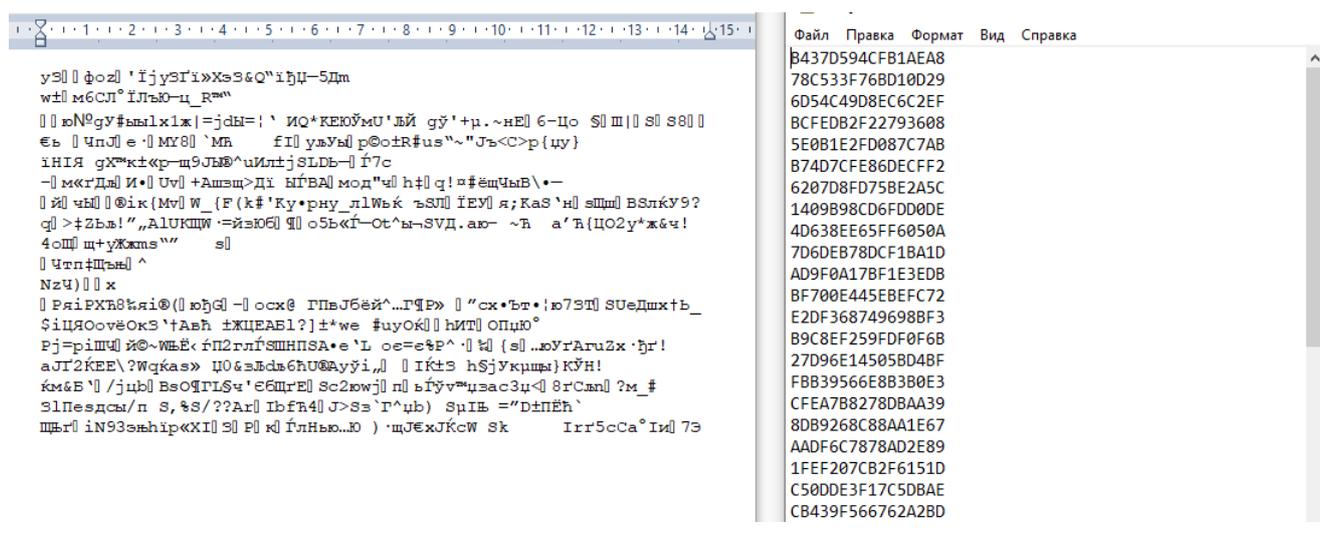


Рис. 3 Полученные ключи в файлах в двоичном и текстовом формате (в виде шестнадцатеричных цифр)

Данный генератор двоичной последовательности использовался магистрантами РГАТУ имени П. А. Соловьева во время работы в СКБ кафедры вычислительных систем.

Дальнейшие планы включают исследование зависимости характеристик генератора от условий, в которых находится человек, и от вида внешних звуковых сигналов, поступающих в генератор.

### **Библиографические источники**

1. Романец Ю. В., Тимофеев П. А., Шаньгин В. Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Под ред. В.Ф. Шаньгина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 2001. – 376 с.

2. ГОСТ Р 34.12–2018. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры. Введ. 2019–06–01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161708> (дата обращения 17.01.2022).

3. Как построить датчик случайных чисел с участием человека? [Электронный ресурс]: Электрон. текстовые, граф. дан. – URL.: <https://habr.com/ru/company/securitycode/blog/303698/> (дата обращения 15.01.2022).

4. Гусаров А. В., Хачикова Н. А. Анализ программных генераторов псевдослучайных последовательностей. Актуальные проблемы преподавания математических и естественно-научных дисциплин в образовательных организациях высшего образования. // Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Кострома: Издательство «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко, 2020. – С. 140 – 148.

УДК 517.958:57

**Н. В. Иванов<sup>1</sup>, А. В. Барановский<sup>2</sup>**

Филиал военной академии ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Серпухов

*ivanick@mail.ru<sup>1</sup>*

*rus\_sitizen@mail.ru<sup>2</sup>*

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИИ COVID-19

Представлен обзор математических моделей эпидемии COVID-19. Обсуждаются результаты по отдельным странам, в особенности по России. Приводятся данные по эпидемии коронавируса в Москве. Рассматривается развитие данной эпидемии в мире в целом.

Сравниваются компартментные модели с моделями волн эпидемии, и делается выбор в пользу последних. Наиболее адекватными считаем модели логистического роста. Предложено классифицировать модели двумя способами: по географическому принципу и по используемому математическому аппарату. Делается вывод о том, что в ходе своего развития во времени, эпидемия на разных временных отрезках должна описываться разными моделями.

**Ключевые слова:** COVID-19, математическая модель, динамика эпидемии.

**N. V. Ivanov<sup>1</sup>, A. V. Baranovskiy<sup>2</sup>**

Branch of the Military Academy of the Strategic Missile Forces  
named after Peter the Great, Serpukhov

*ivanick@mail.ru<sup>1</sup>*

*rus\_sitizen@mail.ru<sup>2</sup>*

## MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 EPIDEMIC

An overview of mathematical models of COVID-19 epidemic is presented. The results for individual countries, especially in Russia, are discussed. Data on the coronavirus epidemic in Moscow are provided. The development of this epidemic in the world as a whole is considered.

Compartment models are compared with epidemic wave models, and a choice is made in favor of the latter. We consider logistic growth models to be the most adequate. Models classification is proposed based on two ways: on geographic principle and on mathematical apparatus. It is concluded that in the course of its development in time, the epidemic at different time intervals should be described by different models

**Keywords:** COVID-19, mathematical model, dynamics of epidemic.

### Введение

**COVID-19** (аббревиатура от англ. **CO**rona**VI**rus **D**isease **2019** – коронавирусная инфекция 2019 года – острая респираторная инфекция, вызываемая коронавирусом SARS-CoV-2 (2019-nCoV). Представляет собой опасное заболевание, протекающее в форме острой респираторной вирусной инфекции лёгкого течения или в тяжёлой форме. Вирус способен поражать различные органы и вызывать летальный исход.

Для того, чтобы успешно противостоять распространению инфекции, необходимо анализировать динамику роста заболеваемости, рассчитывать

нагрузку на здравоохранение и делать реалистичные прогнозы, что требует разработки адекватной математической модели распространения эпидемии на основе статистических данных с возможностью легкой корректировки при изменении условий распространения.

Математическое моделирование эпидемий, распространяющихся среди людей, имеет долгую историю, как в изучении математических свойств и возможностей моделей, так и в моделировании конкретных эпидемий и контроле их эволюции [1–3]. Математическое моделирование распространения эпидемии COVID-19 в разных странах и регионах мира началось с момента первой вспышки болезни в Китае и интенсивно проводится в настоящее время.

## **1. Классификация по географическому принципу**

### **Глобальные модели**

**Мир в целом [4].** На рисунках 1а, 1б представлены фактические данные и результаты расчетов по математической модели для общего числа инфицированных COVID-19 во всем Мире. Распространение эпидемии в Мире представляет собой сумму многих эпидемиологических волн, идущих из разных очагов, расположенных в разных его частях. По первичному анализу статистических данных видно, что распространение коронавируса в Мире происходило в виде трех глобальных волн, поднимающих эпидемию на новый уровень. Первая глобальная волна подняла скорость заражения до 90 тысяч человек в сутки. Ее пик пришелся на 10 апреля 2020 г. со значением 90180 заболевших в день (фактические данные).

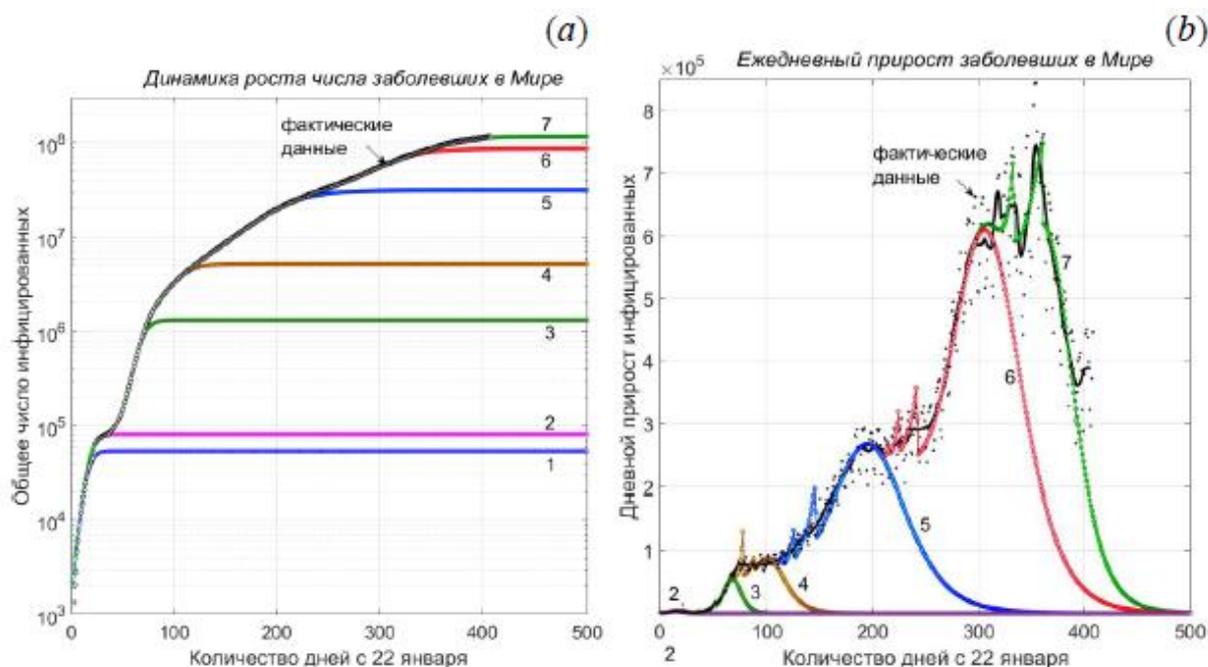


Рис. 1 Динамика распространения эпидемии коронавируса в Мире между 22.01.2020 и 03.03.2021. Фактические данные и результаты моделирования.

Далее установилось плато, которое продержалось больше месяца до середины мая. Средний прирост инфицированных в день в этот период составил 80669 человек. В середине мая началась новая глобальная волна эпидемии, и суточные приросты стали расти. Они достигли пиковых значений - примерно в 290 тысяч зараженных за сутки - в самом конце июля. Далее эпидемия не пошла на спад, а установилось плато, которое продержалось полтора месяца, до середины сентября 2020 г. Ежедневный прирост заразившихся в этот период не превысил пикового значения, а средний прирост в день составил порядка 265 тысяч.

### Модели масштаба страны

Следует отметить, что большинство публикаций [4, 6, 8–11, 14] по математическим моделям COVID-19 посвящено рассмотрению в отдельной стране. В работах [4, 6] отмечается, что для описания распространения эпидемии в течение года в Японии и в Испании было использовано 6 волн, в Швеции – 9 волн, в США и в Москве – 11 локальных волн.

### Модели мегаполисов

МОСКВА по материалам работ [4–7].

Москва – один из крупнейших мегаполисов мира и главный транспортный узел России. Это открытая система: внутреннее сообщение со всей страной не прекращалось даже при самых жестких ограничительных мерах. В результате в Москве все время случайно возникали новые очаги заражения, которые запускали новые локальные волны. Мониторинг ситуации с коронавирусом в Москве авторы проводили еженедельно, начиная с конца марта. На сегодняшний день Москва внесла чуть меньше четверти от общего число заболевших страны, в то время как ее население в 12.7 млн человек составляет примерно одиннадцатую часть жителей России. На рисунках 2а, 2б представлены статистические данные и результаты моделирования. Очевидно образование **двух больших волн**: весенней вспышки и осенне-зимней, соединяющихся через нижнее плато. То есть весенняя вспышка в Москве не затухла до нуля, а перешла в эндемическую стадию, которая длилась два месяца. С начала июля до середины сентября средний прирост заболевших держался на уровне 600–700 человек в сутки. Для моделирования распространения первой вспышки заболевания использовалось **семь локальных волн**: две волны на подъеме, три волны на спаде и две широкие волны для описания эндемической стадии.

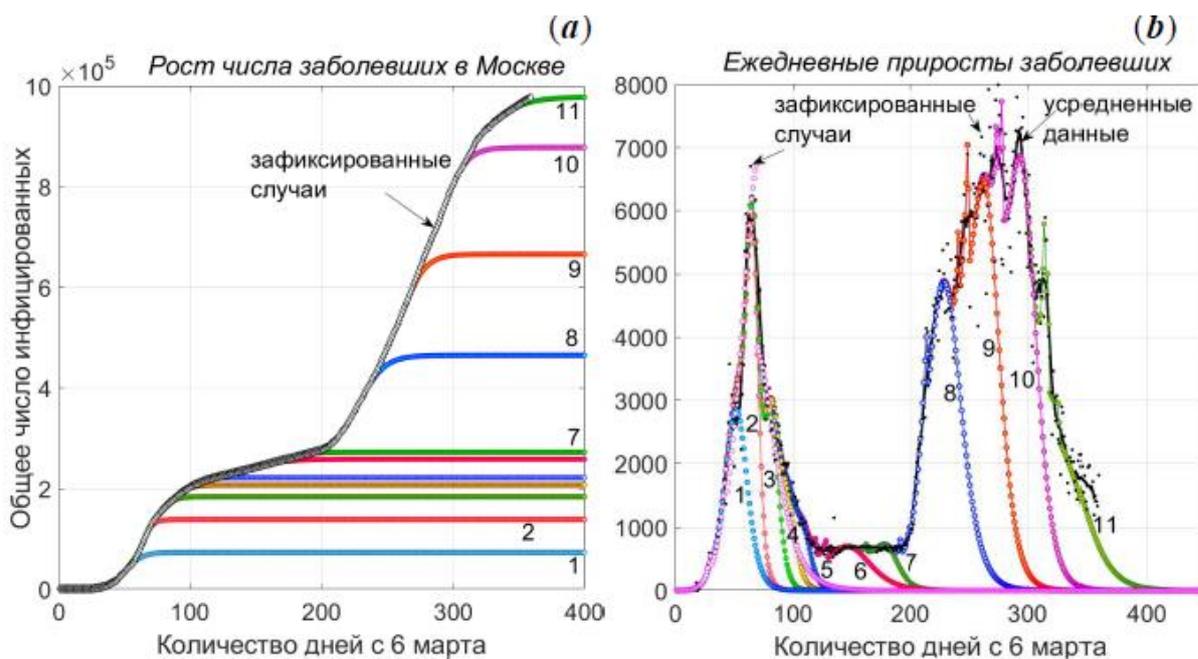


Рис. 2 Динамика распространения эпидемии коронавируса в Москве между 06.03.2020 и 27.02.2021. Фактические данные и результаты моделирования

## 2. Классификация по используемому математическому аппарату.

### Модели на основе дифференциальных уравнений

**Компартментные модели** – это такие модели, в которых вся популяция людей делится на отсеки (компартменты), между которыми возможны переходы с некоторыми скоростями (для простоты исследования принимаемыми постоянными).

**SIR.** Классическая SIR–модель была предложена Кермаком и МакКендриком в 1927 г. [3]. В ней рассматривается три группы индивидов — **восприимчивые** к заболеванию (Susceptible), **инфицированные** (Infected) и **переболевшие/умершие** (Recovered/Removed). Передача инфекции осуществляется от инфицированных индивидов к восприимчивым. Считается, что переболевшие индивиды приобретают иммунитет и не могут быть заражены вторично.

**SEIR** «восприимчивые – контактные (Exposed) – инфицированные – выздоровевшие»: модель для описания распространения заболеваний с **инкубационным периодом**.

Простота и небольшое число параметров являются преимуществами моделей SIR и SEIR. Эти модели применялись для прогнозирования распространения COVID-19 в Китае, Франции, Италии, Германии, Португалии и ряде других стран [8–11]. Некоторые результаты по России приведены в [9].

Все эти модели применимы в **однородных изолированных** системах, когда имеет место хорошее перемешивание в популяции и выполняется закон действующих масс. Это выполняется в больших городах, в которых не вводятся ограничительные меры. Для распространения эпидемии COVID-19 компартментные модели с постоянными параметрами не применимы, так как описание распространения происходит в виде одной эпидемиологической волны с одним пиком [12]. Реальные же системы являются **открытыми и неоднородными**, с очень **сложной динамикой** распространения инфекции. Как отмечается в работе [4], при сглаживании графиков ежедневного прироста заболевших во многих

случаях получаются кривые, имеющие несколько локальных максимумов (пиков) или содержащие «плечи», или «плато», что не укладывается в классическую модель с одним пиком. Такая структура объясняется возникновением **нескольких локальных волн** распространения инфекции, сдвинутых по времени и возникающих в разное время в разных регионах страны, или в одном регионе, но в разное время, когда инфекция приносится извне, вызывая новую вспышку, или, когда в данном регионе некоторые жители начинают игнорировать карантинные меры. Обобщая, можно сказать о суперпозиционном характере распространения инфекции очень многих локальных волн эпидемии [4].

Такая сложная динамика не может быть описана математической моделью с постоянными параметрами. Нужно использовать модели с *переменными параметрами*.

Ввиду недостатка места, ограничимся перечислением других математических методов, которые применялись для анализа эпидемии COVID-19: Модели с запаздыванием [13], модели, использующие фрактальные производные [14, 15], модели на основе нейронных сетей [16], модели на основе машинного обучения [17], модели на основе цепей Маркова [18], Байесовские модели [19], агентские модели [20], модели на основе оптимального управления [21].

### **Модели логистического роста**

В работе [4] использовали относительно простое дискретное логистическое уравнение Фейгенбаума.

**Выводы.** Приведенный обзор математических моделей эпидемии COVID-19 свидетельствует о том, что люди научились хорошо описывать прошлое и настоящее эпидемий. Что касается прогностической ценности (прогнозирование будущего) математических моделей – то она низка. Мы предполагаем, что это объясняется тем, что, в ходе своего развития во времени, эпидемия на разных временных отрезках должна описываться **разными** моделями.

### **Библиографический список**

1. Леоненко В. Н. Математическая эпидемиология, СПб.: Изд-во ИТМО, 2018.
2. Колесин И.Д., Житкова Е.М. Математические модели эпидемий, СПб.: НИИФ СПбГУ, 2004.
3. Kermack W. O., McKendrick, A. G. A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics // Proc. Roy. Soc. Lond., Ser. A. 1927. No. 115. pp. 700–721.
4. Куркина Е.С., Кольцова Е.М. Математическое моделирование распространения волн эпидемии коронавируса COVID-19 в разных странах мира // Прикладная математика и информатика № 66 – М.: Изд-во факультета ВМК МГУ, 2021. – С.41-66.
5. Koltsova E.M, Kurkina E.S, Vasetsky A.M, Mathematical Modeling of COVID-19 coronavirus spread in Moscow// Computational nanotechnology, Vol 7. № 1 (2020) 99-105.
6. Koltsova E.M, Kurkina E.S, Vasetsky A.M, Mathematical Modeling of COVID-19 coronavirus spread in several European, Asian countries, Israel and Russia, Problems of economics and law practice. 2020. Moscow. №. 2. p.154-165.
7. Koltsova E.M, Kurkina E.S, Vasetsky A.M, Mathematical Modeling of the Spread of COVID-19 in Moscow and Russian Regions, arXiv preprint arXiv:2004.10118, Submitted on 21 Apr 2020.
8. Z. Yang, et al., “Modified SEIR and AI prediction of the epidemics trend of COVID-19 in China under public health interventions,” Journal of Thoracic Disease, vol. 12, no. 3, 2020. [Online]. Available: <http://jtd.amegroups.com/article/view/36385> I, I, 1, I, II, III, 3, III, 4, IV-B, IV-C.
9. Efimov D., Ushirobira R. On an interval prediction of COVID-19 development based on a SEIR epidemic model. [Research Report] INRIA. 2020, ffhal-02517866v4f.
10. Zhong L., Mu L., Li J., Wang J., Yin Z., Liu D. Early Prediction of the 2019 Novel Coronavirus Outbreak in the Mainland China Based on Simple Mathematical Model. IEEE Access, V.8, 51761-51769, March 24,2020, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2979599.

11. Teles P. A time-dependent SEIR model to analyse the evolution of the SARS-CoV-2 epidemic outbreak in Portugal arXiv:2004.04735, April 21, 2020.
12. A. Comunian, R. Gaburro, M. Giudici Inversion of a SIR-based model: A critical analysis about the application to COVID-19 epidemic // *Physica D* 413 (2020) 132674
13. KiselevI.N., AkberdinI.R., KolpakovF.A. A Delay Differential Equation approach to model the COVID-19 pandemic.doi: <https://doi.org/10.1101/2021.09.01.21263002>
14. U. Sahin, T. Sahin. Forecasting the cumulative number of confirmed cases of COVID-19 in Italy, UK and USA using fractional nonlinear grey Bernoulli model// *Chaos, Solitons and Fractals* 138 (2020) 109948
15. B.S. T. Alkahtani, S.S. Alzaid A novel mathematics model of covid-19 with fractional derivative. Stability and numerical analysis // *Chaos, Solitons and Fractals* 138 (2020) 110006
16. Kumar RL, Khan F, Din S, Band SS, Mosavi A and Ibeke E (2021) Recurrent Neural Network and Reinforcement Learning Model for COVID-19 Prediction. *Front. Public Health* 9:744100. doi: 10.3389/fpubh.2021.744100
17. K. Atchaya et al. Administered Machine Learning Models for Covid-19 Future Forecasting. *Journal of Physics: Conference Series* 1916 (2021)012157 IOP Publishing doi:10.1088/1742- 6596/1916/1/012157
18. TirupathiRao, Kanimozhi.V, andSakkeel P.T. Markov model of COVID-19 disease progression. *Stochastic Modeling and Applications* Vol. 25 No. 1 (January-June, 2021)
19. Sánchez-Sánchez, M.; Suárez-Llorens, A., A Bayesian Model of COVID-19 Cases Based on the Gompertz Curve. *Mathematics* 2021, 9, 228. <https://doi.org/10.3390/math9030228>.
20. Md. Salman Shamil et al. An Agent Based Modeling of COVID-19: Validation, Analysis, and Recommendations, doi: <https://doi.org/10.1101/2020.07.05.20146977>.

21. A. K. Dhaiban, B. K. Jabbar. An optimal control model of COVID-19 pandemic: a comparative study of five countries, OPSEARCH <https://doi.org/10.1007/s12597-020-00491-4>.

УДК 519.688

**В. Р. Кристалинский**  
Смоленский Государственный Университет, г. Смоленск  
*kristvr@rambler.ru*

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В СИСТЕМЕ MATHEMATICA**

В статье описывается методика решения задач линейного программирования, в частности, с использованием геометрического метода, в системе Wolfram Mathematica. В частности, показана возможность использования для иллюстрации решения этих задач возможностей анимации системы Mathematica. Показано, что использование данной методики делает геометрический метод решения задач более понятным и наглядным для студентов и курсантов военных и технических вузов.

**Ключевые слова:** задачи линейного программирования, система Wolfram Mathematica, обучение студентов и курсантов.

**V. R. Kristalinskii**  
Smolensk State University, Smolensk  
*kristvr@rambler.ru*

## **SOLVING LINEAR PROGRAMMING PROBLEMS BY THE GEOMETRIC METHOD IN THE MATHEMATICA SYSTEM**

The article describes a method for solving linear programming problems, in particular, using the geometric method, in the Wolfram Mathematica system. In particular, the possibility of using the capabilities of the Mathematica animation system to illustrate the solution of these problems is shown. It is shown that the use of this technique will make the geometric method of solving problems more understandable and visual for students and cadets of military and technical universities.

**Keywords:** linear programming problems, Wolfram Mathematica system, training of students and cadets.

Решение задач оптимизации, в частности задач математического программирования, является важной частью подготовки студентов технических и курсантов военных вузов. Эти вопросы рассматриваются в курсах «Исследо-

ние операций», «Методы оптимизации» и т.п. Навыки в построении и исследовании математических моделей, сводящихся к решению задач математического программирования, могут применяться в дальнейшем в ходе изучения дисциплин профессиональной подготовки и в дальнейшем на практике.

Использование при решении задач этого класса современных систем компьютерной математики, в частности системы Wolfram Mathematica помогает расширить круг рассматриваемых задач, строить более сложные математические модели, сделать алгоритмы решения этих задач более понятными. Эти вопросы рассматривались нами, в частности, в работах [1], [2] и в учебно-методическом пособии [3].

Изучение задач математического программирования, как правило, начинается с простейших задач линейного программирования, содержащих две переменные и допускающих решение геометрическим методом. Здесь могут существенно помочь возможности системы Mathematica, связанные с построением графических образов и реализацией анимации

Рассмотрим решение следующей задачи, приведенной в [4, с. 20]. Для производства двух видов изделий,  $A$  и  $B$ , предприятие использует три вида сырья. Нормы расхода каждого вида на изготовление единицы продукции данного вида приведены в таблице 1. В ней же указана прибыль от реализации одного изделия каждого вида и общее количество сырья данного вида, которое может быть использовано предприятием.

Таблица 1

Исходные данные для задачи

Вид сырья	Нормы расхода сырья (кг) на одно изделие		Общее количество сырья (кг)
	A	B	
1	12	4	300
2	4	4	120
3	3	12	252
Прибыль от реализации одного изделия (ден. ед.)	30	40	

Как показано в [4], математической моделью данной задачи служит следующая задача линейного программирования.

Определить переменные  $x_1, x_2$ , удовлетворяющие следующей системе ограничений

$$\begin{cases} 12x_1 + 4x_2 \leq 300, \\ 4x_1 + 4x_2 \leq 120, \\ 3x_1 + 12x_2 \leq 252, \\ x_{1,2} \geq 0, \end{cases}$$

и обращающие в максимум целевую функцию  $30x_1 + 40x_2$ .

Для решения этой задачи геометрическим методом необходимо сначала построить область допустимых решений. В системе Mathematica это делается следующим образом:

```
Show[Region-  
Plot[12x1+4x2<=300&&4x1+4x2<=120&&3x1+12x2<=252&&x1>=0&&x2>=0,  
{x1,-2,30},{x2,0,30}]]
```

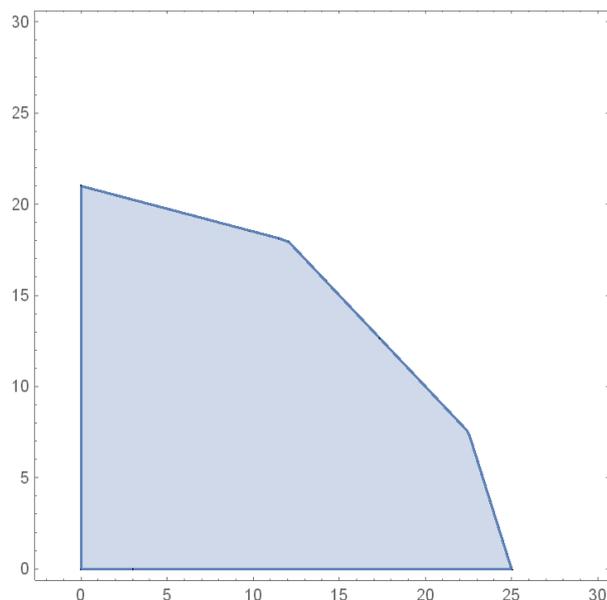


Рис.1 Область допустимых решений, построенная системой Mathematica

Далее начинается самая сложная для восприятия обучающимися часть решения задачи – требуется показать перемещение прямой  $30x_1 + 40x_2 = h$ , где  $h$  – некоторая постоянная по области допустимых решений с целью поиска последней общей точки прямой с многоугольником решений. Для иллюстрации этого процесса можно использовать имеющуюся в системе Wolfram Mathematica функцию `Animate`, реализующую искомое перемещение прямой.

```

Animate[Show[Region-
Plot[12x1+4x2<=300&&4x1+4x2<=120&&3x1+12x2<=252&&x1>=0&&x2>=0,{x
1,-2,30},{x2,0,30}],Plot[(a-30*x1)/40,{x1,-2,25}]],{a,0,1100},AnimationRun-
ning→False]

```

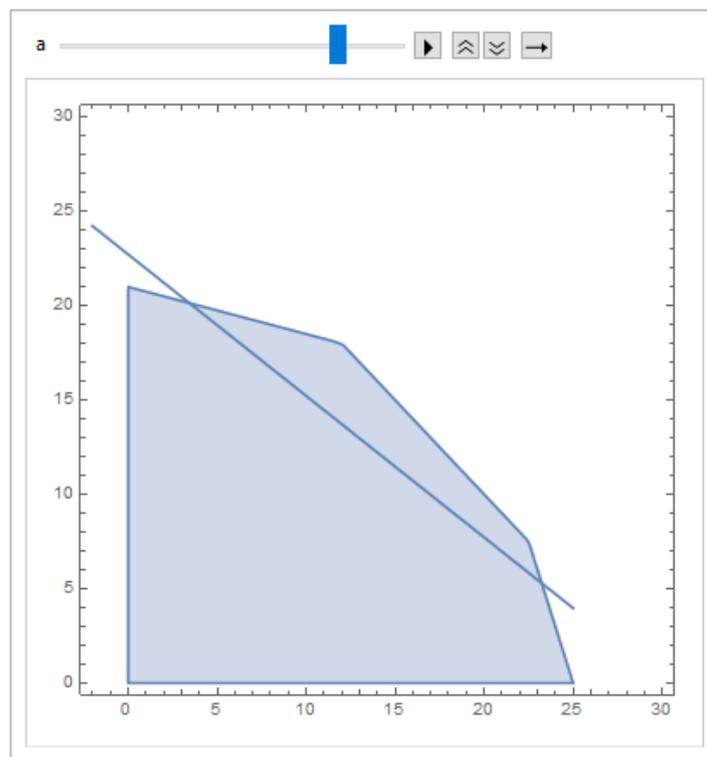


Рис.2 Стоп-кадр анимационного ролика, построенного системой Mathematica

Работая с этим роликом можно его запускать любое число раз, ускорять и замедлять, останавливать, перемещать построенную прямую вперед и назад. Верхнюю границу изменения параметра  $a$ , поскольку она заранее неизвестна,

нужно подобрать, добиваясь того, чтобы прямая при движении полностью проходила область допустимых решений. Таким образом, наиболее сложный для понимания момент при решении задачи линейного программирования геометрическим методом становится вполне наглядным. Следует только иметь в виду, что при проигрывании ролика наблюдается эффект «обрезания» области допустимых решений, вызванный, очевидно, особенностями алгоритма построения анимации.

Наблюдая за движением прямой, обучающиеся смогут увидеть, что последняя общая точка прямой с многоугольником решений есть в данном случае точка пересечения прямых, соответствующих 2 и 3 неравенствам (уравнения которых получаются из этих неравенств заменой знака  $\leq$  на знак  $=$ ). Следовательно, чтобы найти решение задачи, нужно решить систему уравнений

$$\begin{cases} 4x_1 + 4x_2 = 120, \\ 3x_1 + 12x_2 = 252. \end{cases}$$

Это можно сделать вручную, проверив решение с использованием системы Mathematica:

```
Solve[{4x1+4x2==120,3x1+12x2==252},{x1,x2}]  
{x1→12,x2→18}
```

Подставляя полученный результат в целевую функцию, получаем  $F=30 \cdot 12 + 40 \cdot 18 = 1080$ . Таким образом, мы получили, что оптимальным является производственный план, при котором производится 12 изделий первого вида и 18 – второго.

Проверить полученный результат можно также с помощью системы Mathematica, причем двумя способами: либо с использованием стандартной команды Maximize, предназначенной для решения широкого круга задач оптимизации, и

с помощью команды LinearProgramming, реализующей алгоритм линейного программирования.

1 способ:

```
Maximize[30*x1+40*x2,{12x1+4x2<=300,4x1+4x2<=120,  
3x1+12x2<=252,x1>=0,x2>=0},{x1,x2}]  
{1080,{x1→12,x2→18}}
```

2 способ:

```
LinearProgramming[{-30,-40},{{12,4},{4,4},{3,12}},{{300,-1},{120,-  
1},{252,-1}}]  
{12,18}
```

Поскольку функция Linear Programming всегда ищет значения переменных, обращающих целевую функцию в минимум, ее коэффициенты здесь умножены на  $-1$ .

Таким образом, использование системы Wolfram Mathematica действительно позволяет сделать решение задачи линейного программирования геометрическим методом более наглядным. Особенно удобным является, на наш взгляд, является использование средств анимации, позволяющее наглядно изобразить движение прямой по области допустимых решений.

### Библиографический список

1. Kristalinskii, V. R. On solving unconditional optimization problems in the wolfram mathematica system / V. R. Kristalinskii // CEUR Workshop Proceedings : 5, Yalta, Crimea, 22–25 сентября 2020 года. – Yalta, Crimea, 2021. – P. 383–390.
2. Кристалинский, Р. Е. Методы оптимизации в системе Mathematica / Р. Е. Кристалинский, В. Р. Кристалинский // Системы компьютерной математики и их приложения. – 2019. – № 20-2. – С. 199–203.
3. Кристалинский В.Р. Решение задач оптимизации в системе Mathematica / В. Р. Кристалинский. – Смоленск: ВА ВПВО ВС ВФ, 2021. – 72 с.
4. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах: учебное пособие для студентов экономических специальностей вузов / И. Л. Акулич. – М.: Высшая школа, 1986. –319 с.

УДК 004.94

**А. В. Самхарадзе<sup>1</sup>, М. А. Козлова<sup>2</sup>, Н. В. Данякин<sup>3</sup>**  
<sup>1</sup>282 Учебный центр войск радиационной, химической

и биологической защиты  
<sup>2</sup>Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С.К. Тимошенко, г. Кострома  
*kmari2016@mail.ru*

<sup>3</sup>Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С.К. Тимошенко, г. Кострома

## **КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

В работе представлено применение метода когнитивного моделирования для прогнозирования изменения свойств материалов при воздействии на них климатических и эксплуатационных факторов. Построена нечёткая когнитивная карта влияния эксплуатационно-климатических факторов (ЭКФ) на свойства основного конструкционного материала дымового генератора АРС-14КМ, позволяющая изучать не только влияние отдельных факторов на материал, но и учитывать их синергетическое воздействие на эксплуатационные свойства материала. По разработанной модели с помощью системы поддержки принятия решения (СППР) «Канва» проведена прогнозная оценка изменения свойств материала методом сценарного моделирования.

**Ключевые слова:** когнитивное моделирование, нечёткая когнитивная карта, эксплуатационно-климатические факторы, эксплуатационные свойства, прогнозирование свойств материалов, сценарное моделирование, система поддержки принятия решения.

**A. V. Samkharadze<sup>1</sup>, M. A. Kozlova<sup>2</sup>, N. V. Danyakin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>282 Training Center for Radiation, Chemical and Biological Protection

<sup>2</sup>Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*kmari2016@mail.ru*

<sup>3</sup>Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma

## **COGNITIVE MODELING OF THE COMPLEX INFLUENCE OF THE MAIN CLIMATIC FACTORS AND EXPERIMENTAL CONDITIONS ON THE PROPERTIES OF MATERIALS OF WEAPONS SAMPLES OF MILITARY AND SPECIAL EQUIPMENT**

The paper presents the application of the cognitive modeling method for predicting changes in the properties of materials when exposed to climatic and operational factors. A fuzzy cognitive map of the influence of operational and climatic factors (ECF) on the properties of the main structural material of the ARS-14KM smoke generator has been constructed, which makes it possible to study not only the influence of individual factors on the material, but also take into account their synergistic effect on the operational properties of the material. Based on the developed model, using the decision support system (DSS) Kanva, a predictive assessment of changes in the properties of the material was carried out using the scenario modeling method.

**Keywords:** cognitive modeling, fuzzy cognitive map, operational and climatic factors, operational properties, prediction of material properties, scenario modeling, decision support.

Прогнозирование свойств конструкционных материалов при одновременном влиянии эксплуатационных и климатических факторов является многофакторной задачей. Необходимо не только изучать влияние отдельных ЭКФ на материал, но и учитывать их синергетическое воздействие на изменение служебных характеристик материала. Особенностью таких систем является их разнообразность и слабая структурированность, которая выражается в том, что они содержат в себе как количественные, так и качественные данные, при этом качественная информация зачастую является неполной, неопределенной и даже противоречивой.

В настоящее время строгой научной основы достоверного прогнозирования свойств материалов на длительный срок эксплуатации в мировой науке не существует. Для анализа и моделирования таких систем можно использовать подходы, предполагающие выявление тенденций, протекающих в них процессов, качественную оценку этих тенденций и выбор мер, способствующих их развитию в нужном направлении. При построении таких моделей число переменных может измеряться десятками, и между ними может существовать причинно-следственная связь весьма сложной структуры. Одним из возможных подходов к решению таких задач является когнитивный подход [1].

На рисунке 1 представлено все многообразие факторов, действующих на специальное оборудование АРС-14КМ.

Рассмотренные факторы действуют на работоспособность станции комплексно. Данный процесс взаимодействия очень сложен, поэтому ограничимся рассмотрением влияния всего комплекса воздействий на один конструкционный материал наиболее уязвимого звена системы специального оборудования АРС-14КМ – сталь 12Х18Н10Т. Согласно тактико-техническим характеристикам эксплуатация дымового генератора подразумевает работу при высоких температурах, значительных перепадах температур и давления, непрерывной вибрации,

наличии агрессивных сред, что при долговременном использовании влечёт к изменению структуры и ухудшению эксплуатационных свойств материала [2].



Рис. 1 Влияние внешних воздействующих факторов на состав специального оборудования APC-14KM

От состояния металла зависит и то, сколько без перерыва может работать дымовой генератор без каких-либо неисправностей. При продолжительной непрерывной работе состояние стали 12X18H10T резко ухудшается. Причиной этого является межкристаллитная коррозия, что обусловлено электрохимической гетерогенностью зон термического влияния сварных швов и основного металла. А чем больше сталь без перерыва находится в высокотемпературном интервале, тем значительнее становится влияние межкристаллитной коррозии на эксплуатационные свойства.

Рассмотренное влияние различных факторов на свойства материала достаточно сложно воспроизвести при натуральных и ускоренных испытаниях, поэтому в работе рассмотрено построение нечёткой когнитивной модели воздействия ЭКФ на свойства основного конструкционного материала дымового генератора АРС-14КМ (сталь 12Х18Н10Т).

На рисунке 2 представлено совокупное влияние факторов и свойств на долговечность конструкционного материала.



Рис. 2 Совокупное влияние факторов и свойств на долговечность конструкционного материала

Для сокращения размерности задачи влияние климатических факторов объединены в понятие техническая жёсткость климата, введенное П. И. Кохом. В это понятие включены: температура, влажность, атмосферное давление, солнечная радиация, примеси воздуха, биологические факторы. П. И. Кох выделяет диапазон баллов технической жесткости климата из пяти групп [3].

На основании анализа ситуации отобрано 13 факторов, наиболее значимых в процессе разработки модели. При этом выделены целевые, контролируемо-наблюдаемые и управляемые концепты. Выделенные базисные факторы и их значения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Базисные факторы

№	Наименование фактора (обозначение переменной)	Значения	Единицы измерения	Интервал измерения
Целевые факторы				
1	Прочность (B1)	Количественное значение переменной	МПа	[265-650]
2	Коррозионная стойкость (B2)	Совершенно стойкие (ст.); Весьма ст.; Ст.; Понижено ст.; Мало ст.; Нестойкие	Балл	[1; 10]
3	Пластичность (B3)	Количественное значение переменной	%	[10; 40]
4	Предел выносливости (B4)	Количественное значение переменной	МПа	0,4 $\sigma_B$
5	Трещиностойкость (B5)	Стоек; Относительно стоек; Нестоек	Балл	[0; 1]
Контролируемо-наблюдаемые факторы				
6	Климатическая жёсткость (C1)	Маложесткий; умеренно жесткий; жесткий; очень жесткий, наиболее жесткий	Усл.ед.	[0; 170]
7	Температура эксплуатации (C2)	Высокая; средняя; Низкая	°C	450-950
8	Циклические нагрузки (C3)	Симметричный; Асимметричный знакопеременный; Ассиметричный знакопостоянный; Пульсирующий	Балл	[-1; 1]
9	Вибрация (C4)	Высокая; Средняя; Низкая	Класс	[А, В, С]
10	Агрессивность среды (C5)	Сильно агрессивная, агр., умеренно агр. малоагр., неагр.	Балл	[1; 5]
11	Скорость изменения температуры (C6)	Высокая; Средняя; Низкая	°/с	[0,1-15]
Управляемые факторы				
12	Время непрерывной работы (E1)	Лёгкий режим работы, нормальный режим работы, критический режим работы	ч	[10; 70]
13	Время работы между техническим обслуживанием (E2)		месяцев	[5; 35]

Целевыми факторами, значения которых прогнозируется, являются эксплуатационные свойства материала сталь 12Х18Н10Т: прочность, коррозионная стойкость, пластичность, предел выносливости, трещиностойкость.

Контролируемо-наблюдаемыми факторами (те, которые воздействуют на исследуемый объект, но человек не может ими управлять или влиять на них) являются эксплуатационные и внешние воздействующие факторы, а именно: климатическая жёсткость, температура эксплуатации, циклические нагрузки, вибрация, агрессивные среды, скорость изменения температуры.

К управляемым факторам (это такие, которые воздействуют на объект, однако человек может ими управлять) относятся время непрерывной работы и время работы между техническим обслуживанием.

Для установления причинно-следственных отношений определена шкала для оценки характера (положительный или отрицательный) и силы связи между базисными факторами [4]. Значения соответствующих переменных задаются в лингвистической шкале; каждому из них ставится в соответствие число в интервале от минус до плюс единицы в соответствии со статистическими методами оценки взаимосвязи между отдельными концептами (таблица 2).

Таблица 2

Оценка связи между базисными факторами

Лингвистическое описание	Численное значение	Обозначение
Не влияет	0	
Незначительно усиливает (ослабляет)	0,1; 0,2 (-0,1; -0,2)	(+) Незнач. (-) Незнач.
Слабо усиливает (ослабляет)	0,3; 0,4 (-0,3; -0,4)	(+) Слабо (-) Слабо
Существенно усиливает (ослабляет)	0,5; 0,6 (-0,5; -0,6)	(+) Сущ. (-) Сущ.
Сильно усиливает (ослабляет)	0,7; 0,8 (-0,7; -0,8)	(+) Сильно (-) Сильно
Очень сильно усиливает (ослабляет)	0,9; 1,0 (-0,9; -1,0)	(+) Оч.Сильно (-) Оч.Сильно

В ходе структуризации предметной области по результатам интервьюирования, экспертного опроса и анализа научных работ получена матрица смежности воздействия эксплуатационно-климатических факторов на эксплуатационные свойства стали 12Х18Н10Т, представленная в таблице 3.

Таблица 3

Матрица взаимодействия элементов системы

Наименование фактора	Прочность	Корроз. стойкость	Пластичность	Трещиностойкость	Предел выносливости
Климатическая жёсткость	(-)Незнач.	(-) Сильно-	(-) Сущ	(-) Нез	(-) Сл
Температура эксплуатации	(-) Оч.сильно	(-) Сильно	(+) Сущ,	(-) Слабо	(-) Незнач.
Циклическая нагрузка	-	-	-	-	(-) Сильно
Вибрация	-	-	-	(-) Сущ	(-) Сильно
Агрессивная среда	(-) Сильно	(-) Оч.сильно	(-) Сильно	(-) Оч.сильно	(-) Сильно
Время непрерывной работы	(-)Незнач.	(-) Сильно	(+) Незнач	(-) Сильно	(-) Сильно
Время между техн. обслуживанием	(-) Слабо	(-) Сильно	(+) Незнач	(-) Сильно	(-) Сущ
Скорость изменения температуры	(+) Сущ	(-) Сильно	(-) Сущ	(-) Оч.сильно	(-) Незнач.

Наиболее информативно матрица смежности представлена на рисунке 3 в виде нечеткой когнитивной карты.

Нечёткая когнитивная модель влияния ЭКФ на свойства материала является инструментом, помогающим структурировать знания и, главное, системно и всесторонне проводить исследования различных сценариев функционирования сложной системы, строить прогнозы возможных процессов деградации конструкционного материала под действием внешних факторов с целью предотвращения отказов в функционировании специального оборудования АРС-14КМ.

Сценарием развития ситуаций принято называть всю совокупность импульсных процессов во всех вершинах когнитивной карты, что представляет со-

бой модельную реализацию альтернативных действий или возмущающие воздействия (например, изменение жесткости климата, изменения температуры эксплуатации, время непрерывной работы и др.).

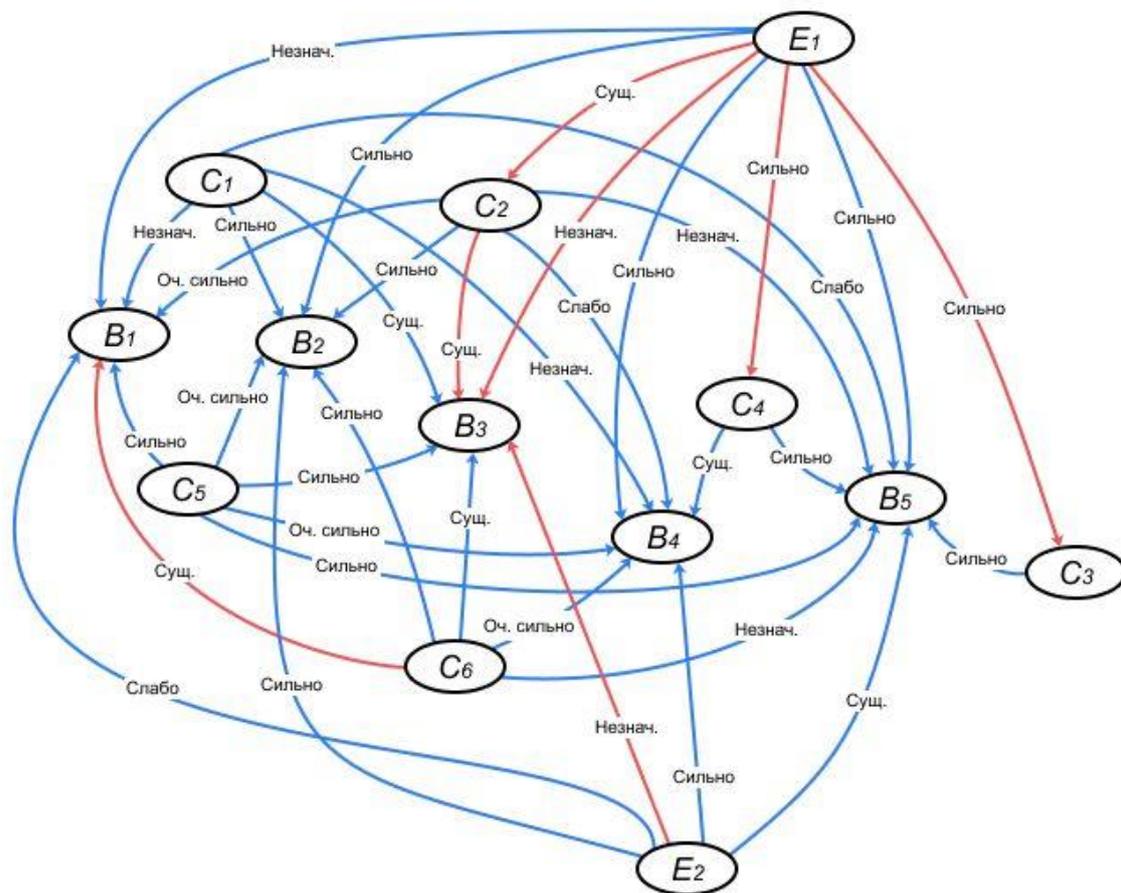


Рис. 3 Нечёткая когнитивная модель влияния ЭКФ на свойства материала

Проведение сценарного моделирования и составление прогнозов того, что может произойти с эксплуатационными свойствами стали 12Х18Н10Т при различных импульсных изменениях факторов выполнено с использованием СППР «Канва» [5]. Определение возможной величины изменения эксплуатационных свойств произведено по нескольким сценариям развития ситуации:

1) неблагоприятный вариант развития событий, подразумевающий значения ЭКФ на критическом уровне, при котором наблюдается наиболее пагубное воздействие на сталь 12Х18Н10Т;

2) усреднённый вариант развития событий, в котором все характеристики имеют средние значения всех показателей;

3) благоприятный вариант развития событий, в котором показатели ЭКФ находятся на «щадящем» уровне, то есть когда подразумевается слабое воздействие на рассматриваемый материал.

Результаты сценарного моделирования рассматриваемых ситуаций приведены в таблице 4.

Целевые факторы при сценарном моделировании по неблагоприятному варианту развития событий, согласно которому применено большое увеличение всех ЭКФ, ухудшаются в среднем до 80 %, а вероятность наступления данного события составляет 0,61.

Результат усреднённого варианта развития событий, по которому применяется среднее значение всех ЭКФ, прогнозирует ухудшение состояния материала до 40 %, а вероятность того, что наступит данный вариант, составляет 0,51.

В благоприятном варианте развития событий всем ЭКФ присваиваются наименьшие значения (минимальное импульсное воздействие), при этом наблюдается рост показателей состояния материала, то есть при данных условиях значения эксплуатационных свойств были бы лучше на 40 %, вероятность наступления данной ситуации составляет 0,74.

Разработанную модель можно многократно использовать для решения как прямой задачи - прогнозирования степени изменения результирующих факторов (прочность, коррозионная стойкость, пластичность и др.) при изменении исходных (климатическая жёсткость, температура эксплуатации и т.д), так и обратной - определение необходимой величины изменения управляемых факторов (время непрерывной работы и время между техническим обслуживанием) для получения целевого значения результирующих факторов.

Таким образом, применение когнитивного моделирования и проведение сценарного анализа возможно при составлении прогноза ситуаций, при которых происходит деградация материалов, тем самым упростив и ускорив процесс принятия решений при возникновении различных неисправностей.

## Результаты сценарного моделирования рассматриваемых ситуаций

Сценарий	Фактор и его значение возмущающего воздействия	Результат моделирования	Возможные причины
Неблагоприятный вариант развития событий	Климатическая жёсткость – растёт на 96,3 %, Циклические нагрузки – растёт на 67,4 %, Вибрация – растёт на 84 %, Агрессивная среда – растёт на 80,5 %, Время непрерывной работы – растёт на 101 %, Время между ТО – растёт на 89,4 %, Скорость изменения температуры – растёт на 90,6 %	Прочность – падает на 63,6 %, Коррозионная стойкость – падает на 77,1 %, Пластичность – падает на 62,2 %, Трещиностойкость – падает на 88,9 %, Предел выносливости – падает на 77,4 %	Совокупность воздействия климатических и эксплуатационных факторов на рассматриваемый материал влечёт к сильному развитию МКК, изменению структуры и разрушению целостности материала
Усреднённый вариант развития событий	Климатическая жёсткость – растёт на 14 %, Температура эксплуатации – падает на 2,3 %, Циклические нагрузки – падает на 3 %, Вибрация – растёт на 19,5 %, Агрессивная среда – растёт на 26,3 %, Время между ТО – падает на 12,5 %, Скорость изменения температуры – растёт на	Прочность – падает на 30,6 %, Коррозионная стойкость – падает на 36,3 %, Пластичность – падает на 29,9 %, Трещиностойкость – падает на 38 %, Предел выносливости – падает на 29 %	Наблюдается развитие МКК и нарушение целостности материала, но не так интенсивно, как в предыдущем варианте
Благоприятный вариант развития событий	Климатическая жёсткость – падает на 59,1 %, Температура эксплуатации – падает на 26,5 %, Циклические нагрузки – падает на 47 %, Вибрация – падает на 48 %, Агрессивная среда – падает на 36,2 %, Время непрерывной работы – падает на 41,5 %, Время между ТО – падает на 44,2 %, Скорость изменения температуры – падает на 25,9 %	Прочность – растёт на 28,6 %, Коррозионная стойкость – растёт на 43,8 %, Пластичность – растёт на 33,4 %, Трещиностойкость – растёт на 35,5 %, Предел выносливости – растёт на 36,3 %	В «мягких» условиях ЭКФ оказывают не значительное влияние, а соответственно развитие МКК, нарушение целостности и структуры материала не наблюдаются

## Библиографический список

1. Коробкин В. В. Учет рискованных ситуаций при моделировании процесса проектирования сложных управляющих систем на основе когнитивных моделей // Известия Южного федерального университета. Сер.: Технические науки. – 2017. – №9. – С. 103–111.
2. Хантов В. П. Авторазливочная станция АРС-14КМ [Текст] : учеб. Пособие / Хантов В. П., Лебедев Н. В. [и др.]. – Кострома : ВА РХБЗ, 2020. – 167 с.
3. Формализация и использование явных и неявных экспертных знаний для оценивания состояния сложных объектов [Электронный ресурс] / А. В. Спесивцев . – Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/formalizatsiya-i-ispolzovanie-yavnykh-i-neyavnykh-ekspertnykh-znaniy-dlya-otsenivaniya-sosto>. (дата обращения 20.01.2022).
4. Климат-2019: Современные подходы к оценке воздействия внешних факторов на материалы и сложные технические системы // Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции (г. Геленджик, 16-17 мая. 2019 г.), [Электронный ресурс] / ФГУП «ВИАМ». – М.: ВИАМ, 2019. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnoe-modelirovanie-v-informatsionnoy-sisteme-podderzhki-prinyatiya-resheniy> (дата обращения: 20.04.2021).
5. Кулинич А.А. Когнитивная система поддержки принятия решений «КАНВА» // Программные продукты и системы : сб. науч. тр. / СПбГЭУ, 2002. – С. 25–28.

УДК 519.83

**А. И. Смирнова, Н. А. Неробеева**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С. К. Тимошенко, г. Кострома

*aismirnova.19@mail.ru*<sup>1</sup>

*nata77kol@mail.ru*<sup>2</sup>

**КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ  
НАПРАВЛЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТЕОРИИ  
ВЕРОЯТНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ СХЕМЫ ПОВТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

В статье рассматриваются методические рекомендации по решению практических задач с использованием формул Бернулли и Пуассона и возможные способы практической реализации компьютерного обеспечения практических занятий на схему повторных испытаний.

**Ключевые слова:** повторные испытания, формула Бернулли, формула Пуассона, программный продукт, межпредметные связи, практическая направленность, индивидуализация.

**A. I. Smirnova<sup>1</sup>, N. A. Nerobeeva<sup>2</sup>**

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S. K. Timoshenko, Kostroma

*aismirnova.19@mail.ru<sup>1</sup>*

*nata77kol@mail.ru<sup>2</sup>*

## **COMPUTER IMPLEMENTATION OF THE PRACTICAL ORIENTATION OF TRAINING IN SOLVING PROBLEMS OF PROBABILITY THEORY IN THE CONDITIONS OF REPEATED TESTING SCHEME**

The article discusses methodological recommendations for solving practical problems using Bernoulli and Poisson formulas and possible ways of practical implementation of computer support for practical classes based on the scheme of repeated tests.

**Keywords:** repeated tests, Bernoulli formula, Poisson formula, program product, interdisciplinary connections, practical orientation, individualization.

При решении прикладных задач с применением методов теории вероятностей важную роль играют формулы Бернулли и Пуассона, применимые в условиях схемы повторных независимых испытаний (схемы Бернулли). Применение формулы Пуассона в этих условиях основано на том, что пуассоновское распределение является предельным для биномиального, когда число опытов неограниченно увеличивается [1, с. 124]. Практика работы со студентами показывает, что при решении практических задач они довольно часто испытывают затруднения при определении условий схемы повторных испытаний и возможности применения формул Бернулли и Пуассона. Вычисления по этим формулам даже с использованием микрокалькуляторов занимают значительное время. Рассмотрим возможные пути выхода из данной ситуации.

Не смотря на кажущуюся простоту формулы Бернулли, в задачах с практическим содержанием ее применение не для всех студентов является очевидным. Рекомендуется следующая методика решения таких задач.

1. Четко сформулировать содержание повторяемого опыта и определить количество повторений  $n$ .

2. Ввести событие  $A$ , наступление которого ожидается в каждом опыте с вероятностью  $p$  и не наступление с вероятностью  $q = 1 - p$ .

3. Вероятность того, что событие  $A$  произойдет  $m$  раз при  $n$  испытаниях, находим по формуле Бернулли:

$$P_n(m) = \frac{n!}{m! \cdot (n-m)!} \cdot p^m \cdot q^{n-m}, \quad m = 0, 1, 2, \dots, n$$

Задачи на формулу Бернулли решаются в теории стрельбы, контроле качества продукции, в теории систем массового обслуживания и т.д. В силу достаточной простоты для восприятия условий задачи для студентов наиболее понятны задачи из теории стрельбы.

Пример 1. Вероятность попадания стрелком в мишень при каждом выстреле не зависит от результатов предыдущих выстрелов и равна 0,6. Стрелок сделал 7 выстрелов [3, с.64]. Найти вероятности следующих событий:

- а) мишень поражена двумя выстрелами;
- б) зарегистрировано хотя бы одно попадание.

*Решение.* Опыт состоит в однократном выстреле по мишени и повторяется 7 раз, т.е.  $n = 7$ . В каждом опыте ожидается событие  $A$  – поражение мишени.

а) Число попаданий  $m = 2$ . Вероятность поражения мишени двумя выстрелами находим по формуле Бернулли:

$$P_7(2) = \frac{7!}{2! \cdot (7-2)!} \cdot 0,6^2 \cdot 0,4^5 = 0,0774.$$

б) Пусть событие  $B$  - зарегистрировано хотя бы одно попадание, тогда

$$P(B) = P_7(1) + P_7(2) + \dots + P_7(7).$$

Гораздо проще перейти к противоположному событию  $\bar{B}$  – попаданий по мишени не зарегистрировано.

$$P(\bar{B}) = 0,4^7 = 0,0016.$$

Тогда искомая вероятность  $P(B) = 1 - P(\bar{B}) = 1 - 0,0016 = 0,9984$ .

На практике при больших значениях  $n$  и малой вероятности  $p$  для небольших значений  $m$  в условиях схемы повторных испытаний вместо формулы Бернулли применяют приближенную формулу Пуассона (т.к. при расчетах по формуле Бернулли они получаются громоздкими).

$$P_n(m) \approx \frac{a^m \cdot e^{-a}}{m!}, \quad a = n \cdot p.$$

Эта формула в частности находит применение в статистическом контроле качества для вычисления вероятности обнаружить  $m$  дефектов среди  $n$ , если доля брака мала.

Вычисления по формулам Бернулли и Пуассона удобнее проводить с помощью компьютера. С целью актуализации межпредметных связей дисциплин «Математика» и «Информатика» и реализации обучающей функции компьютерных технологий для более эффективного проведения практических занятий в двух приложениях Microsoft Excel и Mathcad Prime были разработаны соответствующие программные продукты.

Для практического занятия «Повторные независимые испытания» в MS Excel создан расчетный файл *Повторные\_испытания.xlsx*. Он предназначен для выполнения расчетов по формулам Бернулли (рисунок 1а) и Пуассона (рисунок 1б).

**ФОРМУЛА БЕРНУЛЛИ**

Пусть проводится  $n$  независимых испытаний, в результате каждого из которых может наступить или не наступить некоторое событие  $A$ . Если при каждом испытании вероятность наступления события  $A$  равна  $P(A)=p$  ( $p$  не меняется от испытания к испытанию), то вероятность противоположного события  $\bar{A}$  равна  $P(\bar{A}) = 1 - p = q$ . Тогда вероятность того, что событие  $A$  произойдет  $m$  раз при  $n$  испытаниях, определяется формулой Бернулли:

$$P_n(m) = C_n^m \cdot p^m \cdot q^{n-m}$$

Введите вероятность наступления события  $A$   $p =$

Введите количество независимых испытаний  $n =$

Введите количество наступлений события  $A$   $m =$

$P_n(m) = \text{\#ЧИСЛО!}$

Для нахождения суммы вероятностей введите их значения в таблицу

СУММА

Введите вероятность события  $p$

Получите вероятность противоположного события  $q$

Рисунок 1а – Лист Excel с расчетом по формуле Бернулли

**ФОРМУЛА ПУАССОНА**

На практике при больших значениях  $n$  и малой вероятности  $p$  для не больших значений  $m$  вместо формулы Бернулли применяют приближенную формулу Пуассона (так как при расчетах по формуле Бернулли они получаются громоздкими).

$$P_n(m) \approx \frac{a^m \cdot e^{-a}}{m!}, \text{ где } a = n \cdot p$$

$n$  – количество повторных независимых испытаний;  
 $p$  – вероятность появления события  $A$  в каждом из  $n$  повторных испытаний.

Введите вероятность наступления события  $A$   $p =$

Введите количество независимых испытаний  $n =$

Введите количество наступлений события  $A$   $m =$

$P_n(m) = 1,00000000$

Для нахождения суммы вероятностей введите их значения в таблицу

СУММА

Введите вероятность события  $p$

Получите вероятность противоположного события  $q$

Рисунок 1б – Лист Excel с расчетом по формуле Пуассона

В процессе работы с файлом *Повторные\_испытания.xlsx* студенты имеют возможность повторить теоретические сведения и выполнить расчет по соответствующей формуле, задав значения исходных параметров из условия задачи. Как

одна, так и другая формулы позволяют определить точное число наступлений некоторого события в  $n$  независимых испытаниях. При решении задач типа «более...», «не менее...», «хотя бы...» требуются дополнительные расчеты. Для этого в правой части окна Excel предусмотрены ячейки для суммирования и нахождения вероятности противоположного события.

Аналогичные расчеты были выполнены в среде Mathcad Prime. Интерфейс одноименного файла *Повторные\_испытания.mcdx* представлен на рисунке 2. Файл содержит две части: теоретическую и расчетную. Студенты вводят значения заданных параметров и автоматически получают результат вычисления по соответствующей формуле. Дополнительные расчеты по нахождению суммы вероятностей и вероятности противоположного события предварительного программирования не требуют, их можно выполнить непосредственно в окне приложения Mathcad.

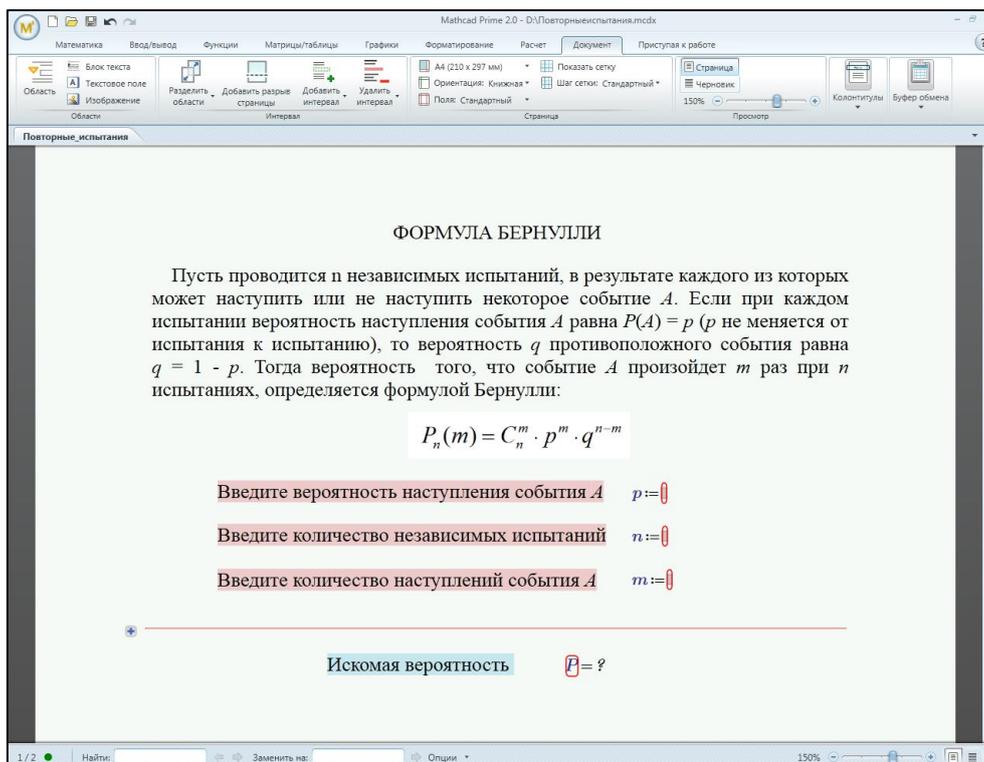


Рис. 2а Страница с расчетом по формуле Бернулли в Mathcad Prime

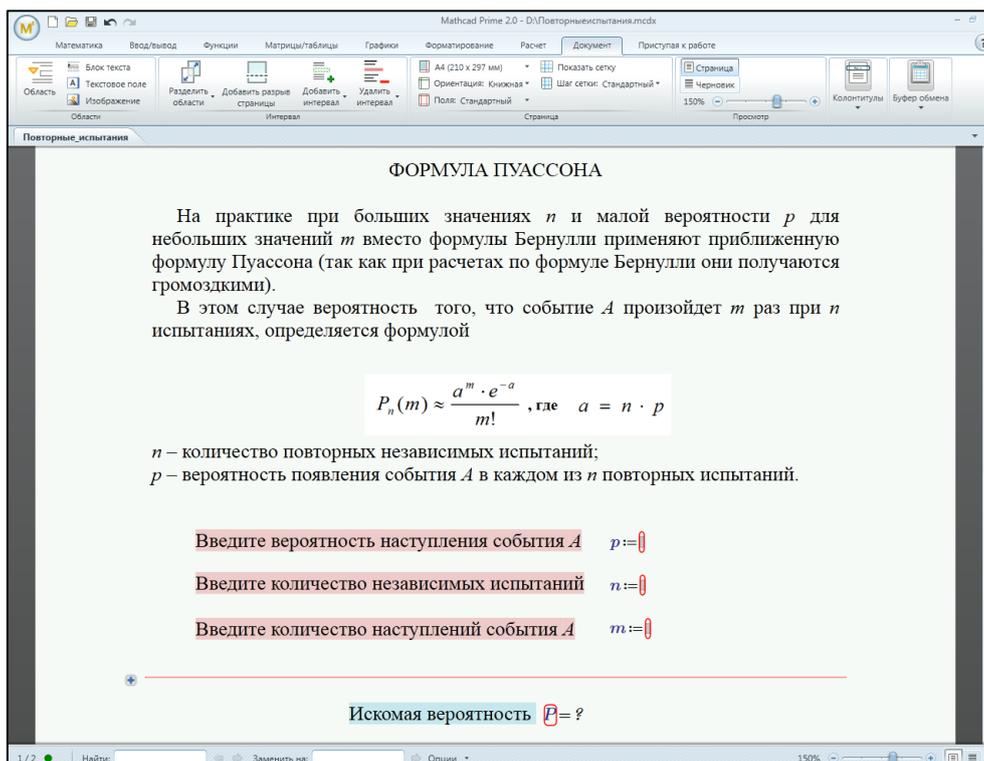


Рис. 2б Страница с расчетом по формуле Пуассона в Mathcad Prime

В зависимости от установленного в компьютерной аудитории программного обеспечения можно выбирать, в каком именно приложении выполнять вычисления.

Каждому студенту был предложен свой вариант заданий из двух задач на проведение расчетов по формулам Бернулли и Пуассона.

*Вариант задания по теме «Повторные независимые испытания».*

**Задача 1.** Вероятность попадания бомбы в цель составляет 0,25. Сбрасывается 8 бомб. Найти вероятность того, что будет:

- а) более 7 попаданий;
- б) не менее 1 попадания;
- в) не более двух промахов;
- г) хотя бы один промах;
- д) хотя бы одно попадание [3, с. 65].

**Задача 2.** Вероятность того, что вылетевшая из радиоактивного источника частица будет зарегистрирована счетчиком, равна 0,0001. За время наблюдения

из радиоактивного источника вылетело 15 000 частиц. Найти вероятность того, что:

- а) счетчик регистрирует ровно две частицы;
- б) счетчик регистрирует менее двух частиц;
- в) счетчик регистрирует хотя бы одну частицу [3, с. 71].

В результате проведения практического занятия по математике в компьютерном классе было отмечено повышение интереса студентов к изучаемой теме. Кроме того, рационализация расчетов позволила сэкономить время на занятии, больше внимания уделить отработке применения формул, а не вычислениям, выполнить гораздо больший объем работы (студенты успели выполнить задания расчетно-графической работы). Наличие теоретической и расчетной частей в данных разработках позволяет реализовать следующие функции и методы обучения: обучающая функция, практическая направленность, индивидуализация обучения.

Важный и несколько неожиданный результат применения автоматизированных вычислений выразился в том, что студенты проявили познавательную активность, проявив интерес к тому, как самим разработать формулы для компьютерных расчетов.

Использование разработанных программных продуктов позволяет наглядно показать студентам роль межпредметных связей, возможностей создания вспомогательных программ для выполнения необходимых расчетов, а также формирует навыки составления простейших математических моделей при решении практических задач.

Для расширения сферы применения схемы Бернулли полезно познакомить студентов с обобщением ее условий на случай, когда при каждом испытании происходит одно из  $k$  событий с вероятностью  $p_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) [2, с.53]. Вероятность появления  $m_1$  раз первого события,  $m_2$  – второго, ...  $m_k$  –  $k$ -го, находится по формуле:

$$P_n(m_1, m_2, \dots, m_k) = \frac{n!}{m_1! \cdot m_2! \cdot \dots \cdot m_k!} \cdot p^{m_1} \cdot p^{m_2} \cdot \dots \cdot p^{m_k}.$$

В рамках межпредметных связей можно в дальнейшем включить в практическую работу по математике в компьютерной аудитории задание по самостоятельному программированию этих формул, как дополнительное задание или задание повышенного уровня сложности.

### Библиографический список

1. Вентцель Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – Москва: Академия, 2003.
2. Афанасьев В. В. Теория вероятностей / В.В. Афанасьев. – Москва: ВЛАДОС, 2007.
3. Смирнова А. И. Сборник задач по теории вероятностей: случайные события. Задачник / А. И. Смирнова, Т. Д. Цветкова, С. Н. Егорова. – Кострома: Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко, 2018.

УДК 517.9

**Т. Д. Цветкова<sup>1</sup>, С. Н. Егорова<sup>2</sup>**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С. К. Тимошенко, г. Кострома

*tdz3429@ayndex.ru<sup>1</sup>*

*sv201044@rambler.ru<sup>2</sup>*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ В ВОЕННОМ ВУЗЕ**

Математика в военном вузе изучается для понимания курсантами прикладных аспектов применения математических знаний, поэтому важно на занятиях давать курсантам не только теорию, но и показывать применение полученных знаний при решении прикладных задач. Прикладные задачи служат средством установления связи между математикой и профессиональной составляющей образования, и являются основным средством реализации прикладной направленности образования. При решении таких задач прикладной направленности, широко

используются методы математического моделирования. В статье рассмотрены 4 математические модели, построенных на основе различных процессов, при решении прикладных задач на практических занятиях в военном вузе. В рассматриваемых задачах математическими моделями являются дифференциальные уравнения первого порядка.

**Ключевые слова:** профессиональная составляющая образования, прикладные аспекты математических знаний курсантов, прикладные задачи, математическая модель, дифференциальные уравнения первого порядка.

**T. D. Tsvetkova<sup>1</sup>, S. N. Egorova<sup>2</sup>**

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S. K. Timoshenko, Kostroma

*tdz3429@ayndex.ru<sup>1</sup>*

*sv201044@rambler.ru<sup>2</sup>*

## **THE USE OF DIFFERENTIAL EQUATIONS AS MATHEMATICAL MODELS IN SOLVING APPLIED PROBLEMS IN A MILITARY UNIVERSITY**

Mathematics in a military university is studied in order for cadets to understand the applied aspects of applying mathematical knowledge, therefore it is important to give cadets not only theory in the classroom, but also to show the application of the acquired knowledge in solving applied problems. Applied tasks serve as a means of establishing a connection between mathematics and the professional component of education, and are the main means of implementing the applied orientation of education. When solving such problems, methods of mathematical modeling are widely used. The article considers 4 mathematical models built on the basis of various processes in solving applied problems in practical classes at a military university. In the problems under consideration, the mathematical models are differential equations of the first order.

**Keywords:** professional component of education, applied aspects of mathematical knowledge of cadets, applied problems, mathematical model, differential equations of the first order.

Одним из моментов модернизации современного математического образования является усиление прикладной направленности курса математики, которая осуществляется с целью повышения качества математических знаний, повышению уровня обучаемости, мотивации к изучению математики [1, с. 6], применения математических знаний к решению задач повседневной практики и в дальнейшей профессиональной деятельности [2, с. 133–136]. Прикладные задачи являются средством установления связи между математикой и профессиональной составляющей образования.

Математика в военном вузе изучается для понимания курсантами прикладных аспектов применения математических знаний, поэтому важно на занятиях

давать курсантам не только теорию, но и показывать применение полученных знаний при решении прикладных задач. Практика показывает, что курсанты с большим интересом решают и воспринимают именно прикладные задачи.

При решении задач прикладной направленности, широко используются методы математического моделирования.

В самом общем виде процесс моделирования состоит из трех стадий перехода:

- формализация (переход от реального объекта к модели),
- моделирование (изучение, исследование и преобразование модели),
- интерпретация (перевод результатов моделирования из виртуальной, модельной области в реальную область) [3, с. 5].

При этом построенная математическая модель не может отразить все многообразные и сложные черты изучаемого явления [4].

Математическая модель явления или процесса записывает только основные законы, управляющие этим явлением, в математической форме, пренебрегая второстепенными характеристиками изучаемого процесса.

Многие исследователи данного вопроса отмечают, что важной задачей является также и отыскание математической модели. Такой математической моделью может выступать дифференциальное уравнение или система дифференциальных уравнений.

Методы дифференциальных уравнений являются наиболее плодотворными методами для решения задач, возникающие при изучении процессов в окружающем нас мире. Даже самые простейшие дифференциальные уравнения первого порядка позволяют решить различные задачи физики, химии, биологии, техники и других наук.

Для составления математической модели в виде дифференциальных уравнений нужно, как правило, знать только локальные связи и не нужна информация обо всем физическом явлении в целом.

При составлении дифференциальных уравнений следует:

- определить, с каким физическим законом связана рассматриваемая задача;
- выбирать независимую переменную (или несколько независимых переменных) и ввести искомую функцию от этой переменной;
- определить скорость или ускорение изменения функции, т.е. определить первую и вторую производные, в зависимости от условий данной задачи;
- связать независимую переменную, функцию от этой переменной, производные, получить дифференциальное уравнение, определить начальные и граничные условия;
- определить тип полученного дифференциального уравнения, найти его общее (искомую функцию) и частное решения;
- интерпретировать найденное решение в соответствии с решаемой прикладной задачей.

Во многих случаях можно составить дифференциальное уравнение, используя физический смысл производной (скорость протекания неравномерного процесса). При этом полезно вспомнить некоторые физические и химические законы:

- *закон зависимости массы радиоактивного вещества от времени*, где  $m(t)$  – масса радиоактивного вещества в момент времени  $t$ ;  $k$  – коэффициент пропорциональности;

- *закон зависимости температуры тела от времени (охлаждение)*  
 $\frac{dT}{dt} = k(T - T_0)$ , где  $T(t)$  – температура тела в момент времени  $t$ ;  $T_0$  температура окружающей среды;  $k$  – коэффициент пропорциональности;

- *закон изменения количества бактерий в зависимости от времени:*  
 $\frac{dx}{dt} = k \cdot x$ , где  $x(t)$  – количество бактерий в момент времени  $t$ ;  $k$  – коэффициент пропорциональности;

– закон изменения массы вещества, вступившего в реакцию в зависимости от времени:  $\frac{dm}{dt} = k \cdot m$ , где  $m(t)$  – масса вещества, вступившего в реакцию в

момент времени  $t$ ;  $k$  – коэффициент пропорциональности;

– закон изменения скорости движения тела от времени:

–  $\frac{dv}{dt} = k \cdot v$  равноускоренное движение;

$\frac{dv}{dt} = -k \cdot v$  равнозамедленное движение, где  $v(t)$  – скорость тела в момент времени  $t$ ;  $k$  – коэффициент пропорциональности.

Рассмотрим несколько математических моделей, построенных на основе различных процессов, при решении прикладных задач на практических занятиях в военном вузе.

В рассматриваемых задачах математическими моделями являются дифференциальные уравнения первого порядка.

*Задание 1.* Машина химической разведки РХМ-6, проводя разведку маршрута выдвижения зенитно-ракетного дивизиона на огневые позиции, движется со скоростью 36 км/ч. При совершении спуска по горной дороге был экстренно выключен мотор. Определить с какой скоростью будет двигаться машина через одну минуту после выключения мотора, если известно, что за первые 20 секунды скорость машины уменьшилась до 2,5 м/с, считая, силу сопротивления движению пропорциональной скорости движения.

*Решение.*

Пусть  $v(t)$  – скорость движения машины. После выключения мотора на движущуюся машину действует сила сопротивления, которая согласно условию задачи пропорциональна скорости  $F_c = kv$ .

С другой стороны, по закону Ньютона  $F = ma$ , и  $F = -F_c$ .

Следовательно,  $ma = -kv$ , или  $mv' = -kv$ .

Значит:  $\frac{dv}{dt} = -kv$  – дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными. Находим общее решение дифференциального уравнения:

$$\int \frac{dv}{v} = \int -\frac{k}{m} dt;$$

$$\ln|v| = -\frac{k}{m}t + \ln|C|, \text{ или } \ln\left|\frac{v}{C}\right| = -\frac{k}{m}t.$$

Следовательно,  $\frac{v}{C} = e^{-\frac{k}{m}t}$ , или  $v = C \cdot \left(e^{-\frac{k}{m}t}\right)$  – общее решение.

Находим  $C$  зная, что при  $t = 0$ с,  $v = 36$ км/ч = 10м/с.

$$10 = C \cdot e^0 \Rightarrow C = 10. \text{ Следовательно, } v = 10 \cdot \left(e^{-\frac{k}{m}t}\right) \text{ – частное решение.}$$

Таким образом, изменение скорости в зависимости от времени определяется формулой  $v = 10 \cdot \left(e^{-\frac{k}{m}t}\right)$ .

Для нахождения  $e^{-\frac{k}{m}t}$  и конкретизации процесса используем дополнительное условие:  $t = 20$ с,  $v = 2,5$  м/с.

$$2,5 = 10 \left(e^{-\frac{k}{m}t}\right)^{20}; \quad 0,25 = \left(e^{-\frac{k}{m}t}\right)^{20}; \quad \left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{1}{20}} = \left(e^{-\frac{k}{m}t}\right).$$

Таким образом,  $v = 10 \left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{t}{20}}$  – искомый закон изменения скорости в зависимости от времени.

Вычисляем скорость движения машины через 1 минуту (60секунд) после выключения мотора:

$$v = 10 \left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{60}{20}} = 10 \left(\frac{1}{4}\right)^3 = \frac{10}{64} \approx 0,16 \text{ м/с}.$$

*Ответ:* Через одну минуту после выключения мотора машина движется со скоростью 0,16м/с.

*Задание 2.* При преодолении водной преграды БТР-80 развил скорость до 9 км/ч, после чего произошел отказ водометного двигателя, и скорость через 10 секунд снизилась до 7,2 км/ч. Найти закон изменения скорости в зависимости от времени, считая силу сопротивления воды пропорциональной квадрату скорости движения БТР.

Пусть  $v(t)$  – скорость движения машины. После отказа водометного двигателя на движущийся БТР действует сила сопротивления воды, которая согласно условию задачи пропорциональна квадрату скорости,  $F_c = kv^2$  или для удобства вычисления запишем,  $F_c = kmv^2$ . С другой стороны, по закону Ньютона  $F = ma$ , и  $F = -F_c$ . Следовательно,  $ma = -kmv^2$ , или  $mv' = -kmv^2$ .

Значит:  $\frac{dv}{dt} = -kv^2$  – дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными.

Находим общее решение дифференциального уравнения  $\frac{dv}{v^2} = -kdt$ :

$$\int \frac{dv}{v^2} = \int -kdt;$$

$$-\frac{1}{v} = -kt - C;$$

$$v = \frac{1}{kt + C} \text{ – общее решение.}$$

Находим  $C$  зная, что при  $t = 0$ с,  $v = 9$ км/ч = 2,5м/с.

$$2,5 = \frac{1}{0 + C} \text{ Следовательно, } C = 0,4 \text{ и получаем } v = \frac{1}{kt + 0,4} \text{ – частное решение.}$$

ние.

Таким образом, изменение скорости в зависимости от времени определяется формулой  $v(t) = \frac{1}{kt + 0,4}$ .

Для нахождения  $k$  и конкретизации процесса используем дополнительное условие:  $t = 10$ с,  $v = 7,2$  км/ч = 2 м/с.

$$2 = \frac{1}{10k + 0,4};$$

$$10k + 0,4 = \frac{1}{2};$$

$$10k = 0,5 - 0,4;$$

$$10k = 0,1 \Rightarrow k = 0,01.$$

Таким образом,  $v(t) = \frac{1}{0,01t + 0,4}$  – искомый закон изменения скорости в за-

висимости от времени.

*Ответ:*  $v(t) = \frac{1}{0,01t + 0,4}$  – искомый закон.

*Задача 3.* Остатки мотострелковой бригады противника попали в окружение в количестве 2500 человек. Скорость уменьшения численности личного состава окруженного противника при некоторых условиях, пропорциональна количеству личного состава в данный момент времени. Известно, что за первые сутки противник потерял примерно 8% личного состава. На третьи сутки противник планирует совершить прорыв силами боевой группы численностью 500 человек. Сколько человек будут выходить из окружения за группой прорыва?

*Решение.*

Пусть  $y(t)$  – численность личного состава окруженного противника в момент времени  $t$ . Скорость уменьшения численности личного состава равна производной от переменной численности по времени, т.е.  $y' = \frac{dy}{dt}$ . Следовательно, за-

кон потерь личного состава окруженного противника имеет вид:  $\frac{dy}{dt} = ky$ , где

$k > 0$  коэффициент пропорциональности между скоростью уменьшения численности личного состава и его фактической численностью. Общее решение данного дифференциального уравнения первого порядка имеет вид:  $y(t) = C \cdot e^{k \cdot t}$ .

Зная, что в начальный момент времени численность противника составляла 2500 человек, найдем значение постоянной  $C$ . Подставим в общее решения значения  $t = 0$  и  $y = 2500$ :

$$2500 = C \cdot e^{k \cdot 0} \Rightarrow 2500 = C.$$

Таким образом, частное решение дифференциального уравнения принимает вид:  $y(t) = 2500e^{k \cdot t}$  или  $y(t) = 2500(e^k)^t$ .

Найдем коэффициент  $e^k$ , используя тот факт, что через сутки потери личного состава будут составлять 8% и в строю осталось  $2500 \cdot 0,92 = 2300$  человек:

$$2300 = 2500(e^k) \Rightarrow e^k = \frac{23}{25}.$$

Следовательно, закон изменения численности личного состава окруженного противника от времени принимает вид:  $y(t) = 2500\left(\frac{23}{25}\right)^t$ .

В связи с запланированным противником прорывом на третьи сутки, найдем численность противника по истечению двух суток

$$y(2) = 2500\left(\frac{23}{25}\right)^2 = \frac{2500 \cdot 23^2}{25^2} = 2116(\text{чел}).$$

За группой прорыва будут выходить:  $2116 - 500 = 1616$  человек.

*Ответ:* в случае совершения прорыва на третьи сутки, за группой прорыва будут выходить 1616 человек.

*Задача 4.* Зенитный орудийно-реактивный снаряд выстреливается из артиллерийской системы вертикально вверх. Начальная скорость снаряда при вылете из дула орудия равна 260 м/с. На какой высоте должна начаться работа реактивного двигателя ракеты, для того, чтобы снаряд поднялся на максимальную высоту (сопротивлением воздуха пренебречь)?

*Решение.*

Составим закон движения ракеты до начала работы реактивного двигателя. Согласно законам физики при движении вертикально вверх можем записать следующее соотношение:  $ma = -mg$ . Принимая  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>, получаем  $a = -10$ . Учитывая, что ускорение является второй производной от пути (высоты)  $h$ , можем составить следующее дифференциальное уравнение второго порядка:  $h''(t) = -10$ .

Найдем общее решение полученного дифференциального уравнения второго порядка:  $h'(t) = -10t + C_1$  - скорость движения снаряда до начала работы реактивного двигателя. Следовательно,  $h(t) = -5t^2 + C_1t + C_2$  - высота подъема снаряда до начала работы реактивного двигателя.

Найдем значения постоянных  $C_1$  и  $C_2$ . Для этого используем условия: при  $t=0$   $h'(0) = v(0) = 260$  м/с, и при  $t=0$ ,  $h = 0$  м.

Получаем:

$$260 = -10 \cdot 0 + C_1 \Rightarrow C_1 = 260;$$

$$h' = -10t + 260;$$

$$0 = -5 \cdot 0^2 + 260 \cdot 0 + C_2 \Rightarrow C_2 = 0.$$

Следовательно,  $h(t) = -5t^2 + 260t$ .

Таким образом, получен закон зависимости высоты поднятия ракеты от времени до начала работы реактивного двигателя.

Определим, через какое время после вылета снаряда из артиллерийской системы начнется работа реактивного двигателя ракеты. Для этого положим, что  $h' = v = 0$  м/с:

$$0 = -10t + 260 \Rightarrow t = 26 \text{ с.}$$

Найдем, на какой высоте должна начаться работа реактивного двигателя ракеты:

$$h(26) = -5 \cdot 26^2 + 260 \cdot 26 = -3380 + 6760 = 3380 \text{ м.}$$

*Ответ.* На высоте 3380 метров должна начаться работа реактивного двигателя ракеты.

Как показывает опыт, прикладные задачи различного уровня сложности способствуют повышению качества математических знаний, формируют навыки математического моделирования, способствуют тому, что курсанты получают возможность оперировать профессиональными терминами, приобретают умения анализировать ситуации, характерные для будущей профессиональной деятельности. Мощным средством математического моделирования дифференциальные

уравнения. Даже самые простейшие дифференциальные уравнения первого порядка позволяют решить различные прикладные задачи.

### **Библиографический список**

1. Бова Т. Н. Прикладные задачи по математике для студентов инженерных специальностей: практикум. / Т. И. Бова, О. И. Кузьменко, И. И. Малахов, – Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск: изд-во ОмГТУ, 2018

2. Дмитриенко О. А. Система прикладных задач в курсе математического анализа. / О. А. Дмитриенко, – Международный журнал экспериментального оборудования: Академия развития, 2013. – №10(часть 1).

3. Каштаева С. В. Математическое моделирование: учебное пособие / С. В. Каштаева ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2020. – 112 с.

4. Козулин, О. А. Дифференциальные уравнения и математическое моделирование // Молодежь и наука: сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г. Красноярска [Электронный ресурс]. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2013.

УДК 681.518.5

Д. С. Алексеев<sup>1</sup>, А. Ф. Железняк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Костромской государственной университет, г. Кострома  
*d\_alekseev@ksu.edu.ru*

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С.К. Тимошенко, г. Кострома  
*zheleznyak.arkady@yandex.ru*<sup>2</sup>

### АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ МАРШРУТНО-АДРЕСНОЙ ИНФОРМАЦИИ АППАРАТУРЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Обоснована необходимость автоматизации подготовки маршрутно-адресной информации для аппаратуры передачи данных бортового комплекса обмена данными разведывательной химической машины РХМ-6. Приведен алгоритм автоматизации подготовки маршрутно-адресной информации, реализация которого выполнена в редакторе электронных таблиц Microsoft Excel.

Разработанная с помощью редактора электронных таблиц программа автоматизированной подготовки маршрутно-адресной информации для бортового комплекса обмена данными РХМ-6 обеспечивает повышение оперативности работы и исключает появление ошибок при подготовке данных, возникающих за счет человеческого фактора

**Ключевые слова:** автоматизация, маршрутно-адресная информация, разведывательная химическая машина, аппаратура передачи данных, мобильные технические средства, бортовой комплекс обмена данными.

**D. S. Alekseev<sup>1</sup>, A. F. Zheleznyak<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kostroma State University, Kostroma  
*d\_alekseev@ksu.edu.ru*

<sup>2</sup>Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*zheleznyak.arkady@yandex.ru*

### AUTOMATION OF THE ROUTE-ADDRESS DATA PREPARATION FOR DATA TRANSMISSION EQUIPMENT

The article is devoted to the substantiation of the necessity for the automation of the route-address data preparation for data transmission equipment of the reconnaissance chemical vehicle RHM-6 onboard data exchange complex. An algorithm for automating of the route-address data preparation is given, used program: Microsoft Excel.

The program for the automated route-address data preparation for data transmission equipment of the reconnaissance chemical vehicle RHM-6 onboard data exchange complex, developed with the help of a spreadsheet editor (Microsoft Excel), ensures an increase in the work efficiency and eliminates the appearance of errors arising due to the human factor when prepare the data.

**Keywords:** automation, route-address data, chemical reconnaissance vehicle, data transmission equipment, mobile technical means, onboard data exchange complex.

Неотъемлемым компонентом поддержания высокой боевой готовности и боеспособности соединений и воинских частей войск РХБ защиты ВС РФ, гарантом успеха в решении боевых и специальных задач является надёжная система управления тактическими воинскими формированиями как в бою, так и в повседневной деятельности.

В связи с тем, что в современных условиях требования к оперативности, непрерывности, устойчивости и скрытности управления многократно возрастают, возрастают и объёмы информации, циркулирующие в системах управления. В этих условиях организация управления на основе только телефонной связи, которая обеспечивает передачу и приём речевой информации должностных лиц, не в полной мере отвечает современным требованиям к управлению.

Одним из путей решения данной проблемы является более широкое использование в системах управления войск РХБ защиты такого вида связи, как передача данных, который обеспечивает более высокие показатели управления.

Обмен информацией в современных условиях ведения боя в разведывательных химических машинах РХМ-6 обеспечивает бортовой комплекс обмена данными в составе [1]:

- аппаратура информационно-навигационной 14Ц834 «Контроль-2Д»;
- аппаратура передачи данных Т-236-В (вариант 05);
- радиостанция Р-168-25У-2.

Важным этапом подготовки к работе технических средств обмена данными в РХМ-6 является ввод маршрутно-адресной информации в аппаратуру передачи данных Т-236-В (вариант 05) [2]. Эта работа включает в себя несколько этапов, для выполнения которых необходимо, с помощью заданных исходных данных, провести расчёты и вписать полученные данные в интерфейс оконечного оборудования данных разведывательной химической машины.

На ручную подготовку маршрутно-адресной информации требуется достаточно много времени, затраты которого определяются как количеством абонентов в сети, так и степенью подготовленности (обученности) личного состава. Кроме этого, ввод маршрутно-адресной информации с ошибками вообще не позволит организовать взаимодействие между абонентами сети. Автоматизация подготовки маршрутно-адресной информации обеспечит повышение надежности и скорости подготовки.

При реализации простейшей схемы связи каждая аппаратура передачи данных соединена с радиостанцией одним кабелем (физический канал радиомодема) и с изделием 14Ц834 кабелем RS-232.

Каждому комплекту аппаратуры передачи данных в системе при настройке должен быть присвоен собственный уникальный восьмизначный номер.

У каждого работающего в системе изделия 14Ц834 есть также собственный адрес-идентификатор (номер мобильного технического средства (МТС)). Поэтому в каждое изделие 14Ц834 следует ввести таблицы соответствия всех номеров МТС изделия системы с каждым уникальным номером тех устройств передачи данных, которые подключены к этим изделиям [2].

Разработка алгоритма подготовки маршрутно-адресной информации аппаратуры передачи данных Т-236-В требует наличия сведений о количестве РХМ, схемы организация передачи данных, учета тактико-технических характеристик средств связи и бортового комплекса обмена данными РХМ-6. Алгоритм подготовки маршрутно-адресной информации программно реализуется с помощью редактора электронных таблиц Microsoft Excel и встроенного в него языка Visual Basic for Application.

После ввода исходных данных составляется таблица соответствия для РХМ, как показано на рисунке 1.



Рис. 1 Алгоритм работы при составлении таблицы соответствия

Следующим этапом работы алгоритма является создание таблицы «СВЯЗЬ». Сначала переменной  $i$  присваивается значение 1, затем создаётся рабочий лист, и на нём заполняется таблица «СВЯЗЬ» для той машины, которая по порядку соответствует переменной  $i$ . По принципу, описанному в предыдущем этапе, данная таблица заполняется для каждой из машин, количество которых определено переменной  $k$ . Алгоритм этого этапа представлен на рисунке 2.

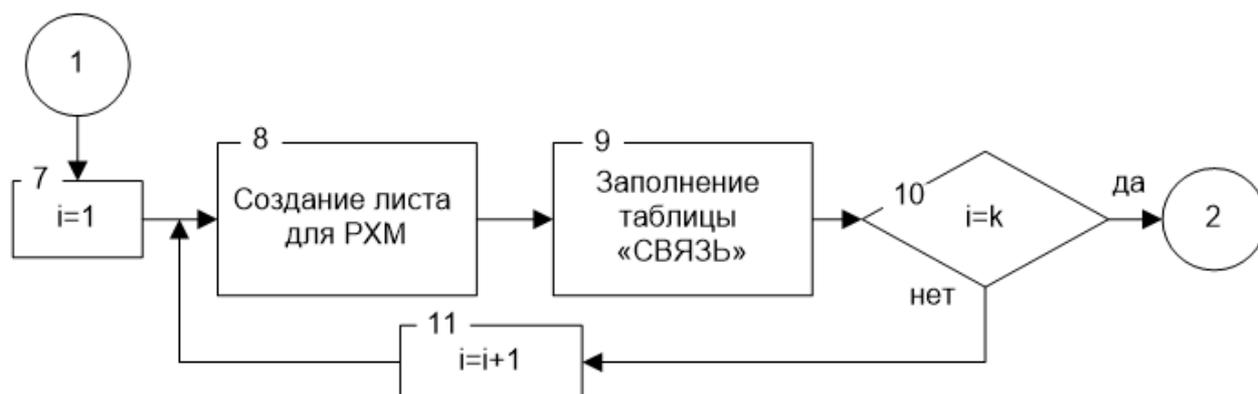


Рис. 2 Алгоритм работы по созданию листов и заполнению таблицы «СВЯЗЬ»

Далее необходимо заполнить таблицу «СЕТЬ» таким же способом, как и в предыдущих этапах, но при этом колонки в ней создаются для каждой машины в отдельности, как показано на рисунке 3.

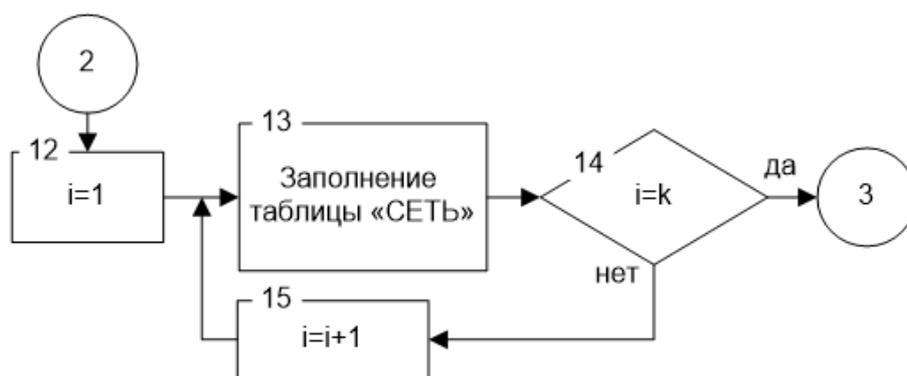


Рис. 3 Алгоритм создания таблицы «СЕТЬ»

Последним этапом является добавление в каждый рабочий лист комментариев по вводу маршрутно-адресной информации, как показано на рисунке 4.

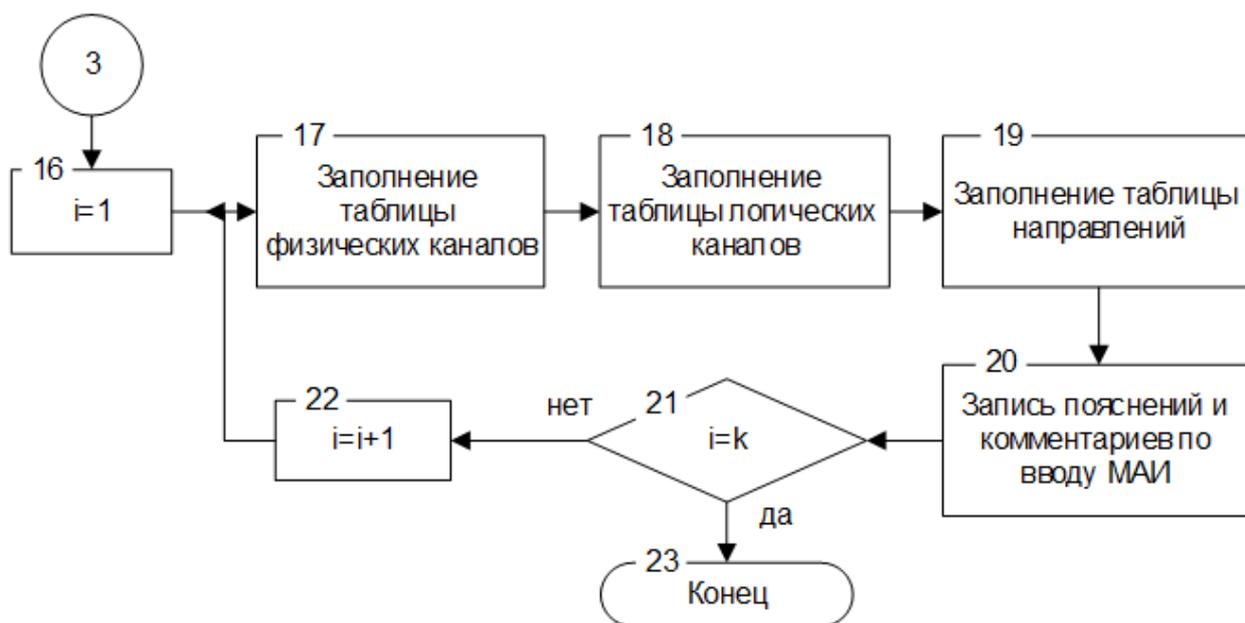


Рис. 4 Завершение алгоритма подготовки маршрутно-адресной информации

Образцы рабочих листов электронных таблиц Microsoft Excel при подготовке маршрутно-адресной информации приведены на рисунке 5.

	A	B	C	D	E	F					
1	РХМ 126										
2	2. Развернуть антенны радиостанций. Обратите внимание, что у антенн для радиостанции Р-168-25У имеются емкостные вставки в виде «бочонков», а на антеннах для радиостанции Р-163-50У такие конструктивные особенности отсутствуют.										
3	Частота радиостанции для передачи данных должна быть выше частоты для передачи речи примерно на 20 МГц.										
4											
5	3. Настроить радиостанцию на заданные радиоданные (частота и скорость обмена)										
6	Ф основная, кГц	65425	Ф запасная, кГц	74550							
7	4. Ввести значения в таблицу СВЯЗЬ, для чего нажать кнопки <МН> <33>, и заполнить таблицу СВЯЗЬ следующими значениями:										
8											
9	Адрес МТС	26									
10	Адрес КП	11									
11	Период	0									
12	Ключ АПД	0123456789									
13	Цикл код	ВКЛ									
14	2400	ВЫКЛ									
15	Акведук	ВКЛ									
16											
17	Если в поле диалогового окна аппаратуры появится надпись С_САИ (сообщение: смена адресной информации), то таблица СВЯЗЬ записана правильно										
18	Если появляется надпись Адрес занят, то необходимо перезагрузить Контроль-2Д и выбрать другой адрес										
19											
20	5. Ввести значения в таблицу СЕТЬ, для чего нажать кнопки <МН> <38>, и заполнить таблицу СЕТЬ следующими значениями:										
21											
22	Адрес	11	22	26	27						
23	Пароль	0	0	0	0						
24	Запись										
5	Рота	1									
6	ФНКОКАСВс	111	121	122	123	124	125	126	127	128	129
7	УНП ВАП 1										
8	УНП ВАП 2										
9	УНП ВАП 3										
10	УНП ВАП 4										
11	Составить таблицу соответствия										
12	№ бортовой	111	122	126	127						
13	№ МТС	11	22	26	27						
14	позывной АПД	1	2	6	7						
15	признак КП	КП	МТС	МТС	МТС						
16	тип КОС	168	168	168	168						
17											

Рис. 5 Пример заполнения маршрутно-адресной информации

Таким образом, разработанная с помощью редактора электронных таблиц программа автоматизированной подготовки маршрутно-адресной информации для бортового комплекса обмена данными РХМ-6 обеспечивает повышение оперативности работы и исключает появление ошибок при подготовке данных, возникающих за счет человеческого фактора.

### Библиографический список

1. Железняк А. Ф. «Технические средства обмена данными войск РХБ защиты». Учебник. Кострома: Издательство «Военная академия радиационной, хи-

мической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко», 2017. – 194 с.

2. Железняк А. Ф. Порядок подготовки к работе аппаратуры связи, аппаратуры передачи данных разведывательной химической машины РХМ-6. Порядок работы на аппаратуре 14Ц834 «КОНТРОЛЬ-2Д». Учебное пособие. – Исправленное и дополненное. – Кострома: Издательство «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко», 2017. – 71 с.

УДК [004.]85+934

**А. И. Гагарина**  
Рыбинский авиационный технический университет  
имени П. А. Соловьева, г. Рыбинск  
*aig.rsatu@mail.ru*

## **МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ДАТАСЕТА ДЛЯ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

В статье рассмотрены особенности технологии нейросетевого синтеза речевого сигнала на основе *seq2seq* глубокого обучения. Исследовано влияние качества датасета на процесс *seq2seq* обучения нейронной сети. Выполнен анализ существующих датасетов. Сформулированы требования к датасету для качественного синтеза речи на основе моделей сверточных нейронных сетей. Разработана методика создания собственного датасета. Получено повышение оценки *MOS* сигнала, синтезированного обученной на созданном датасете сверточной моделью.

**Ключевые слова:** методика, *seq2seq* подход, датасет, глубокое обучение, сверточная нейронная сеть, качество синтеза сигнала.

**A. I. Gagarina**  
P. A. Soloviev Rybinsk State Aviation Technological University, Rybinsk  
*aig.rsatu@mail.ru*

## **DATASET FORMATION TECHNIQUE FOR DEEP LEARNING OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS**

The article discusses the features of the neural network synthesis of a speech signal based on *seq2seq* deep learning. The influence of dataset quality on the process of *seq2seq* neural network training is investigated. The analysis of existing datasets is performed. The requirements for the dataset for high-quality speech synthesis based on convolutional neural network models are formulated.

A technique for creating an own dataset has been developed. An increase in the estimation of the MOS signal synthesized by a convolutional model trained on the created dataset was obtained.

**Keywords:** technique, seq2seq approach, dataset, deep learning, convolutional neural network, signal synthesis quality.

В настоящее время нейросетевой подход является *state-of-the-art* в решении различных задач, основанных обучении по прецедентам. С распространением технологий глубокого обучений стало возможным обучать *E2E* модели, которые напрямую предсказывают акустические признаки по буквам. Основными преимуществами применения нейросетевой *E2E* системы синтеза речи являются: сокращение времени обработки данных и объема требуемой памяти, а также объединение внутренних этапов синтеза речи в единую модель, связывая вход и выход. Спецификой работы с *E2E* системами синтеза речи является настройка ее параметров под конкретный язык и подбор входного алфавита, что делает данную систему универсальной.

*Seq2seq* (последовательность – в – последовательность) это семейство подходов к машинному обучению, превращающих одну последовательность в другую, что отражает суть языковой обработки [1]. В случае решения задачи *Text-to-Speech (TTS)* входной последовательностью является текст, а выходной – акустический сигнал, озвучивающий данный текст.

Преимущество применения нейросетевого подхода в задачах синтеза речи состоит в том, что в процессе обучения происходит скрытое извлечение признаков. Это позволяет эффективно моделировать сильно взаимосвязанные признаки большой размерности. Кроме того, нейронные сети могут использовать распределенное представление информации, захватывая большой участок пространства данных. В результате отсутствует высокая фрагментация, в отличие от таких методов как деревья решений, *k*-средних и другие. Меньшее количество параметров улучшает описательные качества модели.

В отличие от параметрических методов процесс нейросетевого синтеза является неуправляемым. Использование больших объемов данных, благодаря развитию нейросетевых архитектур, происходит с минимальной предварительной обработкой. При этом нейросетевые архитектуры требуют особого подхода к

подбору их гиперпараметров. Для повышения качества синтезируемой речи необходимо проведение многочисленных опытов для того, чтобы определить наилучший набор параметров нейросетевой архитектуры. Качество синтезируемой речи при *seq2seq* зависит от качества датасета.

Основная проблема в развитии технологии синтеза речи состоит в создании датасета, отвечающего всем критериям работы программного кода, в соответствии с парадигмой *Software 2.0*. Следовательно, особое внимание в данном исследовании необходимо обратить на проблему создания и обработки датасетов. В отличие от исследований, использующих готовые датасеты как «черный ящик», предлагается включить этап разработки датасета в технологию синтеза речевого сигнала в качестве элемента управления процессом глубокого обучения нейросетевой модели.

Результатом работы на этапе подготовки данных для обучения является сформированный датасет. Под датасетом понимается обработанный набор очищенных данных, пригодный для обработки алгоритмами машинного обучения. Датасет в машинном обучении, который используется для обучения нейронной сети, имеет вид обработанной и структурированной информации в табличном виде, где каждая запись является неделимой единицей хранения. Строки такой таблицы являются объектами, а столбцы – признаками.

Первичный набор исходных данных формирует генеральную совокупность, из которой создаются выборки – конечное множество элементов генеральной совокупности. Для каждого этапа обучения необходим свой набор данных: обучающая, тестовая и валидационная выборка (*validation sample*). Обучающая выборка (*training sample*) используется для непосредственного обучения модели, по ней производится настройка алгоритма, а именно оптимизация параметров. Тестовая выборка (*test sample*) используется для оценки качества модели. Валидационная выборка нужна для выбора наилучшей модели машинного обучения. Способы формирования таких выборок зависят от класса задачи, которая решается с помощью машинного обучения.

В открытом доступе существует большое множество информации, которую можно использовать для создания наборов данных. Однако процесс подготовки данных осложняется тем, что к ним вводятся дополнительные требования, поэтому в нужном виде данных оказывается недостаточно.

Разработчик чаще всего при подготовке данных сталкивается с двумя вариантами:

1. Нужного набора данных нет в открытом доступе.
2. Существует набор данных, но недостаточного объема.

В первом варианте процесс сбора данных будет состоять в их поиске и структуризации из открытых источников. Для данной цели нет универсального решения, поэтому необходимо основываться на конкретном случае. Во втором варианте разработчик может столкнуться с тем, что данных не хватит для процесса обучения нейронной сети и результат ее работы будет низкий или вообще не даст достоверных результатов.

Хорошо подготовленный набор данных является полноценной составляющей качественного процесса обучения нейронной сети. Трудность заключается не столько в поиске этой информации, сколько в ее обработке в большом количестве. Только после длительного этапа сбора и структуризации данных их можно применить в машинном обучении. Особую требовательность к данным имеют глубокие сети, которые демонстрируют качество, существенно превосходящее остальные алгоритмы машинного обучения, которые нуждаются в длительном процессе обучения. Но, чтобы выиграть в качестве, необходимо использовать обучающее множество очень большого размера.

Процесс *CRISP-DM* (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*) [2] – межотраслевой стандарт исследования данных регламентирует следующую стадию после сбора данных – подготовка данных. Данный этап включает выборку, очистку, генерацию, интеграцию и форматирование данных. На этапе очистки выполняется выявление и удаление ошибок и несоответствий в наборе данных, чтобы улучшить качество датасета. Существует два способа выполнять *Data Cleaning*:

1. Очистка данных собственными силами.
2. Автоматизированная очистка данных, которая выполняется с помощью средств СУБД.

В области речевых исследований в *Deep Learning* под датасетом понимаются массивы текстовых или речевых данных очень больших объемов. Такие массивы называются базами данных или корпусами (текстовыми или речевыми). Под корпусом понимают такие массивы данных, которые переведены в электронную форму и специальным образом обработаны, структурированы и размечены для целей разработки речевых приложений [3].

Необходимость создания текстовых и речевых корпусов требует автоматизации операций с текстовыми и аудио данными за счет программ, предназначенных для их автоматической обработки.

При записи датасетов удобнее хранить аудио и текстовый материал в универсальном формате, а потом после его создания иметь возможность трансформировать в один из форматов, распространенных датасетов. Существуют несколько распространенных форматов датасетов: *LJ Speech Dataset*, *Nick Offerman's Audiobooks*, *Kate Winslet's Audiobook*, *KSS Dataset*.

Большая часть исследований систем синтеза речи проводятся на существующих датасетах. Датасеты можно разделить по доступности на открытые и закрытые. Закрытые датасеты – наборы данных, которые не выкладываются в общий доступ и являются коммерческой тайной. Открытые датасеты – те, которые выложены в общем доступе без ограничений использования. К таким относят датасеты, созданные с *YouTube* и аудиокниг.

У датасетов, созданных на данных с *YouTube*, аудио дорожка берется непосредственно из видео, а текстовая расшифровка из субтитров. Но точность разметки является одним из важнейших требований к качеству синтеза речи. В данном случае точность разметки достигается за счет ручной коррекции после автоматической сегментации (определение начала и конца фразы). Что свидетельствует о трудоемкости процесса из-за отсутствия автоматизации ручного труда,

а размер базы данных для обучения нейронной сети должен быть достаточно большой – порядка 8 часов и более.

Достижение заявленных оценок *MOS* в открытых реализациях моделей синтеза для отдельных исследователей является сложной задачей, потому что результаты, полученные разработчиками, основываются на внутренних закрытых датасетах. Исследователи используют существующие датасеты как черный ящик, не исследуя его качественные характеристики, не перепроверя каждую аудиозапись на соответствие текстовой расшифровке. Они предполагают, что данный датасет отвечает всем критериям качественного датасета.

Рассмотрим доступные датасеты для систем речевого общения, сравнительная характеристика которых представлена в таблице 1. *Mozilla Common Voice* является многоязычным датасетом, в котором наборы данных представлены на 54 тыс. языках от более 42 тыс. дикторов, с общей продолжительностью 7226 часов. Запись и оценка набора данных выполняется пользователями. Так как датасет создан большим количеством людей с неизвестными условиями записи аудиоданных даже после проверки, оценки и удаления недействительных данных в них могут быть ошибки в произношении или несоответствия между аудио и их текстовым расшифровкам. В таблице 1 представлены данные от одного диктора с наибольшим количеством надиктованных фраз. После анализа аудиоданных, которые имели наибольшую продолжительность от одного диктора, было установлено следующее: некоторые аудиофайлы имели предельно низкое качество звучания; наблюдались ошибки в произношении; с одного аккаунта вместо одного диктора запись велась группой дикторов, несмотря на то, что обозначены эти данные как одноголосые.

Речевой корпус *RUSLAN* (от *RUSsian LANguage*) – один из самых больших русскоязычных датасетов, созданный на основе одного диктора с общей продолжительностью около 31,5 часа [4]. Текстовым корпусом являются произведения советского прозаика Сергея Довлатова. Лексика речи для среднестатистического человека складывается из повседневной среды окружения, поэтому датасеты, ос-

нованные на аудиокнигах, не подходят для нашего проекта. Они характеризуются специфической лексикой, которой человек достаточно редко пользуется. Кроме того, озвучивание текста происходит с художественной интонацией и литературными паузами. При анализе текстовых данных было обнаружено изобилие пунктуации, на которую чувствительно реагировала бы система при обучении.

Таблица 1

Сравнительные параметры существующих датасетов

Название	Язык	Тип текстов	Количество предложений	Длительность аудио	Кол-во дикторов
LJSpeech	Англ.	Научно-попул.	13100	23 ч.55 м.	1
Mozilla Common Voice	Англ.	-	~ 96000	1686 ч.	66173
Mozilla Common Voice	Русск.	-	3125	4 ч. 38 м.	1
RUSLAN	Русск.	Худож. литерат.	22200	31 ч. 32 м.	1

Существует датасет *Russian Open Speech To Text (STT/ASR) Dataset (OpenSTT)*, который содержит примерно 300 часов аудио русской речи. Источники сбора данных разнообразны: радио, *YouTube*, книги, звонки и другие. Но этот датасет не представляется возможным использовать из-за отсутствия данных, записанных одним диктором.

Проведенные эксперименты показали, что доступные датасеты не обеспечивают приемлемое качество речи либо из-за их недостаточного объема, либо потому что они основаны на художественных текстах, что отрицательно сказывается на озвучивании произвольных текстов.

Каждый из рассмотренных датасетов имеет ряд недостатков, поэтому предлагается сформулировать собственные требования к датасету для качественного синтеза речи:

- текстовый датасет должен быть опорным текстовым корпусом, который является сбалансированным и представительным;
- аудиоданные должны быть записаны одним диктором. Запись голоса каждого диктора считать различными датасетами;
- между аудиозаписью и его текстовой расшифровкой должно быть полное соответствие;
- при записи аудиоданных должны расставляться интонационные акценты в соответствии с пунктуацией, также нельзя, следуя смыслу, изменять интонацию;
- запись аудиоданных должна производиться в звукоизолированном помещении с целью предотвращения появления различных видов шумов;
- при записи аудиоданных нужно придерживаться четкого произношения;
- при записи речи должен осуществляться контроль её качества: отсутствие посторонних шумов, расстановка интонационных пауз, удержание постоянного темпа речи, нахождение ошибок речи.

Структурная схема разработанного датасета представлена на рисунке 1. Датасет составляют файлы с текстовыми данными и соответствующие им аудио файлы. Для обучения нейронной сети текстовые и аудио данные преобразуются в многомерные векторы – тензоры и помещаются в тензорное хранилище, с которым взаимодействует вычислительный граф модели.

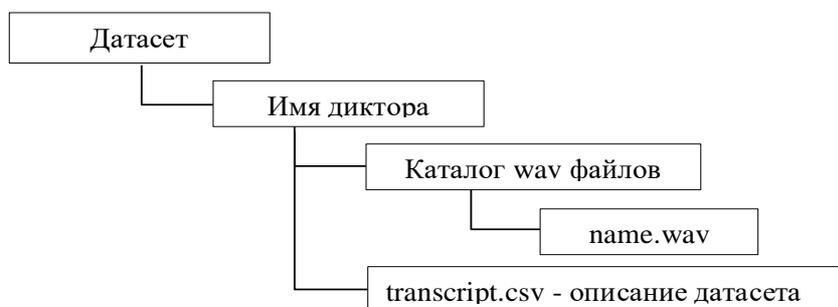


Рис. 1 Структурная схема разработанного датасета

Проведем анализ реализации требований к созданию датасета.

1. Целью требований к созданию текстового датасета является получение фонетически представительного и сбалансированного текстового корпуса. Тип текстов для формирования текстового корпуса зависит от предметной области разрабатываемой системы синтеза речи. Если предметная область указана, то тексты следует собирать согласно её теме. Если предметная область не указана, то предлагается использовать тексты СМИ из наиболее популярных источников, что позволяет максимально расширить тематический и словарный охват.

Методом формирования текстового датасета является его сбор из источников данных, использование статистического анализа текста и приемы, уменьшающие объем текста с сохранением сбалансированности и представительности датасета. Разработана программа, позволяющая автоматизировать обработку большого корпуса текста по частоте встречаемости слов в предложении с учетом оптимизации позиционного контекста. Соблюдение сбалансированности достигается за счет уменьшения динамического диапазона встречаемости. При обнулении частоты встречаемости дифференциация динамического диапазона сохраняется.

Результатом обработки текстовых данных является список отсортированных предложений по частоте встречаемости слов в контексте.

2. Целью требований к произношению при записи акустического датасета является произнесение слов с обеспечением устойчивой повторяемости языковых явлений и с наиболее полным соответствием текстовому описанию.

Методом достижения требования является психофизический самоконтроль. При записи речи контроль эмоционального состояния и оценка фразы выполняется по осциллограмме и спектрограмме сигнала. Необходима психофизическая калибровка голоса по громкости, определяющая сколько мощности будет вкладываться в речь. Важным является выбор правильного положения тела диктора, чтобы работе его речевого аппарата ничего не мешало. Психоэмоциональная окраска речи диктора должна быть нейтральной. Для реализации данных тре-

бований используется программное обеспечение, предоставляющее визуализацию контроля качества параметров речи. Контроль распределения энергии в речи выполняется на протяжении всей длины предложения с помощью спектрограммы.

Удержание постоянного темпа речи производится таким образом, чтобы диктор укладывался в заданные интервалы времени на произношение каждой фразы. Диктором должна контролироваться правильная расстановка интонационных пауз в соответствии со знаками пунктуации. Как показали эксперименты по обучению нейронной сети, необходимы:

- контроль четкости произношения с целью проверки отсутствия быстрого произношения слов с «проглатыванием» букв, что часто встречается, когда диктор хочет уложиться в заданные интервалы времени для произношения одной фразы;
- контроль на наличие ошибок речи (достаточной энергии глухих согласных в конце фразы, произвольных ошибок произношения, артефактов дикции);
- контроль отсутствия посторонних шумов, которые будут влиять на выделение начала и конца фразы.

Результатом обработки акустических данных является набор аудиофайлов, который не требует цифровой постобработки.

Экспериментально определено, что организационное и аппаратное обеспечение условий записи речи должно обеспечить соблюдение соотношения сигнал/шум на уровне 60–70 дБ.

На основе рассмотренной методики был сформирован датасет русскоязычной речи на основе большого объема новостных текстов. Проведено обучение нейронной сети и получен собственный голос. Получено, что оценки MOS на существующих датасетах («Ледниковый поход» – 2,2; RUSLAN – 2,5) значительно ниже, чем на собственном (4,2). Следовательно, разработанная методика создания датасета значительно улучшает качество синтезируемого речевого сигнала.

Предложенная методика формирования датасета как элемента управления качеством нейросетевого обучения позволяет улучшить технологию нейросетевого синтеза речевого сигнала на основе модели свёрточной сети и может быть масштабирована для решения аналогичных задач машинного обучения.

### Библиографический список

1. Wang Yuan (Gary). Deep Text-to-Speech System with Seq2Seq Model. // arXiv preprint arXiv:1903.07398v1, 2019. – 7 p.
2. Shearer C., The CRISP-DM model: the new blueprint for data mining, J Data Warehousing, 2000. № 5. P. 13–22.
3. Кривнова О. Ф. Фонетическое обеспечение для построения речевого корпуса // Акустика речи. Медицинская и биологическая акустика. Сб. тр. XIII сессии Российского акустического общества. Т. 3. М.: ГЕОС, 2003. С. 118–122.
4. RUSLAN: Russian Spoken Language Corpus For Speech Synthesis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ruslan-corpus.github.io> (дата обращения: 17.01.2022).

УДК 378.016

**Е. И. Гужвенко<sup>1</sup>, О. Н. Черникова**

Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище  
имени генерала армии В. Ф. Маргелова, г. Рязань  
*elena\_guj@list.ru<sup>1</sup>*

### ЗАДАЧИ ПО ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ИНФОРМАТИКЕ

Теория вероятности – один из разделов математики, изучаемых в вузах, знания формул и методов этого раздела нередко используются в жизни независимо от сферы деятельности. Военнослужащим регулярно приходится принимать решения, которые могут повлиять на повседневную жизнь, которые также важны при выполнении заданий по боевому предназначению военнослужащих. Для того, чтобы принимаемые военнослужащими решения оказались верными, необходимо знание и умелое использование теории вероятностей, именно поэтому на занятиях курсантам предлагаются задания, способные мотивировать к изучению данного раздела математики.

**Ключевые слова:** обучение военнослужащих, математика, информатика, теория вероятностей, мотивация.

## PROBLEMS IN PROBABILITY THEORY IN COMPUTER SCIENCE

Probability theory is one of the sections of mathematics studied in universities, knowledge of the formulas and methods of this section is often used in life, regardless of the field of activity. Military personnel regularly have to make decisions that can affect daily life, which are also important when performing tasks for the combat mission of military personnel. In order for the decisions made by military personnel to be correct, knowledge and skillful use of probability theory is necessary, which is why cadets are offered tasks in the classroom that can motivate them to study this section of mathematics.

**Keywords:** military training, mathematics, informatics, probability theory, motivation.

Очень много специальных военных дисциплин используют сведения из теории вероятностей, например, теория стрельбы, внешняя и внутренняя баллистика стрелкового оружия и артиллерии основаны на применении правил и формул теории вероятностей. Абсолютное большинство задач по теории стрельбы невозможно решить без применения вероятностного математического аппарата. Это такие задачи, как классическая задача определения вероятности попадания в цель; определение количества боеприпасов, потребных для уничтожения цели; определение вероятности пробития преграды поражающими элементами боеприпаса, которая, в свою очередь, связана с вероятностью образования этого элемента конкретной массы и размера в процессе взрыва боеприпаса, и т.д. Однако, при обучении математике, решаемые задачи чаще всего курсантам кажутся придуманными, бесполезными, поэтому не вызывают желания изучать теорию вероятностей.

Рассмотрим некоторые примеры задач теории вероятностей, полезные с точки зрения мотивации к обучению.

К сожалению, на занятиях по математике часто встречаются задачи следующего типа: в подразделении  $N$  военнослужащих. Сколькими способами можно выбрать  $m$  из них на уборку территории?

Эта вполне вероятностная задача может вызвать у курсантов отторжение, так как они прекрасно знают, что есть график, согласно которому территорию будут убирать конкретные курсанты и незачем считать количество вариантов. Даже если предположить, что графика нет, все равно количество вариантов убирающих – ненужная информация, так как Иванов – писарь, он не пойдет, Петров – ЗКВ, тоже не будет работать, Сидоров – вечно в санчасти... поэтому на территорию без вариантов идут одни и те же. И делается вывод о ненужности теории вероятностей.

Еще один пример аналогичной задачи, считающейся задачей с прикладным содержанием, а на самом деле любой здравомыслящий военнослужащий, прочитав ее, как минимум улыбнется: «в подразделении 20 автоматов Калашникова АК74М и 24 – АКМ. Сколькими способами можно выбрать один АК74М и один АКМ?». С точки зрения военных – единственным, так как оружие закреплено за конкретным человеком и взять «случайным» образом чужое оружие нельзя.

И еще один пример антимотивационной задачи, переделанной из классической задачи про разноцветные шары: «в коробке лежат  $n$  патронов к пистолету Макарова,  $m$  – к автомату Калашникова...». Согласно руководящим документам руководителя стрельбы нужно освободить от занимаемой должности, ведь в одном цинке не могут лежать боеприпасы разного калибра, к разному оружию, это военнослужащие должны выполнять беспрекословно, да и на ощупь они разные, поэтому о равных возможностях выбора нет смысла говорить. Но как же заставить увидеть пользу теории вероятностей?

Комбинаторика – первый раздел теории вероятностей, используется для большинства задач по вычислению вероятности событий, поэтому очень важно заинтересовать курсантов, мотивировать их к изучению. Одна из таких комбинаторных задач связана с определением длины и содержания пароля, который следует устанавливать для защиты данных. С этим курсанты сталкиваются постоянно: при создании электронной почты, личного кабинета в онлайн банке, личных кабинетов в интернет-магазинах, при регистрации на форумах, в соцсетях,

играх и т.д., поэтому вопрос о том, какова должна быть длина и содержание пароля, чтоб его достаточно долго взламывали, актуален и, как показала практика, вызывает неподдельный интерес при решении.

Как известно, методом перебора можно взломать любой пароль, но иногда время взлома перебором возможных комбинаций составит месяцы и годы. Взламывать пароль обычного человека, не являющегося сверхбогатым или медийным в течение нескольких лет нецелесообразно.

На занятиях по информатике есть возможность ответить на интересующие вопросы по размеру и содержимому пароля, используя формулу размещений с повторениями, таким образом готовя курсантов к изучению теории вероятностей в рамках математики.

Пример. Вычислить время, которое потребуется для взлома пароля из 6, 7, 8 символов, если известно, что за одну секунду компьютер в состоянии перебрать 10 млн. паролей, а при создании пароля могут быть использованы:

- а) только латинские буквы одного регистра;
- б) только латинские буквы различных регистров;
- в) цифры и латинские буквы различных регистров;
- г) латинские буквы, цифры и специальные символы.

Решение. Данная задача, на первый взгляд, не похожа на вероятностную, однако ее решение выполняется методами теории вероятностей. Ее очень легко решать при изучении табличного процессора Excel.

а) Латинских букв 26 (без учета регистра). Так как повтор символов в пароле возможен, то для вычислений используется формула размещения с повторениями:  $26^6$ . Учитывая скорость взлома пароля, получаем, что максимально потребуется около 30 секунд для взлома пароля (рисунок 1).

б) Если использовать буквы двух регистров (большие и малые), получаем, что есть 52 символа, из которых можно составить пароль, максимальное время его взлома почти 33 минуты, то есть в 64 раза больше, хотя количество символов увеличено только в 2 раза.

	A	B	C	D	E
1	Количество символов, возможных в пароле			26	
2	Длина пароля			6	
3	Количество комбинаций			308915776	
4	Скорость взлома пароля			10000000	комбинаций в секунду
5	Время взлома пароля			30,8915776	секунд

Рис. 1 Расчет времени взлома 6-значного пароля из латинских букв одного регистра

в) Добавляя к допустимым символам десять цифр, получим примерно 1,6 часа, есть время взлома увеличилось в 184 раза, по сравнению со временем взлома пароля, состоящего только из латинских букв одного регистра, но это незначительное время, поэтому пароль из 6 символов, в котором могут быть буквы и цифры, не очень надежен, быстро взламывается методом перебора.

г) Добавив специальные символы, получим  $7,35 \cdot 10^{11}$  – возможных комбинаций паролей, тогда время взлома пароля составит около 20,4 часов.

Итак, если длина пароля 6 символов, то максимальное время его взлома почти сутки при обработке компьютером 10 млн. паролей в секунду. Если предположить, что конкретный человек мало кого интересует, то он вполне может себе позволить использовать пароль из 6 символов, включающий в себя строчные, прописные буквы, цифры и специальные знаки. Но если более мощный компьютер пытается взломать пароль, например, Passcovery на RTX 3090 перебирает больше 4 млрд. паролей в секунду, тогда время взлома такого пароля из 6 символов составит чуть более 18 с.

Если увеличить длину пароля до 7 и использовать 95 символов для его составления, то время для взлома (со скоростью 100 млн паролей в секунду) составит почти 2,7 месяца. Если увеличить длину пароля до 8, то время для взлома такого пароля будет 21 год. Если же взламывать Passcovery на RTX 3090, то время взлома меньше 2 суток.

Так как разброс чисел очень велик (от 0,008 ч до 184283 ч), то диаграмма не будет наглядно показывать изменение времени взлома пароля, лучше это будет видно с представлением данных в табличном виде (таблицы 1, 2).

Таблица 1

Время взлома пароля из 6, 7, 8 символов, часы  
(скорость взлома 100 млн паролей в секунду)

Количество символов, возможных в пароле	Время взлома пароля (6 символов), ч	Время взлома пароля (7 символов), ч	Время взлома пароля (8 символов), ч
26	0,008581	0,223105838	5,80075179
52	0,5491836	28,55754729	1484,99246
62	1,5777843	97,82262795	6065,00293
95	20,419219	1939,825822	184283,453

Таблица 2

Время взлома пароля из 8 символов, месяцы  
(скорость взлома 100 млн паролей в секунду)

Количество символов, возможных в пароле	Время взлома пароля (8 символов), мес
26	0,0080566
52	2,062489527
62	8,423615185
95	255,9492405

Используя эти вычисления, курсанты видят реальную необходимость изучения теории вероятностей и понимают, что с созданием высокомоощных компьютеров даже сложный пароль из 8 символов является легкой добычей для хакеров, поэтому важно знать, основы создания паролей правильной длины и сложности.

### Библиографический список

1. Гужвенко Е. И. Математика: практикум для курсантов СПО [Текст]: / Е. И. Гужвенко, Н. В. Щукина, О. В. Бабенко. – Рязань: РВВДКУ, 2014. – 202 с.
2. Больше 4 млрд. паролей в секунду перебирает Passcovery на RTX 3090 [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://overclockers.ru/blog/Scorpion81/show/42912/po-3-500-000-parolej-v-sekundu-perebiraet-passcovery-na-rtx-3090> (дата обращения: 31.01.2022)

**Е. И. Гужвенко**

Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище  
имени генерала армии В. Ф. Маргелова, г. Рязань  
*elena\_guj@list.ru*<sup>1</sup>

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНФОРМАТИКЕ ВОЕННО-ИСТОРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

В статье показана важность военно-исторической работы, значимость изучения истории страны, в том числе на занятиях по изучению возможностей использования табличного процессора, приведены примеры заданий, где даны исторические факты, их нужно обработать средствами информационных технологий, сделать выводы. Задания ориентированы на различный уровень подготовки военнослужащих и направлены на воспитание патриотизма и гордости за Отечество.

**Ключевые слова:** обучение информатике, военно-исторические сведения, патриотизм, военный вуз, обработка сведений на компьютере.

**E. I. Guzhvenko**

Ryazan Guards Higher Airborne Command School  
named after General of the Army V. F. Margelov, Ryazan  
*elena\_guj@list.ru*

## **USE IN INFORMATICS CLASSES OF MILITARY HISTORICAL MATERIALS**

The article shows the importance of military-historical work, the importance of studying the history of the country, including in the classroom to study the possibilities of using a spreadsheet processor, examples of tasks are given, where historical facts are given, they need to be processed by means of information technology, to draw conclusions. The tasks are focused on different levels of training of military personnel and are aimed at instilling patriotism and pride in the Fatherland.

**Keywords:** teaching computer science, military history information, patriotism, military university, processing information on a computer.

Часть воспитательной работы, проводимой в военных вузах – деятельность преподавателей и командиров, направленная на изучение опыта войн, истории вооруженных сил и страны, способствует патриотическому воспитанию личного состава.

Военно-историческая работа в армии реализует две основные функции: познавательную, направленную на приобретение военнослужащими профессиональных знаний, развитие кругозора и творческого мышления, и воспитательную, которая способствует формированию непредвзятой точки зрения на современные и ранее прошедшие события, а также перспективу взаимоотношений между странами в военно-политическом аспекте.

Основными задачами военно-исторической работы в военных вузах являются изучение истории войн, боевого опыта Вооруженных Сил, увековечивание памяти погибших воинов; воспитание личного состава в духе патриотизма и другие. Как правило, эти задачи реализуются в рамках встреч с ветеранами, просмотра кинофильмов, лекций по истории, разработки военно-исторических трудов, проведения конференций, посещения музеев, мемориалов, совершения полевых военно-исторических поездок и других, однако военно-историческая работа может проводиться и не только на занятиях по специальным дисциплинам или во время специально организованных мероприятий, но и при изучении дисциплин естественнонаучного и математического цикла, в том числе, при обучении курсантов информатике.

Рассмотрим один из примеров, как военно-историческая работа может быть внедрена в учебный процесс при изучении табличного процессора. Данный пример реализован на втором практическом занятии, когда курсанты уже владеют азами работы в программе и готовы к выполнению несложных самостоятельных вычислений и отрабатывают действия по созданию и форматированию таблиц. Занятие, как правило, проводится перед 7 ноября, поэтому тематика заданий направлена на изучение исторических сведений о событиях этого же времени 1941 года.

Великая Отечественная война – важнейшее историческое событие прошлого века, оставившая след в судьбах практически всех семей нашего государства, важнейшие события этой войны должны служить для курсантов символом мужества советских военнослужащих. Одно из таких событий – парад 7 ноября 1941 года, событие, которое происходило в сложнейшей для столицы ситуации

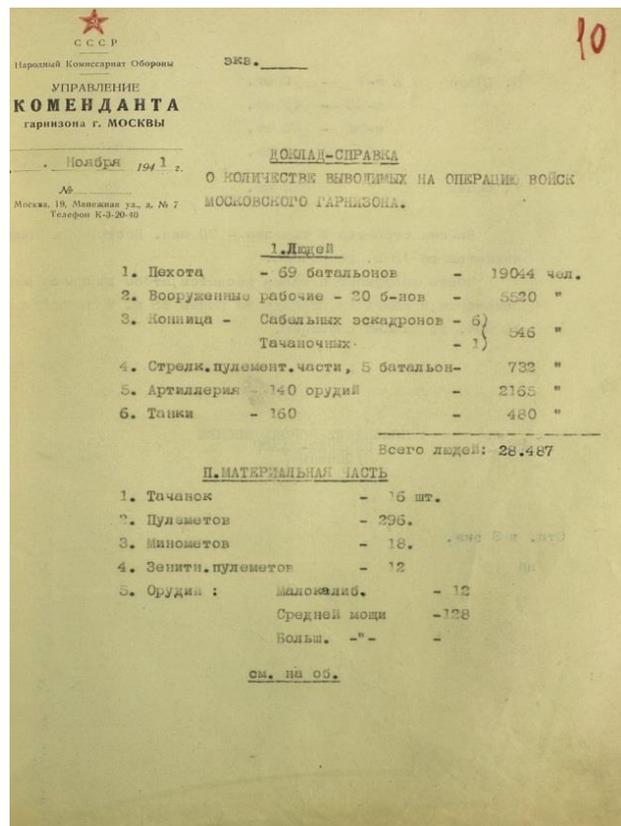
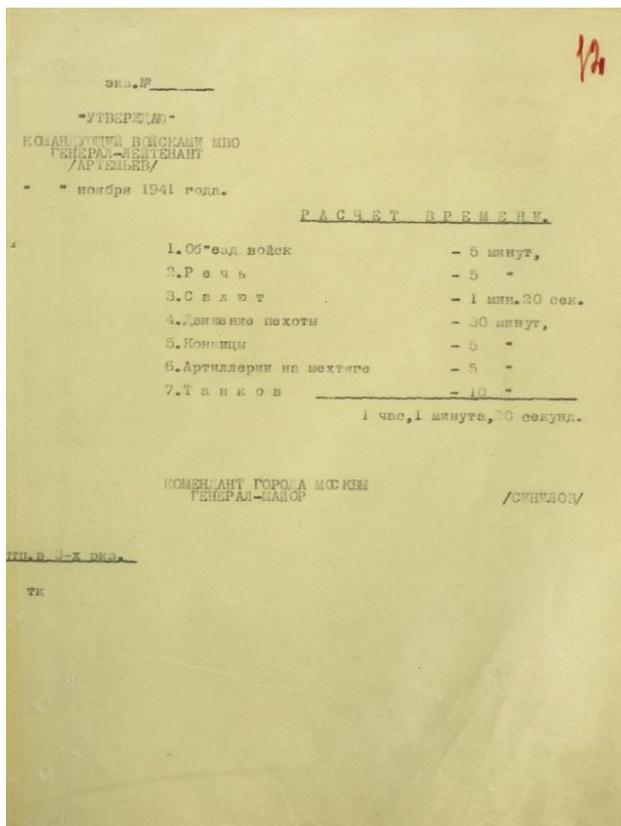
– немецкие войска находились в 20 км от Москвы, началась эвакуация правительственных организаций, важных заводов и фабрик, радиовещание практически было невозможно, планировалось минирование мостов и метро, 19 октября в городе объявлено осадное положение, введен комендантский час [4]. Столица подвергался регулярным атакам с воздуха, на Москву сброшено 1521 фугасных и 56620 зажигательных бомб, в результате чего 1327 человек были убиты и 1931 тяжело ранены. Отдельные снаряды попали в здание МГУ на Моховой, в Большой театр, одна бомба попала в Кремль. Чтоб сохранить «сердце» Москвы, Красная площадь и ближние улицы были практически перестроены, зачехлены рубиновые звезды на башнях Кремля [3]. И в это тяжелое время И.В. Сталин принимает решение проводить парад войск московского гарнизона, посвященный 24-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции, парад, который должен поднять боевой дух воинов, который станет началом победы.

Преподаватель на занятии по использованию электронных таблиц в профессиональной деятельности дает историческую справку о событиях 7 ноября 1941 г, высвечивает на экране фотографии оригинальных документов [1], посвященных подготовке к мероприятию (рисунки 1, 2), объясняет порядок выполнения заданий.

Из отчёта военного коменданта столицы генерала-майора К. Р. Синилова о прохождении парада 7 ноября 1941 года на Красной площади в честь 24-й годовщины Октябрьской революции (рисунок 1 а, б) определить, сколько в параде участвовало пехотинцев, время прохождения пехоты.

В 2015 году Министерство обороны РФ объявило следующие данные: безвозвратные военные потери за четыре года войны – почти 12 млн. человек, общие людские потери СССР – почти 27 млн.

На основании этих сведений выполнить расчеты: определить, сколько времени потребовалось бы для прохождения через Красную площадь, если бы всех погибших СССР поставить в парадный строй. Вычисления произвести отдельно для военнослужащих и для общих демографических потерь. Результаты представить в таблице в виде количества часов и суток.



а) расчет времени

б) доклад-справка о количестве войск

Рис. 1 Документы о подготовке к параду 7 ноября 1941 г.

Используя строевую записку о подготовке к параду 7 ноября 1941 г. (рисунок 2), заполнить, используя Excel, последнюю строку таблицы в документе, вычислив общее количество военнослужащих, техники и вооружения. Таблицу оформить как исходный документ.

Пока курсанты заполняют таблицы, выполняют необходимые вычисления, преподаватель может ознакомить военнослужащих и со следующими фактами: в настоящее время в Москве можно увидеть следы от бомб, упавших на город во время Великой Отечественной войны, например, на улице Моховой, там расположены дома 10 стр. 1 и 10 стр. 2, ранее это был один дом, в который в августе 1941 г. попала фугасная бомба, часть дома была уничтожена. Следы бомбежек можно увидеть и на памятнике Тимирязеву, на фасаде здания пожарной части в Чистом переулке, на стенах католического собора Непорочного зачатия на Малой Грузинской улице.

Д-31с

СТРОЕВАЯ ЗАПИСКА

Часть Московской стрелковой дивизии, участвующих на параде  
По состоянию на 4.11.41г.

Наименование частей	Личный состав		Все-го	Авто-машин	Пушки	Мино-меты	Пуле-меты	Винтовки	Трак-тор
	На-состав	Мл.нач.: состав							
2 Стрелковый полк	39	54	452	545	-	-	-	506	-
3 Стрелковый полк	68	293	1373	1734	-	-	38	1402	-
4 Стрелковый полк	25	48	480	553	-	-	-	528	-
Сводный полк ПА	43	44	724	811	49	48	-	200	-
Легко-арт.полк	43	51	456	550	32	36	-	233	13
Гаубичный арт.полк	48	120	636	804	40	36	-	144	-
Отд. зен. арт. дивизион	8	32	140	180	8	8	-	-	-
Зенитно-пулем. б-н	7	12	83	102	15	-	15/12	65	-
Сводный пулем.полк	17	34	287	338	24	-	96/12	112	-
Минометный батальон	4	8	35	47	7	-	18	31	-
Отд. батальон связи	5	22	110	137	4	-	-	132	-
Отд. саперный батальон	7	12	120	139	-	-	-	132	-
Медико-санитар. б-н	31	11	40	82	15	-	-	44	-
<b>В с е г о</b>	<b>345</b>	<b>741</b>	<b>4936</b>	<b>6022</b>	<b>194</b>	<b>128</b>	<b>18</b>	<b>149</b>	<b>13</b>

НАЧАЛЬНИК ШТАБА ДИВИЗИИ  
 ПОЛПОЛКОВНИК /Нижегородов/ *Нижегородов*  
 КОМИССАР ШТАБА ДИВИЗИИ  
 БАТ. КОМИССАР /Фуров/ *Фуров*  
 НАЧАЛЬНИК 4 ОТДЕЛЕНИЯ-КАПИТАН /Поляков/ *Поляков*

Отл. в 2-х экз.

Рис. 2 Строевая записка о подготовке к параду 7 ноября 1941 г.

Для курсантов, которые быстрее других выполняют задание, преподаватель дает следующее: используя ранее полученные сведения определить скорость прохождения пехоты (в км/ч, м/с, шагов в минуту) во время парада в 1941 г, если длина Красной площади 330 м.

Выполняя задания, курсанты понимают, насколько глобальны человеческие потери страны во время Великой отечественной войны, учатся оформлять документ по образцу, выполнять нечетко поставленную задачу, сначала переводя данные в таблицу, затем используя формулы табличного процессора.

При наличии времени, преподаватель может показать документальные кадры с Парада 7 ноября 1941 года, поинтересоваться, что не так в кадрах хроники, это способствует тренировке наблюдательности (7 ноября был снят только

небольшой кусочек парада, а большую его часть снимали позднее; на оригинальных кадрах идет снег, шинели военнослужащих в снегу, а на снятых позднее – снега нет).

Используя исторические сведения, курсанты также выполняют еще задания, связанные с Битвой за Москву: используя сведения об отечественной истории [2, с. 247], вычислить, сколько дней продолжалась битва за Москву, на какой день с начала наступления немецких войск были захвачены Можайск, Солнечногорск, через сколько дней с начала войны в Москве введено осадное положение?

### **Библиографический список**

1. Историко-познавательный раздел «7 ноября 1941. Москва. Красная площадь». Официальный сайт МО РФ // [parade1941.mil.ru](http://parade1941.mil.ru).
2. Кириллов В.В. Отечественная история в схемах и таблицах / В.В. Кириллов. – М.: Эксмо, 2009. – 320 с.
3. Москва: Энциклопедия / Гл. ред. С. О. Шмидт; Сост.: М. И. Андреев, В. М. Карев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1997 – 976 с.
4. Постановление Государственного Комитета Обороны «О введении в Москве и прилегающих к городу районах осадного положения». 19 октября 1941 года // Известия ЦК КПСС. 1991. № 1.

УДК 623.002

**М. С. Дикунова**

Военная академия материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А. В. Хрулева «Вольский военный институт  
материального обеспечения», г. Вольск  
*macha\_di@mail.ru*

## **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

В статье рассматривается развитие искусственного интеллекта к 2030 г., а также основных направлений применения искусственного интеллекта в гражданских и военных сферах.

Автор рассматривает одну из проблем массового применения искусственного интеллекта – возможные враждебные кибероперации и «глубокие фейки», поскольку искусственный интеллект обеспечивает все более реалистичные фото, аудио- и видеоподделки, которые противники могли бы использовать в рамках своих информационных операций. Глубокие фальшивые технологии могут быть применены для создания ложных сообщений новостей, влияния на общественный дискурс, подрыва общественного доверия и попытки шантажа дипломатов и иных государственных служащих.

**Ключевые слова:** искусственный интернет, национальная безопасность, кибербезопасность, программы.

**M. S. Dikunova**

Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev  
“Volsky Military Institute of Material Support”, Volsk  
*macha\_di@mail.ru*

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONTEXT OF NATIONAL SECURITY**

The article discusses the development of artificial intelligence by 2030, as well as the main areas of application of artificial intelligence in civil and military spheres. The author considers one of the problems of the mass use of artificial intelligence – possible hostile cyber operations and "deep fakes", since artificial intelligence provides increasingly realistic photos, audio and video images that opponents could use as part of their information operations. Deep fake technologies can be used to create false news reports, influence public discourse, undermine public trust and attempt to blackmail diplomats and other government officials.

**Keywords:** artificial Internet, national security, cybersecurity, programs.

Искусственный интеллект (далее – ИИ) – это быстро развивающаяся область технологий, потенциально имеющая значительные последствия для национальной безопасности любого государства.

Многие высокотехнологические страны разрабатывают приложения ИИ, в том числе для целого ряда военных функций. Исследования ИИ ведутся в области сбора и анализа разведданных, логистики, киберопераций, информационных операций, командования и управления, а также различных полуавтономных транспортных средствах.

При этом интересен подход к развитию технологий ИИ в разных странах. Так, если основные игроки рынка ИИ ведут ключевые разработки сугубо в гражданских, мирных целях и лишь потом рассматривают вопрос о передаче этих технологий военным, особенностью российского подхода, как считается, является то, что Российская Федерация внедряет прорывные технологии в первую

очередь в оборонной промышленности и только, потом ищет им гражданское применение.

Однако какой бы подход не избирали страны, уже сейчас ИИ вовлечен в локальные боевые операции. Технологии ИИ представляют собой уникальные вызовы для военной интеграции. Развитые в сфере прорывных технологий страны конкурируют за инновационные военные приложения ИИ [1]. Китай общепризнанно является ведущим конкурентом в этом отношении и намерен захватить глобальное лидерство в развитии ИИ к 2030 году.

В настоящее время Китай в первую очередь ориентирован на использование ИИ для принятия более быстрых и обоснованных решений, а также на разработку различных типов воздушных, сухопутных, морских и подводных автономных транспортных средств. Весной 2017 года гражданский Китайский университет во взаимодействии с военными продемонстрировал на авиашоу рой из 107 беспилотных летательных аппаратов с поддержкой искусственного интеллекта. В пресс-релизе, опубликованном после этого, было показано компьютерное моделирование аналогичного формирования роя, обнаружившего и уничтожившего ракетную установку [1].

Кроме того, по мнению Мульчандани [3] «Китайские военные и полицейские власти, бесспорно, обладают самыми передовыми в мире возможностями, такими как нерегулируемое распознавание лиц, для организации всеобщего наблюдения и контроля за своим населением, мониторинг видео, собранного из их систем, и анализ текстов на китайском языке для интернет-цензуры и цензуры средств массовой информации» США, по его словам, инвестирует, например, в системы, которые одновременно повышают боеспособность истребителей, а также помогают военным защищать и обслуживать Соединенные Штаты, в том числе во время пандемии COVID-19 [2].

Так, проект Salus, который был запущен в марте 2020 года, применяет искусственный интеллект для помощи в предсказании нехватки таких вещей, как вода, лекарства и предметы снабжения, необходимые в борьбе с пандемией. Объединенный центр искусственного интеллекта Пентагона разработал проект Salus

как платформу для агрегирования данных, использующую прогнозные моделирование, чтобы сузить требования к цепочке поставок и дефицит в конкретных местах, чтобы задействованные в борьбе с COVID-19 службы могли получить необходимое оборудование.

Одновременно, по словам американских военных, озвученным на панельной дискуссии DefenseOneTechSummit (встреча на высшем уровне оборонных технологий) под названием «Соединение земли, воздуха, моря и космоса, чтобы доминировать на поле боя завтрашнего дня» 17 июня 2020 года, самым важным элементом на поле боя будущего будут не ракеты, пули или роботы, а данные и возможность собирать их из любой точки и отправлять туда, где они должны быть [4].

В процессе обсуждения указанной гипотезы высказывалось мнение, что «Мозаичная война», концепция, разрабатываемая Агентством перспективных исследовательских проектов Минобороны США (Defense Advanced Research Projects Agency), будет связывать боевые платформы – ракетные батареи, танки, самолеты, корабли и так далее. В такой ситуации, применение сети с ИИ позволило бы военным принять более правильное решение, какой актив наиболее эффективен при выполнении конкретной миссии. Например, если самолеты Военно-воздушных сил и Военно-морского флота находятся в районе, подлежащем обстрелу, ИИ может предложить, как использовать их наилучшим образом в сложившейся ситуации.

В наземном сценарии мозаичной войны, по мнению американских военных, ИИ может предложить отправить беспилотный летательный аппарат или наземного робота впереди основной боевой силы. Эта беспилотная система могла бы обнаружить вражеский танк и передать координаты обратно, которые поступающие в систему поражения без прямой видимости в тылу, которая, в свою очередь, запускает свои боеприпасы и уничтожает цель.

Еще одной разработкой американских военных подрядчиков (в данном случае Lockheed Martin) является конвойная технология активной безопасности

(CAST) – это система, установленная на военных автомобилях и предназначенная для того, чтобы сделать их полуавтономными. Если солдаты, движущиеся в середине колонны, внезапно попадают под огонь противника, экипированная CAST машина может зафиксироваться на машине впереди нее и вести себя с помощью машинного зрения. Это могло бы дать оператору на месте водителя возможность лучше защитить себя в тылу сражения.

В категории «кибербезопасность и специальные миссии» годового отчета за 2017 год компания Raytheon заявила: «Raytheon в рамках обеспечения кибербезопасности и специальных миссий разрабатывает и внедряет ... решения быстрого реагирования, а также поддержку специальных миссий с далеко идущими последствиями для разведывательного сообщества США, Министерства обороны, гражданских федеральных агентств». Это заявление, по мнению экспертов, может относиться к системе предотвращения (PREVENT) Raytheon, продемонстрированной в цифровом журнале «Technology Today» в 2018 году, подробно описывающем исследовательские усилия Raytheon. PREVENT обнаруживает возникновение угроз общественной безопасности, вычисляя и оценивая нормальные модели трафика в исследуемом регионе. PREVENT способен обеспечить раннее предупреждение операторов на основе этого обнаружения с целью проведения дальнейшего анализа выявленных участников, вовлеченных в нерегулярную деятельность [4].

Американские военные также интегрируют системы искусственного интеллекта в боевые действия через головную инициативу под названием ProjectMaven, которая использует алгоритмы искусственного интеллекта для идентификации целей повстанцев в Ираке и Сирии. Цель проекта Maven, по словам генерал-лейтенанта ВВС Джона Н.Т. Джека Шанахана, директора по оборонной разведке для поддержки военных истребителей, «состоит в том, чтобы превратить огромный объем данных, доступных Минобороны, в действенную разведку и понимание» [2]. Ожидается, что ИИ будет особенно полезен в разве-

дывательной деятельности благодаря наличию больших массивов данных, доступных для анализа. Например, первый этап проекта Maven включает автоматизацию обработки разведанных в поддержку кампании по борьбе с ИГИЛ.

В частности, команда проекта Maven использует алгоритмы компьютерного зрения и машинного обучения в ячейках сбора разведанных, которые будут анализировать кадры с беспилотных воздушных судов и автоматически определять враждебную активность для точечного исследования.

В этом качестве ИИ предназначен для автоматизации работы человеческих аналитиков, которые в настоящее время тратят часы на просеивание видео для получения полезной информации. Предполагается, что потенциально освобожденные аналитики должны будут принимать более эффективные и своевременные решения на основе полученных данных.

Еще одно государство-конкурент на рынке ИИ – это Израиль. Хотя Израилю всего 70 лет, он обладает одной из самых современных вооруженных сил в мире. Несмотря на небольшой размер и бюджет Израиля (по сравнению с крупными сверхдержавами мира), около 4,5 % его ВВП тратится на исследования и разработки в оборонной сфере, что почти вдвое превышает средний показатель ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития). Для сравнения: только 2 % немецких НИО КР и 17 % американских НИО КР предназначены для военных, в то время как 30 % израильских НИО КР тратятся на военную продукцию. Военное применение ИИ в 4 крупнейших военных оборонных подрядчиках Израиля охватывает следующие четыре области:

- Elbit – автономный барражирующий беспилотный летательный аппарат;
- IAI – автономный патрульный беспилотник периметра;
- Rafael Advanced Defense Systems – ракетное наведение;
- IMI Systems – автономные транспортные средства.
- Elbit – крупнейший израильский военный оборонный подрядчик, предлагает Sky-Striker, автономную технологию барражирующих боеприпасов, которая, как утверждается, может помочь военным наносить скрытые и точные авиаудары по целям с помощью автономного устройства с применением ИИ.

Барражирующие боеприпасы – это оружие, которое способно задерживаться в воздухе, когда оно достигает соответствующей цели. Самой ранней формой таких боеприпасов были начиненные взрывчаткой, пилотируемые транспортные средства или «террористы – смертники».

Технология барражирующих боеприпасов сегодня, с искусственным интеллектом или без него, продвинулась до такой степени, что человеческое пилотирование больше не требуется. Российская промышленность, к слову, также не так давно представила свое первое технологическое решение с барражирующими боеприпасами – беспилотный летательный аппарат, способный осуществлять разведку и атаковать цель путем прямого попадания.

На военно-техническом форуме «Армия-2019» компанией Zala Aero Group (концерн «Калашников») впервые было продемонстрировано новое изделие этого класса. Под названием «Ланцет» представлены две версии ударного БПЛА. Изделия «Ланцет-1» и «Ланцет-3» унифицированы по планеру и части внутренних систем. Отличия заключаются в полезной нагрузке и летно-технических характеристиках. Аппараты несут боевые части разной массы, а также отличаются взлетным весом и продолжительностью полета.

Израильская аэрокосмическая промышленность, или IAI, является вторым по величине оборонным израильским подрядчиком в мире. IAI предлагает множество продуктов с функциональностью искусственного интеллекта, один из которых – автономный патруль беспилотного периметра (Guardium), который, как утверждает IAI, может помочь обеспечить безопасность объектов, сократить расходы и ресурсы на патрулирование и обеспечение безопасности.

IAI утверждает, что Guardium работает на платформе экспертных систем, а не на более современной системе машинного обучения и используется на израильской границе с 2008 года. Сегодня эта система рассматривается для размещения в Международном аэропорту им. Бен-Гуриона неподалеку от Тель-Авива.

Когда речь заходит о российских беспилотных наземных системах, страна разрабатывает целую линейку для удовлетворения различных боевых потребностей. Они включают в себя малые системы, и большие танковые транспортные

средства, загруженные дальнобойным, противотанковым и зенитным вооружением. Хотя большинство из них все еще проходят испытания и оценку, некоторые уже прошли испытание огнем. Россия отправила свой самый тяжелый боевой многофункциональный робототехнический комплекс на гусеничном ходу «Уран-9» в Сирию для «околобоевых испытаний», где, правда, пользователи и разработчики обнаружили, что он потерпел неудачу по всем основным критериям – от двигателя до наведения на цель, стрельбы и связи с другими ключевыми системами.

Другая боевая автоматизированная система (далее – БАС) «Соратник» также была испытана в условиях, приближенных к боевым при температуре выше 30 градусов по Цельсию. Бронированная гусеничная машина «Соратник» предназначена для разведки и ретрансляции, патрулирования и охраны территорий и важных объектов, разминирования и разграбления.

В 2017 году военные получили на вооружение небоевых саперных роботов «Уран-6», и управляемые комплексы «Скарабей» и «Сфера», которые также служили с военными страны в сирийских боях.

Вообще следует констатировать, что общее развитие искусственного интеллекта в Российской Федерации стремительно растет, как в частном, так и в государственном секторе и, соответственно, в вооруженных силах страны. Не так давно Президент Российской Федерации, В. В. Путин заметил, что, по его самая интересная область национальных исследований связана именно с ИИ, наряду с генетикой. Сегодня в Минобороны России проводится много исследований в области искусственного интеллекта, выделяются финансовые, людские и материальные ресурсы в рамках обширной технической, академической и промышленной инфраструктуры. Развитие ИИ в частном секторе России также переживает возрождение во многом благодаря общей сильной академической базе STEM, которая способствует развитию высоких технологий.

В России в октябре 2012 года, по аналогии с американским DARPA (Defense Advanced Research Project Agency), был создан Фонд перспективных ис-

следований (ФПИ), который сегодня объединяет 46 исследовательских лабораторий. 20 марта 2018 года ФПИ объявил, что подготовил предложения для Минобороны РФ по стандартизации разработки ИИ, которые включают в себя следующие ключевые направления: распознавание изображений, распознавание речи, позволяющие управлять автономными военными системами, а также поддержка ИИ жизненного цикла оружия. ФПИ объявил об этих принципах в марте 2018 года на научном форуме под названием «Искусственный интеллект: проблемы и решения», организованном Минобороны РФ, Министерством образования и Российской академией наук с целью продвижения предложений, направленных на мобилизацию государства и научного сообщества к работе с ИИ. В своем обращении к участникам конференции Министр обороны России Сергей Шойгу призвал гражданских и военных конструкторов страны объединить усилия по разработке искусственного интеллекта для обеспечения технологической и экономической безопасности страны.

Ключевым результатом этого международного симпозиума стала публикация 10-шаговой рекомендации «дорожная карта» развития «сквозной» цифровой технологии «Нейротехнологии и искусственный интеллект».

В этой дорожной карте намечены предлагаемые государственно-частные партнерства и краткосрочные и среднесрочные мероприятия, которые следует реализовать. В рамках разработки дорожной карты развития сквозных цифровых технологий (далее – СЦТ) «Искусственный интеллект и нейротехнологии» были выделены семь субтехнологий СЦТ (далее – суб СЦТ):

- компьютерное зрение;
- обработка естественного языка;
- распознавание и синтез речи;
- рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений;
- перспективные методы и технологии в ИИ;
- нейропротезирование;
- нейроинтерфейсы, нейростимуляция и нейросенсинг.

В ходе мартовской конференции 2018 года заместитель Министра обороны России Николай Панков заявил, что «из 388 научно-исследовательских институтов (Минобороны РФ) 279 сосредоточены в военных училищах, и большинство из них активно занимаются исследованиями в области искусственного интеллекта, робототехники, военной кибернетики и других перспективных направлений». Примером усилий Минобороны РФ по созданию инфраструктуры, способствующей развитию ИИ, также является создание военно-инновационного «технополиса» в Анапе, на Черноморском побережье, получившего название «Эра».

Четырнадцать основных направлений исследований, реализуемых этим проектом обозначены как:

- технологии искусственного интеллекта;
- малые космические аппараты;
- робототехника;
- информационная безопасность;
- автоматизированные системы управления и IT-системы;
- технологии энергообеспечения, аппараты и машины жизнеобеспечения;
- техническое зрение, распознавание образов;
- информатика и вычислительная техника;
- биотехнические системы и технологии;
- нанотехнологии и наноматериалы;
- гидрометеорологическое (метеорологическое) и геофизическое обеспечение;
- гидроакустические системы обнаружения объекта;
- геоинформационные платформы нового назначения;
- оружие на новых физических принципах.

Кроме того, уже несколько лет ФПИ работает над экспериментальной робототехнической платформой – боевым роботом «Маркер», который призван стать помощником человеку на поле боя. «Маркер» оснащен ключевыми технологиями наземной робототехники: техническое зрение, связь, навигация, авто-

номное движение и применение, а также групповое управление. «Маркер» представляет собой универсальный комплекс с модульной архитектурой, на который можно установить, как в конструкторе Lego, новые узлы, агрегаты, приборы, другое оборудование.

Резюмируя, отметим, что в настоящее время российские военные работают над внедрением элементов искусственного интеллекта в различные системы вооружения, подчеркивая важность ИИ в сборе и анализе данных для облегчения обработки информации.

В частности, в марте 2018 года действовавший на тот момент замминистра обороны Ю.И. Борисов (сейчас председатель Авиационной коллегии при Правительстве Российской Федерации) заявил, что развитие ИИ необходимо для эффективного противодействия противникам в информационном пространстве и победы в кибервойнах.

Российские гражданские разработки ИИ в области распознавания образов и речи также могут быть включены в оборонные и охранные приложения в будущем. При этом важно отметить, что российское научное сообщество, в целом, положительно относится к возможности применения ИИ-технологий для ведения войны, хотя большинство ученых, все же считают, что «поспешность и необдуманность военных разработок ИИ могут привести к новой гонке вооружений в мире и постепенному игнорированию норм и принципов международного права».

Есть и такие, которые видят в военном применении ИИ неоправданно высокие риски, так же, как и Google в продолжающемся споре о его роли в американском оборонном секторе.

В целом, конечно, российский оборонный сектор готовится к долгосрочному высокотехнологичному соперничеству со своими предполагаемыми противниками.

И несмотря на то, что некоторые вопросы остаются нерешенными, Минобороны РФ и его военно-промышленный сектор находятся в большей синхрони-

зации, чем когда-либо с момента распада СССР. Начиная с 2012 года в Министерстве были созданы управления, которые занимаются разработкой беспилотных и роботизированных технологий и созданием системного подхода, направленного на оптимизацию и облегчение создания этого оружия от его первоначальной разработки до окончательного (или потенциального) приобретения. Последние 10 лет развития российского оборонного сектора свидетельствуют о том, что российские военные достигают более высокого технического уровня.

Принимая во внимание данный аспект, некоторые западные исследователи считают, что российским потенциальным конкурентам на геополитической арене, в конечном итоге придется столкнуться с более эффективным и способным противником, и им придется разрабатывать новые технологии в противодействии тому, чего они не делали уже много лет – равному противнику, стремящемуся выставить прорывные и передовые военные технологии в бою.

Искусственный интеллект, вероятно, будет ключевой технологией в продвижении военных киберопераций. В своем выступлении в сенатском комитете по вооруженным силам в 2016 году командующий киберкомандованием США адмирал Майкл Роджерс заявил, что полагаться только на человеческий интеллект в киберпространстве – это «проигрышная стратегия».

Кроме того, будущие системы искусственного интеллекта могут использоваться для выявления каналов связи, перерезанных противником, и поиска альтернативных способов распространения информации.

По мере того как сложность систем ИИ станет расти, его алгоритмы также могут быть способны предоставлять командирам меню жизнеспособных курсов действий, основанных на анализе боевого пространства в реальном времени, что, в свою очередь, позволит быстрее адаптироваться к сложным событиям.

Как США, так и КНДР тестирует и другие возможности искусственных интеллектуальных систем, чтобы получить кооперативное поведение беспилотных объектов, или их роение. Роение является уникальным подмножеством автономной разработки транспортных средств с концепциями, начиная от крупных

формирований недорогих транспортных средств, предназначенных для подавления оборонительных систем, до небольших эскадрилий транспортных средств, которые взаимодействуют для обеспечения электронной атаки, огневой поддержки или локализации навигационно-коммуникационной сети для соединений сухопутных войск.

В настоящее время разрабатывается целый ряд различных возможностей Роя. Например, в ноябре 2016 года военно-морской флот США завершил испытание роя из пяти беспилотных лодок с поддержкой искусственного интеллекта, которые совместно патрулировали участок 4-мильной зоны Чесапикского залива и перехватили судно «Интродер».

Результаты этого эксперимента могут привести к созданию технологии искусственного интеллекта, адаптированной для защиты гаваней, охоты на подводные лодки или разведки перед строем более крупных кораблей.

Чуть позже Военно-морской флот США провел испытания роя подводных беспилотников, а Управление стратегических возможностей успешно испытало рой из 103 сброшенных с воздуха микродронов.

Как уже отмечалось, искусственный интеллект – это быстроразвивающаяся технология, захватывающая все больше и больше значимых сфер, в числе которых, безусловно, и сфера обеспечения национальной безопасности. ИИ обладает рядом уникальных характеристик, которые могут быть важны для рассмотрения, поскольку эти технологии выходят на арену национальной безопасности.

Во-первых, ИИ имеет потенциал для интеграции в различные приложения, улучшая так называемый «Интернет вещей», в котором разрозненные устройства объединены в сеть для оптимизации производительности. Как утверждает Кевин Келли, основатель журнала Wired: «[ИИ] оживит инертные объекты, подобно тому, как это было с электричеством более ста лет назад. Все, что мы раньше электрифицировали, мы теперь будем познавать».

Во-вторых, многие ИИ – приложения двойного назначения, то есть они имеют как военные, так и гражданские приложения.

В-третьих, ИИ является относительно прозрачным, что означает, что его интеграция в продукт не сразу распознается. Хотя ИИ обладает большим потенциалом для придания ряда преимуществ в военном контексте, он может также создавать определенные проблемы. Технология ИИ могла бы, например, облегчить автономную работу операции, привести к более обоснованному принятию военных решений, а также увеличить скорость и масштаб военных действий. Однако она может быть непредсказуемой или уязвимой для уникальных форм манипуляции. В результате этих факторов аналитики придерживаются широкого спектра мнений о том, насколько влиятельным ИИ будет в будущих боевых операциях. В то время как некоторые считают, что технология получит минимальное влияние, большинство полагают, что применение ИИ в боевых условиях будет иметь по крайней мере эволюционный, если не революционный эффект.

Тем не менее развитие военного ИИ детерминирует ряд потенциальных вопросов, ответить на которые представляется необходимым в ближайшее время: Как государство может повлиять на инициативы реформы оборонных закупок? Какие изменения, если таковые имеются, необходимы для осуществления эффективного надзора за развитием ИИ? Как сбалансировать исследования и разработки, связанные с искусственным интеллектом и автономными системами, с этическими соображениями? Какие законодательные или нормативные изменения необходимы для интеграции военных приложений ИИ? Какие меры необходимо принять, чтобы минимизировать риски, связанные с использованием ИИ?

Кроме того, довольно остро, причем для всех государств, стоит вопрос применения смертоносных автономных систем вооружений, которые могут использовать ИИ для выбора и поражения целей. Смертоносные автономные оружейные системы (LAWs) – это особый класс оружейных систем, способных самостоятельно идентифицировать цель и использовать бортовую оружейную систему для поражения и уничтожения ее без участия человека. LAWs требуют наличия системы компьютерного зрения и продвинутых алгоритмов машинного

обучения для классификации объекта как враждебного, принятия решения о захвате и направления оружия к цели.

С 2014 года идут международные дискуссии по вопросам права в рамках Конвенции организации объединенных наций о конкретных видах обычного оружия (КОО).

Примерно 25 государств-участников призвали к заключению договора о запрещении «полностью автономных систем вооружений» в силу этических соображений, в то время как другие государства-участники склоняются к принятию официальных постановлений или политических деклараций.

В связи с этим обстоятельством, некоторые аналитики обеспокоены тем, что усилия по запрещению или регулированию LAW s могут привести к строгому контролю за приложениями ИИ, которые могут быть адаптированы для смертельного использования, тем самым сдерживая развитие других полезных военных или даже коммерческих технологий.

В любом случае развитие ИИ должно увеличить императив для строгих стандартов безопасности, так как алгоритмы ИИ уязвимы для искажения, кражи и манипулирования, особенно если набор обучающих данных недостаточно защищен.

Еще одной проблемой массового применения ИИ технологий являются возможные враждебные кибероперации и «глубокие фейки», поскольку ИИ обеспечивает все более реалистичные фото, аудио- и видеоподделки, которые противники могли бы использовать в рамках своих информационных операций. Глубокие фальшивые технологии могут быть применены для создания ложных сообщений новостей, влияния на общественный дискурс, подрыва общественного доверия и попытки шантажа дипломатов и иных государственных служащих.

Таким образом, хотя большинство предыдущих глубоких подделок так или иначе обнаруживались экспертами, сложность технологии прогрессирует до такой степени, что вскоре она может быть способна обмануть инструменты экс-

пертного анализа. Американская компания MediFor разработала некоторые первоначальные инструменты для выявления подделок, произведенных ИИ, но, как отмечается, «ключевая проблема... заключается в том, что системы машинного обучения могут быть обучены тому, чтобы перехитрить инструменты судебной экспертизы».

### **Библиографический список**

1. Бабенков В. И. Перспективы создания и применения беспилотных авиационных военно-транспортных комплексов для материально-технического обеспечения войск. В сборнике: научные проблемы материально-технического обеспечения Вооружённых Сил Российской Федерации. № 1 (19). 2021. С. 43–48.

2. Большинство научных школ Минобороны работает над искусственным интеллектом и роботами, РИА-Новости, 15 марта, 2022, URL: <http://tass.ru/armiya-i-opk/5034153>. (дата обращения: 15.01.2022 г.).

3. Виловатых А.В. Искусственный интеллект как фактор военной политики будущего // Проблемы национальной стратегии. 2021. № 1 (52). С. 177–192.

4. Главное управление научно-исследовательской деятельности и технологического сопровождения передовых технологий (инновационных исследований) Министерства обороны Российской Федерации, URL: [https://structure.mil.ru/structure/ministry\\_of\\_defence/details.htm?id=11376@egOrganization](https://structure.mil.ru/structure/ministry_of_defence/details.htm?id=11376@egOrganization). (дата обращения: 01.01.2022).

УДК 004.93

**С. А. Донец**

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского  
и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж  
*pt\_ig@mail.ru*

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА ПО ЕГО ИЗОБРАЖЕНИЮ**

В статье рассматриваются вопросы идентификации личности человека по изображению его лица. Проанализированы архитектуры существующих нейронных сетей с точки зрения их оптимальности и приспособленности к решению подобных задач. Для этого проведен сравнительный анализ, сделан вывод об их достоинствах и недостатках. Определена задача дальнейшего исследования - идентификации человека не только по изображению его лица, но и по другим отличительным, оригинальным параметрам человека.

**Ключевые слова:** идентификация, нейросети, многослойный перцептрон, радиально-базисные нейронные сети, карты Кохонена, неокогнитрон, сверточная нейросеть.

## THE USE OF NEURAL NETWORK TO IDENTITY A PERSON BY HIS IMAGE

**S. A. Donets**

Military Training and Research Center of the Air Force «Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin», Voronezh  
*pm\_ig@mail.ru*

The article deals with the issues of identification of a person's personality by the image of his face. The architectures of existing neural networks are analyzed from the point of view of their optimality and adaptability to solving such problems. To do this, a comparative analysis was carried out, a conclusion was made about their advantages and disadvantages. The task of further research is determined - identification of a person not only by the image of his face, but also by other distinctive, original parameters of a person.

**Keywords:** identification, neural networks, multilayer perceptron, radial-basis neural networks, Kohonen maps, neocognitron, convolutional neural network.

**Введение.** Проблема идентификации изображения человека в современном цифровом мире является актуальной. Существующие в настоящее время направления научной деятельности, которые имеют отношение к работе с информацией, очень часто используют системы, работающие с изображениями. Достоверность распознавания образов является довольно сложной задачей. И в связи с этим возникает необходимость в создании надежных систем распознавания человека, в том числе и по изображению [1].

Наиболее распространенной является биометрическая идентификация человека. В ее основе – уникальные биологические, геометрические характеристики человека, такие как: отпечатки пальцев, узор оболочки глаза, черты лица, голос и т.д. [2, 4].

К достоинствам биометрии, несомненно, следует отнести: использование сравнительно недорогого оборудования; необязательность физического контакта с аппаратурой.

Недостатком является критически важный показатель – идентификация не на 100%. Для повышения надежности применяют сочетание различных биометрических параметров.

В материале статьи рассмотрим задачу идентификации человека по изображению его лица. Обнаружение лица на изображении – задача сложная и многоплановая. Ее решение зависит от ряда составляющих, например, учета индивидуальных особенностей, параметров съемки, условий освещенности и прочее.

Для повышения достоверности обнаружения используют разнообразные подходы: метод опорных векторов, марковские модели, метод главных компонент, факторный анализ, моментный анализ.

Несомненно, на сегодняшний день наиболее перспективными являются методы, базирующиеся на нейронных сетях.

Пожалуй, единственным недостатком нейронных сетей является задача тщательной и трудоемкой их настройки для достижения приемлемого результата классификации. Преимуществ, у нейронных сетей, несомненно, больше. К ним, относятся:

- настройка сети в ходе обучения;
- обучение разнотиповых нейронных сетей с помощью высокопроизводительных универсальных механизмов;
- способность нейросети обладать высокими обобщающими возможностями;
- способность многослойных персептронов применять свой опыт на образах с иными качественными параметрами, по сравнению с образами, встречающимися в обобщенной выборке [5].

**Архитектуры нейронных сетей.** Проанализируем некоторые из архитектур нейронных сетей, которые применяются для решения задач идентификации человеческого лица на изображении.

**Многослойные персептроны** – это сети прямого распространения. Персептрон – это простейший вид нейронных сетей. Его структура иерархичная и многоуровневая. Функция нейрона – вычисление взвешенной суммы его входов с дальнейшим нелинейным преобразованием ее в выходной сигнал (1) [3]:

$$y = \frac{1}{1 + \exp\left[-\left(\sum_i W_i x_i - \Theta\right)\right]} \quad (1)$$

Принцип работы персептрона основан на том, что нейроны принимают входные сигналы, суммируют их и формируют ответные сигналы. Затем происходит перевод входного образа в выходной.

Обучение происходит по алгоритму обратного распространения ошибки. Основная проблема обратного распространения заключена в сложности оценки ошибки для нейронов скрытых слоев. Эта ситуация учитывается при обучении нейросети.

**Радиально-базисные нейронные сети** – двухслойные. Первый слой (скрытый) организован на радиально-базисной активационной функции  $y = \exp(-S^2 / 2\sigma^2)$ , где  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение;  $S$  – расстояние между входным и весовым вектором:  $S^2 = |X - W|^2 = \sum_i (x_i - \omega_i)^2$ . Из чего следует, что скрытый слой – это множество кластеров в пространстве образов. Вторым слоем нейронов выполняет линейную активационную функцию и второй этап кластеризации – распределяет кластеры по классам.

Обучение такой сети происходит в два этапа. Первый этап – в первом слое выделяются группы кластеров и происходит корректировка их центров. Вторым этапом – во втором слое происходит распределение входных образов, по классам.

**Самоорганизующиеся карты Кохонена** это одна из версий нейронных сетей Кохонена (рисунок 1). Они позволяют нейросети обучаться без учителя, самостоятельно. Обучение заключается в последовательности коррекций результатов. Этот метод представляет собой проецирование многомерного пространства в пространство с меньшей размерностью.

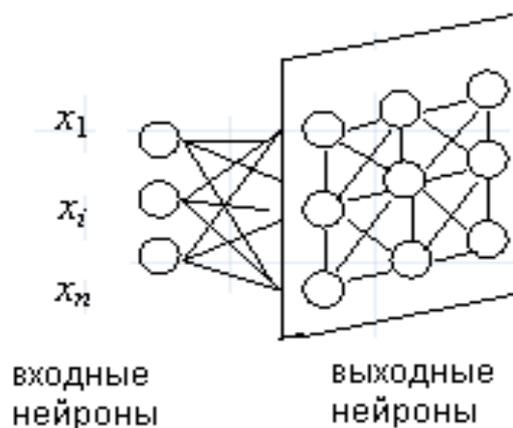


Рис. 1 Сеть Кохонена

В такой сети сигнал подается на все нейроны. Выходной сигнал является «победителем». Отличный от нуля сигнал имеет нейрон, ближайший к подаваемому на вход объекту.

Данный подход применяется при решении задач моделирования, прогнозирования, определения закономерностей, при разработке компьютерных игр и т.п.

Анализируя возможности реализации нейросетей, были отмечены их недостатки, выражающиеся в необеспечении ожидаемой надежности. Это связано с отсутствием в них не изменяемости к различным величинам масштабов изображения, угла, освещенности, фону, шумам.

Проанализируем нейронные сети, которые учитывают структуру пространства изображения. Принцип их работы основан на разделении картинки на мелкие секторы и сравнения их взаимного местоположения и наполнения.

Структурно **неокогнитрон** (рисунок 2) организован подобно зрению человека. Отличительной его особенностью считается двумерная локализация участков и плоскостная иерархическая структура.

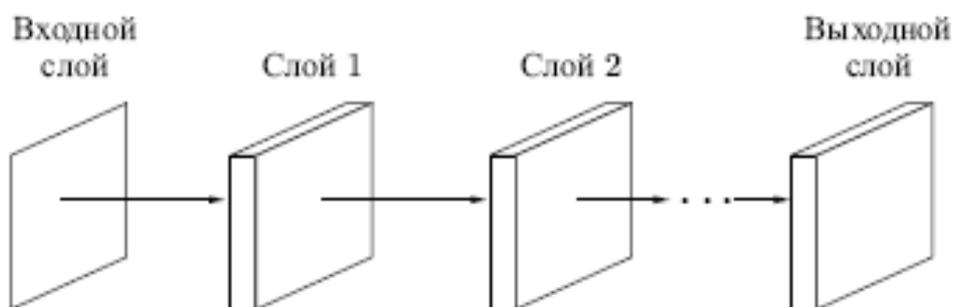


Рис. 2 Структура неокогнитрона

Но неокогнитрон сложен в вычислительной области. Поэтому на практике не реализовывался. Его упрощенный вариант – сверточная нейронная сеть. Обучается неокогнитрон «без учителя» по алгоритму обратного распространения ошибки.

По своей структуре **сверточная нейросеть** схожа по организации с неокогнитроном. Такая сеть многослойна, чередующиеся слои двух типов: сверточные и подвыборочные.

**Выводы.** Технологии нейронных сетей не используют традиционные способы идентификации изображений, что является неоспоримым их преимуществом. Нейросети формируют параметры объекта автоматически в процессе обучения.

Некоторые из рассмотренных нейронных сетей (неокогнитрон, сверточные сети) подобны зрительной системе человека. Как подтверждает практика – они эффективны для распознавания изображений различных объектов.

Если выбирать нейросеть по соотношению параметров эффективность/простота, то наиболее приемлемым является выбор многослойных персептронов.

К недостаткам нейросетей следует отнести: отсутствие инвариантности к изменению масштаба изображения, чувствительность к условиям съемки. Эти недостатки приводят к низкой надежности и вышеобозначенных сетей.

Изучение научных публикаций по проблеме идентификации и выделении части изображения по определенному параметру, анализ указанных недостатков, позволяют определить наиболее предпочтительное направление работы - реализация сверточных нейронных сетей [5]. Изучение указанных сетей требует серьезного исследования. При углубленной разработке данной темы можно добиться существенных результатов.

Представляет интерес задача идентификации человека не только по изображению его лица, но и по другим отличительным, оригинальным параметрам человека, например, таким как: геометрия тела, особенности манеры передвижения, поведенческие признаки.

#### **Библиографический список**

1. Фофанов Г. А., Еременко А. В., Старков М. А., Самотуга А. Е. Проблема идентификации пользователя компьютерной системы по трехмерным изображениям лица // Омский научный вестник. – 2017. – № 5.
2. Панканти Ш., Болле Р. М., Джейн Э. Биометрия: будущее идентификации // Открытые системы. – 2000. – № 3.
3. Макаренко А. А., Калайда В. Т. Применение нейросетевых технологий для идентификации изображения лица человека // Доклады ТУСУРА. – 2005. – №3.
4. Филлипс Дж., Мартин Э., Уилсон С. Л., Пржибоски М. Введение в оценку биометрических систем // Открытые системы. – 2000. – №3.
5. Garcia C.M., Delakis. A. Neural Architecture for Fast and Robust Face Detection – IEEE-IAPR Internation Conference on Pattern Recognition (ICPR2002), Quebec City, Aout 2002, p. 40-43.

**С. В. Козлов<sup>1</sup>, А. В. Светлаков<sup>2</sup>**  
Смоленский государственный университет, г. Смоленск  
*svkozlov1981@yandex.ru<sup>1</sup>*  
*seferlian@mail.ru<sup>2</sup>*

## **О МЕТОДЕ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРПРЕТАТОРА МАТЕМАТИЧЕСКИХ ВЫРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМАЛЬНЫХ ГРАММАТИК**

В статье рассматривается метод разработки интерпретатора математических выражений на основе применения теории формальных грамматик. Авторами описываются этапы его построения, строится конкретная грамматика математического выражения и ее таблица прогнозов. Анализируются ключевые моменты построения интерпретатора на псевдокоде, приводится пример разработанного исполнителя на основе данной грамматики. Особое внимание отводится применению алгоритму Дейкстры при переводе математического выражения в польскую инверсную запись. Актуальность статьи обусловлена эффективностью использования формальных грамматик для распознавания текстовых образов.

**Ключевые слова:** информатика, математическое выражение, польская инверсная запись, формальная грамматика, алгоритм Дейкстры, интерпретатор.

**S. V. Kozlov<sup>1</sup>, A.V. Svetlakov<sup>2</sup>**  
Smolensk State University, Smolensk  
*svkozlov1981@yandex.ru<sup>1</sup>*  
*seferlian@mail.ru<sup>2</sup>*

## **ON THE METHOD OF DEVELOPING AN INTERPRETER OF MATHEMATICAL EXPRESSIONS USING FORMAL GRAMMARS**

The article discusses the method of developing an interpreter of mathematical expressions based on the application of the theory of formal grammars. The authors describe the stages of its construction, build a specific grammar of a mathematical expression and its prediction table. Key moments of constructing an interpreter on a pseudocode are analyzed, an example of a developed performer based on this grammar is given. Particular attention is paid to the application of Dijkstra algorithm when translating a mathematical expression into Polish inverse notation. The relevance of the article is due to the efficiency of using formal grammars for text pattern recognition.

**Keywords:** computer science, mathematical expression, Polish inverse entry, formal grammar, Deijkstra algorithm, interpreter.

В последнее десятилетие поиск эффективных средств интеллектуального анализа данных разного вида приобретает особое значение. Актуальность обуславливает проникновение ИТ-технологий практически во все области жизнеде-

тельности человека [1, 2, 3], в ряде которых их позиции уже столь фундаментальны, что решение задач практики требует применения новых методов и подходов [4, 5]. Так анализ потоков данных все больше расширяет возможности внедрения искусственного интеллекта в распознавании образов различных информационных систем [6, 7]. Среди них особую нишу занимает анализ числовых потоков информации и выполнение вычислений над расшифрованными данными. В тоже время используемые для этого методы XX века требуют переосмысления и совершенствования в связи с последними достижениями IT-индустрии [8, 9]. Так теория формальных грамматик, основы которой были разработаны в прошлом столетии, находит свое применение для решения многих задач современной практики из области искусственного интеллекта [10, 11]. Например, ее методология составляет основу написания систем автоматического распознавания текстов, частотных словарей и систем криптографического анализа [12, 13, 14]. В частности, новое использование формальных грамматик возможно для автоматизации распознавания математических выражений. Ввиду этого остановимся более подробно на отдельных вопросах разработки интерпретаторов для математических выражений.

Проектирование любого интерпретатора состоит из нескольких стадий: лексический анализ, синтаксический анализ, семантический анализ, генерация внутреннего представления программы, семантическая интерпретация [15].

В первую очередь для интерпретатора необходимо разработать грамматику, причем не произвольного вида, а такую, чтобы на ее основе можно было провести синтаксический анализ. Для математических выражений существует достаточно много грамматик. Выберем такую грамматику, чтобы она удовлетворяла критерию LL(1)-грамматик: тогда синтаксический анализ проводится наиболее простым методом – методом рекурсивного спуска. В данной работе модифицируем грамматику, чтобы она охватывала все простейшие действия с числами. Эта грамматика будет выглядеть следующим образом: 1)  $S \rightarrow AB$  ; 2)  $B \rightarrow +AB | -AB | \varepsilon$  ; 3)  $A \rightarrow CD$  ; 4)  $D \rightarrow *CD | /CD | \varepsilon$  ; 5)  $C \rightarrow (S) | -C | N$  ; 6)

$N \rightarrow 0K|1K|2K|3K|4K|5K|6K|7K|8K|9K|.M$  ; 7)  $K \rightarrow N|\epsilon$  ; 8)  
 $M \rightarrow 0L|1L|2L|3L|4L|5L|6L|7L|8L|9L$ ; 9)  $L \rightarrow M|\epsilon$ .

Грамматика составлена так, чтобы не выполнять лексический анализ и сразу приступить к синтаксическому разбору. Заметим, что если для исполнителя понадобится добавить более сложные функции (синус, логарифм...), то без лексического анализа не обойтись. Однако в таком анализе нет какой-либо специфики, он проводится широко распространенными методами построения конечного автомата, что позволяет пропустить данный этап, не теряя общности.

Построим для грамматики множества *first* и *follow*.

$$1) \text{first}(AB) = \{ (, -, 0, 1, 2, \dots, 9, . \};$$

$$2) \text{first}(+AB) = \{ + \}, \text{first}(-AB) = \{ - \}, \text{first}(\epsilon) = \{ \epsilon \}, \text{follow}(B) = \{ \}, \{ \$ \};$$

$$3) \text{first}(CD) = \{ (, -, 0, 1, 2, \dots, 9, . \};$$

$$4) \text{first}(*CD) = \{ * \}, \text{first}(/CD) = \{ / \}, \text{first}(\epsilon) = \{ \epsilon \}, \text{follow}(D) = \{ \}, \{ +, -, \$ \};$$

$$5) \text{first}((S)) = \{ ( \}, \text{first}(-C) = \{ - \}, \text{first}(N) = \{ 0, 1, 2, \dots, 9, . \};$$

$$6) \text{first}(0K) = \{ 0 \}, \text{first}(1K) = \{ 1 \}, \dots, \text{first}(9K) = \{ 9 \}, \text{first}(.M) = \{ . \};$$

$$7) \text{first}(N) = \{ 0, 1, 2, \dots, 9, . \}, \text{first}(\epsilon) = \{ \epsilon \}, \text{follow}(K) = \{ \}, \{ +, -, *, /, \$ \};$$

$$8) \text{first}(0L) = \{ 0 \}, \text{first}(1L) = \{ 1 \}, \dots, \text{first}(9L) = \{ 9 \};$$

$$9) \text{first}(M) = \{ 0, 1, 2, \dots, 9 \}, \text{first}(\epsilon) = \{ \epsilon \}, \text{follow}(L) = \{ \}, \{ +, -, *, /, \$ \}.$$

Как видно из построения, грамматика удовлетворяет LL(1)-критерию, а значит можно построить для нее таблицу прогнозов (таблица 1).

По данной таблице метод рекурсивного спуска достаточно легко реализуем [16], ниже на псевдокоде продемонстрированы основные моменты этого метода.

Семантический анализ заключается в проверке контекстных условий, не проверяемых с помощью синтаксического анализа. В данном случае необходимо проверить только наличие деления на ноль, однако в силу специфики исполнителя эту проверку можно осуществить позже.

Таблица прогнозов грамматики арифметических выражений

	+	*	/	(	)	-	0, 1, ..., 9	.	\$
S				$S \rightarrow AB$		$S \rightarrow AB$	$S \rightarrow AB$	$S \rightarrow AB$	
B	$B \rightarrow +AB$				$B \rightarrow \varepsilon$	$B \rightarrow -AB$			$B \rightarrow \varepsilon$
A				$A \rightarrow CD$		$A \rightarrow CD$	$A \rightarrow CD$	$A \rightarrow CD$	
D	$D \rightarrow \varepsilon$	$D \rightarrow *CD$	$D \rightarrow /CD$		$D \rightarrow \varepsilon$	$D \rightarrow \varepsilon$			$D \rightarrow \varepsilon$
C				$C \rightarrow (S)$		$C \rightarrow -C$	$C \rightarrow N$	$C \rightarrow N$	
N							$N \rightarrow 0K$ $N \rightarrow 1K$ ... $N \rightarrow 9K$	$N \rightarrow .M$	
K	$K \rightarrow \varepsilon$	$K \rightarrow \varepsilon$	$K \rightarrow \varepsilon$		$K \rightarrow \varepsilon$	$K \rightarrow \varepsilon$	$K \rightarrow N$	$K \rightarrow N$	$K \rightarrow \varepsilon$
M							$M \rightarrow 0L$ $M \rightarrow 1L$ ... $M \rightarrow 9L$		
L	$L \rightarrow \varepsilon$	$L \rightarrow \varepsilon$	$L \rightarrow \varepsilon$		$L \rightarrow \varepsilon$	$L \rightarrow \varepsilon$	$L \rightarrow M$		$L \rightarrow \varepsilon$

Генерация внутреннего представления программы заключается в переводе исходной цепочки в вид, удобный для ее интерпретации. В данном случае удобнее всего перевести запись математического выражения в ПОЛИЗ (польскую инверсную запись), воспользовавшись алгоритмом Дейкстры. Причем этот этап будет встроен непосредственно в синтаксический анализатор. На этом этапе важно учесть, что знак минус может быть как бинарным (вычитание), так и унарным (противоположное число), поэтому унарный знак «минус» при встрече правила  $C \rightarrow -C$  будем переводить в ПОЛИЗ знаком «m». Рассмотрим этот момент подробнее, раскрыв вместе с тем пример одной из функций, написанной по таблице прогнозов методов рекурсивного спуска.

```
function C()
{
  if (c=='(') {
    s.Push(c);
    gc(); S(); if (c != ')') { ERROR; }
  }
}
```

```

while (s.Peek() != "(")
{
    Number[ind] = s.Pop();
    ind += 1; }
s.Pop();
gc(); }
else if (c == '-') {
    s.Push("m");
    gc(); C(); }
else if (c == '0' || c == '1' || c == '2'
// c == '3' || c == '4' || c == '5' || c == '6'
// c == '7' || c == '8' || c == '9' || c == ';' || c == '.') { N(); }
else { ERROR; }
}

```

В программной реализации данной функции использованы следующие обозначения. Так  $c$  – текущий символ,  $s$  – промежуточный стек,  $gc()$  – функция, считывающая следующий символ из исходной строки.  $Number$  – объектный массив, в который записываются числа, знаки, скобки. При этом изначально все элементы массива имеют значение *null*.  $ind$  – индекс массива, при записи в массив он всегда увеличивается на 1. *ERROR* – вызов перехватчика ошибок, так как в этом случае цепочка не удовлетворяет грамматике.

Функция имеет то же имя, что и нетерминал. Для нетерминала  $S$  возможны следующие правила:  $S \rightarrow (S) | -C | N$ , и все эти случаи рассмотрены в соответствии с таблицей прогнозов.

Если текущий символ – открывающая скобка, то согласно алгоритму Дейкстры, она записывается в стек. Затем рекурсивно вызывается функция  $S()$  в соответствии с таблицей прогнозов и происходит проверка на закрывающую скобку. Далее пока верхний символ не будет открывающей скобкой, все элементы из стека записываются в массив  $Number$ , если же текущий символ – не является скобкой, то вызывается ошибка.

Следующий возможный случай – встреча знака «минус». Он записывается в стек, а остальная часть данного условия – повторение таблицы прогнозов. Последний возможный случай: текущий символ – цифра или точка, в этом случае по таблице прогнозов вызывается функция  $N()$ . Во всех остальных случаях (если текущий символ – какой-либо другой) вызывается ошибка. Остальные функции пишутся аналогичным образом.

Такой подход не только переводит инфиксную запись в ПОЛИЗ, но и находит ошибки в конкретном месте, если исходная цепочка написана неверно.

Последний этап – это интерпретация и расчет значения выражения. Они также осуществляется по ПОЛИЗ-у и имеют достаточно прозрачный метод выполнения с использованием алгоритма Дейкстры. Алгоритм осуществляет функция  $Calculate()$ , которая будет запущена, если синтаксический анализ выражения завершен успешно. Она считывает массив  $Number$  с начала и выполняет действия, разобранные в алгоритме.

Единственная особенность: на этом этапе нужно учесть ситуацию деления на ноль. В этом случае программная реализация может выглядеть следующим образом.

```
else if (Number[ind]== "/")
{
a = s.Pop();
b =s.Pop();
if(a!=0){s.Push(b/a);} else {write('деление на ноль '); ERROR;}
}
```

Как можно заметить, если значение элемента массива есть знак деления, то необходимо проверить возможность деления на ноль, прежде чем записать в стек результат деления.

Программа, демонстрирующая работу интерпретатора, написана на языке программирования C#. Проект выполнен на основе шаблона Windows Forms, который позволяет разрабатывать современные визуальные приложения. Резуль-

таты работы интерпретатора, реализованного в программном коде, представлены на рисунке 1. В первых двух случаях они демонстрируют успешный разбор математического выражения. Данные случаи показывают анализ выражений, содержащих различные математические операции - сложения, вычитания, умножения и деления, а также оперирование числовыми выражениями разных типов, как с целыми, так и с дробными числовыми значениями. Оставшиеся два случая отражают работу в случаях ошибок в математической записи. В первом из них ошибка состоит в избыточном количестве знаков математических операций, во втором – в указании лишней закрывающей скобки. Таким образом, был описан и спроектирован простой интерпретатор математических выражений, охватывающий все стандартные действия, и умеющий вычислять дроби.

The image shows a web-based interface for a mathematical expression parser. It consists of four vertically stacked input sections, each with a text field for the expression, a 'Расчет' (Calculate) button, a 'ПОЛИЗ:' (Polish) field, and an 'ОТВЕТ:' (Answer) field.

- Section 1:** Input:  $(1,3+,8)/-(2-12)$ . ПОЛИЗ: 1,3 0,8 + 2 12 - m /. ОТВЕТ: 0,21. Status: Разбор выражения успешен.
- Section 2:** Input: -----1+2.5/4\*--2. ПОЛИЗ: 1 m m m m m 2,5 4 / 2 m m \* +. ОТВЕТ: 0,25. Status: Разбор выражения успешен.
- Section 3:** Input: 1+\*2. Status: Выражение некорректно, ошибка в символе \*.
- Section 4:** Input: 2+3). Status: Выражение некорректно, ошибка в символе ).

Рис. 1 Результаты работы исполнителя

Такого рода интерпретаторы позволяют оперировать распознаванием математических выражений и выполнять математические расчеты. При этом интеллектуальный анализ входного потока данных делает возможным выявление ошибок в записи математических вычислений, а значит и выполнение дальнейшей их корректировки [17, 18]. В случае необходимости работу интерпретатора можно расширить аналогичным образом на наборе элементарных математических функций. Реализация будет строиться на дополнении к имеющейся таблице

прогнозов. Возможно расширение функционала интерпретатора и в область комплексных чисел. Такой интерпретатор математических выражений будет представлять собой мощное средство интеллектуального анализа в распознавании образов математических записей, которое можно применять в разных областях знаний [19, 20]. Иными словами, теория формальных грамматик на современном этапе развития IT-технологий является одним из эффективных инструментов исследования, распознавания и интерпретирования математических выражений.

### **Библиографический список**

1. Козлов С. В. Концептуальные возможности использования цифровых технологий в сфере образования / Козлов С. В. // Цифровой регион: опыт, компетенции, проекты: сборник статей III Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Брянского государственного инженерно-технологического университета. – Брянск, 2020. – С. 396–402.

2. Андреев К. В. Математическая модель предиктивного кодирования радиотехнических сигналов, основанная на алгоритме изменяющегося шага кодирования / К. В. Андреев, А. А. Быков, О. М. Киселева // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 11-2. – С. 261–267.

3. Козлов С. В. О внедрении этапа тестирования при разработке биоинформационной системы в итеративной модели / С. В. Козлов, Г. М. Григорьева // Фундаментальные научные исследования: сборник научных трудов по материалам XLII Международной научно-практической конференции. – Анапа, 2021. – с. 87–92.

4. Козлов С. В. Особенности мониторинга образовательного пространства с использованием новых информационных технологий / С. В. Козлов, А. А. Шкуратова // Системы компьютерной математики и их приложения. – 2020. – № 21. – С. 393–399.

5. Киселева О. М. Готовность педагогов к применению методов математического моделирования в образовательном процессе / О. М. Киселева, А. А. Быков // Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 1 (20). С. 97.

6. Борисенкова А. В. Использование метода каскадов Хаара при распознавании образов на изображениях / А. В. Борисенкова, С. В. Козлов // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи: Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2019. – С. 28–33.
7. Фаворская М. Н. К вопросу об использовании формальных грамматик при распознавании объектов в сложных сценах / М. Н. Фаворская // Решетневские чтения. – 2009. – Т. 2. – С. 540-541.
8. Козлов С. В. Цифровое моделирование процессов управления социально-экономическими системами с применением методов функционального анализа / С. В. Козлов // Вызовы цифровой экономики: итоги и новые тренды: сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции (г. Брянск, 07 июня 2019 г.) [Электронный ресурс]. – Брянск: Брян. гос. инженерно-технол. ун-т., 2019. – С. 233–239.
9. Хопкрофт Дж. Э. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений / Дж. Э. Хопкрофт, Р. Мотвани, Дж. Д. Ульман. – М., 2008. – 528 с.
10. Козлов С. В. Теория формальных грамматик и ее применение / С. В. Козлов, А. В. Светлаков // Системы компьютерной математики и их приложения. – 2021. № 22. – С. 358–364.
11. Козлов С. В. Применение теории формальных грамматик в информатике / С. В. Козлов, А. В. Светлаков // Дистанционные образовательные технологии. Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции. – Симферополь, 2021. – С. 255–259.
12. Втюрин М. В. Применение формальных грамматик для сокращения объема текстовой информации / М. В. Втюрин // Инновационное развитие: технический и технологический аспекты. Сборник статей международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 22-25.
13. Киселева О. М. Построение концептуальной модели учебных словарей по педагогическим дисциплинам / О. М. Киселева, Н. М. Тимофеева // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2013. – Т. 3. – С. 3216-3220.

14. Янченко Е. В. Использование формальных грамматик в криптографии / Е. В. Янченко // Современные проблемы телекоммуникаций: материалы международной научно-технической конференции. – Новосибирск, 2021. – С. 155–158.
15. Светлаков А. В. Визуализация технологического маршрута с помощью графического исполнителя / А. В. Светлаков, В. А. Бахман, В. Ю. Бодю // Потенциал инновационного развития российской федерации в новых геополитических условиях: сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. – Уфа, 2021. – С. 40–45.
16. Волкова И. А. Формальные грамматики и языки. Элементы теории трансляции: учебное пособие для студентов II курса / И. А. Волкова, А. А. Вылиток, Т. В. Руденко. – М., 2009 – 115 с.
17. Козлов С. В. Использование соответствия Галуа для анализа данных в технических системах / С. В. Козлов // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения. Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием. В 2 частях. – 2019. – С. 136–143.
18. Козлов С. В. Интеллектуальная система поддержки принятия решений «Advanced Tester» / С. В. Козлов // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: сборник материалов X Всероссийской конференции. – Оренбург, 2021. – С. 127–131.
19. Киселева О. М. Проектирование образовательных информационных систем / О. М. Киселева, Я. Г. Солдатенкова // Развитие научно-технического творчества детей и молодежи – НТТДМ 2021: сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров, 2021. – С. 93–98.
20. Шкуратова А. А. Использование программных приложений как средств мониторинга образовательной среды / А. А. Шкуратова, С. В. Козлов // Развитие

научно-технического творчества детей и молодежи: сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Смоленский государственный университет. – Киров, 2020. – С. 123-128.

УДК 004.93

**М. А. Козлова<sup>1</sup>, Д. А. Монстаков, Н. А. Шигин**  
Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С. К. Тимошенко, г. Кострома  
*kmari2016@mail.ru<sup>1</sup>*

## **РАСПОЗНАВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

В статье описываются пути решения идентификации микроструктур углеродистых сталей с привлечением элементов искусственных нейронных сетей (ИНС). Представлена разработанная многослойная сверточная ИНС, отличающаяся наличием сверточного фильтра и операции субдискретизации, позволяющим определять общие признаки и особенности на изображениях микроструктур. По материалам открытых источников создана база данных, содержащая 1107 изображений микроструктур углеродистых сталей с набором равновесных и неравновесных структур. Для создания нейронной сети применена библиотека глубокого обучения PyTorch.

**Ключевые слова:** микроструктуры углеродистых сталей, анализ микроструктур, распознавание образов, глубокое обучение, сверточные нейронные сети, параметры нейросети.

**M. A. Kozlova, D. A. Monstakov, N. A. Shigin**  
Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S. K. Timoshenko, Kostroma  
*kmari2016@mail.ru<sup>1</sup>*

## **RECOGNITION OF THE MICROSTRUCTURE OF CARBON STEEL USING AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK**

The article describes ways to solve the identification of microstructures of carbon steels with the involvement of elements of artificial neural networks (ANN). The developed multilayer convolutional ANN is presented. A database containing 1107 images of microstructures of carbon steels with a set of equilibrium and non-equilibrium structures was created based on materials from open sources. The PyTorch deep learning library was used to create a neural network.

**Keywords:** carbon steel microstructures, microstructure analysis, pattern recognition, deep learning, convolutional neural networks, neural network parameters.

Применение методов глубокого обучения в целях распознавания образов на изображениях является перспективным направлением, так как высокая точность классификации, показываемая нейросетями, а также низкий процент ошибок близки к результатам определения человеком. Данное направление можно применить и в области материаловедения, где необходим качественный и количественный анализ исследуемых образцов. Механические свойства в достаточной степени зависят от микроструктуры материала, так как количество дефектов, зерен и других включений существенно влияет на макросвойства, в частности, прочность сплавов, их поведение при термообработке. Исследование сложной микроструктуры в целях контроля качества производства требует обученного специалиста, который сможет правильно идентифицировать образец, при этом затрачивается значительное время. Глубокое обучение позволяет, при наличии достаточного количества данных, ускорить процесс классификации, сохраняя нужный уровень достоверности [1–3].

Целью данной работы является исследование распознавания искусственными нейросетями микроструктуры углеродистой стали.

Микроструктуру металлов и сплавов определяют при помощи металлографического анализа их шлифов с применением электронного микроскопа, фотографии которого в дальнейшем и исследуют [4]. Полученные изображения собираются в базу данных, которая затем обрабатывается нейросетью для распознавания сложных зеренных структур [5].

Среди существующих форм многослойных нейронных сетей выбрана сверточная сеть, отличающаяся наличием сверточного фильтра и операции субдискретизации, позволяющим определять общие признаки и особенности на изображениях [6].

Для создания экспериментальной базы данных выбраны следующие работы [7, 8], из которых отобраны 1107 изображений микроструктуры углеродистой стали с набором равновесных и неравновесных структур (рисунок 1): феррит, феррит и перлит, пластинчатый перлит, зернистый перлит, мартенсит, бейнит с мартенсит-аустенитными включениями; видмашетовый цементит и т.д.

Изображения имели одинаковый размер – 400x400 пикселей, обучаемая выборка состоит из 821 изображений, тестовая – 286. Для каждого класса среднее количество обучаемых фотографий составляет 110 штук.

Поиск минимума сложной функции заключается в определении параметров нейросети, при которых ошибка станет наименьшей.

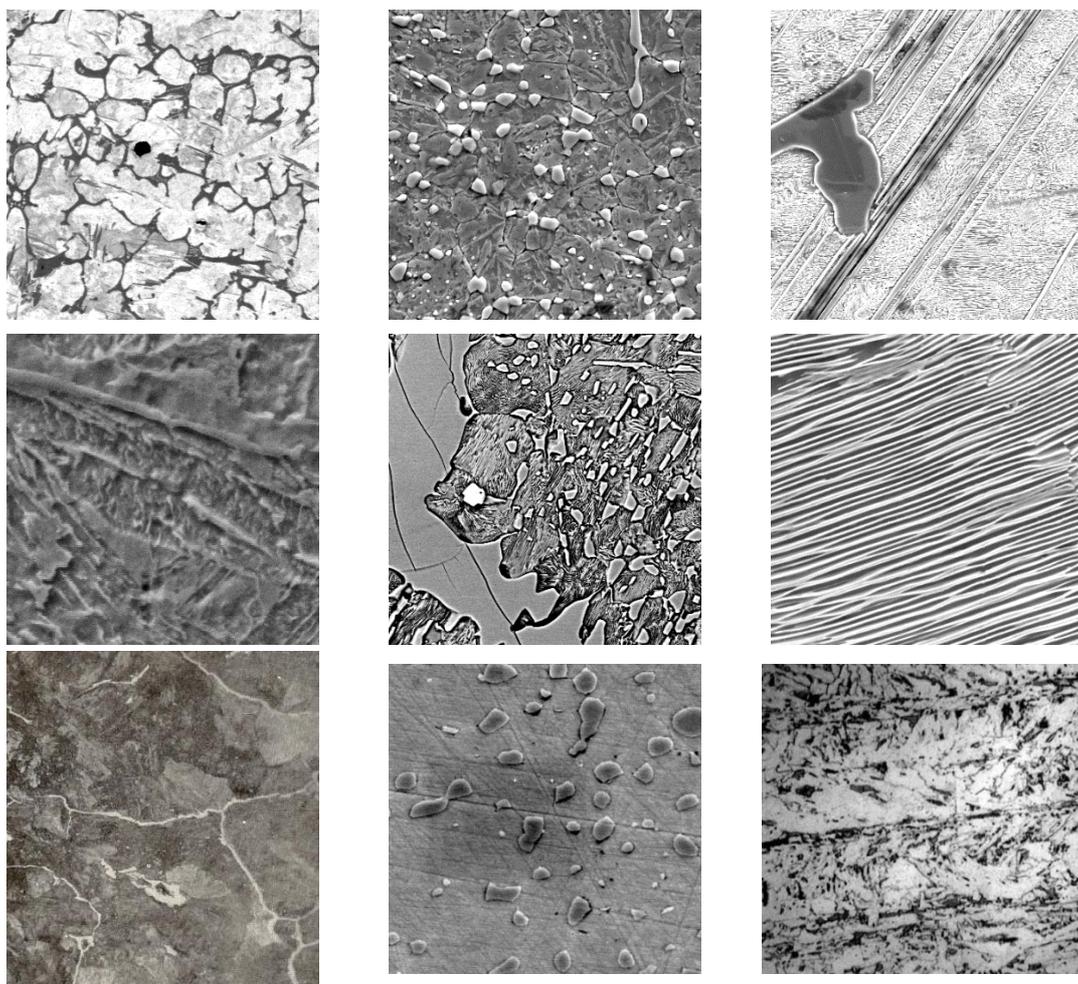


Рис. 1 Фотографии микроструктур сплавов обучающей выборки

Эмпирическим путем выбраны следующие основные параметры, определяющие точность классификации:

– коэффициент обучения – множитель, определяющий шаг градиентного спуска. Выбрав слишком малые значения коэффициента, возможно не дойти до минимума функции и остаться в ложном минимуме. При установлении большой

величины - происходит перескок через минимум, монотонность процесса минимизации нарушается [9].

– батч – мини-пакет данных, который проходит через сеть. В одной эпохе может быть некоторое количество батчей;

– эпоха – величина, показывающая сколько раз весь датасет прошел через сеть в прямом и обратном направлении только один раз;

Разработанная сеть обучалась по методу «обучения с учителем», вся выборка разделялась на тренировочный и валидационный наборы. Валидационный набор необходим для подтверждения точности обучения. В таблице 1 представлены основные параметры разработанной нейросети.

Таблица 1

Основные параметры нейросети

Параметр	Значение
Коэффициент обучения	$7,5 \cdot 10^{-5}$
Пакет данных (batch)	64 (тренировочный набор) 64 (валидационный набор)
Число эпох	30

Для того чтобы разбить модель на упорядоченные структуры данных используется модуль Sequential, собирающий слои в массивы (блоки). В разработанной сети первый сверточный слой (convolutional layer), отвечающий за нахождение признаков (отличительных фигур в изображении), поступает на слой субдискретизации (pooling) – операция, понижающая разрешение сети от предыдущего входного слоя, другими словами сжимающая изображение в целях ускорения вычислений и устранения переобучения. Дополнительный слой, входящий в структуру сети и называемый пакетной нормализацией (batch normalization) необходим для того, чтобы убедиться, что каждый мини-пакет, проходящий через сеть, имеет нулевое математическое ожидание и единичную дисперсию. Затем данные проходят через две свертки, после чего комбинация повторяется. Следующий слой – прореживание (dropout) – исключает из обучения случайные нейроны (в нашем случае 20%), предотвращая переобучение сети. Слой flatten

применяется для перевода данных из тензоров в одномерный вектор. На заключительном этапе полносвязанные слои распределяют изображения по классам. В качестве функции активации в скрытых слоях выбрана полулинейная функция LeakyReLU (Rectified Linear unit, выпрямленный линейный блок). Задача функции активации состоит в определении локального решения в каждом из нейронов. Для выходного слоя также выбрана LeakyReLU, преобразовывающая выходные сигналы в вероятностные значения [9, 10].

Структура нейросети с соответствующими параметрами для каждого слоя представлена на рисунке 2.

```

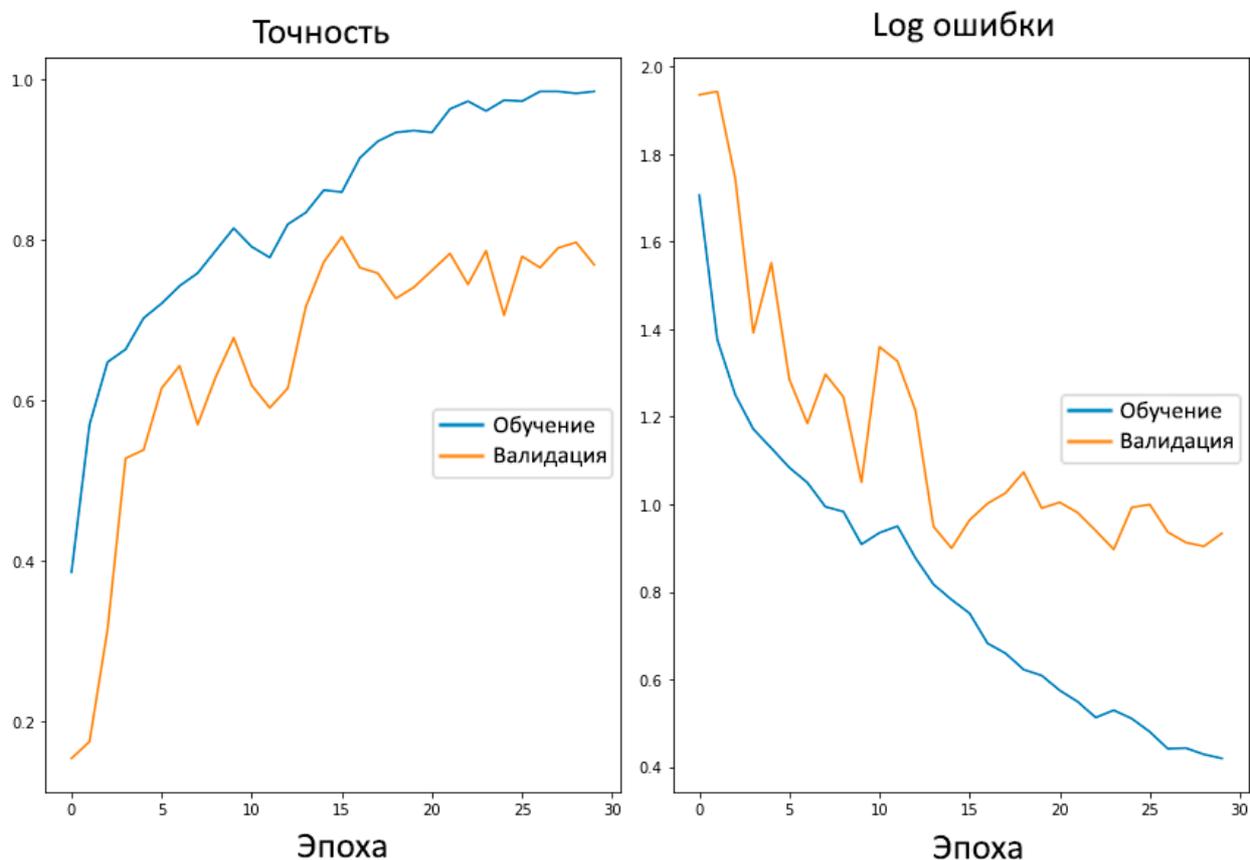
Структура модели:
ConvNet(
  (features1): Sequential(
    (0): Conv2d(3, 12, kernel_size=(5, 5), stride=(1, 1), padding=(1, 1))
    (1): BatchNorm2d(12, eps=1e-05, momentum=0.1, affine=True, track_running_stats=True)
    (2): LeakyReLU(negative_slope=0.01)
    (3): MaxPool2d(kernel_size=2, stride=2, padding=0, dilation=1, ceil_mode=False)
  )
  (features2): Sequential(
    (0): Conv2d(12, 20, kernel_size=(5, 5), stride=(1, 1), padding=(1, 1))
    (1): LeakyReLU(negative_slope=0.01)
    (2): Conv2d(20, 32, kernel_size=(5, 5), stride=(1, 1), padding=(1, 1))
    (3): BatchNorm2d(32, eps=1e-05, momentum=0.1, affine=True, track_running_stats=True)
    (4): LeakyReLU(negative_slope=0.01)
    (5): MaxPool2d(kernel_size=2, stride=2, padding=0, dilation=1, ceil_mode=False)
  )
  (features3): Sequential(
    (0): Conv2d(32, 48, kernel_size=(3, 3), stride=(1, 1), padding=(1, 1))
    (1): LeakyReLU(negative_slope=0.01)
    (2): Conv2d(48, 68, kernel_size=(3, 3), stride=(1, 1), padding=(1, 1))
    (3): BatchNorm2d(68, eps=1e-05, momentum=0.1, affine=True, track_running_stats=True)
    (4): LeakyReLU(negative_slope=0.01)
    (5): MaxPool2d(kernel_size=2, stride=2, padding=0, dilation=1, ceil_mode=False)
  )
  (features4): Sequential(
    (0): Conv2d(68, 92, kernel_size=(3, 3), stride=(1, 1), padding=(1, 1))
    (1): LeakyReLU(negative_slope=0.01)
    (2): Conv2d(92, 120, kernel_size=(3, 3), stride=(1, 1), padding=(1, 1))
    (3): BatchNorm2d(120, eps=1e-05, momentum=0.1, affine=True, track_running_stats=True)
    (4): Softmax2d()
    (5): MaxPool2d(kernel_size=2, stride=2, padding=0, dilation=1, ceil_mode=False)
  )
  (dropout): Dropout2d(p=0.2, inplace=False)
  (flatten): Flatten(start_dim=1, end_dim=-1)
  (classifier): Sequential(
    (0): Linear(in_features=69120, out_features=1000, bias=True)
    (1): BatchNorm1d(1000, eps=1e-05, momentum=0.1, affine=True, track_running_stats=True)
    (2): Linear(in_features=1000, out_features=7, bias=True)
    (3): BatchNorm1d(7, eps=1e-05, momentum=0.1, affine=True, track_running_stats=True)
    (4): LeakyReLU(negative_slope=0.01)
  )
)

```

Рис. 2 Структура разработанной нейронной сети

Время обучения сети в среднем составляет 2 часа 40 минут, вычисления производились с помощью процессора Intel(R) Core(TM) i7-8550U CPU @ 1.80 GHz 1.99 GHz и оперативной памятью объемом 8 ГБ. Для создания нейронной сети применены следующие библиотеки: пакет глубокого обучения PyTorch, аналитического вычисления NumPy, sklearn и графического представления информации matplotlib и livelossplot.

По результатам обучения, представленным на рисунке 3, видно, что максимальное значение точности валидационной выборки составляет 80% на 15 эпохе, а наименьшее значение ошибки равно 0,9, что является удовлетворительным результатом для данной нейросети.



```

accuracy
  training      (min: 0.386, max: 0.985, cur: 0.985)
  validation    (min: 0.154, max: 0.804, cur: 0.769)
log loss
  training      (min: 0.419, max: 1.706, cur: 0.419)
  validation    (min: 0.897, max: 1.943, cur: 0.934)
Training complete in 160m 42s
Best val Acc: 0.804196
  
```

Рис. 3 График и результаты обучения нейронной сети

Повышение точности возможно при увеличении тренировочной выборки, а также при введении дополнительных слоев сети. Дальнейшее увеличение количества эпох не имеет смысла, так как точность обучения выходит на плато. Кроме того, время, затрачиваемое на прохождение всех эпох, заметно увеличивается.

Таким образом, разработан алгоритм распознавания микроструктур углеродистых сталей. Показано, что ИНС со сверточным фильтром способна классифицировать сложные микроструктуры и фазы при правильно выбранных параметрах обучения.

### **Библиографический список**

1. Шаповалова, М. И. Методы распознавания микроструктуры материала / М. И. Шаповалова, А. А. Водка // Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2017. – № 23 (1245). – С. 56-61. – doi: 10.20998/2413-4295.2017.23.09.
2. Контроль качества термической обработки стальных полуфабрикатов и деталей: справ. / под. общ. ред. В. Д. Кальнера. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.
3. Столбов, В. Ю. Выборочный контроль качества металлических функциональных материалов на основе когнитивного анализа фотографий микрошлифов / В. Ю. Столбов, С. А. Федосеев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 127–137. DOI: 10.14529/ctcr180412
4. Богомолова, Н. А. Практическая металлография. – М: Высшая школа, 1987. – 240 с.
5. Шарыбин С. И., Столбов В. Ю., Система распознавания сложных мезоструктур металлов и сплавов. XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ – 2014.

6. Гафаров Ф. М. Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие / Ф. М. Гафаров, А. Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с.

7. Iren, Deniz; Ackerman, Marc; Gorfer, Julian; Wesselmecking, Sebastian; Krupp, Ulrich; Bromuri, Stefano; et al. (2021): Aachen-Heerlen Annotated Steel Microstructure Dataset. figshare. Collection. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.c.5185004.v1>

8. DeCost, B. L., Hecht, M. D., Francis, T. et al. UHCSDB: UltraHigh Carbon Steel Micrograph DataBase. Integr Mater Manuf Innov 6, 197–205 (2017). <https://doi.org/10.1007/s40192-017-0097-0>.

9. Рашид, Тарик. Создаем нейронную сеть: Пер. с англ. – СПб.: ООО “Альфа-книга”, 2017. – 272 с.: ил. – Парал. тит. англ.

10. Пойнтер Ян. Програмуємо с PyTorch: Створення додатків глибокого навчання. – СПб.: Питер, 2020. – 256 с.: ил.

УДК 543

**Н. С. Кузнецова, М. В. Иванова, И. Б. Журавлева, Е. М. Троценко**  
Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С.К. Тимошенко, г. Кострома  
*varhbz@mil.com*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ VISUAL BASIC ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА ВНУТРЕННЕГО СТАНДАРТА ПРИ КОЛИЧЕСТВЕННОМ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ТОКСИЧНЫХ ХИМИКАТОВ**

В статье изложены результаты экспериментального исследования метода внутреннего стандарта и его возможности для количественного определения хлорацетофенона (ХАФ) как одного из распространенных физиологически активных веществ раздражающего действия. Приведены критерии выбора оптимального внутреннего стандарта: линейность градуировочных графиков и близость угловых коэффициентов. Для автоматизации процедуры определения линейности построенных зависимостей разработан программный продукт в среде программирования Visual Basic в соответствии с разработанным алгоритмом

**Ключевые слова:** количественное определение хлорацетофенона, метод внутреннего стандарта, среда программирования Visual Basic.

**N. S. Kuznechova, M. V. Ivanova, I. B. Zhuravleva, E. M. Trotsenko**  
Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma

## USING THE VISUAL BASIC ENVIRONMENT TO SOLVE THE PROBLEM OF CHOOSING AN INTERNAL STANDARD FOR QUANTITATIVE GAS CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS OF TOXIC CHEMICALS

The article presents the results of an experimental study of the internal standard method and its possibilities for the quantitative determination of chloroacetophenone (HAF) as one of the most common physiologically active substances of irritating action. The criteria for choosing the optimal internal standard are given: linearity of calibration graphs and proximity of angular coefficients. To automate the procedure for determining the linearity of the constructed dependencies, a software product has been developed in the Visual Basic programming environment in accordance with the developed algorithm.

**Keywords:** quantitative determination of chloroacetophenone, internal standard method, Visual Basic programming environment.

Одной из основных химических угроз является распространение и (или) использование химического оружия, совершение террористических актов с применением потенциально опасных химических веществ. В случае применения токсичных химикатов (ТХ) в актах химического терроризма для проведения анализов могут привлекаться химические лаборатории различных министерств и ведомств. В связи с этим актуальной задачей является разработка методик анализа ТХ в различных объектах экологического контроля, которые могут быть реализованы в разнопрофильных химических лабораториях, в том числе не имеющих в своем распоряжении стандартных образцов ТХ и методик определения этих веществ [1].

Среди хроматографических методов, используемых для количественного определения органических веществ, одним из наиболее распространённых является метод внутреннего стандарта. Его преимущества известны и подробно изложены в специальной литературе [2, 3].

Существенным достоинством данного метода при анализе ТХ является возможность проведения количественного анализа без предварительной градуировки прибора с использованием стандартного образца анализируемого вещества. Это особенно важно при использовании метода для количественного анализа ряда соединений: наркотических и психотропных веществ, физиологически

активных и отравляющих веществ, для которых метод абсолютной градуировки с использованием химически чистых веществ имеет вполне очевидные ограничения.

Авторами исследуется метод внутреннего стандарта и его возможности для количественного определения хлорацетофенона (ХАФ) как одного из распространенных физиологически активных веществ раздражающего действия.

Вещества, используемые в качестве внутреннего стандарта (ВС), должны соответствовать следующим требованиям: быть инертными к компонентам пробы; иметь способность смешиваться с компонентами; иметь пик с хорошим разрешением; полностью хроматографически разделяться с определяемыми соединениями; иметь небольшие различия в параметрах удерживания; соответствовать требованиям безопасности (3 или 4 классы опасности).

На основании перечисленных требований в ходе работы были выбраны и исследованы несколько достаточно распространенных в лабораторной практике веществ: гексахлорбензол, хлордифенил, дифенил, октафторнафталин, крезолы, диметилфенол, хлорфенол, *n*-декан, метиловый эфир стеариновой кислоты (метилстеарат), 3-нитротолуол, 2,4,6-тринитротолуол. Подробно обоснование и выбор веществ – внутренних стандартов для количественного определения хлорацетофенона приведены авторами в работе [4].

По результатам проведенных экспериментальных исследований из изученного перечня выбраны 5 веществ – внутренних стандартов для количественного газохроматографического определения ХАФ методом внутреннего стандарта: *n*-декан, дифенил, 3-нитротолуол, метилстеарат и 2,4,6-тринитротолуол (тротил).

В ходе работы произведены градуировки по ХАФ и пяти выбранным ВС газохроматографического комплекса «Agilent Technologies» (США) 6890 N с масс-селективным детектором (МСД) 5973. Методом абсолютной градуировки получены градуировочные графики для вышеуказанных веществ, имеющие вид линейных зависимостей вида  $y=kx+b$ . На рисунке 1 приведен пример градуировочных графиков (ГГ) ХАФ и двух ВС: *n*-декана и 3-нитротолуола.

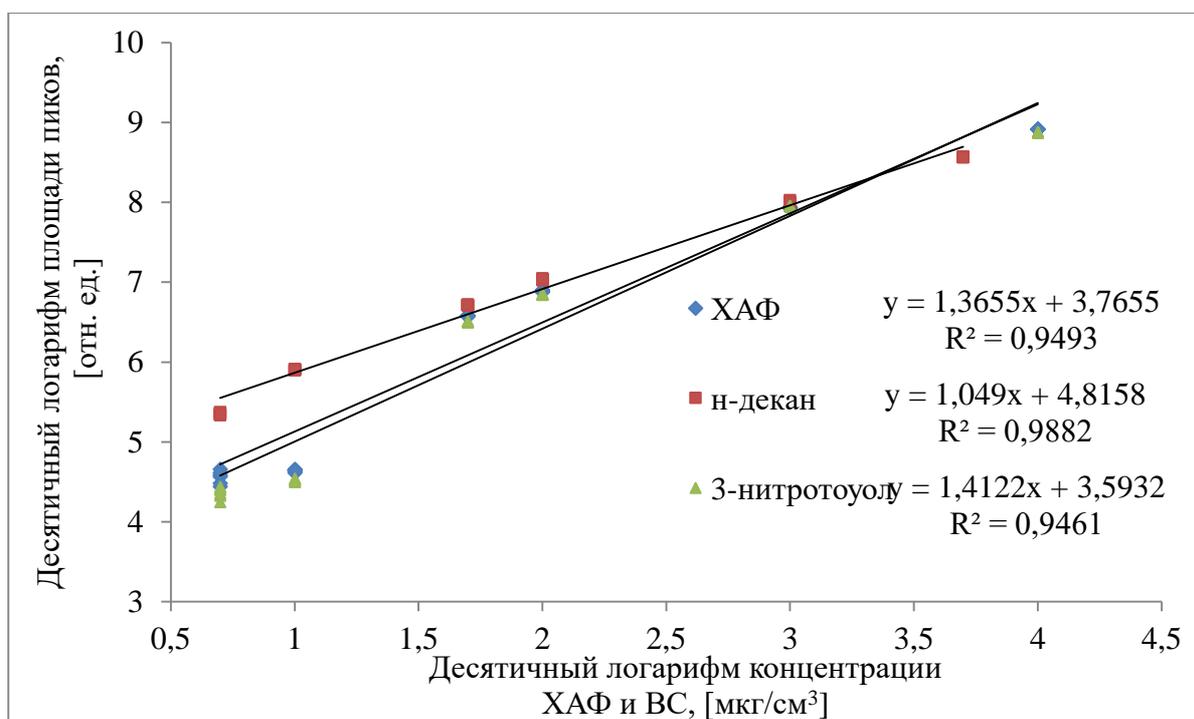


Рис. 1 Градуировочные графики ХАФ, n-декана и 3-нитротолуола для концентраций от 5 до  $10^4$  мкг/см<sup>3</sup>, полученные на ГК «Agilent Technologies» с МСД

Для выбора оптимального ВС необходимо, чтобы ГГ ХАФ и ВС соответствовали следующим критериям, играющим существенную роль при расчете относительных массовых градуировочных коэффициентов и влияющих на точность количественного определения:

- линейность градуировочных графиков ВС и ХАФ в рассматриваемых диапазонах концентраций при корреляционном отношении больше 0,95;
- близость значений угловых коэффициентов градуировочных графиков ХАФ и выбранных ВС – параллельность ГГ, то есть отношение угловых коэффициентов ГГ ХАФ и ВС должно быть максимально приближено к единице:  $k_{ХАФ}/k_{ВС} \rightarrow 1$ .

Данные факторы являются критериями, позволяющими математически обосновать выбор оптимального ВС.

Последовательность действий для выбора оптимального ВС для количественного газохроматографического определения ХАФ методом внутреннего стандарта:

1. Получение исходных данных для построения ГГ.

2. Установление линейности градуировочных графиков определяемого вещества и ВС в заданном диапазоне концентраций.

3. Проверка параллельности градуировочных графиков определяемого вещества и ВС: определение отношения угловых коэффициентов ГГ вещества и ВС:  $k_1/k_2 \rightarrow 1$

4. Вывод о применимости ВС для количественного газохроматографического определения ХАФ методом внутреннего стандарта.

Для автоматизации процедур статистической обработки полученных значений площадей пиков, в том числе для исключения выпадающих значений, определения линейности построенных зависимостей и вычисления соотношения угловых коэффициентов разработан программный продукт в среде программирования VBA 6.0 [5, 6].

Программа составлена в соответствии с разработанным алгоритмом, представленным на рисунке 2.

Пользователь работает с удобной интуитивно понятной формой (рисунок 3), заполняя исходные данные. Нажатием кнопки «ПУСК» на форме в специальном блоке строятся все экспериментальные точки и графики полученных функций аппроксимации.

В программе определяются аналитические выражения полученных функций и соответствующие корреляционные отношения. Также на форме отражаются значения отношений угловых коэффициентов, по которым пользователю становится ясно, какое вещество следует использовать в качестве стандарта.

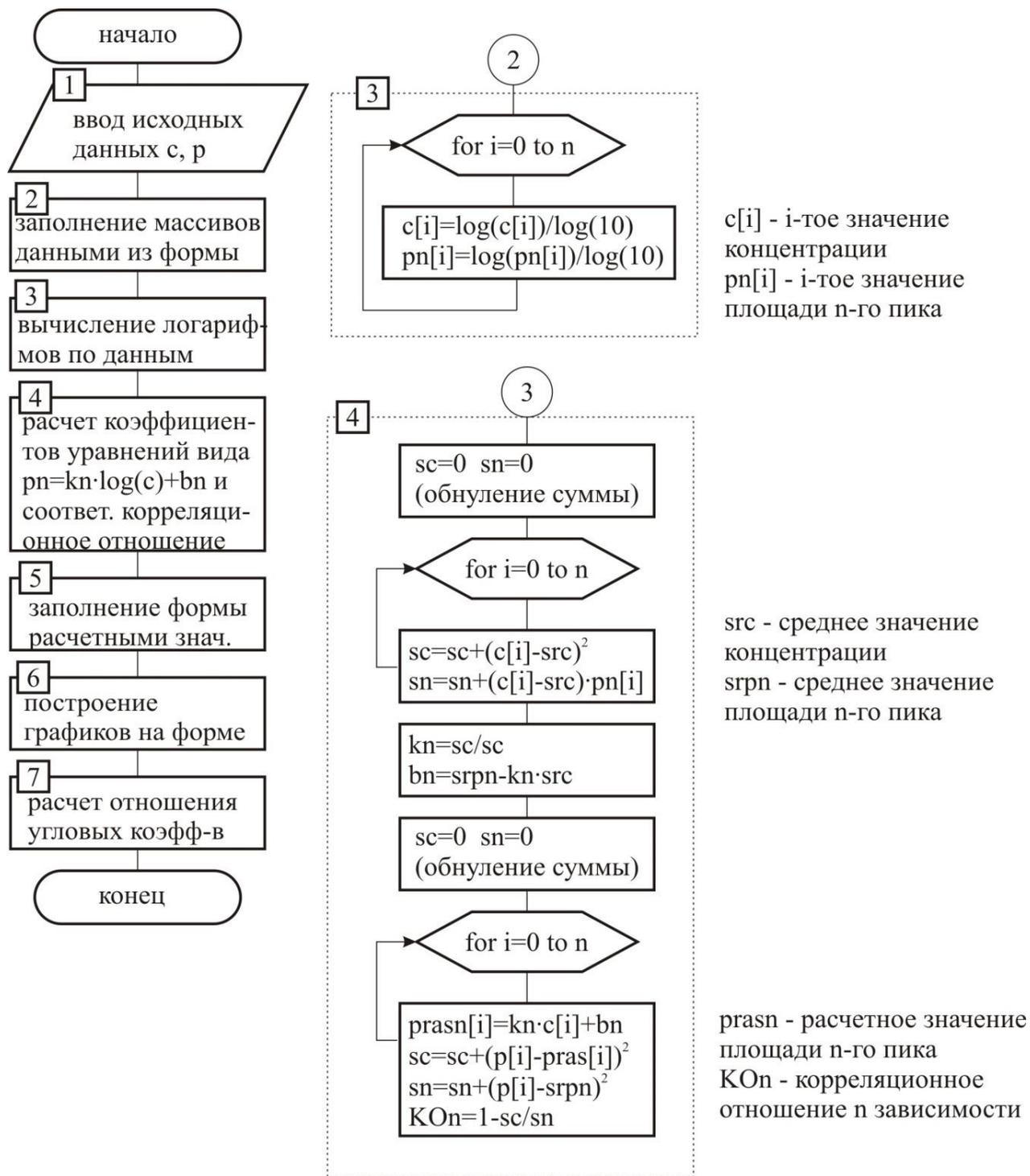


Рис. 2 Алгоритм программы

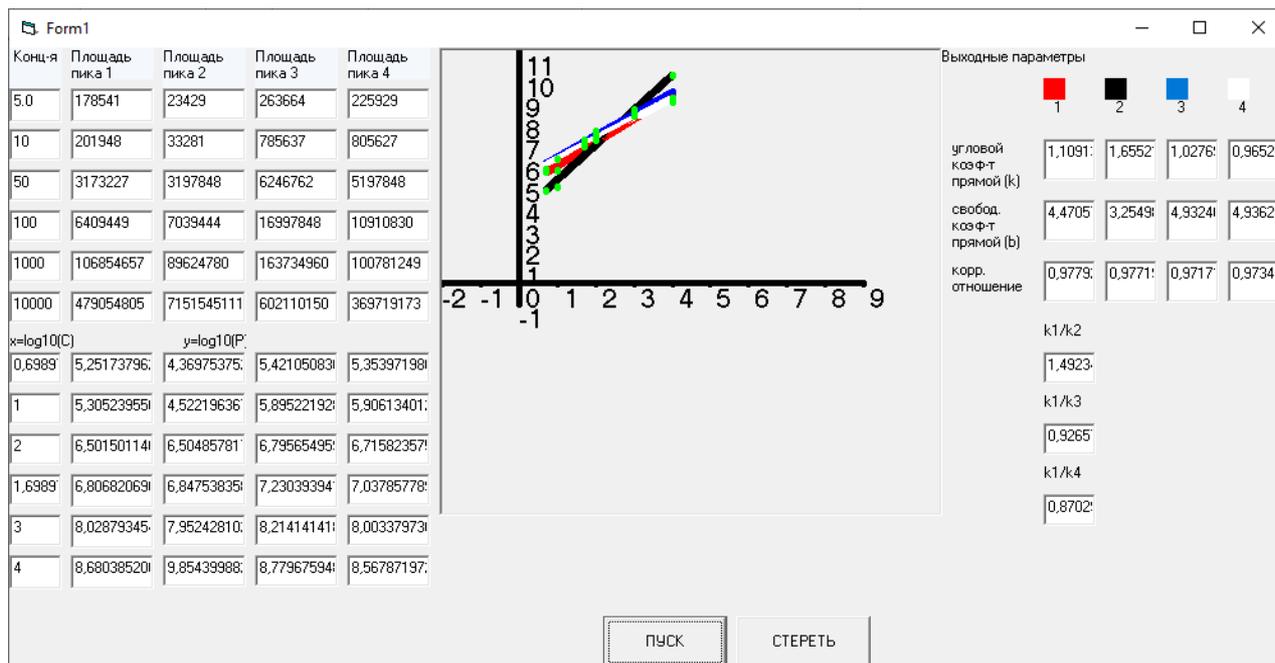


Рис. 3 Окно интерфейса программы

Применение разработанного программного продукта позволит выбрать наилучший внутренний стандарт, что повысит скорость и точность получаемых результатов хроматографического анализа.

### Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 11 марта 2019 г. № 97 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» [Электронный ресурс]. – Электрон. версия печ. публ. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72092478/> (дата обращения 25.03.2021 г.).

2. Гишон, Ж. Количественная газовая хроматография для лабораторных анализов и промышленного контроля: в 2-х частях, Ч. II: пер. с англ. / Ж. Гишон, К. Гийемен. – М. : Мир, 1991. – 375 с., ил.

3. Боева, С. Е. Химия. Современные аналитические методы идентификации отравляющих и аварийно химически опасных веществ / С. Е. Боева, В. Г. Дрига, А. Н. Кочетков. – Воронеж: ВАИУ, 2010. – 110 с.

4. Журавлева, И. Б. Количественный газохроматографический анализ хлорацетофенона методом внутреннего стандарта [Текст] / И. Б. Журавлева, М. В. Иванова, А. Р. Валиев // Сборник статей 35 научной военно-исторической конференции «Обеспечение безопасности войск и населения Российской Федерации». – М. : 27 НЦ МО РФ, 2020. – С. 23-31.

5. Гайков, А. В. Информатика. Программирование на языке VISUAL BASIC/ А. В. Гайков. – Санкт-Петербург, 2015.

6. Культин, Н. Б. Visual Basic для студентов и школьников / Н. Б. Культин, Л. Б. Цой. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 416 с.

УДК 004.421

**Н. С. Кузнецова<sup>1</sup>, У.Ю. Титова<sup>2</sup>, Д.Г. Волков<sup>3</sup>, В.И. Копаев<sup>4</sup>**

Военная академия РХБ защиты им. С. К. Тимошенко, г. Кострома<sup>1,2,3,4</sup>

*leto044@yandex.ru*<sup>1,3</sup>

*ut1967@yandex.ru*<sup>2</sup>

*v.i.kopaev@mail.ru*<sup>4</sup>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОБЛАСТЕЙ РАЗМЕРОМ N×N ЗАДАННОЙ КОНТРАСТНОСТИ НА ПЛАНЕ МЕСТНОСТИ

Аннотация: В статье авторами рассматривается пример проведения сравнительного анализа спектральной плотности энергетической яркости в инфракрасном диапазоне заданных участков местности на тепловизионных снимках различных элементов рельефа с помощью математического приложения Mathcad. Авторами предложен принцип решения, составлен алгоритм и разработан программный продукт для решения поставленной задачи. В статье содержатся материалы, иллюстрирующие процесс определения контрастности участков местности.

Ключевые слова: цветовые компоненты, энергетическая яркость, рельеф местности, программный продукт, алгоритм.

N. S. Kuznetsova<sup>1</sup>, U.Y. Titova<sup>2</sup>, D.G. Volkov<sup>3</sup>, V.I. Kopaev<sup>4</sup>

Military Academy RCB protection them. S. K. Tymoshenko, Kostroma,<sup>1,2,3,4</sup>

*leto044@yandex.ru*<sup>1,3</sup>

*ut1967@yandex.ru*<sup>2</sup>

*v.i.kopaev@mail.ru*<sup>4</sup>

## DETERMINATION OF THE NUMBER OF AREAS OF SIZE $N \times N$ OF A GIVEN CONTRAST ON THE TERRAIN PLAN

**Abstract:** In the article, the authors consider an example of a comparative analysis of the spectral density of energy brightness in the infrared range of given terrain areas on thermal imaging images of various relief elements using the Mathcad mathematical application. The authors proposed a solution principle, compiled an algorithm and developed a software product to solve the problem. The article contains materials illustrating the process of determining the contrast of terrain areas.

**Keywords:** color components, energy brightness, terrain, software product, algorithm.

Одной из современных и актуальных военно-прикладных задач является сравнительный анализ спектральной плотности энергетической яркости в инфракрасном диапазоне заданных участков местности на тепловизионных снимках различных элементов рельефа. Поставлена научная задача, разработать программный продукт, в котором проводится сравнение тепловых контрастов соседних областей, размер которых определяется пользователем, а также проводится подсчет участков местности, удовлетворяющих условию разницы тепловых контрастов. Полученные данные планируются к использованию в исследованиях в области спектрометрических методов анализа химических веществ в приземном слое воздуха.

Поставленную задачу предлагается решить следующим образом: разбить каждый пиксель изображения на цветовые компоненты RGB [1]. Далее определяется среднее арифметическое значение цветовых компонент каждого пикселя, принадлежащего единичной области (размер области выбирается исходя из условий съемки и размера исходного изображения, нужно учитывать, что если геометрические размеры изображения не позволяют разбить область на целое количество единичных областей, то часть пикселей по правому и нижнему краям

останется не учтенными, следовательно, для уменьшения площади «непокрытия» желательно уменьшить размер единичной области). Затем определяется среднее арифметическое значение цветовых компонент единичной области в целом. Для решения задачи используется среда математического приложения Mathcad [2], так как в ней есть встроенная функция чтения графического изображения: READRGB («Имя файла») – операция для считывания цветного изображения, записанного в формате RGB [3]. Используется с графическими файлами и возвращает массив (матрицу), состоящий из трех подмассивов, соответствующих трем цветам: R – красный (red), G – зеленый (green), B – синий (blue), значения варьируются в диапазоне  $0 \div 255$ .

Принцип перебора значений массива приведен на рисунке 1.

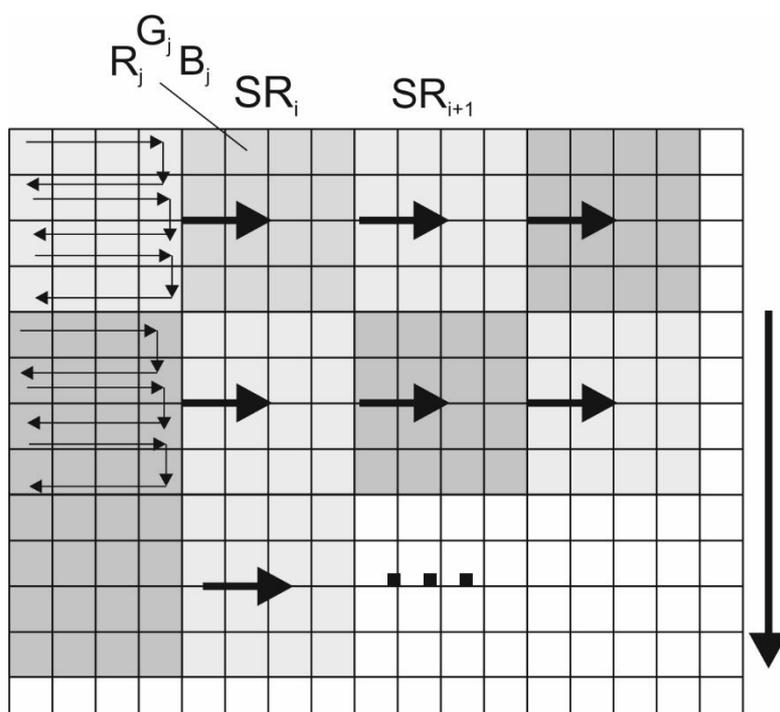


Рис. 1 – Схема расчета контрастности областей

У каждой единичной области вычисляется среднее значение цветовой компоненты:

$$SR_i = \frac{\sum_{j=1}^{W \cdot W} \left( \frac{R_j + G_j + B_j}{3} \right)}{W \cdot W}$$

Затем вычисляется разница:

$$\Delta = SR_{i+1} - SR_i.$$

Если  $\Delta > D$  (параметр контрастности), следовательно область учитывается при подсчете количества областей, заданной контрастности.

Исходные данные для расчета: графический файл (\*.bmp, \*.jpg), D0 – параметр контрастности, W0 – размер единичной области.

Пример расчетов приведен для изображения 4×4 пикселя (рис. 2), очевидно, что результатом должно быть 2 срабатывания.

В программе Mathcad производится перевод файла графического типа в цифровое изображение и разбиение исходной матрицы на: MR, MG, MB, каждая отвечает красной, зеленой и синей составляющей соответственно (рис. 3).

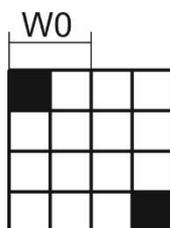


Рис. 2 – Изображение для расчета участков, удовлетворяющих условию контрастности

Для составления текста программного продукта, решающего поставленные задачи, разработан алгоритм циклической структуры (рис. 4), где использованы циклы с параметром (for), функции округления (floor) [3].

Программный блок Mathcad и результат расчета приведен на рис. 5.

Для использования разработанной программы на изображениях большего размера следует учесть размер области и запрограммировать остановку работы программы, если количество строк и столбцов матрицы не делится нацело на размер области.

```

ORIGIN := 1

M := READRGB("1.bmp")

MR := submatrix(M, 1, rows(M), 1,  $\frac{\text{cols}(M)}{3}$ )
MG := submatrix(M, 1, rows(M), 1,  $\frac{\text{cols}(M)}{3}$ )
MB := submatrix(M, 1, rows(M), 1,  $\frac{\text{cols}(M)}{3}$ )

D0 := 20   W0 := 2

MR =  $\begin{pmatrix} 0 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 0 \end{pmatrix}$ 
MG =  $\begin{pmatrix} 0 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 0 \end{pmatrix}$ 
MB =  $\begin{pmatrix} 0 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 255 \\ 255 & 255 & 255 & 0 \end{pmatrix}$ 

```

Рис. 3 – Цифровое отображение графического файла и ввод исходных данных в математическом приложении Mathcad

В результате решения актуальной военно-прикладной задачи разработан аналитический комплекс оценки теплового фона поверхностей, позволяющий определить количество участков местности, удовлетворяющих условию разницы тепловых контрастов. В основе решения использован принцип цветowych компонент пикселей (RGB). Апробация программного продукта проведена более чем на 100 изображениях, получен удовлетворительный результат.

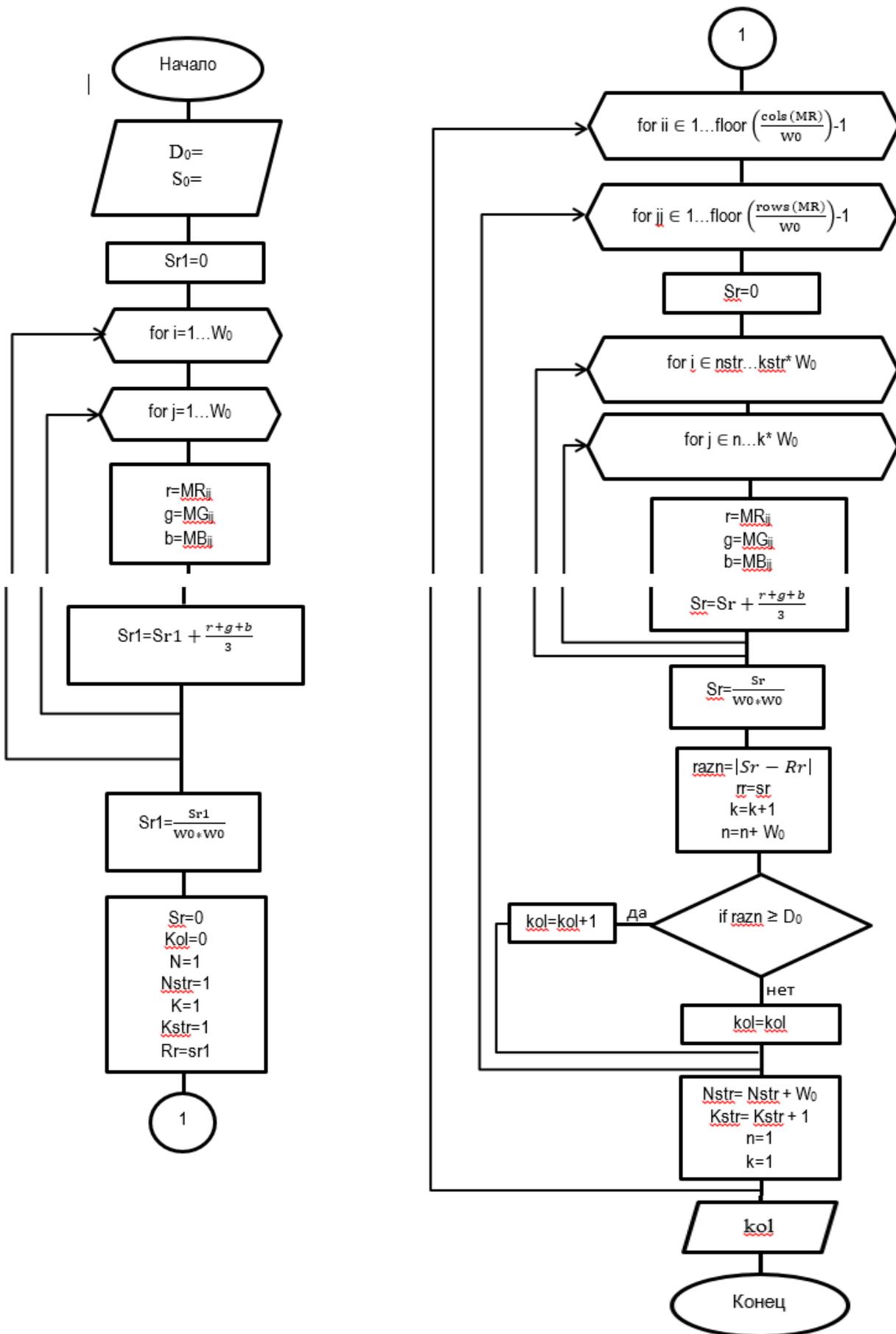


Рис. 4. Алгоритм для оценки теплового фона поверхностей

```

D := 1
sr1 ← 0
for i ∈ 1..W0
  for j ∈ 1..W0
    r ← MRi,j
    g ← MGi,j
    b ← MBi,j
    sr1 ← sr1 +  $\frac{r + g + b}{3}$ 
  1
1
1
1
sr1 ←  $\frac{sr1}{W0 \cdot W0}$ 
1
sr ← 0
kol ← 0
n ← 1
nstr ← 1
k ← 1
kstr ← 1
rr ← sr1
for ii ∈ 1..floor( $\frac{\text{cols}(\text{MR})}{W0}$ )
  1
  for jj ∈ 1..floor( $\frac{\text{cols}(\text{MR})}{W0}$ )
    sr ← 0
    for i ∈ nstr..kstr · W0
      1
      for j ∈ n..k · W0
        1
        r ← MRi,j
        g ← MGi,j
        b ← MBi,j
        sr ← sr +  $\frac{r + g + b}{3}$ 
      1
    1
    sr ←  $\frac{sr}{W0 \cdot W0}$ 
    razn ← |sr - rr|
    rr ← sr
    kol ← kol + 1 if razn ≥ D0
    k ← k + 1
    n ← n + W0
  1
  nstr ← nstr + W0
  kstr ← kstr + 1
  n ← 1
  k ← 1
  break if nstr > rows(M)
1
1
kol

```

D=2

Рис. 5 – Программный блок (Mathcad) для определения количества срабатываний

## Библиографический список

1. Кузнецова Н.С. Разработка программного обеспечения для решения задачи по определению площади участка, занимаемого атипичным материалом, на срезе изображения с микроскопа/ Н.С. Кузнецова, А.В. Разгуляев, А.М. Болдаков // «Актуальные проблемы преподавания математических и естественно-научных дисциплин в ООВО» Сборник докладов очно-заочной науч.-мет. конф. – Кострома: Изд-во «ВА РХБЗ», 2021. – С.638–645.
2. <https://www.mathcad.com/en> (дата обращения: 23.01.2022)
3. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad15: учебный курс./ – Спб.: Питер, 2011 г. – 435 с.

УДК 378.147:31

**В. И. Омельченко<sup>1</sup>, Е. А. Кальт<sup>2</sup>**

Филиал Военной академии материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А.В. Хрулева в г. Омске

*omelchenko72@mail.ru<sup>1</sup>*

*kalt777@mail.ru<sup>2</sup>*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ВИДЕОЛЕКЦИЙ В ВОЕННОМ ВУЗЕ**

В статье приводятся примеры программного обеспечения, которое может быть использовано для разработки видеолекций. Рассматриваются структура видеолекции, основные требования к ее разработке согласно Положения, принятого в Омском автобронетанковом инженерном институте. Описываются методические и технологические особенности подготовки видеолекции с использованием разрешенного программного обеспечения в вузах Министерства обороны. Даются рекомендации по разработке видеолекций в MS Power Point и в iSpring-Suite.

**Ключевые слова:** видеолекция, методические и технологические особенности разработки видеолекции в военном вузе.

**V. I. Omelchenko<sup>1</sup>, E. A. Kalt<sup>2</sup>**

A. V. Khrulev Logistics Military Academy Omsk Branch, Omsk

*omelchenko72@mail.ru<sup>1</sup>*

*kalt777@mail.ru<sup>2</sup>*

## METHODOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT VIDEO LECTURES AT A MILITARY UNIVERSITY

The article provides examples of software that can be used to develop video lectures. The structure of the video lecture, the basic requirements for its development according to the Regulations adopted at the Omsk Armored Engineering Institute are considered. The methodological and technological features of the preparation of a video lecture using authorized software in the departments of the Ministry of Defense are described. Recommendations are given for the development of video lectures in MS Power Point and in iSpringSuite.

**Keywords:** video lecture, methodological and technological features of video lecture development in a military university.

Внедрение инновационных технологий в образовательную практику остается актуальной задачей системы образования. При этом успех обучения во многом зависит от умения преподавателей работать в новых условиях, применять различные подходы, организовывать учебный процесс на основе использования современных информационных и коммуникационных технологий. В условиях организации обучения в информационно-образовательной среде, электронного обучения видеолекции становятся распространенной формой передачи знаний обучающимся.

Использование видеолекций в учебной деятельности, проблема их проектирования с учетом дидактических требований и закономерностей протекания когнитивных процессов нашли отражение в большом количестве публикаций. Авторами определены требования к объему учебных видеолекций, выделены дидактические требования к зрительному ряду видеоматериала для активизации внимания обучающихся, описан значительный педагогический потенциал видеолекций, предполагающий повышение заинтересованности и мотивации к обучению; одновременное воздействие на различные анализаторы: зрение, слух, моторику и т.д.

Выбор программных средств для разработки видеолекции достаточно обширен. Это может быть программа для создания видеокурсов iSpring Suite; бесплатная утилита с открытым исходным кодом для захвата видео с рабочего стола и записи в файл AVI, MP4 или SWF – CamStudio; мощная утилита для захвата

изображения с экрана, позволяющая создавать эффектные интерактивные видеоуроки, презентации, демонстрации – Camtasia Studio; программа презентационной графики PowerPoint и др. При этом выбор программного средства для создания видеолекции зависит от целей. Чем сложнее лекционный материал, тем сложнее требуется программа для ее создания. Однако не стоит сразу переходить к многофункциональным программным средствам, а приобрести опыт подготовки учебных видео с помощью относительно простых и доступных программ. Также необходимо обратить внимание, что много зависит от преподавателя и качества подачи материала, а не от качества и изощренности видеоряда [1, 6].

Что касается практики создания и применения видеолекций в военном вузе следует отметить, что формат видеолекций не привычен для курсантов, а также и для большинства преподавателей, так как обучение ведется очно и элементы дистанционного, электронного обучения используются эпизодически.

В Омском автобронетанковом инженерном институте разработано положение по разработке видеолекций (СМК-П 13.13-21), которое устанавливает требования к разработке, содержанию и структуре, оформлению, учету и формированию фонда видеолекций, а также определяет порядок их размещения и доступа в информационно-образовательной среде филиала.

Согласно данному положению, видеолекция – электронный образовательный ресурс, предназначенный для передачи обучающимся тематического содержания лекции (ее части) с целью формирования знаний и содержащий для этой цели видеоматериал, как правило, транслирующийся на экран, мониторы компьютеров или интерактивную доску.

Видеолекция предназначена для использования в образовательном процессе в качестве дополнительного дидактического средства при использовании военно-образовательным учреждением дистанционных образовательных технологий, а также для самостоятельной работы обучающихся в случаях их длительного отрыва от образовательного процесса по состоянию здоровья, для решения служебных и иных задач, а также для плановой самостоятельной работы.

В филиале могут быть использованы различные виды видеолекций, отличающиеся по способу записи и формату представления информации (запись реального занятия; лекция на камеру; озвученная презентация) и структуре (одночастная видеолекция; многочастная видеолекция) [2].

Авторами статьи разработаны видеолекции по теме «Алгоритмизация и программирование», выполненные в виде цельного ресурса и включающего пять лекций, материал которых соответствует тематическому плану изучения дисциплины «Информатика». Продолжительность каждой видеолекции составляет 45 минут, содержание – соответствует основным дидактическим принципам: целостности, научности, доступности, систематичности и наглядности.

Качественному восприятию материала способствует его структурированность, которая достигается на основе целеполагания через разбиение материала на учебные вопросы и поэтапное изложение каждого.

На этапе вводной части каждой лекции проводится повторение ранее изученного теоретического материала с целью его актуализации и систематизации с использованием подготовленного слайдового материала, представленного в виде семантических схем или ментальной карты. Далее формулируется тема занятия; поясняются его учебные цели; обязательно освещается практическая значимость для последующего изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, а также в будущей профессиональной деятельности.

В ходе основной части каждой видеолекции последовательно излагается теоретический материал, с учетом того, что манера изложения может влиять как на повышение восприятия учебного материала, так и оказывать противоположное действие. Положительно влияет на запоминание повторение ключевых тезисов изложенного материала в конце изучения каждого вопроса лекции (краткое обобщение рассмотренного материала), использование иллюстраций и примеров.

В конце занятия необходима рефлексия, установление форм резюмирования содержания видеолекции и установка на опережающую самостоятельную работу обучающихся [3]. Поэтому целесообразно формулировать определенные

конкретные задания, которые будут оцениваться; представлять тестовые задания; предлагать курсантам составить ментальную карту по изученному на лекции материалу.

Следует отметить, что профессиональная видеолекция – это методически и технически сложный образовательный продукт, а не простая запись академической лекции. Преподаватель в этом случае не просто лектор, он педагогический дизайнер и стратег, что предполагает обладание им соответствующими компетенциями [4].

Рассмотрим ряд технологических особенностей создания видеолекций средствами MS PowerPoint 2013. Вся работу по созданию видеолекции можно разделить на следующие этапы.

*Первый этап.* Создание презентации. Преподаватель создает презентацию по теме лекции в PowerPoint, добавляет необходимые анимационные и спецэффекты, устанавливает переходы между слайдами. В качестве полезных рекомендаций можно выделить следующие:

- листать слайды в обратную сторону во время презентации нельзя, поэтому целесообразно продублировать те слайды, к которым Вы планируете вернуться в ходе лекции;

- если Вы планируете в ходе презентации создать, так называемый «эффект классной доски» и написать на ней какую-либо информацию, то следует вставить в презентацию чистый слайд, а затем в режиме записи при помощи пера или маркера Вы сможете писать на нем;

- можно на слайде разместить заранее подготовленные элементы, например, графики, таблицы и т.п. с целью дальнейшей их доработки вместе с курсантами в ходе записи лекции;

- Вы можете создавать записи экрана (создавать видео средствами PowerPoint) и встраивать их в презентацию, используя инструменты *Запись экрана* группы *Мультимедиа* вкладки *Вставка*.

*Второй этап.* Озвучивание и запись презентации. Включает запись закадрового голоса лектора и запись экрана. Следует отметить, что в таком формате

на курсанта не производится дополнительное воздействие за счет мимики и жестов преподавателя, которые помогают более глубоко погрузиться в изучаемый материал.

Запись видеолекции осуществляется следующим образом: выберите вкладку *Показ слайдов*, группу *Настройка* и задайте нужные параметры записи; затем начните запись показа слайдов, выбрав один из предложенных вариантов – запись с первого слайда, либо с текущего слайда. Далее в появившемся диалоговом окне установите галочки на пунктах – *Время показа слайдов и анимации*; *Закадровый текст*, *рукописный ввод* и *лазерная указка*, а затем начнется запись звука и выполняемых с презентацией действий.

Следует отметить, что время показа каждого слайда записывается автоматически; голосовое сопровождение записывается по ходу презентации. PowerPoint также записывает все действия с инструментами, такими как маркер, перо, ластик, если Вы их используете.

При помощи панели *Запись*, которая располагается в левом верхнем углу окна Вы можете перейти к следующему слайду, приостановить запись или повторно записать текущий слайд.

В качестве полезных рекомендаций данного этапа можно выделить следующие:

- читайте закадровый текст в приемлемом темпе, при этом установленные Вами временные интервалы сохраняются программой;
- используйте инструменты лазерную указку, перо или маркер для выделения важных понятий или определений, отдельных элементов слайда и т.п.;
- если по какой-то причине Вы остановили запись, то ее всегда можно будет продолжить, а также перезаписать видеосопровождение к любому из слайдов;
- в презентацию возможно вносить исправления: например, удалять, добавлять или менять местами слайды, заменять текст, графику вплоть до конвертации в видеоформат.

*Третий этап.* Конвертация готовой презентации в видеоформат. Для того,

чтобы можно было просмотреть подготовленную видеолекцию на любом устройстве необходимо ее экспортировать в формат MP4. Для этого следует выбрать вкладку *Файл – Экспорт – Создать видео* и установить нужные параметры сохранения, затем нажать кнопку *Создать видео* [5].

Следует отметить, что конвертация презентации в видеоформат занимает продолжительное время. В дальнейшем подготовленная видеолекция может быть использована в образовательном процессе в качестве самостоятельного средства обучения, размещена в информационно-образовательной среде вуза, встроена в электронный образовательный ресурс.

Разработку видеолекций также возможно осуществить в конструкторе для создания курсов, тестов, тренажеров и видеолекций iSpring Suite. Данная программа работает на основе PowerPoint. После установки конструктор появляется как надстройка в презентации. Он предоставляет пользователю возможность создавать видео на базе имеющейся презентации (рисунок 1).

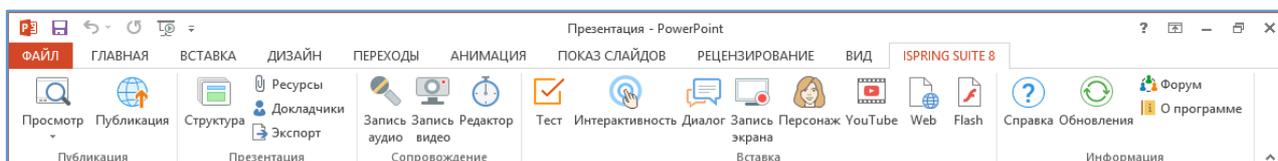


Рис. 1 Интерфейс вкладки iSpring Suite

Программное обеспечение iSpring Suite – это набор специализированных модулей, объединенных единым интерфейсом. В него входят:

- iSpring QuizMaker (модуль создания тестов и опросов);
- iSpring Visuals (модуль создания интерактивностей);
- iSpring Cam (модуль видеозахвата экрана);
- iSpring TalkMaster (модуль создания диалоговых тренажеров);
- iSpring NarrationEditor (модуль записи и редактирования аудио и видео).

Запись видеолекции по слайдам презентации производится при помощи модуля iSpring Cam. В отличие от многих аналогов, iSpring Suite оснащен полным набором функций для записи экрана: клавиши быстрого доступа, запись аудио, цветовое выделение курсора мыши и многое другое.

Исходная презентация может содержать любые доступные в PowerPoint элементы, которые в конечном видеоресурсе будут воспроизведены без потери качества. Специализированные возможности iSpring Suite позволяют наложить закадровый голос, записать на слайды собственное видео, выполнить синхронизацию мультимедийного контента со слайдами. Согласно «Положения по разработке видеолекций», принятого в ОАБИИ, презентация, на базе которой выполняется разработка видео, должна иметь размер слайдов в соотношении 16:9 [2].

После запуска подпрограммы iSpring Cam для создания новой записи необходимо выбрать команду *Новая запись*. После этого вокруг области записи появится черно-белая рамка (зона захвата экрана) и панель инструментов над ней. Нужно выбрать ту часть экрана, которую Вы хотите записать. В нашем случае это будет стандартный размер слайда презентации. Настроить границу области записи можно при помощи инструмента *Размер области захвата*. Чтобы приступить к записи, необходимо нажать команду *Приступить к записи*. Завершить запись можно при нажатии клавиши *Esc* на клавиатуре. Готовую запись можно просмотреть и при необходимости отредактировать. Для этого в окне *Просмотр записи* нужно нажать на кнопку *Редактировать*. Можно удалить шумы, подрегулировать громкость и т.д.

Первоначально запись можно сохранить как проект, чтобы иметь возможность в дальнейшем к ней вернуться и внести изменения. Для этого необходимо выполнить действие *Сохранить проект как ...* и выбрать место куда проект должен быть сохранен. Запись экрана будет сохранена как проект в формате \*.screenrec. Если же видеолекция не требует изменений, то можно сохранить ее как обычный видео файл в формате .mp4, выбрав *Сохранить как видео* [7].

Публикация готового видео в iSpring Suite выполняется с установкой следующих параметров:

1) *профиль видео*: компьютерные мониторы и мониторы с высоким разрешением;

2) *разрешение видео*: 1280×720 (видео высокого разрешения или HD-формат видео).

При помощи данного программного продукта возможно быстро и без специальной подготовки разрабатывать видеолекции, что является несомненным плюсом как для начинающих преподавателей, так и для опытных педагогов.

В заключение, следует отметить, что использование учебного видео имеет свои плюсы и минусы. Преподаватель сам должен определиться с педагогической целесообразностью использования учебного видео на своих занятиях. Однако, разовое обращение к формату видеолекции, изолированное от дидактической системы, как отмечается в [3], бесполезно.

### **Библиографический список**

1. Кузнецова А. А., Никишина В. Б. Видеолекция как самопрезентация преподавателя вуза в условиях электронного образовательного пространства // Высшее образование в России. 2018. Т.27. №4. – С.149–155.

2. Положение по разработке видеолекций (СМК-П 13.13-21). – Омск: ОАБИИ, 2021. – 15 с.

3. Гац И.Ю. Видеолекция в арсенале методических средств преподавателя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25920771> (дата обращения: 10.10.2021).

4. Никишина В.Б., Запесоцкая И.В., Кузнецова А.А. Технология создания видеолекций: мифы и реальность // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26635> (дата обращения: 23.03.2021).

5. Создание видеолекций в программе Microsoft PowerPoint [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rsue.ru/do/doc/powerpoint.pdf> (дата обращения: 10.04.2021).

6. Шабалин Ю.Е. Создание учебных видеолекций как дидактическая проблема [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-uchebnyh-videolektsiy-kak-didakticheskaya-problema/viewer> (дата обращения: 26.02.2021).

7. Близнюк С. П., Куфлей О. В., Дмитриенко И. А. Методические рекомендации по работе с программой iSpring Suite 8 – Б.: КГЮА, 2016. – 90 с.

УДК 004.45

**А. Н. Ундозерова**

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,  
г. Ярославль

## **КОЛЛЕКТИВНАЯ РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ПРОЕКТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТНОГО МЕТОДА**

В статье рассматриваются некоторые аспекты коллективной разработки учебного проекта информационной системы на основе проектного метода на практических занятиях по дисциплине «Моделирование и проектирование систем», представлена авторская типовая модель процессов и логическая модель данных автоматизированной системы, предлагается типовой интерфейс приложения. Описана структура базы данных, отражены основные функции и интерфейс приложения доступа к базе данных, структура аналитических отчетов.

**Ключевые слова:** коллективная разработка, проектный метод, учебный проект, автоматизированная информационная система, модель процессов, модель данных, интерфейс приложения, шаблон документа.

**A. N. Undozerova**

Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl  
*und-alla@rambler.ru*

## **COLLECTIVE DEVELOPMENT OF THE EDUCATIONAL PROJECT OF THE INFORMATION SYSTEM BASED ON PROJECT METHOD**

The article discusses some aspects of the collective development of an educational project of an information system based on the design method in practical classes in the discipline "Modeling and design of systems", presents the author's typical model of processes and a logical data model of an automated system, and proposes a typical application interface. The structure of the database is described, the main functions and interface of the database access application, the structure of analytical reports are reflected.

**Keywords:** collective development, project method, educational project, automated information system, process model, data model, application interface, document template.

Одной из актуальных проблем отечественного высшего образования является интеллектуальное и нравственное развитие личности, формирование критического и творческого мышления обучающихся, умение работать в коллективе. Компетентностный подход, принятый в Федеральных государственных образовательных стандартах третьего поколения, предполагает, наряду с профессиональными, развитие универсальных компетенций - способностей осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий; организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели, обсуждать и коллективно принимать согласованные решения, исполнять разные социальные роли, владеть культурой коммуникации, общения; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

Одной из эффективных педагогических технологий, направленных на развитие указанных способностей, является проектный метод, который позволяет не только учитывать личностные интересы обучающихся, формировать критическое мышление и умение самостоятельной обработки информации, но и привить навыки работы в команде, которые особенно важны и зачастую играют ключевую роль в военно-профессиональной деятельности. На кафедре автоматики (и вычислительных средств) Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны имеется положительный опыт применения проектного метода в процессе коллективной разработки учебных проектов автоматизированных информационных систем военного назначения при освоении дисциплины «Моделирование и проектирование систем», интегрирующей ранее полученные знания и умения по дисциплинам «Информатика», «Программирование», «Базы данных».

Для формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций коллективной работы и управления коллективом исполнителей на занятиях по дисциплине «Моделирование и проектирование систем»

целесообразно применение проектного метода, заключающегося в выполнении в течение всего семестра коллективного задания с назначением из числа обучающихся руководителя проекта, который по согласованию с преподавателем распределяет роли участников проекта (постановщик задач, разработчик, тестировщик и т.д.) и задачи, реализующие отдельные функции подсистем проекта. В качестве задания предлагается разработать проект системы информационной поддержки эксплуатации автоматизированных систем специального назначения (АССН). В проект входят задачи формирования планов обеспечения подразделений штатно-табельной техникой связи и автоматизированных систем управления (АСУ), актов приема вооружений, техники, имущества и других материальных средств, в том числе проверки тары и упаковки, документов транспортных средств, приказов о постановке техники связи и АСУ на длительное хранение, актов технического состояния вооружения и военной техники (ВВТ), ведомостей состояния ВВТ, имущества и других материальных средств, сетевых графиков, календарных планов-графиков и актов выполнения работ по техническому диагностированию, техническому обслуживанию и войсковому ремонту ВВТ, рекламационных актов; расчета показателей невосстанавливаемых элементов комплекса средств автоматизации (КСА), надежности восстанавливаемых систем, качества систем контроля и технического обслуживания, текущего ремонта и технического обслуживания и др.

Автоматизированная система (АС) предназначена для реализации информационной технологии выполнения установленных функций и задач, представляющих собой формализованные совокупности автоматических действий, выполнение которых приводит к результату заданного вида. В процессе разработки автоматизированной системы курсанты закрепляют знания и навыки, полученные при изучении дисциплин «Программирование» и «Базы данных», а также знакомятся с предметной областью «Эксплуатация автоматизированных систем специального назначения».

Создание автоматизированной системы начинается с разработки

постановки задачи. Разработчик может оказывать помощь заказчику при разработке постановки задачи. Содержание документа до 2022 года регламентировалось нормативным документом РД 50-34.698-90 Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов [3]: характеристики комплекса задач; выходная информация; входная информация.

В разделе «Характеристики комплекса задач» приводится: назначение комплекса задач; перечень объектов, при управлении которыми решают комплекс задач; периодичность и продолжительность решения; связи данного комплекса задач с другими комплексами (задачами) АС; должности лиц и (или) наименования подразделений, определяющих условия и временные характеристики конкретного, решения задачи и т.д.

Раздел «Выходная информация» содержит: перечень и описание выходных сообщений и структурных единиц информации выходных сообщений. Раздел «Входная информация» должен содержать: перечень и описание входных сообщений и структурных единиц информации входных сообщений. Допускается предоставлять иллюстрационный материал, таблицы или текст вспомогательного характера, а также документы, имеющие самостоятельные обозначения (чертежи форм документов, описание массивов информации, схемы и т. д.), прототипы экранных форм документов.

Техническое задание на АС в соответствии с РД 50-34.698-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения [1] представляет собой документ, оформленный в установленном порядке и определяющий цели создания АС, требования к АС и основные исходные данные, необходимые для ее разработки, а также план-график создания АС. Документ оформляется разработчиком проекта согласно ГОСТ 34.602-2020. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы [2] и содержит десять основных разделов.

В документе указывается назначение и цели создания системы, устанавливаются требования к системе в целом и к видам обеспечений

(математическому, информационному, лингвистическому, программному и пр.), определяется состав и содержание работ по созданию системы и др.

На рисунке 1 представлена типовая модель процессов учета операций эксплуатации ВВТ, на рисунке 2 – декомпозиция первого уровня модели бизнес-процессов.

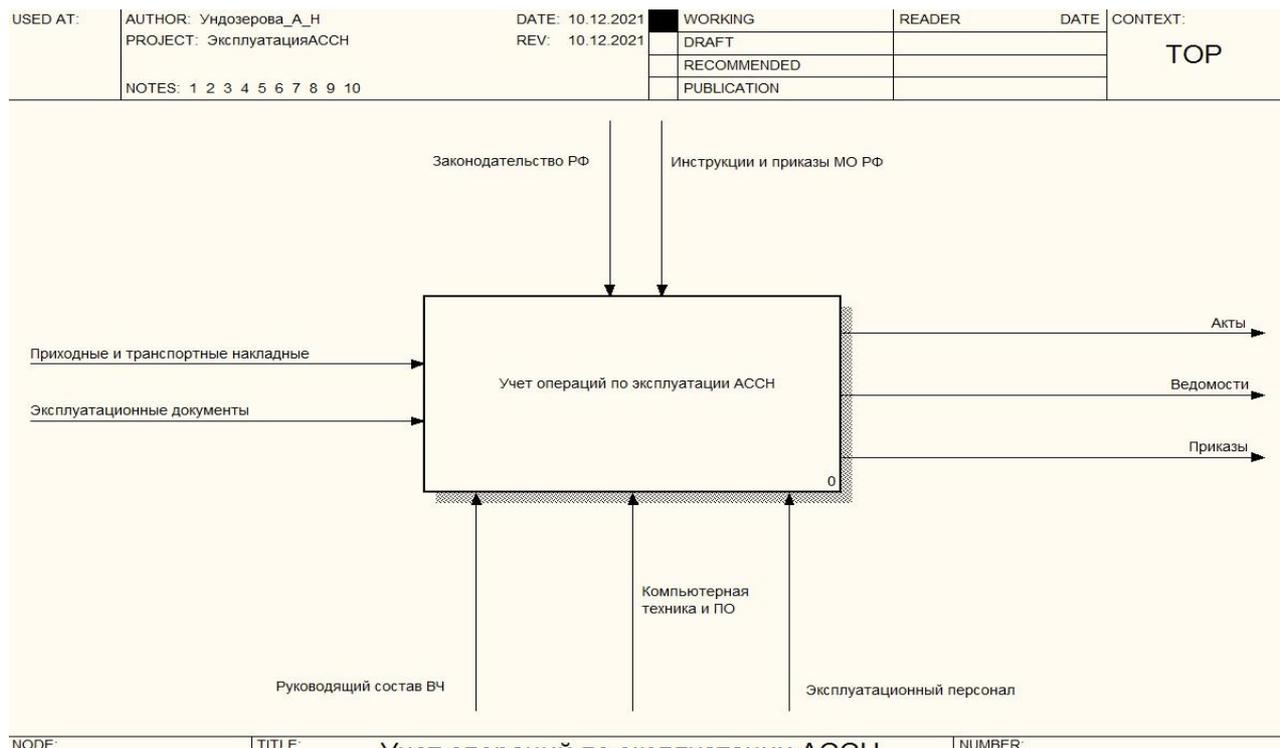


Рис. 1 Топ-диаграмма модели процессов учета операций эксплуатации ВВТ

USED AT:	AUTHOR: Ундозерова_А_Н PROJECT: Эксплуатация АССН	DATE: 10.12.2021 REV: 10.12.2021	WORKING DRAFT RECOMMENDED PUBLICATION	READER	DATE	CONTEXT: A-0
----------	--	-------------------------------------	--	--------	------	-----------------

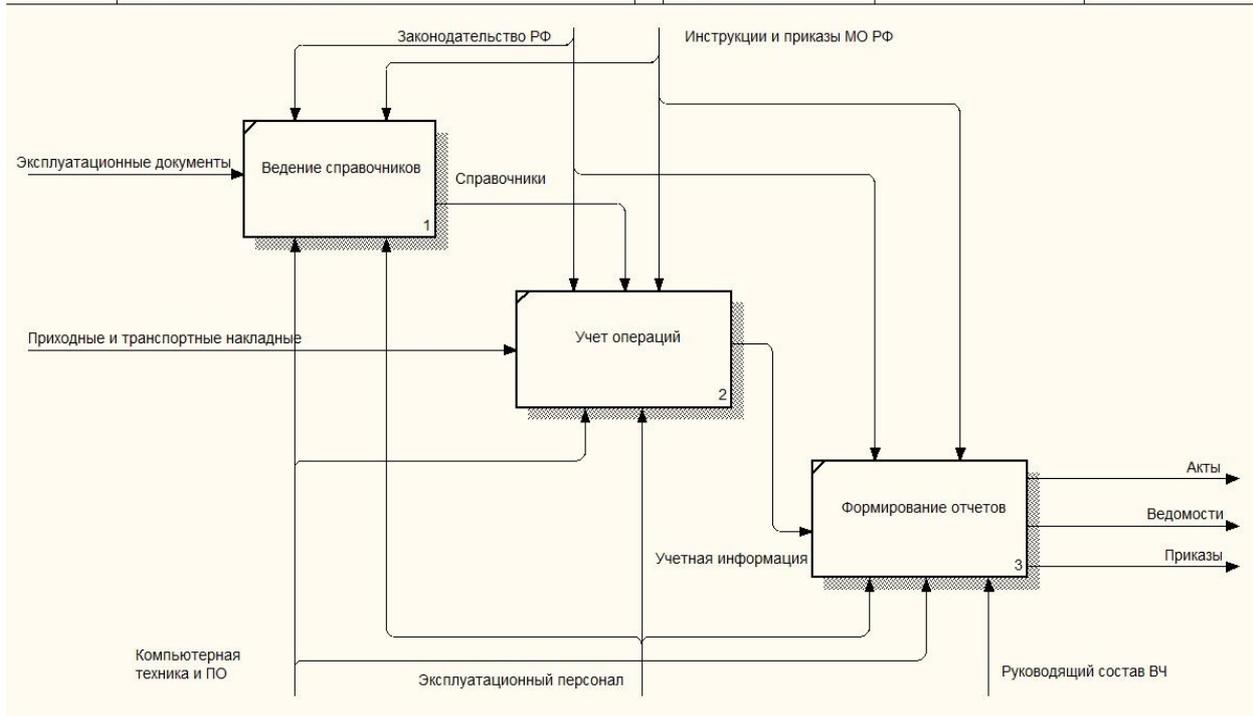


Рис. 2 Декомпозиция процессов учета операций эксплуатации ВВТ

Типовая модель процессов включает входную информацию в виде приходных и транспортных накладных, выходные документы – акты, ведомости, приказы и пр. Процесс управляется законодательными и нормативными актами РФ, инструкциями и приказами Министерства обороны РФ, осуществляется руководящим составом и эксплуатационным персоналом с помощью компьютерной техники и программного обеспечения.

Типовая модель может быть декомпозирована тремя функциями – ведением справочников, непосредственным учетом операций (работ) и формированием выходных документов (актов, ведомостей, приказов, сводных отчетов). При декомпозиции второй функции необходимо учитывать, что эксплуатация представляет собой стадию жизненного цикла образца вооружения «с момента его принятия воинской частью от завода-изготовителя или ремонтного предприятия до момента списания» [4, с. 7] и включает следующие основные этапы: ввод комплекса в эксплуатацию; приведение в установленную

степень готовности к применению; поддержание в установленной степени готовности; применение по назначению; хранение; транспортирование.

Алгоритмы функционирования автоматизированной системы разрабатываются, как правило, постановщиками задач, реализуются разработчиками программного обеспечения с использованием визуальных сред разработки, технологий языков программирования, изученных в рамках дисциплин «Информатика» и «Программирование». Справочная информация, результаты расчетов и формы документов хранятся в информационной базе данных с реляционной моделью.

Поскольку разработка модели данных требует определенной квалификации и опыта, курсантам предлагается готовая авторская логическая модель на уровне сущностей (рисунок 3). Основной сущностью базы данных является Материальное\_средство, к записям соответствующей таблицы которой относятся образцы ВВТ, имущество и другие материальные средства. В таблице, соответствующей сущности Документ хранятся акты, ведомости, планы-графики, приказы и пр. В таблице-прототипе сущности Работа содержатся строки Документа – Операции, выполняемые Военнослужащими над определенным Материальным\_средством с оценкой текущего Состояния. Сущности Категория\_Операции, Категория\_материальных\_средств, Поставщик, Воинская\_часть, Подразделения/Службы и др. являются справочниками.

Проектирование отдельных фрагментов (представлений) базы данных выполняется курсантами-разработчиками баз данных и координируется руководителем проекта, которым осуществляется поддержка единой схемы базы данных, а также управление процессом разработки программного обеспечения системы.

В качестве примера приведем фрагмент базы данных для решения задачи формирования акта проведения технического диагностирования, технического обслуживания и войскового ремонта ВВТ (рисунок 4). Акты хранятся в таблице Документ, содержат строки, описывающие операции (диагностирование, техническое обслуживание или ремонт) определенного экземпляра ВВТ,

выполненные определенным Военнослужащим. На физическом уровне в модель добавлены периодические атрибуты начала и окончания работ.

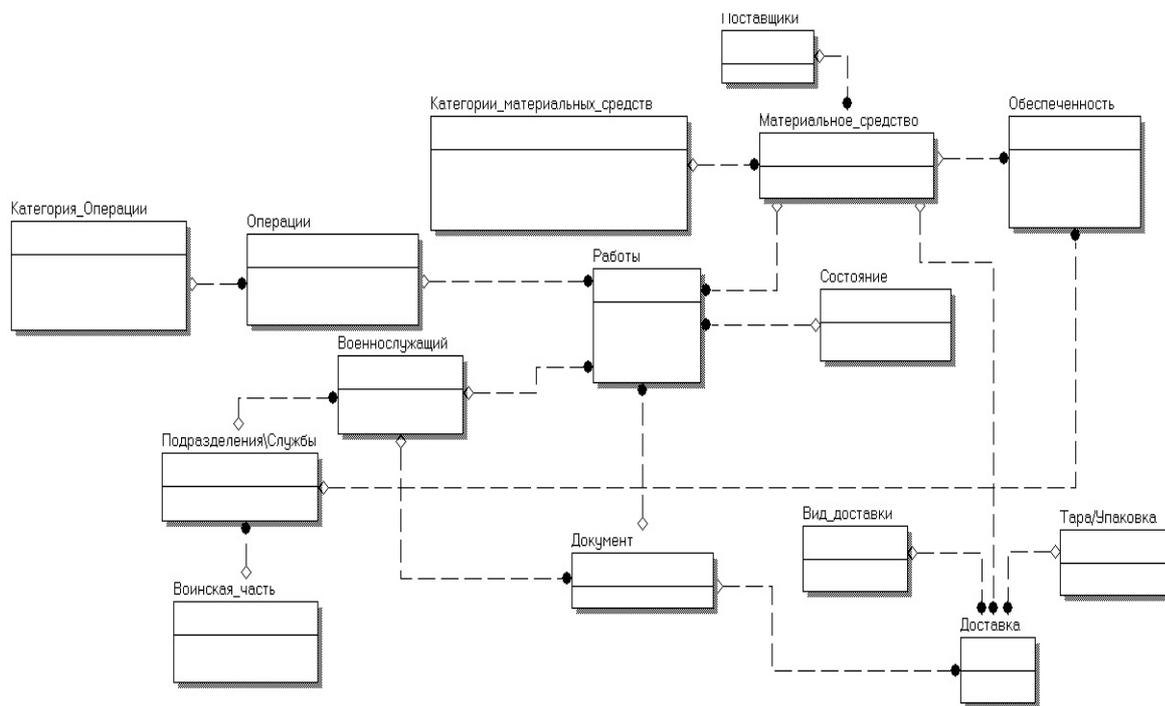


Рис. 3 Логическая модель данных на уровне сущностей

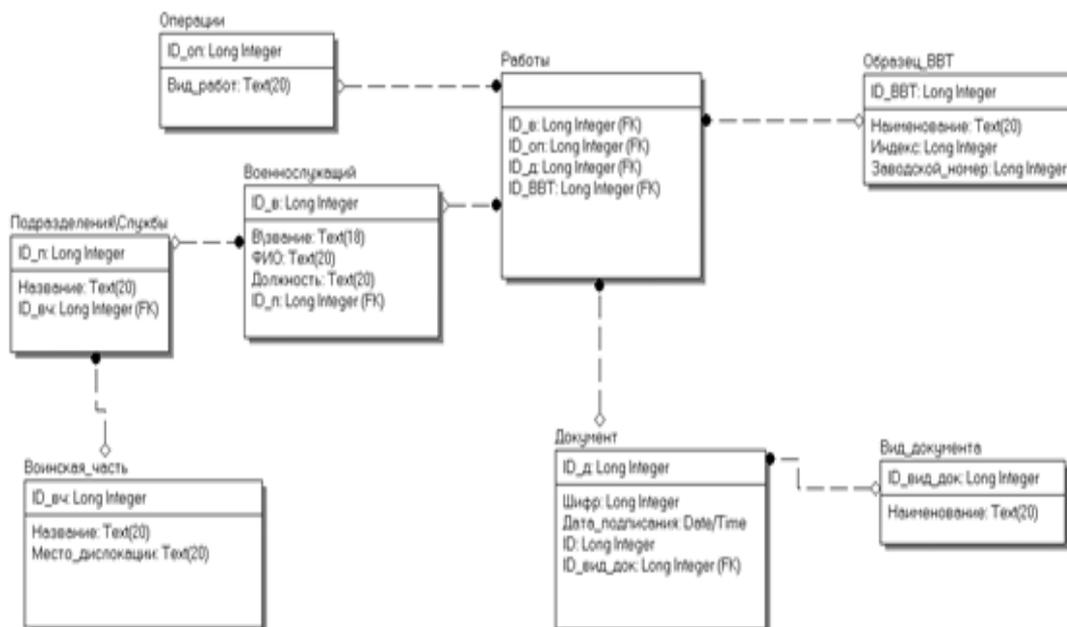


Рис. 4 Физическая модель данных задачи формирования акта технического диагностирования, технического обслуживания и войскового ремонта ВВТ

Главное меню приложения доступа к базе данных содержит пункты Справочники, Отчеты, О программе, Выход. При выборе подпункта меню Справочники имеется возможность просмотра или редактирования информации в базе данных.

Главная форма отображает информацию из связанных таблиц Военнослужащий, Документ, Образец\_VBT, Операции и Работы, которая должна быть выгружена по строкам в отдельные документы – акты технического диагностирования, технического обслуживания и войскового ремонта ВВТ.

Выбор пункта меню Акт позволяет сформировать итоговый выходной документ на основе шаблона Word. В приложении для этого описана переменная W типа variant и создается объект W:=CreateOleObject('Word.Application');. В поля, ограниченные символами ### и & выгружается информация из базы данных.

Коллективная разработка учебного проекта системы информационной поддержки эксплуатации автоматизированных систем специального назначения в рамках дисциплины «Моделирование и проектирование систем» способствует формированию навыков и развитию общепрофессиональных и профессиональных компетенций в области информатики и информационных технологий, закреплению знаний и умений, полученных при изучении дисциплин «Информатика», «Программирование», «Базы данных».

Использование проектного метода и выполнение учебной группой совместного проекта воспитывает коллективный дух, ответственность за общее дело, прививает навыки распределения ролей и разделения обязанностей при разработке программного обеспечения.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ Р 59853-2021. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения [Текст]. – Введ. 2022-01-01. – М. : Российский институт стандартизации, 2021.

ГОСТ 34.602-2020. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы [Текст]. – Введ. 2022-01-01. – М. : Российский институт стандартизации, 2021.

РД 50-34.698-90. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов [Текст]. – Введ. 1991-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1990.

4. Эксплуатация автоматизированных систем специального назначения : учебное пособие / С. В. Догадов, А. Б. Вишняков, Д. Г. Митюшов, А. М. Рудаков, В. А. Сухоруких ; Филиал Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (г. Ярославль). – Ярославль, 2014. – 180 с.

УДК 519.873

**А. Г. Шутова<sup>1</sup>, Н. С. Кузнецова<sup>2</sup>, М. Н. Воронкова<sup>3</sup>, А.Ю. Севин<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Военная академия РХБ защиты им. С. К. Тимошенко, г. Кострома  
*toshutova@ysndex.ru*

<sup>2</sup>Военная академия РХБ защиты им. С. К. Тимошенко, г. Кострома  
*leto044@yandex.ru*

<sup>3</sup>Московский технический университет связи и информатики, г. Москва  
*vrn@mtuci.ru*

<sup>4</sup>Военная академия РХБ защиты им. С. К. Тимошенко, г. Кострома  
*sev@ysndex.ru*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЛИЯНИЯ В МНОГОФАКТОРНЫХ МОДЕЛЯХ ЗАДАЧ ВОЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

В статье авторами рассматривается пример решения задачи военного управления. Способ решения задачи – оптимизационный симплекс-метод, как метод, который применяется в случае линейной модели задачи. Авторами составлена математическая модель решения задачи в виде строгой системы уравнений-равенств. Применение надстройки «поиск решения» в табличном процессоре позволили с удовлетворительной точностью определить численные величины весовых коэффициентов влияния на численность группы. Проведенный сравнительный анализ фактических регламентированных значений выявил расхождение и сделана рекомендация увеличить численность групп.

**Ключевые слова:** весовые коэффициенты, военное управление, симплекс-метод, алгоритм, математическая модель

**A. G. Shutova<sup>1</sup>, N. S. Kuznetsova<sup>2</sup>, M.N. Voronkova<sup>3</sup>, A.Yu. Sevin<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*toshutova@ysndex.ru*

<sup>2</sup>Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*leto044@yandex.ru*

<sup>3</sup>Moscow Technical University of Communications and Informatics, Moscow  
*vrn@mtuci.ru*

<sup>4</sup>Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*sev@yandex.ru*

## **DETERMINATION OF WEIGHTING FACTORS OF INFLUENCE IN MULTIFACTOR MODELS OF MILITARY MANAGEMENT TASKS**

In the article, the authors consider an example of solving the problem of military management. The method of solving the problem is the optimization simplex method, as a method that is used in the case of a linear model of the problem. The authors have compiled a mathematical model for solving the problem in the form of a strict system of equations-equalities. The use of the "solution search" add-in in a tabular processor made it possible to determine with satisfactory accuracy the numerical values of the weighting coefficients of influence on the number of groups. A comparative analysis of the actual regulated values revealed a discrepancy and a recommendation was made to increase the number of groups.

**Keywords:** weight coefficients, military management, simplex method, algorithm, mathematical model

При планировании и реализации ряда задач военного управления возникает необходимость оперативно определить численность группы для выполнения определенной поставленной задачи в определенных условиях. При этом объем задачи и условия ее выполнения можно описать факторами влияния и их определенными численными значениями. Например, объем поставленной задачи можно определить количеством обрабатываемой документации, а фактором влияния может быть компьютерная обеспеченность исполнителей.

На сегодняшний день весьма актуальной является задача определения числовых значений весовых коэффициентов влияния, входящих в многофакторную математическую модель [1]:

$$\lambda = \lambda_0(1 + \alpha_1\lambda_1 + \alpha_2\lambda_2 + \alpha_3\lambda_3 + \alpha_4\lambda_4 + \alpha_5\lambda_5) \quad (1)$$

где  $\lambda$  – необходимая численность группы, чел.;  $\lambda_0$  – постоянный коэффициент, по данным [2]  $\lambda_0 = 0,0159$ ;  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_5$  – факторы влияния на параметр  $\lambda$ ;  $\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_5$  – весовые коэффициенты влияния каждого фактора.

Фактическая численность группы  $\lambda_{\text{факт}}$  установлена эмпирическим путем для шести вариантов (таблица 1, столбец 2). Исследования [1] показали, что фактическая численность не всегда эффективна. Следовательно, использовать регламентированные на сегодняшний день величины численности, чтобы определить весовые коэффициентов некорректно.

В качестве исходных данных к решению поставленной задачи авторами предлагается использовать численность группы и значения факторов влияния  $\lambda_i$ , определенные в результате экспертной оценки [2], при этом эксперты с достаточно высоким коэффициентом конкордации указали наиболее значимый фактор, влияющий на численность группы, –  $\lambda_5$  (количество обрабатываемой документации). Все данные, необходимые для расчета весовых коэффициентов, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Данные для расчета

Вариант	$\lambda_{\text{факт}}$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_{\text{расч.}}$
1	1	2	0	1	0	153	2,91
2	9	0	10	0	0,4	3135	12,13
3	8	0	4	0	0,2	1486	5,75
4	1	2	0	1	0	448	3,06
5	3	0	3	0	0,2	1208	4,67
6	3	0	18	0	0,2	5293	20,48

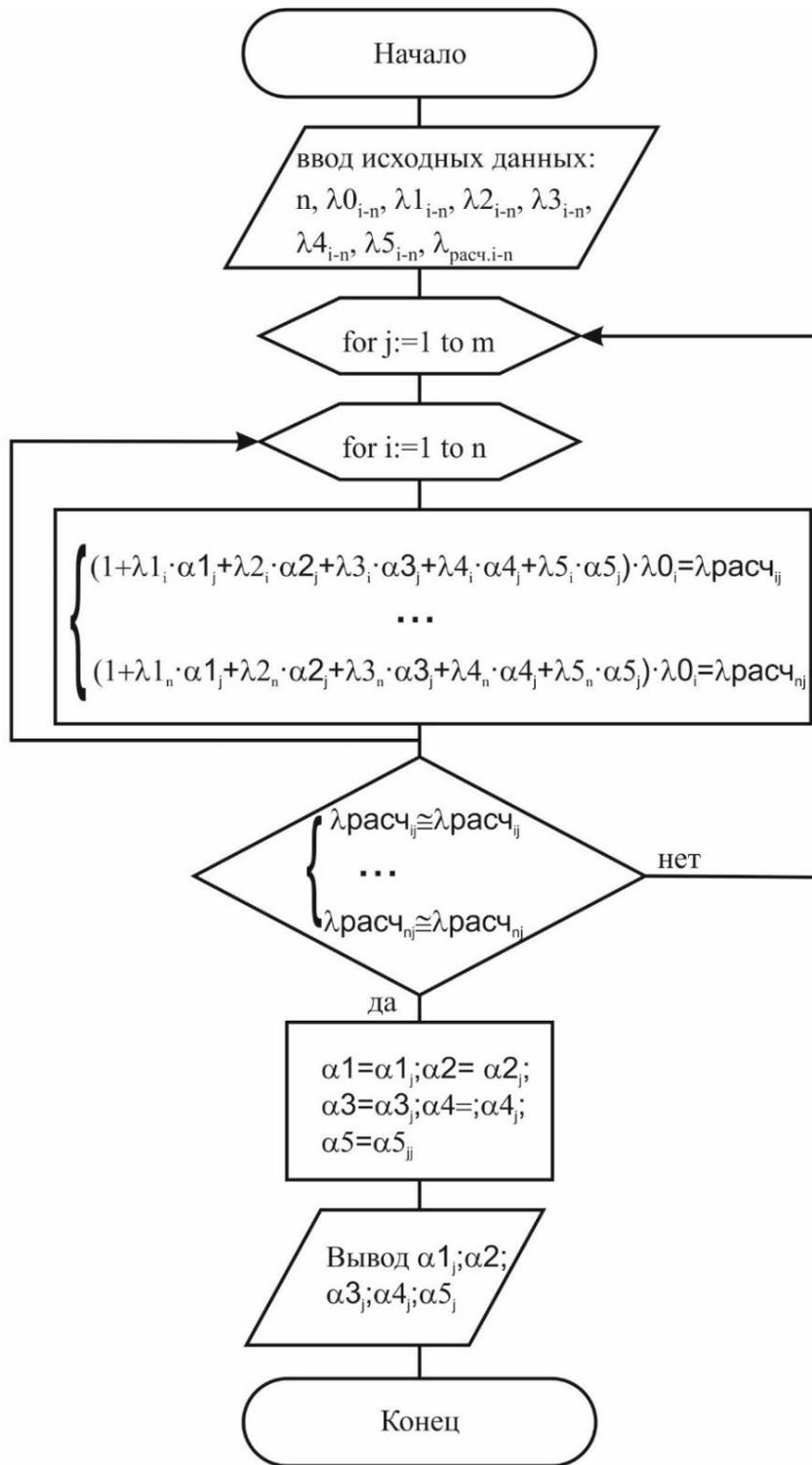
Для определения параметра  $\lambda$  при любых конкретных значениях факторов влияния необходимо определить численное значение весовых коэффициентов влияния каждого фактора. Для ее решения разработан алгоритм (рисунок 1). Решение задачи сводится к решению задачи оптимизации на поиск совпадения ис-

ходных значений с расчетными. Составленная система уравнений, или математическая модель задачи оптимизации, представлена в блоке тела цикла алгоритма (рисунок 1), также в математическую модель закладываются условия о неотрицательности переменных и на усмотрение исследователей могут быть добавлены необходимые условия.

Поиск решения продолжается до нахождения значения, ближайшего к исходному, при этом учитывается все 6 вариантов.

Методы решения оптимизационных задач, предлагаемые в табличном процессоре довольно разнообразны: симплекс-метод, метод обобщенного понижающего градиента или эволюционный поиск решения. Авторами был выбран симплекс-метод, в связи с тем, что модель задачи (1) является линейной [3].

В результате было найдено удовлетворительное решение задачи с некоторыми расхождениями от исходных данных, определенными экспертами (рисунок 2).



n - количество мобилизационных органов;  
m - количество итераций, необходимых для решения задачи симплекс-методом.

Рис. 1 Алгоритм определения весовых коэффициентов влияния с использованием симплекс-метода

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Весовые коэффициенты влияния										
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$\alpha_5$					
	41,58	53,37	0,00	0,00	0,03					
$\lambda$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	Расчетная численность по симплекс методу $\lambda$	Расчетная численность $\lambda_{расч.}$	Фактическая численность $\lambda_{факт.}$	Разница между фактической и расчетной численностью	
2,91	2,00	0,00	1,00	0,00	153,00	1	3	3	1	2
12,13	0,00	10,00	0,00	0,40	3135,00	2	12	12	9	3
5,75	0,00	4,00	0,00	0,20	1486,00	3	6	6	8	-2
3,06	2,00	0,00	1,00	0,00	448,00	4	3	3	1	2
4,67	0,00	3,00	0,00	0,20	1208,00	5	5	5	3	2
20,48	0,00	18,00	0,00	0,20	5293,00	6	19	20	3	16
							0,00			
							0,00			

Рис. 2 Определение весовых коэффициентов влияния симплекс методом в программе Excel

Полученные значения весовых коэффициентов позволяют определить аналитическую зависимость  $\lambda(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5)$  в виде математического уравнения:

$$\lambda = 0,0159 \cdot (1 + 41,58 \cdot \lambda_1 + 53,37 \cdot \lambda_2 + 0,03 \cdot \lambda_5) \quad (2)$$

Математическая модель (2) для решаемой конкретной задачи трансформируется в аналитическую зависимость  $\lambda(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_5)$ , что указывает на значимость факторов  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_5$  и отсутствие влияния или незначительное влияние (в пределах ошибки решения) факторов  $\lambda_3, \lambda_4$ .

Авторами проведен сравнительный анализ фактической численности групп, численностью групп, полученной в результате экспертной оценки и численностью, рассчитанной по аналитическому уравнению (2). Анализ представлен в виде диаграммы (рисунок 3).

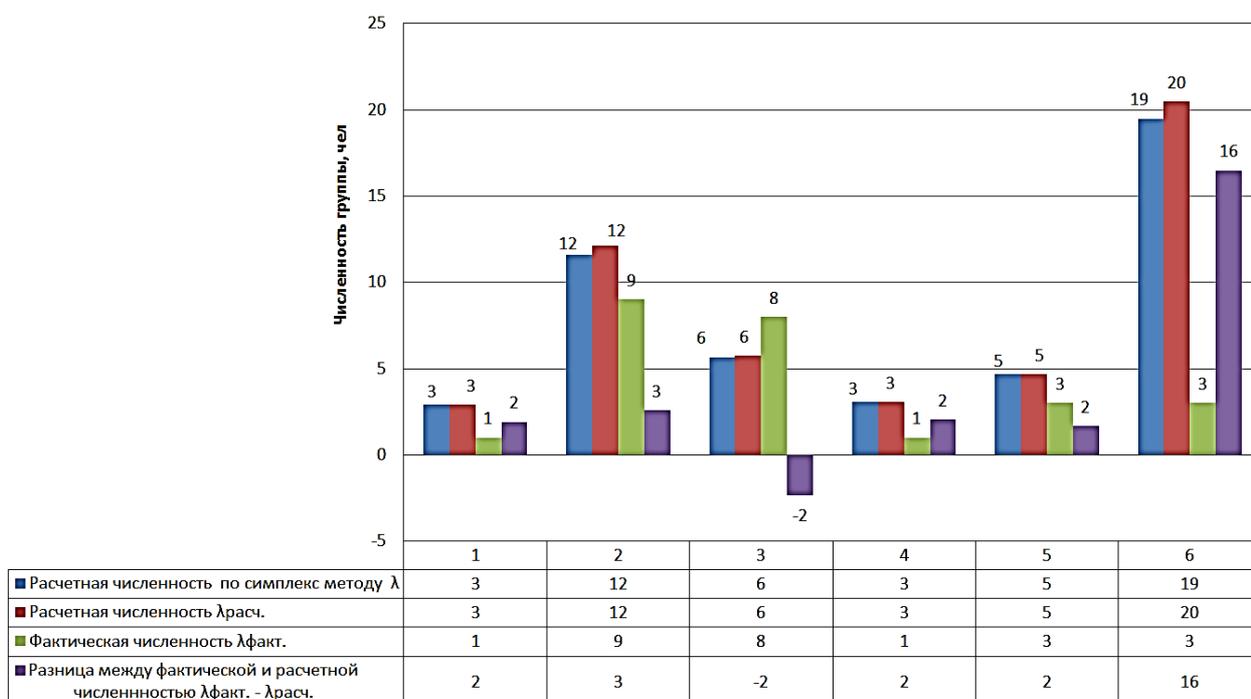


Рис. 3 Сравнительный анализ расчетной и фактической численностей группы

Из диаграммы видно, что большая часть групп укомплектована недостаточно (все варианты, кроме 3). Очевидно, что для решения задач управления необходимо увеличить состав некоторых групп до расчетных значений.

Экспертная оценка может применяться и для других задач управления с целью определения значений исходных данных, а принцип решения останется тем же. Вводя в шаблон (рисунок 2) новые данные, можно определить значения весовых коэффициентов и выявить значимые факторы, влияющие на выходные параметры иных задач военного управления. Совместное применение экспертной оценки и оптимизационного симплекс-метода решения линейных задач позволяет оперативно с учетом мнения компетентных специалистов принимать тактические и управленческие решения по численности групп.

### Библиографический список

1. Чуев Ю. В. Исследование операций в военном деле / Ю. В. Чуев. – М. Воениздат, 1970.

2. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. / А. И. Орлов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2009. Ч. 2 : Экспертные оценки. – 2011. – 486 с.

3. Маликова Л. В. Практический курс по электронным таблицам MS Excel/ Учебное пособие для вузов/ Л. В. Маликова, А. Н. Пылькин. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 244 с.

**СЕКЦИЯ 6. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
И ВОЕННОМ ДЕЛЕ**

**SECTION 6. INNOVATIVE TECHNOLOGIES, TECHNOLOGICAL  
PROCESSES AND PERSPECTIVE MATERIALS IN VARIOUS INDUSTRIES  
AND MILITARY AFFAIRS**

---

УДК 666.3; 66.091.3

**Е. С. Астапова**

Дальневосточное высшее общевойсковое командное ордена Жукова  
училище имени Маршала Советского Союза К. К. Рокоссовского,  
г. Благовещенск  
*yastapova@mail.ru*

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$   
И АЛЮМОСИЛИКАТОВ**

В статье описываются принципы создания керамических конструкционных радиационно-стойких материалов на основе  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  и ZSM-цеолитов, полученных гидротермальным синтезом. Приводятся данные по получению и исследованию свойств нанопорошков железа и меди, нанесённых на высококремнезёмные цеолиты типа ZSM-5. Определены структурные характеристики исследуемых перспективных материалов, показана зависимость свойств от структурных данных. Показана возможность практического использования данных материалов.

**Ключевые слова:** корундовая керамика, цеолиты ZSM-5, нанопорошки Cu и Fe.

**E. S. Astapova**

Far East Higher Combined Arms Command Military School  
named after K. K. Rokossovsky, Blagoveshchensk  
*yastapova@mail.ru*

**ADVANCED MATERIALS BASED ON  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$   
AND ALUMINOSILICATES**

The article analyses principles of advanced high-alumina materials making and microporous ZSM-5-zeolites synthesis. The properties of iron and copper nanopowders deposited on ZSM-5 type high-silica zeolites have been investigated. The structural characteristics of the studied advanced materials are determined, and the dependence of properties on structural data is shown. The possibility of practical application of these materials is shown.

**Keywords:** high-alumina ceramics, ZSM-5-zeolites, Cu,Fe-nanopowders.

В предлагаемой статье приводятся результаты многолетних научных изысканий, выполненных в Амурском комплексном научно-исследовательском институте ДВО РАН, Амурском государственном университете, Дальневосточном высшем общевойсковом командном училище МО РФ. Научные исследования посвящены разработке принципов создания перспективных высокоглинозёмистых конструкционных радиационностойких материалов и металлосодержащих нанопорошков, стабилизированных пористыми кристаллами на основе Al, Si-содержащих неорганических соединений. Объединяют эти исследования использование оксидных и алюмосиликатных минералов и их синтетических аналогов в качестве основной матрицы многокомпонентных неорганических материалов и возможность использования материалов в экстремальных условиях эксплуатации. Первая часть статьи посвящена керамическим материалам, вторая часть – нанопорошкам, стабилизированным цеолитами.

К конструкционным материалам, используемым в различных узлах военно-технических установок и конструкций, работающих в экстремальных условиях эксплуатации, предъявляются особые требования. Так, керамические диэлектрические материалы, применяемые в качестве конструкционных в оболочках атомных реакторов, должны выдерживать механические, электрические, термические нагрузки, поэтому исследование закономерностей в цепочке «Состав – структура – свойства» имеет важное практическое значение.

Керамические конструкционные оксидные материалы на основе  $Al_2O_3$  обладают рядом общих свойств: обладают низкими диэлектрическими потерями в широком интервале частот и температур, большим удельным сопротивлением, значительными величинами электрической и механической прочности, устойчивостью к термоударам. Образцы керамических диэлектриков были изготовлены методом горячего литья под давлением на термопластической связке. Керамические материалы по набору прочностных свойств можно отнести к классу наиболее радиационностойких материалов, они успешно конкурируют со сталями. Стёкла, резина, пластмассы уступают керамическим материалам по радиационной стойкости [1, с. 30–190; 2, с. 186–201]. Стабильность свойств обусловлена, в частности, неизменностью структурных и упругих характеристик [3, с. 13; 4,

с. 119]. В исследованных кварцевых и стеатитовых керамических конструкционных материалах наблюдалось изменение распределения дефектов и образование новых кристаллических фаз вследствие нейтронного облучения в атомном реакторе [5, с. 11; 6, с. 232–233].

Химический состав исследованных керамических материалов приведён в таблице 1. По количественному содержанию оксида алюминия образцы отнесены к высокоглинозёмным: содержание кристаллической фазы  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  составляет более 70 % в массовых долях (таблица 2).

Таблица 1

Химический состав исследуемых керамических материалов [1, с. 9]

Марка керамики	Содержание оксидов (масс. %)					
	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{BaO}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$
МК	99,34	0,05	–	–	0,03	0,58
ГБ-7	97,09	0,95	0,08	–	0,90	–
УФ-46	76,14	15,28	0,30	3,16	1,80	1,88

Таблица 2

Фазово-минералогический состав керамики [1, с. 9]

Марка керамики	Состав (масс. %)				
	кристаллофазы			стеклофаза	
	наименование	хим. формула	содержание (масс.%)	наименование	содержание (масс.%)
МК	корунд	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	99-0,п	алюмо-силикатная	1
	шпинель	$\text{MgAl}_2\text{O}_4$	0,п		
ГБ-7	корунд	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	91-92	бороалюмосиликатная	9-8
УФ-46	корунд	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	70+0,q (q=m+p+r+s)	алюмо-силикатная	30-0,q
	кварц	$\text{SiO}_2$	0,m		
	цельзиан	$\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	0,p		
	анортит	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	0,r		
	муллит	$3[\text{Al}_2\text{O}_3]$ $2[\text{SiO}_2]$ ,	0,s		

		примеси Na, Mg, Fe и др.			
--	--	-----------------------------	--	--	--

Образцы керамических материалов были облучены в канале атомного реактора быстрыми нейтронами флюенсом  $3,7 \cdot 10^{21}$  нейтрон/см<sup>2</sup> в течение 3,5 лет, исследованы методом Дебая-Шеррера на рентгеновском дифрактометре общего назначения ДРОН-3 на  $\text{Cu-K}\alpha$ -излучении с фокусировкой по Бреггу-Брентано.

Структурные характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3

Рентгенометрические данные микролита

CPDS						$\text{Al}_2\text{O}_3$ в исходном МК		$\text{Al}_2\text{O}_3$ в облучённом МК		PDWin	
№№ п/п	H	K	L	d(hkl)	I/I <sub>0</sub> (%)	d\h (Å)	I/I <sub>0</sub> (%)	d\h (Å)	I/I <sub>0</sub> (%)	d\h (Å)	I/I <sub>0</sub> (%)
1	1	1	6	1,60060	100,00	1,601	100	2,41		2,39	19
2	1	1	3	2,08368	96,10	2,085	94	2,29		2,28	13
3	1	0	4	2,54976	95,20	2,551	92	1,99		1,98	72
4	3	0	0	1,37236	62,80	1,373	60	-		1,86	6
5	1	0	-2	3,47732	58,60	3,49	55	-		1,52	6
6	2	0	-4	1,73866	50,10	1,740	47	1,42		1,4	100
7	1	1	0	2,37700	44,50	2,378	42	1,15		1,14	13
8	2	1	4	1,40332	40,80	1,404	36	-		0,99	6
9	1	0	10	1,23880	18,60	1,239	15	-		0,88	6
10	1	1	9	1,23371	9,90	1,234	7	-		0,81	6
11	2	0	-10	1,09856	9,00	1,099	7				
12	1	0	-8	1,51052	7,90	1,511	6				
13	2	2	0	1,18850	7,30	1,189	5				

В результате было установлено изменение межплоскостных расстояний в кристаллических фазах керамических материалов с соответствующим увеличением параметров ячеек Бравэ. В микролите МК произошёл фазовый переход  $\alpha$ -модификации  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в  $\gamma$ -модификацию, вследствие чего резко ухудшились прочностные характеристики. В микролите МК произошёл фазовый переход  $\alpha$ -модификации  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в  $\gamma$ -модификацию, вследствие чего резко ухудшились прочностные характеристики.

Оксид алюминия в исходной керамике отнесён к тригональной сингонии, в облучённой керамике – к кубической. Анализ рентгendifракционного спектра керамики ГБ-7 показал, что в результате облучения в кристаллических фазах увеличились параметры элементарных ячеек, произошло повреждение структуры, фазовых переходов не наблюдалось (рисунок 1) [7, с. 109]. В процессе пострadiационного отжига происходит частичное восстановление структуры (рисунок 2). После определения положения брэгговского максимума использовалась программа индицирования рентгенограмм и расчёта параметров, основанная на многомерном методе наименьших квадратов с последующими итерациями и отбраковкой резко выделяющихся линий индикации [1, с. 165].

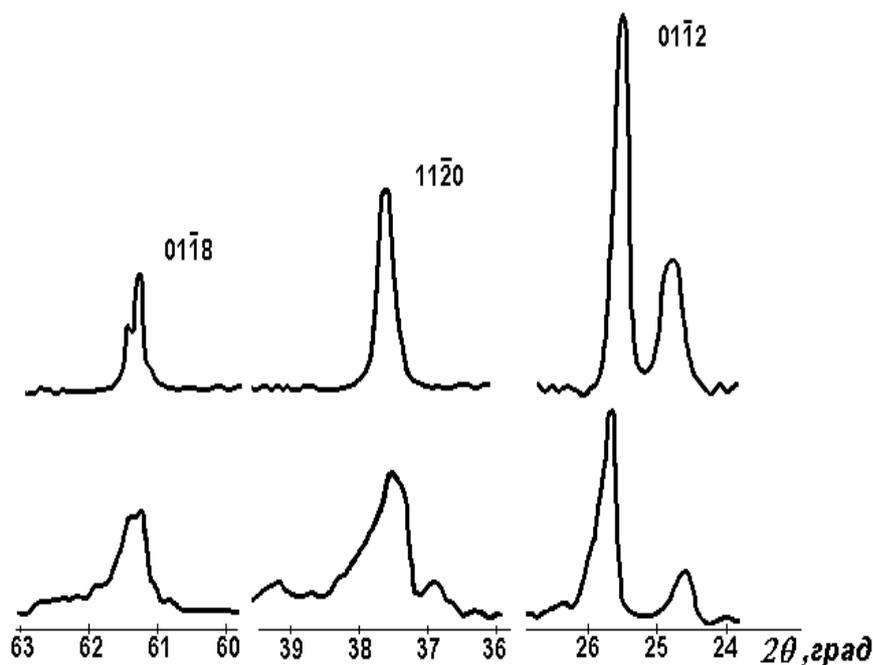


Рис. 1 Форма дифракционных линий корунда в керамике ГБ-7: до облучения (верхний спектр), после облучения (нижний спектр)

Результаты расчётов приведены в таблице 4. Из таблицы видно, что изменения параметров кристаллической решетки корунда зависят от типа керамики, но для всех трех керамик максимальное изменение размеров ячейки наблюдается вдоль оси «с». В керамике УФ-46 также наблюдалось увеличение параметров элементарной ячейки кристаллофаз. Из литературных данных известно, что исследование конструкционных материалов методом инфракрасной спектроскопии не только подтверждает  $\alpha$ - $\gamma$  – переход оксида алюминия в микролите под действием облучения, но и показывает зарождение  $\gamma$  – фазы в керамике ГБ-7 [3, с. 14]. В керамике УФ-46 подобных изменений под действием облучения не обнаружено: не выявлены ни образование новой фазы, ни зарождения её.

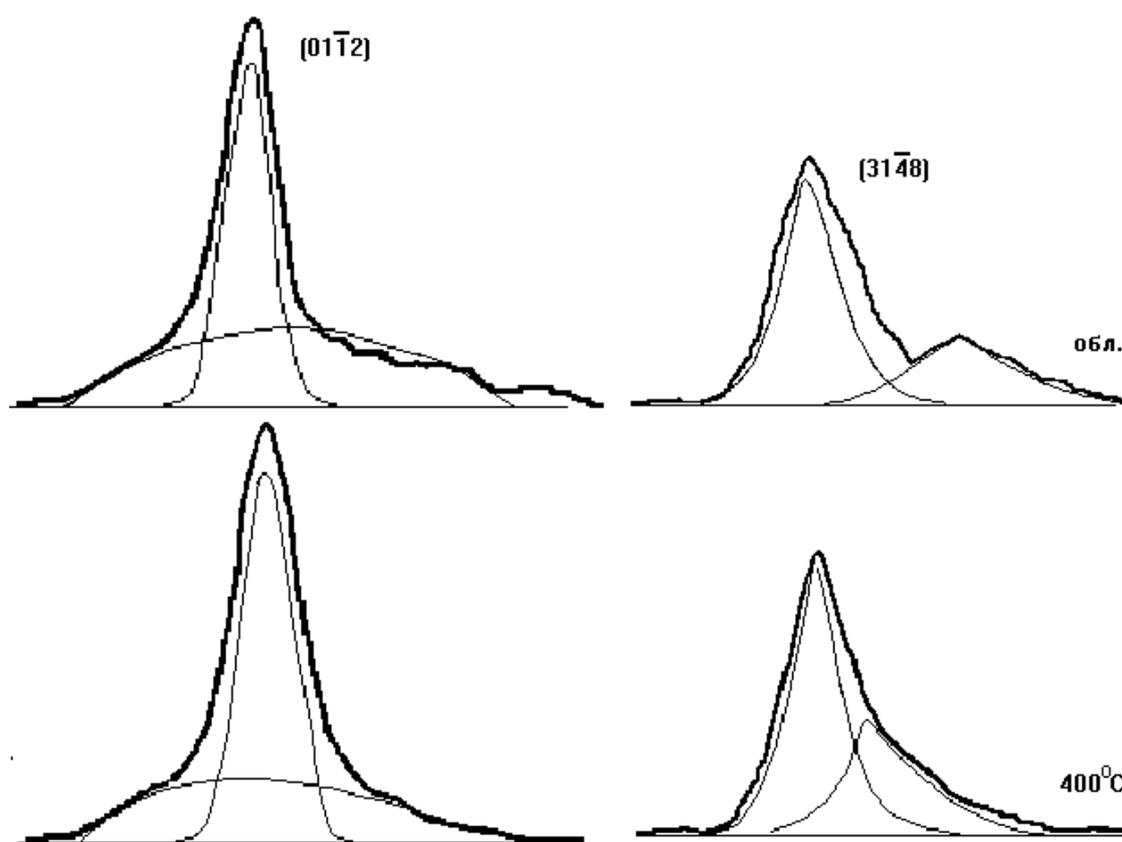


Рис. 2 Физические профили дифракционных максимумов корунда в керамике ГБ-7: после облучения (верхний спектр), после отжига при 400°C (нижний спектр). Тонкие линии – диффузные и брэгговские компоненты, восстановленные методом аппроксимации.

Таблица 4

Параметры элементарной ячейки корунда в облученной электрокерамике

Марка керамики	$a \pm \delta a, \overset{\circ}{\text{A}}$	$c \pm \delta c, \overset{\circ}{\text{A}}$	$\delta a/a, \%$	$\delta c/c, \%$
УФ-46	$4,7810 \pm 0,0008$	$13,023 \pm 0,004$	0,203	0,223
ГБ-7	$4,7786 \pm 0,0006$	$13,005 \pm 0,003$	0,147	0,151
МК	$7,8720 \pm 0,0080$	-	-	-

В термических пиках облучения при больших дозах или температурах облучения всегда происходит частичная аморфизация корунда [3, с. 13; 4, с. 119; 5, с. 11]. Видимо, именно этот процесс сопровождается образованием  $\gamma$  – фазы в материалах, уже имеющих вследствие облучения сильную катионную дефектность. Таким образом, можно предположить, что появление зародышей  $\gamma - Al_2O_3$  всегда сопровождает облучение корунда быстрыми нейтронами больших флюенсов. Исследования механической прочности высокоглиноземистой керамики, облученной до флюенса  $1,09 \cdot 10^{21}$  нейтрон/см<sup>2</sup>, показали, что наименьшие изменения прочностных характеристик  $\sigma_{изг.}$  и  $\sigma_{сж.}$  ( $\approx 14\%$  по сравнению с исходными значениями) наблюдаются в ультрафарфоре УФ-46, а в микролите МК и ГБ-7 уменьшаются  $\sigma_{изг.}$  и  $\sigma_{сж.}$  резко на 50% [1, с. 91–96].

Проводимые исследования компенсационного принципа повышения радиационной стойкости керамических диэлектриков [6, с. 233; 7, с. 112] показали, что при облучении стекол нейтронами в канале реактора их плотность в большинстве случаев увеличивается, они уменьшаются в объёме, кристаллические вещества, наоборот, разрыхляются и увеличиваются в объёме. Противодействие противоположных процессов замедляет нежелательные изменения в материале. Это позволяет конструировать композиционные материалы с радиационной стойкостью, существенно превышающей стойкость составляющих их компонент. Типичным примером может служить кварц и кварцевое стекло [5, с. 11]. Кристаллический кварц при облучении флюенсом быстрых нейтронов  $2 \cdot 10^{20}$  нейтрон/см<sup>2</sup> переходит в аморфное состояние и увеличивается в объеме при-

мерно на 15%, кварцевое стекло при этом же флюенсе уплотняется и уменьшается в объеме примерно на 3%. Таким образом, выполненные исследования хорошо согласуются с данными других авторов и подтверждают правомерность компенсационного принципа повышения радиационной стойкости.

Вторая часть статьи посвящена получению и исследованию нанопорошков. Исследованы термические свойства нанопорошков железа и меди, нанесённых на высококремнезёмные цеолиты типа ZSM-5.

Научно-технический прогресс в значительной мере определяется уровнем развития нанотехнологий. Интерес к наночастицам, в том числе к материалам на их основе, обусловлен специфическим набором свойств, характерным для наноразмерного состояния. Особенности нано- и микрогеометрии, высокая реакционная способность, метастабильность и энергонасыщенность наносистем открывают новые возможности для создания совершенных высокоселективных нанореагентов. Металлсодержащие наночастицы склонны к агломерации, поэтому в последнее время всё большее развитие получили методы стабилизации наночастиц на поверхности микрогранул, размеры которых доходят до нескольких микрометров. Преимущество таких объектов заключается в том, что наночастицы, закреплённые на поверхности такого носителя, теряют способность к агрегации и доступны для внешних реагентов. В этих системах важную роль приобретает влияние матрицы носителя на свойства металлических частиц, находящихся на его поверхности. Значительный интерес исследователей направлен на использование в качестве носителей высококремнезёмных цеолитов семейства ZSM благодаря их уникальным структурным, адсорбционным свойствам. Они являются цеолитами нового структурного типа, не имеющих природных аналогов и характеризуются высоким мольным отношением  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , обычно 10–100 и выше. Стабилизированные на поверхности цеолитов наночастицы металлов перспективны в качестве катализаторов при производстве различных химических веществ, включая производство топлива из традиционных и новых источников. При использовании наночастиц металлов в качестве катализаторов возникает

необходимость изучения их совместимости с реакционными компонентами и их термической устойчивости.

В качестве носителя использованы синтетические высококремнезёмные цеолиты (ВКЦ), относящиеся к одному типу ZSM, но синтезированные с разными структурообразующими добавками. Синтез ВКЦ проводили из щелочных алюмокремнегелей в стальных автоклавах при 170°C в течение 96 часов с использованием в качестве структурообразующих добавок гексаметилендиамина (ГМДА) и карбамида [8, с. 1816; 9, с. 78]. Источником кремния являлось жидкое стекло состава 9% Na<sub>2</sub>O, 29% SiO<sub>2</sub>, 62% H<sub>2</sub>O. Ионы Al<sup>3+</sup> вводили в реакционную смесь в виде раствора азотнокислого алюминия. После окончания кристаллизации твердый продукт отделяли от маточного раствора, промывали дистиллированной водой для удаления органических включений, сушили при 100°C в течение 12 часов и прокаливали при 540°C в течение 16 часов. Образцы, синтезированные с карбамидом, переводили в Н-форму (НВКЦ) обработкой 25% водным раствором NH<sub>4</sub>Cl при 90°C в течение 4 часов с последующим высушиванием при 100°C в течение 16 часов и прокаливанием на воздухе при 540°C в течение 6 часов. Элементный состав полученных образцов определяли атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре Hitachi 180-50. Основные характеристики исследуемых образцов приведены в таблице 5.

Таблица 5

Химический состав цеолитов (в мас. %)

образец	Структурообразующая добавка	Содержание, масс.%			$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	
НВКЦ(карб)	Карбамид NH <sub>2</sub> (CO)NH <sub>2</sub>	87,6	2,86	0,43	53
NaВКЦ(ГМДА)	ГМДА NH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> NH <sub>2</sub>	89,7	2,42	0,38	63

Синтезированные цеолиты модифицировали наноразмерными порошками (НП) Fe и Cu при механическом перемешивании в шаровой вибрационной мельнице КМ-1 в течение 2 часов на воздухе. НП металлов, полученные методом электрического взрыва проволоки в инертной среде, были предоставлены ООО

«Передовые порошковые технологии» г. Томска. Содержание НП Fe и Cu в образцах цеолитов составляло 10%. Фазовый состав образцов определён методом рентгенофазового анализа (РФА) на дифрактометре ДРОН-6 с использованием  $\text{CuK}_\alpha$ -излучения с Ni-фильтром. Термические свойства изучали методом синхронного термического анализа (СТА) с одновременной регистрацией кривых термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) на приборе STA 449C Jupiter (фирмы “NETZSCH”) в платиновых тиглях. Скорость нагрева составляла  $5^\circ\text{C}/\text{мин}$  до  $900^\circ\text{C}$  в атмосфере аргона, содержащего до  $10^{-4}$  об. % кислорода. Масса навесок 6-15 мг. Точность измерения температуры  $\pm 1^\circ\text{C}$ , изменения массы  $\pm 1 \cdot 10^{-2}$  мг. Электронно-микроскопические исследования кристаллов цеолитов и НП меди и железа проведены на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6490LV.

По данным РФА в Fe-нанопорошке присутствует только фаза Fe ( $Im\bar{3}m$ ,  $a=2.86 \text{ \AA}$ ). Нанопорошок меди содержал две фазы: Cu (кубическая сингония,  $Fm\bar{3}m$ ,  $a=3.61 \text{ \AA}$ ) и CuO (моноклинная сингония,  $C2/c$ ).

Частицы цеолита, полученные с использованием ГМДА, имеют вид поликристаллических сфероидов, состоящих из сросшихся монокристаллов в виде тетрагональных призм с углом между гранями  $90^\circ$  и размером  $\sim 0,8 \text{ мкм}$  (рисунок 3).

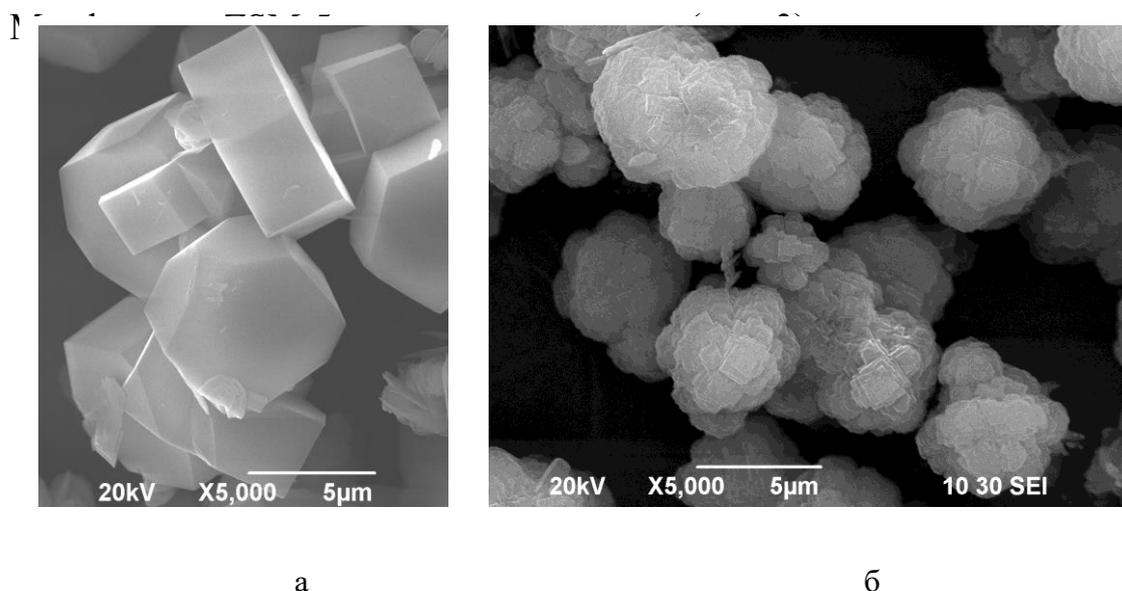


Рис. 3 Электронно-микроскопические снимки цеолитов, синтезированных с использованием: а) карбамида; б) гексаметилендиамина

Размеры сфероидов в основном колеблются от 3 до 8 мкм. Применение карбамида способствует образованию изолированных хорошо огранённых кристаллов цеолита с размерами граней от 2 до 10 мкм. Также присутствует небольшое количество пластинчатых кристаллов толщиной  $0,1 \div 0,2$  мкм. Данные по морфологии кристаллов цеолитов свидетельствуют о двух механизмах синтеза.

На основании данных РФА синтезированные образцы были идентифицированы как цеолиты типа ZSM-5. Цеолиты, полученные с использованием ГМДА, отнесены к ромбической сингонии  $Pnma$  с параметрами решётки  $a=20.09$  Å,  $b=19.84$  Å,  $c=13.49$  Å. Цеолиты, полученные с использованием карбамида, отнесены к гексагональной сингонии с параметрами решётки  $a=20.08$  Å,  $c=13.49$  Å. Модифицирование цеолитов НП Fe и Cu методом сухого механического смешения не изменяет структуру соответствующего цеолита. На рентгенограммах образцов с модифицирующими добавками, на фоне рефлексов, принадлежащих цеолиту ZSM-5 видны дифракционные максимумы, которые относятся к отражению от плоскостей модифицирующих агентов (рисунок 4).

При модифицировании цеолитов НП Fe и Cu в шаровой мельнице в результате механической активации на поверхности кристаллов цеолита образуется слой изолированных друг от друга наночастиц. Средний размер частиц железа, для образцов NaVKЦ(ГМДА)-Fe 10% и NBKЦ(карб)-Fe 10% составил 98 и 103 нм соответственно, размер частиц меди в образце NaVKЦ(ГМДА) Cu 10% – 96 нм.

*Термические свойства НП меди и железа.* Реакционную способность НП оценивали по данным термогравиметрии: по температуре начала окисления ( $T_{но}$ , °C); по приросту массы образцов за счёт образования оксидов ( $\Delta m$ , % масс.); по скорости окисления металла - изменению массы образца в минуту ( $V_{ок}$ , мг/мин.) [10, с.72].

НП Cu начинает окисляться со  $191^\circ\text{C}$ . Окисление НП Cu при температурах до  $500^\circ\text{C}$  сопровождается увеличением массы образца на 11%. Скорость процесса в интервале  $191 - 220,8^\circ\text{C}$  составляет  $0,005$  мг/мин, дальнейшее окисление

до температуры 420°C протекает с возрастанием скорости до 0,0136 мг/мин и при температуре > 420°C масса образца практически не меняется.

Температура начала окисления НП Fe – 161°C. При нагревании до 700°C рост массы за счет окисления составил 30,14%. Скорость окисления НП в диапазоне 161-238°C – 0,009 мг/мин, в интервале температур от 238 до 700°C возросла до 0,015 мг/мин. Таким образом, Si имеет большую температуру начала окисления (191°C), чем Fe (161°C), что совпадает с положением металлов в ряду напряжений. Кроме того, на термическую устойчивость НП влияет защитная оксидная пленка.

*Влияние носителя на термические характеристики нанопорошков.* Согласно данным СТА в температурном интервале от 20 до 900°C для немодифицированных цеолитов характерна плавная потеря массы, обусловленная дегидратацией цеолитов. Основная потеря массы происходит в интервале 60-250°C. Процесс дегидратации воды протекает в несколько стадий, вследствие того, что вода, локализована в различных местах структуры цеолита, неодинакова в отношении доступности. Кристаллы цеолитов типа ZSM-5 пронизаны прямыми каналами сечением 0,54x0,56 нм, которые пересекаются с зигзагообразными каналами сечением 0,54x0,51 нм [11, с. 1923].

В местах пересечения этих каналов образуются приблизительно сферические области диаметром 0,8 нм. Итак, в цеолитах ZSM-5 имеются, по крайней мере, три сорта областей, в которых поступательная и вращательная подвижности молекул адсорбата могут различаться. В интервале 750–900 °C наблюдаются эндоэффекты, не сопровождающиеся потерей веса [12, с.734].

Вид термограмм модифицированных образцов обусловлен как изменениями в цеолите при нагревании, так и вкладом модифицирующей добавки. На начальных стадиях нагрева происходит потеря массы образцов, сопровождаемая эндотермической реакцией, что обусловлено испарением влаги. Последующий нагрев в атмосфере аргона ведет к увеличению массы образцов, который происходит в две стадии для Fe-содержащих образцов и в одну – для Si-содержащих.

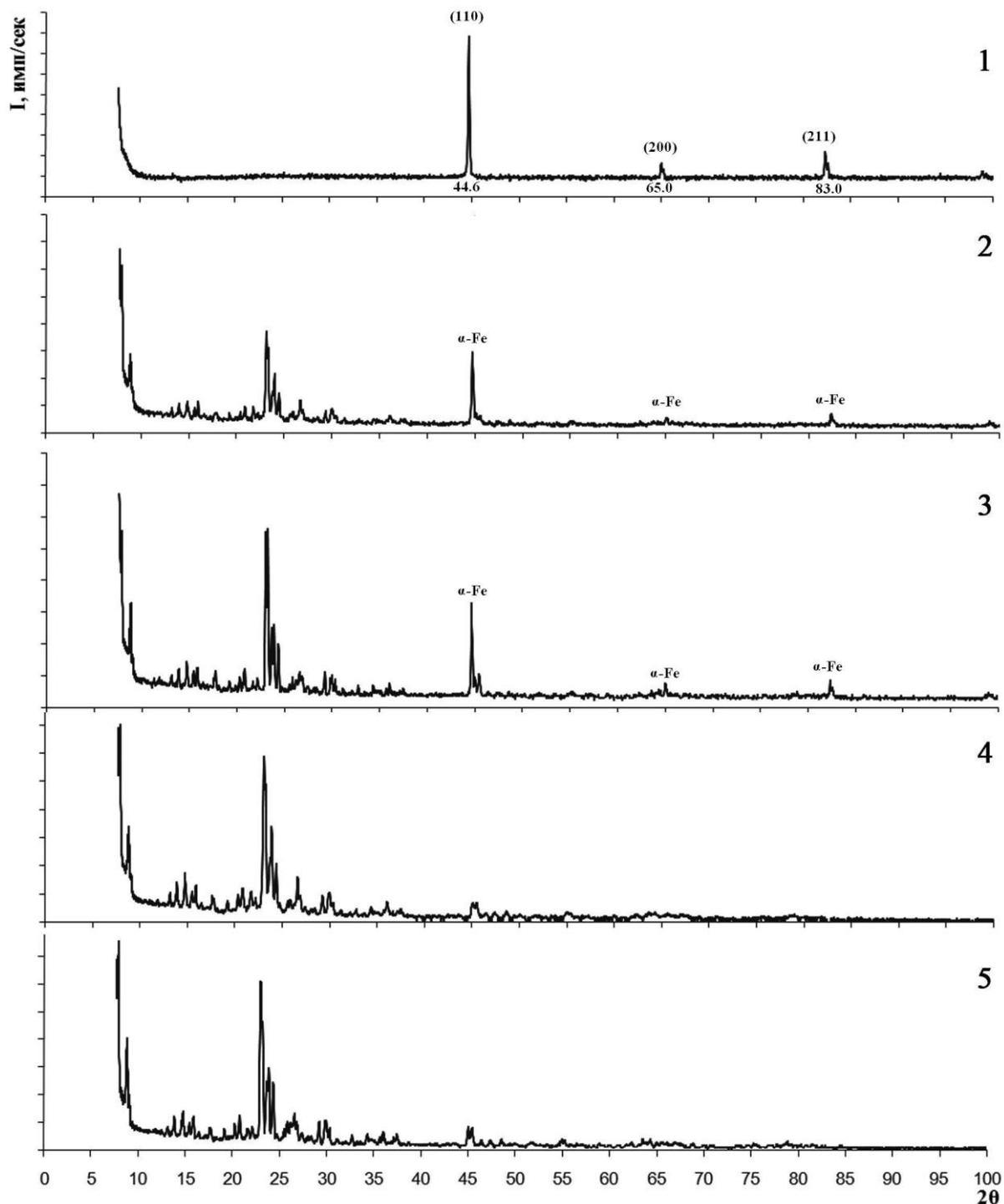


Рис. 4 Рентгенограммы: 1 – НП железа, 2 – НВКЦ(карб.)10%Fe; 3 – NaVКЦ(ГМДА)10%Fe; 4 – НВКЦ(карб.); 5 – NaVКЦ(ГМДА)

Увеличение массы обусловлено процессами окисления.

Процесс окисления наночастиц меди, нанесенных на цеолит, протекает в интервале 479–614°C. На кривой ДСК фиксируется экзоэффект с максимумом при 577°C. Прирост массы образца согласно данных термогравиметрии равен

0,38%, что в пересчете на массу наночастиц меди составляет 4,18%. Скорость окисления меди, нанесенной на ВКЦ, составила 0,0022 мг/мин, что ниже скорости окисления исходного НП Cu. С 236 °С (для образца, в котором матричная основа - цеолит на основе карбамида) и 279 °С (для гексаметилендиаминового цеолита) начинается первая стадия окисления НП железа, которая продолжается до 400 °С (увеличение массы на кривой ТГ и экзоэффект на кривой ДСК). Температура начала окисления наночастиц железа, нанесенных на цеолиты, превышала температуру начала окисления чистого НП железа на 75 и 118°С. Вторая стадия окисления продолжается до 510°С для образца NaVKЦ(ГМДА) Fe 10% и до 680,5°С для НКВКЦ (карб.).

Для НП железа, нанесенного на цеолит, синтезированный с помощью ГМДА, окисление при нагревании происходит с изменением массы равным 19,36% (в пересчете на металл), в то время как для образца НКВКЦ(карб.) Fe 10% изменение массы больше и составляет 22,11%. Из результатов, приведенных в таблице 5 следует, что скорость окисления для железа, нанесенного на NaVKЦ (ГМДА) в 4,3 раза выше, чем при использовании в качестве носителя цеолита на основе карбамида, но в 3 раза ниже исходного нанопорошка.

Воздействие цеолита на свойства НП металла обусловлено процессами, происходящими на границе раздела металл – носитель, где происходит непосредственное сближение атомов поверхности цеолита и атомов металла НП. Наблюдаемое различие во влиянии цеолитов, синтезированных с различными структурообразующими добавками, на термические параметры наночастиц железа, объясняется разной силой кислотных центров, обусловленное как декатионированием ВКЦ на основе карбамида, так и содержанием алюминия. Кроме того, с помощью метода термопрограммированной десорбции аммиака было показано, что ВКЦ, полученные с использованием карбамида, имеют большую концентрацию и силу кислотных центров по сравнению с ВКЦ, синтезированными с помощью ГМДА [13, с. 33].

Таким образом, при нанесении наночастиц на цеолитную матрицу, устойчивость их к окислению возрастала [14, с. 1006].

## Библиографический список

1. Костюков Н. С. Диэлектрики и радиация. В 8 кн. Кн. 7. Механическая и электрическая прочность и изменение структуры при облучении. / Н. С. Костюков, Е. С. Астапова, Е. Б. Пивченко [и др.] М.: Наука, 2001. – 256 с., ил.; – Библиогр.: с. 217–225. – 340 экз. – ISBN 5-02-032719-0.
2. Костюков Н. С. Диэлектрики и радиация. В 4 кн. Кн. 3. Влияние трансмутантов на свойства керамических диэлектриков. / Н. С. Костюков, Е. С. Астапова, И. Е. Ерёмин [и др.] – М.: Наука, 2007. – 279 с., ил.; – Библиогр.: с. 205–223. – 350 экз. – ISBN 978-5-02-034285-9.
3. Ванина Е.А. Явления упорядочения радиационных дефектов в корундовой керамике / Е. А. Ванина, Е. С. Астапова // Огнеупоры и техническая керамика. – 2006. – № 8. – С. 12–15. – Библиогр.: с. 15.
4. Ванина Е.А. Распределение точечных дефектов после нейтронного облучения в кристаллических материалах / Е. А. Ванина, Е. М. Веселова, Е. С. Астапова // Известия вузов. Сер. Физика. – 2011. – Т.54. – № 5. – С.118–121. – Библиогр.: с. 121.
5. Астапова Е. С. Структурные изменения в кварцевой керамике после реакторного облучения / Е. С. Астапова // Физика и химия обработки материалов. – 1997. – № 3. – С.10-12. – Библиогр.: с. 12.
6. Попова И. В. Долговременные радиационные изменения стеатитовой керамики СК-1 / И. В. Попова, Е. С. Астапова, Е. А. Ванина, Н. С. Костюков // Атомная энергия. – 2002. – Т.92. – Вып.3. – С.231-234. – Библиогр.: с. 234.
7. Астапова Е. С. Тензорное исчисление в задаче определения упругих характеристик / Е. С. Астапова // Актуальные проблемы преподавания математики в образовательной организации высшего образования: материалы конференции. – Кострома: Изд. ВА РХБЗ, 2018. – с. 107–113.
8. Величкина Л. М. Синтез, физико-химические и каталитические свойства СВК-цеолитов / Л. М. Величкина и др. //Журнал физической химии. – 2007. – Т.81. – № 10. – С.1814–1819. – Библиогр.: с. 1819.
9. Радомская В. И. Синтез и структурные особенности железосодержащих

цеолитов / В.И. Радомская, Е. С. Астапова, С. М. Радомский и др. // Химическая технология. – 2009. – № 2. – С.75–81. – Библиогр.: с. 81.

10. Астапова Е. С. Влияние носителя на термическую устойчивость наночастиц железа / Е. С. Астапова, В. С. Радомский, А. С. Заева и др. // Физика и химия обработки материалов. – 2011. – № 5. – С.68–75. – Библиогр.: с. 75.

11. Миначѐв Х. М. Кондратьев Д. А. Свойства и применение в катализе цеолитов типа пентасил / Х. М. Миначев, Д. А. Кондратьев // Успехи химии. – 1983. – Т.52. – № 12. – С.1921–1933. – Библиогр.: с. 1973.

12. Астапова Е. С. Термические свойства наночастиц меди / Е. С. Астапова, В. С. Радомский, И. А. Астапов // Перспективные материалы. – 2011. – № 13. – С.731–737. – Библиогр.: с. 737.

13. Величкина Л. М. Синтез, кислотные и каталитические свойства высококремнеземных цеолитов типа ZSM-5 / Л. М. Величкина, Л. Л. Коробицына, А. В. Восьмиреков // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2005. – №10. – С.32–35. – Библиогр.: с. 35.

14. Radomskii V. S., Astapova E. S., Radomskii S. M. Structure and Thermal Properties of Zeolites Modified with Fe and Cu Nanopowders / V. S. Radomskii, E. S. Astapova, S. M. Radomskii // Inorganic Materials. – 2015. – Vol. 51. – № 10. – Pp. 999-1007. – Bibliogr.: p. 1007.

УДК 699.85: 623.245

**И. А. Веприяк<sup>1</sup>, С. Д. Чижумов<sup>2</sup>, Н. Н. Случанинов, С. В. Кошкин**  
Военный институт (ЖДВ и ВОСО) Военной академии МТО  
им. генерала армии А.В. Хрулева, г. Санкт-Петербург  
*vatt-pdv@mil.ru<sup>1</sup>*  
*chizhium@rambler.ru<sup>2</sup>*

## **АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЛЕГКИХ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

В статье рассматриваются заглубленные в грунт быстровозводимые защитные сооружения для гражданской обороны и фортификации на основе цилиндрических гофрированных

оболочек. Представлено обоснование достоинств таких конструкций из стали и полимерных композиционных материалов по сравнению с железобетонными. Отмечается недостаток нормативных правил для защитных сооружений рассматриваемого типа. Выполнен расчётный анализ и сопоставление напряжений и деформаций для вариантов конструкций из стали и стеклопластика. Предложено применение наружного слоя стенок сооружения, поглощающего энергию ударной волны.

**Ключевые слова:** защитное сооружение, фортификационная волнистая сталь, стеклопластик, гофрированная оболочка, ударная волна, эквивалентная статическая нагрузка

**I. A. Veprinyak<sup>1</sup>, S. D. Chizhiumov<sup>2</sup>, N. N. Sluchaninov, S. V. Koshkin**  
Military Institute (ZhDV and VOSO) Military Academy of MTO  
them. General of the Army A.V. Khrulev, St. Petersburg  
*vatt-pdv@mil.ru<sup>1</sup>*  
*chizhium@rambler.ru<sup>2</sup>*

## **ANALYSIS OF VARIANTS OF PERSPECTIVE MATERIALS AND ELEMENTS FOR FAST MOUNTED LIGHT PROTECTIVE STRUCTURES**

The article deals with quickly mounted underground protective structures for civil defense and fortification on the basis of cylindrical corrugated shells. The arguments of the advantages of such structures made of steel and polymer composite materials in comparison with reinforced concrete is presented. The lack of regulatory rules for protective structures of this type is noted. A computational analysis and comparison of stresses and strains for variants of structures made of steel and fiberglass have been performed. The use of the outer layer of structure walls, which absorbs the shock wave energy, is proposed.

**Keywords:** protective structure, fortification corrugated steel, fiberglass, corrugated shell, shock wave, equivalent static load

Опасность применения ядерного оружия в условиях скоротечности боевых действий, высокой подвижности войск и перемещения гражданского населения усугубляется недостатком времени на строительство долговременных железобетонных сооружений гражданской обороны и фортификации. Для решения этой проблемы войска должны оснащаться инженерной техникой, способной в короткие сроки выполнять большие объемы земляных работ, а также быстро монтируемыми сборными защитными сооружениями.

Защитные сооружения гражданской обороны, а также фортификационные сооружения закрытого типа (заглубленные в грунт) обеспечивают наиболее надежную защиту людей, боевой техники и имущества от ядерного оружия. Например, уровень радиации (гамма-излучения и нейтронов) под слоем грунта

толщиной 0,5 м снижается примерно в 70 раз, а под слоем толщиной 1 м – в 1500 раз [1, с. 54].

Быстровозводимые сооружения, как правило, должны обеспечивать защиту от воздействия избыточного давления во фронте воздушной ударной волны  $DP$ , равного 100 кПа [2, с. 6]. В нормативных документах расчётные давления для погруженных в грунт сооружений задаются в зависимости от  $DP$ . В расчетах динамические нагрузки от избыточного давления воздушной ударной волны допускается сводить к эквивалентным статическим нагрузкам с учетом коэффициентов динамичности [1, с. 34].

Следует отметить, что нормативные правила [1–2] предусматривают применение железобетонных защитных сооружений. Однако такие конструкции, как правило, имеют большой вес и являются капитальными. Мобильные конструкции, включая фортификационные сооружения, извлекаемые из земли при смене дислокации, должны быть легкими, быстровозводимыми и разбираемыми, состоящими из стандартных элементов, массовое производство которых может быть оперативно налажено.

Примерами быстровозводимых фортификационных сооружений являются конструкции типа КВС (рис. 1), «Пакет» [3, с. 57], «Бункер», «Панцирь», «Профиль» [4, с. 76]. Наиболее распространены конструкции в виде цилиндрических гофрированных оболочек из элементов фортификационной волнистой стали (ФВС), которые имеют ряд достоинств: жесткость, прочность, малые габариты, обеспечивающие транспортабельность сооружений, быстрота и простота сборки из стандартных элементов небольшого веса (около 30 кг).

Такие оболочки имеют внутренний диаметр от 180 до 250 см (рисунок 2). Элементы ФВС представляют собой дугообразные листы из оцинкованной гофрированной стали (7 волн) шириной 650 мм (рисунок 1), скрепляемые в процессе сборки друг с другом: по окружности – болтовыми соединениями, а по длине – путём перекроя крайних гофров.

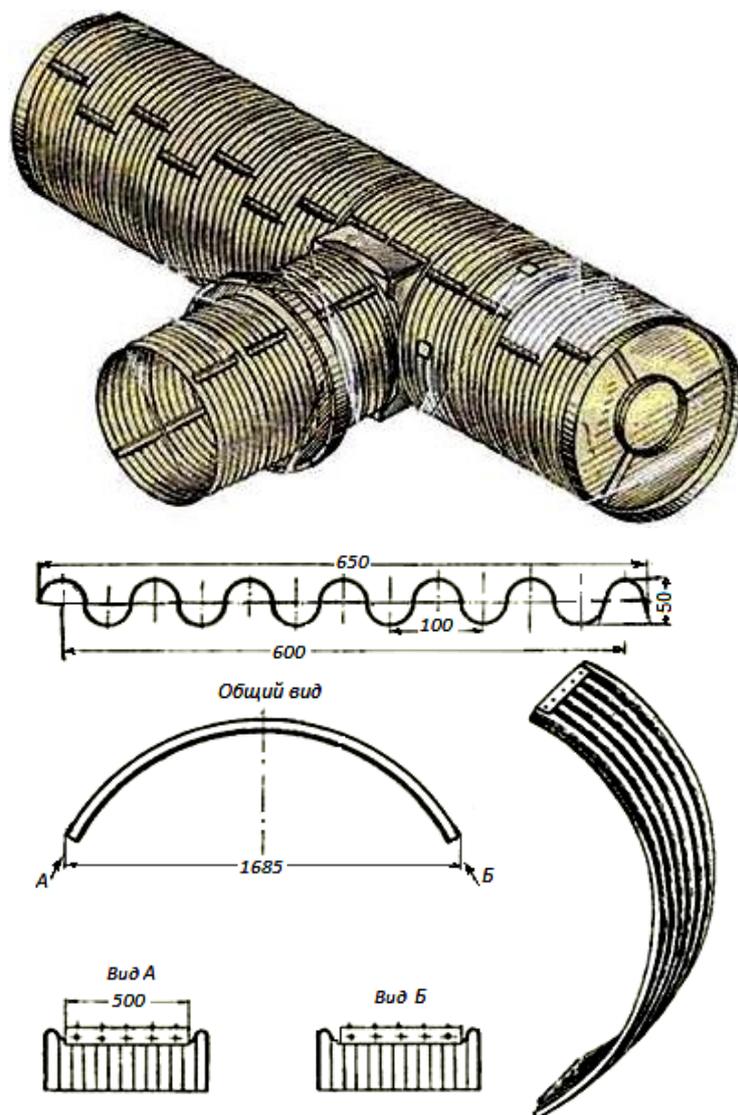


Рис. 1 Сооружение КВС-А и вид стандартного элемента из ФВС [4, с. 78]

Несмотря на достоинства элементов из ФВС, их изготовление технологически сложно, так как требует трудоёмкой гибки в двух направлениях или штамповки. А при малой толщине листов и при большой высоте гофров по отношению к их ширине выполнение этих операций вообще становится проблематичным. В связи с этим, при дальнейшем анализе рассмотрим вариант элемента из ФВС с увеличенной шириной гофров (рисунок 2, в) по сравнению со стандартной (от 100 до 200 мм).

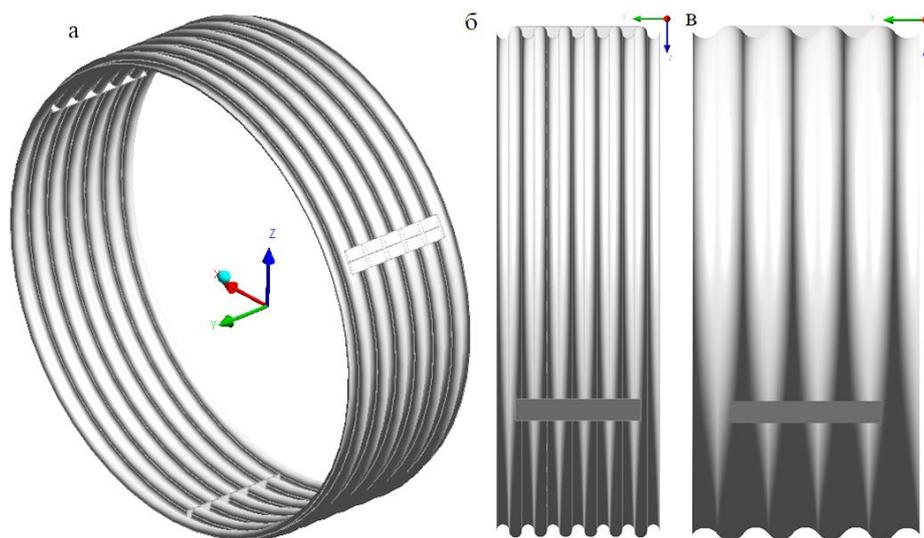


Рис. 2 Кольцо, собранное из трех элементов волнистого материала: а) общий вид; б) вид сбоку при ширине гофра  $a=100$  мм; в)  $a=200$  мм

Кроме стали, перспективными материалами для изготовления оболочек защитных сооружений являются полимерные композиционные материалы (ПКМ), в частности, стеклопластики и углепластики. При сопоставимой или даже более высокой прочности они имеют существенно меньший вес [5, с. 135]. Для цилиндрических оболочек из ПКМ, работающих на сжатие, предпочтителен гофрированный профиль, аналогичный ФВС. Для плоских элементов, работающих на изгиб, более эффективны трёхслойные, в частности, сотовые конструкции.

Для сопоставления прочности и жёсткости различных вариантов конструкций выполнены расчёты в программном комплексе ANSYS в линейной статической постановке. Расчётное давление принимается равным давлению на фронте ударной волны. Грунт представляется в виде упругого основания Винклера, работающего только на сжатие. Коэффициент упругого основания принят переменным от 100 МПа/м (в нижней части сооружения) до 10 МПа/м (в верхней части). Модель стеклопластика принята приближённой, без прямого учёта структуры армирования.

В расчётной модели рассмотрено только поперечное действие нагрузки. В связи с этим из сооружения выделено кольцо шириной в две волны гофров. На краях кольца приняты условия симметрии. Варианты моделей приведены на рисунке 2. Высота гофров равна 50 мм.

Расчётное вертикальное динамическое давление принимается равным давлению на фронте ударной волны 100 кПа, что приближённо соответствует нагрузке от взрыва мощностью 100 килотонн на расстоянии 120 м или 1 килотонна на расстоянии 25 м от эпицентра [6, с. 93]. Расчётная горизонтальная динамическая нагрузка от грунта в строительных правилах [1, с. 28] вводится с учётом понижающего коэффициента бокового давления  $K_b$ , учитывающего податливость грунта и изменяющегося от 0,4 (для песчаного грунта с малым водонасыщением) до 1 (для водонасыщенного грунта). Если применяется серийное производство элементов конструкций защитных сооружений, то необходимо ориентироваться на наихудший случай передачи динамического давления на конструкцию ( $K_b = 1$ ) или предусмотреть различные модификации конструкций для разных грунтов. В расчётах принято  $K_b = 1$ .

В таблице представлены основные результаты расчётов. На рисунке 3 представлены формы поперечной деформации конструкций.

Таблица

Основные результаты расчётов

№	Вариант	Наибольший прогиб, мм	Наибольшие напряжения, МПа		
			приведенные (по Мизесу)	растяжение	сжатие
1	Сталь, $t=2$ мм, $a=100$ мм	3,2	111	46	114
2	Сталь, $t=2$ мм, $a=200$ мм	4,0	141	116	138
3	Стеклопластик, $t=2$ мм, $a=100$ мм	15,5	110	46	111
4	Стеклопластик, $t=2$ мм, $a=200$ мм	23	140	106	131
5	Стеклопластик, $t=3$ мм, $a=100$ мм	10	72	25	80
6	Стеклопластик, $t=3$ мм, $a=200$ мм	14	82	49	95

По результатам расчётов можно сделать ряд выводов:

1. Ширину гофров ФВС можно увеличить до 200 мм по сравнению с общепринятой без существенных потерь жёсткости и прочности (в рамках допустимых величин).

2. Конструкции из стеклопластика менее жёсткие, чем стальные. Для достоверных выводов об их применимости в дальнейшем планируется дополнительный анализ устойчивости и нелинейного поведения с учётом структуры армирования. Однако уже сейчас можно сказать, что они обеспечивают выигрыш в весе. Жёсткость можно значительно повысить путём подбора схем армирования, особенно путём замены стеклопластика на углепластик.

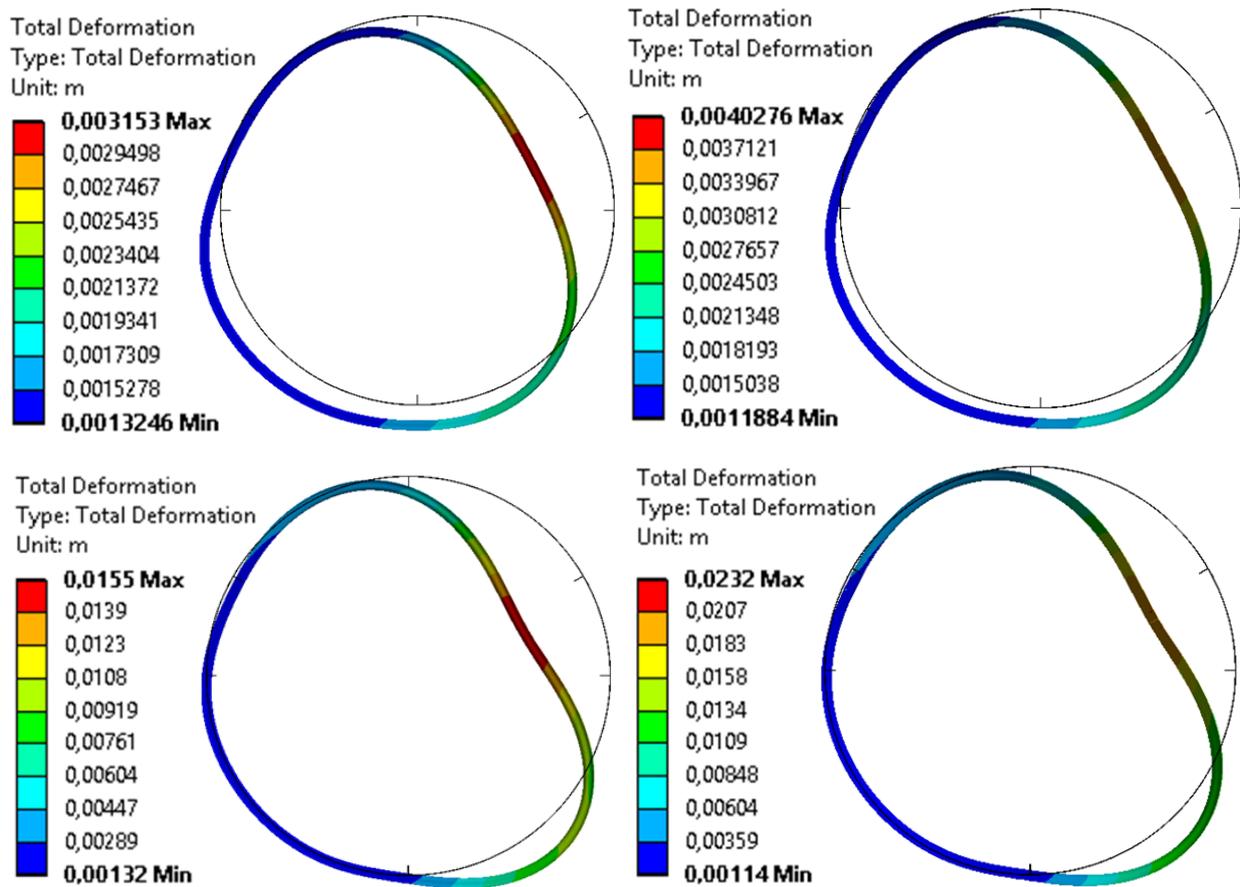


Рис. 3 Формы поперечной деформации конструкций для вариантов 1-4

Следует отметить, что применение современной технологии вакуумной инфузии позволяет обеспечить высокую технологичность изготовления элементов из ПКМ. Кроме того, учитывая возможность значительного снижения веса конструкций из ПКМ, перспективным представляется их сборка на месте возведения не из сегментов колец, а из полных кольцевых элементов. В этом случае

упрощается конструкция колец, уменьшается число соединений, вероятность дефектов сборки и концентрации напряжений. Изготовление колец из ПКМ при этом может быть выполнено методом намотки армирующего волокна, отличающимся высокой производительностью.

Отметим обстоятельства, связанные с динамическим характером и неравномерностью нагрузки. Данные вопросы требуют дополнительных исследований. В данной работе ограничимся лишь принципиальными соображениями.

При наличии в грунте валунов, крупной гальки или других твёрдых включений и неоднородностей возникает вероятность местных пластических деформаций, смятия ФВС при воздействии ударной волны. В результате несущая способность сооружения существенно снижается. Конструкции из ПКМ в таких случаях будут иметь ещё более опасные хрупкие разрушения.

Следовательно, необходимо исключить или значительно снизить вероятность действия сосредоточенных нагрузок на оболочку. Это можно сделать путём применения дополнительного наружного слоя, который способен сгладить неоднородность нагрузок и поглотить, полностью или частично, энергию ударной волны. Такой слой предлагается выполнить из относительно легко сминающегося материала, например, пенопласта. Как видно на рисунке 4, при напряжениях до 0,3 МПа деформации сжатия пенопластов плотностью 60 кг/м<sup>3</sup> не превышают 4 %. В случае неоднородностей грунта наружный слой будет сминаться, поглощая энергию твёрдых включений, однако это предотвратит местные повреждения основной оболочки, или значительно снизит их вероятность. После извлечения защитного сооружения из земли, перед повторным использованием наружный слой может быть относительно просто восстановлен.

Дополнительные неравномерные нагрузки могут быть связаны с морозным пучением грунта (особенно глинистого), которые могут достигать значительных величин (до 60 кПа и более). Они могут быть компенсированы как за счёт смятия наружного слоя пенопласта, так и вследствие малой жёсткости гофров при продольной деформации от общего изгиба сооружения.

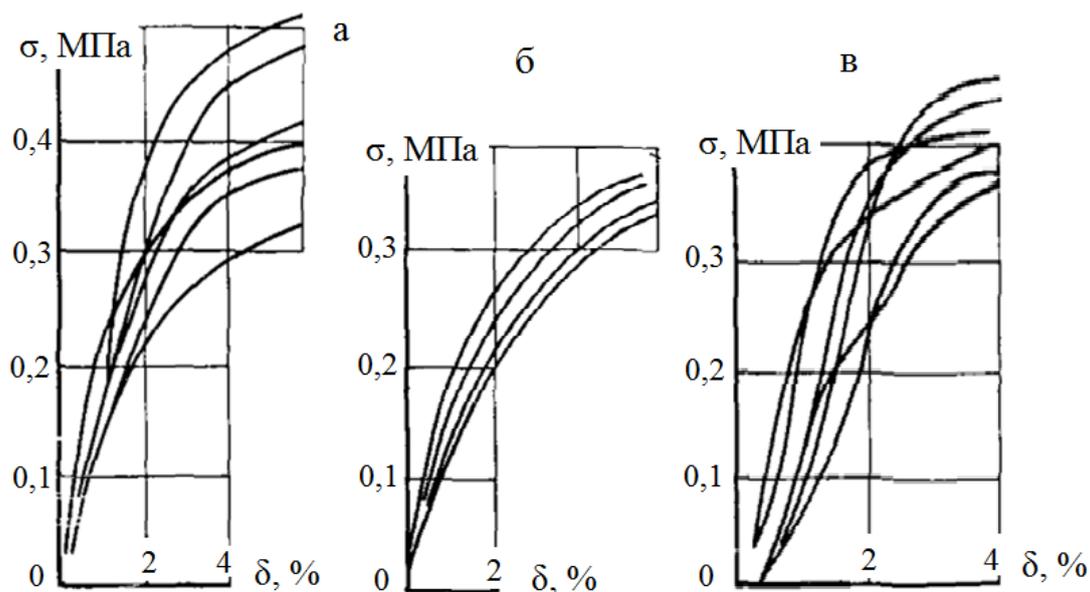


Рис. 4 Диаграммы сжатия пенопластов [7, с. 34]: а) марки ПСБ ( $\rho = 60 \text{ кг/м}^3$ ); б) марки Виларес-5 ( $\rho = 60 \text{ кг/м}^3$ ); в) ППУ рецептуры 308Н ( $\rho = 65 \text{ кг/м}^3$ )

Кроме компенсации неравномерных нагрузок и поглощения энергии ударов наружный слой должен выполнять также эффективную тепло- и звукоизоляцию, в соответствии с правилами для защитных сооружений гражданской обороны [1, с. 20].

Отметим общие выводы и направления развития данной работы:

1. Значительный прогресс в области проектирования и технологий изготовления высокопрочных конструкций из ПКМ позволяет их применять вместо элементов из ФВС. При этом обеспечивается меньший вес конструкций при высоких показателях прочности, возможность применения более крупных сборочных единиц, меньшее число соединений и ускорение сборки.

2. ПКМ, в отличие от ФВС, не обладают пластичностью. Следует учитывать также отсутствие достаточного опыта эксплуатации конструкций защитных сооружений из ПКМ, и нормативных требований к ним. В связи с этими обстоятельствами необходимы дополнительные исследования работы таких конструкций в условиях ударного нагружения, с моделированием структуры армирования.

3. Для демпфирования ударных импульсов, выравнивания локальных нагрузок, обеспечения тепло- и звукоизоляции, рекомендуется применять наружное покрытие оболочки сооружения слоем пенопласта или аналогичного по физико-механическим свойствам материала.

4. Дальнейшим перспективным направлением развития защитных сооружений является модульная концепция их производства и эксплуатации. В этом случае сооружение на месте собирается из стандартных модулей (блок-контейнеров), имеющих полное функциональное оснащение. Модуль должен включать общее оборудование (энергетическое, фильтровентиляционное, отопительное, осветительное и др.), а также средства, определяемые функциональным назначением модуля. Монтаж блок-контейнеров может производиться в очень короткое время с применением стандартизованных соединений конструкций и разъёмов оборудования [8, с. 148].

#### **Библиографический список**

1. СП 88.13330.2014 (Актуализированная редакция СНиП II-11-77) Защитные сооружения гражданской обороны. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200111826#7D20K3> (Дата обращения: 06.01.2021).

2. ГОСТ Р 42.4.03-2015 Защитные сооружения гражданской обороны. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200122706> (Дата обращения: 06.01.2021).

3. Заговеньев В. Фортификационные сооружения для пунктов управления // Техника и вооружение, 2015, № 4. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://itexts.net/avtor-avtorov-kollektiv/53616-tehnika-i-vooruzhenie-2015-04-avtorov-kollektiv/read/page-4.html> (Дата обращения: 06.01.2021).

4. Войсковая фортификация: учебное пособие / Сост. к.в.н. В. А. Пономарёв, доцент Р. П. Панков, М. Б. Анисимов, Р. Ю. Левинский, А. Г. Яренских. – Пермь: Изд-во ПВИ войск национальной гвардии, 2017. – 187 с.

5. Веприняк И.А., Чижиумов С.Д. Анализ прочности и жесткости съемной крыши полувагона из стеклопластика // Сборник научных статей № 9: Специальная техника и технологии транспорта. Санкт-Петербург, Петергоф, 2021. – С. 135–143.

6. Štoller J., Dvořák P. Protective Structure Design against Airblast Effect // Applied Mechanics and Materials, 2016, Vol. 843, pp. 93-102. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/304909433\\_Protective\\_Structure\\_Design\\_against\\_Airblast\\_Effect](https://www.researchgate.net/publication/304909433_Protective_Structure_Design_against_Airblast_Effect) (Дата обращения: 06.01.2021).

7. Пособие по физико-механическим характеристикам строительных пенопластов и сотопластов. – М., Стройиздат, 1977. – 79 с.

8. Левыкин В.И. Фортификация: прошлое и современность. – М., Воениздат, 1987. – 159 с.

УДК 620.197.3

**Н. В. Данякин<sup>1</sup>, П. К. Нуритдинов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С.К. Тимошенко, г. Кострома  
*varhbz@mil.ru*

<sup>2</sup>212 гвардейский окружной учебный Венский орденов  
Ленина и Кутузова 2 степени центр подготовки младших  
специалистов имени генерал-лейтенанта И.Н. Руссиянова, г. Чита

## **ЭМИТТЕРЫ ЛЕТУЧИХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ**

В статье рассмотрены варианты консервации изделий посредством летучих ингибиторов коррозии (ЛИК), показаны их преимущества и недостатки, а также представлены отечественные и зарубежные средства консервации, обеспечивающие насыщение герметизированного пространства парами ЛИК. Предложено выделить эмиттеры ЛИК как новый класс средств консервации в Российской Федерации (РФ), к которым описаны их основные характеристики и свойства.

**Ключевые слова:** коррозия, консервация, средства консервации, летучие ингибиторы коррозии, эмиттеры, эмиттеры ЛИК.

**N.V. Danyakin<sup>1</sup>, P.K. Nuritdinov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*varhbz@mil.ru*

<sup>2</sup>212<sup>th</sup> Guards district training Vienna orders  
of Lenin and Kutuzov 2<sup>nd</sup> degree training center for junior

## VCI EMITTERS

The article discusses the options for preserving products by means of VpCI, shows their advantages and disadvantages, and also presents domestic and foreign means of preservation that ensure the saturation of the sealed space with VpCL vapors. It is proposed to distinguish VCI emitters as a new class of conservation devices in the Russian Federation, which describe their main characteristics and properties.

**Keywords:** corrosion, preservation, conservation devices, vapor phase corrosion inhibitors (VCI), emitters, VCI emitters (VpCI emitters).

Одними из наиболее эффективных средств защиты изделий, используемых в различных областях промышленности и техники, от коррозии и, в ряде случаев, от биоповреждений являются ингибиторы коррозии, которые по физико-химическим характеристикам и механизму действия разделяются на контактные и летучие [1, С. 98–103].

Контактные ингибиторы – это химические соединения, обладающие малой летучестью ( $1,33 \cdot 10^{-2}$  Па при температуре 20–25 °С). Учитывая то, что контактные ингибиторы должны непосредственно соприкасаться с поверхностью защищаемого изделия, они вводятся в материалы-носители, например, масла, смазки и т.п. Сущность защиты контактными ингибиторами основана либо на гидрофобизации и (или) пассивации поверхности металла, либо на растворении и (или) химическом (физическом) взаимодействии с проникающей через материал агрессивной средой (влажностью, кислородом и другими коррозионно-активными веществами).

Летучие ингибиторы (парофазные) – это химические соединения, которые при внесении в изделие или герметичный объем самопроизвольно испаряются при обычной температуре, насыщают пространство своими парами, и из воздушного пространства или с носителей попадают (мигрируют) через слой электролита на металлическую конструкцию, адсорбируются ею, образуя тонкую мономолекулярную защитную пленку, изменяющую кинетику электрохимического процесса (либо высаживаются в виде микрочастиц, а потом растворяются при попадании влаги и

насыщают конденсированные фазы, образуя гидрофобный слой, отделяющий металл от электролита). Соответственно, термин «летучие» относится к механизму переноса активного компонента к поверхности металлоконструкции.

Для создания необходимой концентрации в объеме защищаемого изделия или герметичной упаковке, ингибитор должен обладать достаточным давлением насыщенных паров. Чем выше это давление, тем меньше времени требуется для создания необходимой концентрации и для образования на поверхности металла защитного мономолекулярного слоя, сцепляемого с этой поверхностью силами, определяемыми составом и строением ингибитора. Остальные слои связаны между собой в основном межмолекулярными силами. При этом следует учитывать, что соединения, обладающие большим давлением паров, не могут быть эффективными длительное время, т.к. при существующих герметизирующих материалах ингибитор будет улетучиваться из объема изделия через упаковку. Кроме того, давление насыщенных паров соединений зависит от изменений температуры (повышение температуры способствует ускорению испарения ингибиторов), поэтому сроки защиты изделий ЛИК зависят от качества герметизации объекта.

К ЛИК относятся вещества, имеющие давление насыщенных паров от  $1,3 \cdot 10^3$  до  $1,3 \cdot 10^{-5}$  Па ( $1 \text{ Па} = 7,5024 \cdot 10^{-3}$  мм.рт.ст.) при температуре 20–25 °С. Ингибиторы, имеющие в своем объеме более эффективные защитные группы (или обладающие большими значениями диффузии), могут иметь меньшее давление паров, а соединения с менее эффективными группами, наоборот, должны иметь большое давление. В связи с этим применяются смеси летучих и малолетучих ингибиторов. При этом ЛИК быстро насыщает парами объем изделия или герметизированного пространства и предотвращает появление коррозии в начальный период. В остальное время защите обеспечивает малолетучий ингибитор.

Защита изделий от коррозии посредством ЛИК обладает следующими преимуществами: простота использования (консервируемое изделие не требует специальной подготовки); возможность консервации щелей, зазоров и других частей

изделия, недоступных для масел, смазок и т.д.; обеспечение торможения коррозионных процессов под слоями продуктов коррозии и отложений; возможность самовосстановления защитного слоя при устранении нарушения герметичности защищаемого пространства; простота расконсервации (не требуется проведение дополнительных операций, например, по удалению защитных покрытий); отсутствие, в ряде случаев, разрушающего воздействия на лакокрасочные покрытия, текстиль, кожу, резину, дерево, изоляцию; наличие, в ряде случаев, фунгицидных (антибактерицидных) свойств.

При проведении консервации изделий насыщение герметизированного пространства ЛИК осуществляется посредством упаковки в ингибированные полимерные пленки или противокоррозионные бумаги, а также размещением (нанесением) внутри изолированного пространства ингибиторов в виде порошков, спиртовых, водных или водно-спиртовых растворов, загущенных растворов (составов) или на других носителях, как правило, пористых. Соответственно, в зависимости от агрегатного состояния ингибиторов используются различные способы консервации, которые регламентированы ГОСТ 9.014 [2].

Сущность консервации ингибированными полимерными пленками заключается в том, что изделие полностью упаковывается в изготавливаемый из них чехол (рисунок 1) [3].

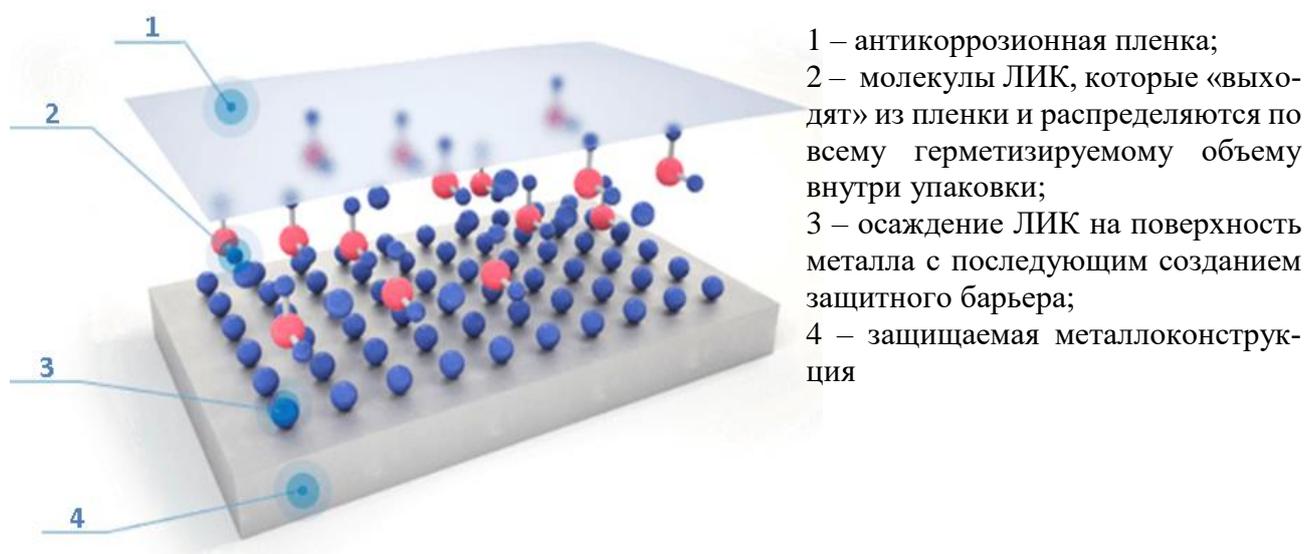


Рис. 1 Механизм защиты изделий посредством ингибированной полимерной пленки

Для консервации изделий противокоррозионными бумагами (ГОСТ 16295 [4]) применяется один из следующих способов: обертывание изделия таким образом, чтобы бумага закрывала изделие со всех сторон с перекрытием швов на 5-6 см с дальнейшей, при необходимости (или возможности), обвязкой шпагатом; помещение прокладок из противокоррозионной бумаги внутри изделий при их герметизации (где это возможно); комбинированный (сочетание первых двух способов).

При консервации изделий ингибиторами в виде растворов (суспензий) используется способ прокачки, пролива или распыления с применением, в том числе, источников давления (компрессоров), распылителей, пневмопистолетов и т.п. Например, при консервации стальных емкостей они либо омываются ингибированными растворами и просушиваются горячим воздухом с температурой 70–90 °С, либо 2-3 раза обрабатываются в течение 1-2 минут растворами ингибиторов, имеющими температуру не более 25 °С, с последующим сливом. На внутренней поверхности консервируемых емкостей создаются тончайшие пленки ингибиторов, которые длительно (более 10 лет) защищают изделия от коррозии. При этом нет необходимости в контроле сплошности такого покрытия ввиду летучести ингибитора.

При использовании ингибитора в виде порошка применяется способ нанесения (напыления) посредством установки для нанесения ингибиторов коррозии методом электростатического осаждения (аналогично электростатическому распылению лакокрасочных материалов) или сублиматора – прибора, позволяющего получать воздух, насыщенный парами ингибитора, и подавать его в герметизируемый объем консервируемого изделия.

При консервации изделий небольшого объема используется способ распределения фасованного ингибитора, который заключается в том, что ингибитор фасуется в мешочки или перфорированные патроны и размещается внутри герметизированного объема на расстоянии радиуса защитного действия от металлических поверхностей.

Аналогичным способом размещения внутри герметизированного объема на расстоянии радиуса защитного проводится консервация посредством: таблеток – таблеток (прессованного порошка ЛИК) с содержанием не менее 90% масс. ЛИК; линапона – поролон (поропласта), пропитанного раствором (суспензией) ЛИК; линасила – крупно- или среднепористого технического силикагеля марки КСКГ по ГОСТ 3956 [5], пропитанного 30–40% масс. жидким раствором ЛИК; лингала – гранулированной окиси алюминия с содержанием 10–12% масс. ЛИК.

Необходимо отметить, что по принципу применения (использования) ингибированные полимерные пленки и противокоррозионные бумаги относятся к упаковочным материалам (по ГОСТ 17527 [6]). Другие средства консервации, применение которых заключается в размещении внутри герметизированного объема на расстоянии радиуса защитного действия от металлических поверхностей, в частности, мешочки и перфорированные патроны с ЛИК, таблицы, линапон, линасил и лингал являются отдельными самостоятельными средствами консервации и не относятся к тому или иному классу (не классифицируются) [2].

В Соединенных Штатах Америки (США) и других развитых странах подобные средства консервации объединены в один общий класс, который называется «VpCI Emitters» (или «VCI Emitters») – эмиттеры (от английского emit – излучать, испускать, выделять, выпускать) летучих (парофазных) ингибиторов коррозии (Emitters Vapor Phase Corrosion Inhibitors) [7–9]. Примерами эмиттеров ЛИК, производство и изготовление которых осуществляют две основные корпорации США «Northern Technologies International Corporation (NTIC)» (владеет или реализует свою продукцию посредством торговых марок «ActivPak», «Cor Tab», «Flange Saver», «ICT», «NTI», «Plastabs», «Z-CIS», «Zerion», «ZERUST», «洁乐特» и, в частности, в Российской Федерации (РФ) – общества с ограниченной ответственностью «МостНИК-ЗИРАСТ») и «Cortec Corporation», являются [7, 88]:

– эмиттер-пакеты с ЛИК (рисунок 2);



Рис. 2 Zerust ActivPak (а), Zerust ActivPak (LS) (б) и Zerust Z-PAK (в)

– многофункциональные эмиттер-пакеты с ЛИК и поглотителем влаги (рисунки 3 и 4) – аналоги линасиля;

– эмиттер-салфетки, которые удаляют легкую (слабую) ржавчину, жир, масло и пыль, оставляя после себя защитную антистатическую и тонкую пленку ЛИК (рисунок 5);

– самоклеющаяся эмиттер-губка с ЛИК (рисунок 6);



Рис. 3 Сщк-Зфл 1-БГД (слева) и Сщк-Зфл 8-БГД (справа)

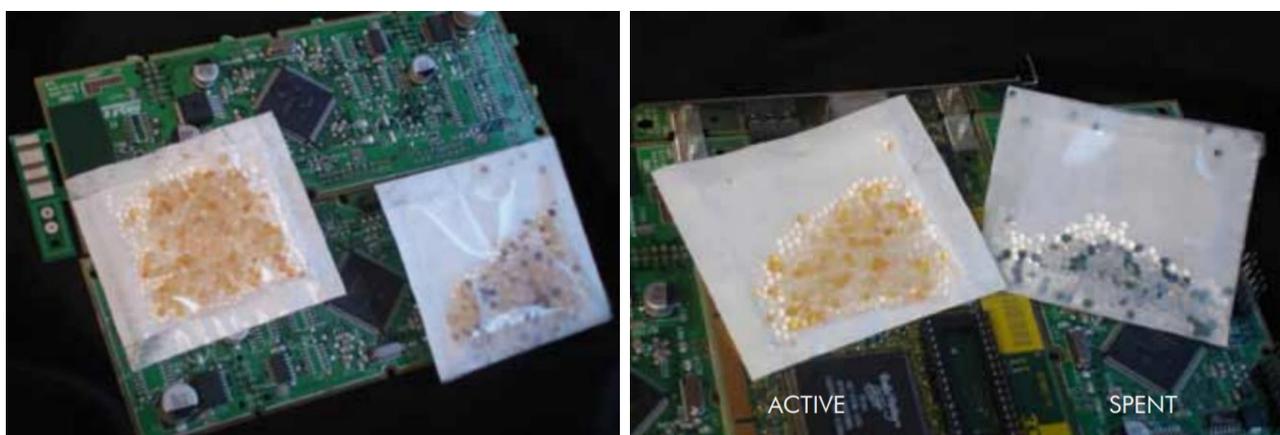


Рис. 4 Desicorr VpCI Pouches

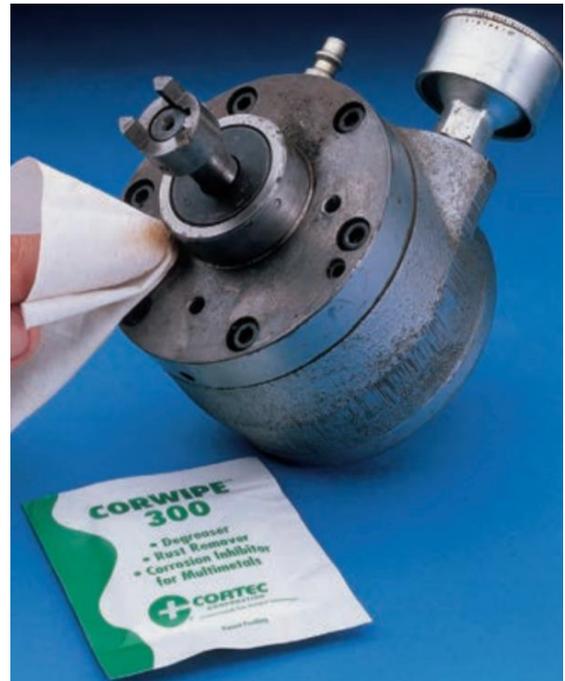


Рис. 5 Corwipe 500 (слева) и Corwipe 300 (справа)



Рис. 6 VpCI-101 Device

– самоклеющийся эмиттер-стакан с ЛИК и поглотителем сероводорода и других агрессивных газов (рисунок 7);



Рис. 7 Corrosorber (слева) и VpCI-105 (справа)

- самоклеющаяся эмиттер-колба с ЛИК (рисунок 7);
- эмиттер-капсулы с ЛИК (рисунок 8);
- эмиттер-поролон с ЛИК (рисунок 9) – аналог линапона;
- самоклеющиеся эмиттер-ленты из вспененного материала с ЛИК (рисунок 10);
- эмиттер-прокладки из пенопласта с открытыми порами, содержащими ЛИК (рисунок 10);



Рис. 8 Zerust Vapor Capsules (а), Zerust ActivCapsule (б), Zerust ActivDri Capsule (в) и Zerust Vapor Capsule ZAK-M22 (г)



Рис. 9 VpCI-133



Рис. 10 Adhesive Backed Foam Tapes VpCI-150 и VpCI-170 (слева) и Zerust ICT Open Cell VCI Foam Pad (справа)

– эмиттер-таблетки с ЛИК (рисунок 11) – аналоги таблинов;



Рис. 11 Cor-Pak Tablets (а), Zerust Cor Tab (б) и Zerust ActivTab (LS) (в)

– эмиттер-шнуры с ЛИК (рисунок 12);

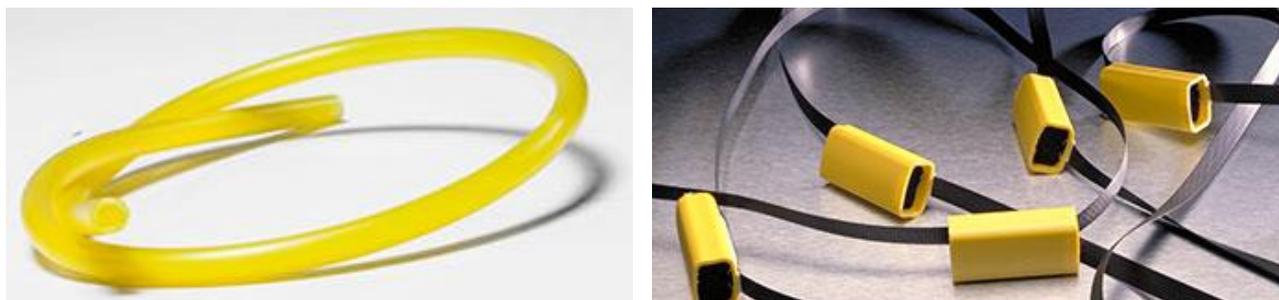


Рис. 12 Zerust ICT Tube Strips (слева) и Zerust ICT Pipe Strips (справа)

– эмиттер-пластины с ЛИК (рисунок 13);



Рис. 13 Zerust ICT Plastabs

Таким образом, существует значительное количество различных импортных средств консервации, которые по принципу применения (использования) объединены в общий класс – эмиттеры ЛИК, не регламентированный в РФ. При этом отдельные самостоятельные средства с аналогичными эмиттерам ЛИК предназначением и свойствами определены к применению государственными стандартами РФ [2]. Соответственно, целесообразным является выделить эмиттеры летучих ингибиторов коррозии как новый класс средств консервации в РФ, которым присущи следующие характеристики и свойства:

1. Предназначение – для защиты изделий от коррозии и, при наличии у ЛИК фунгицидных (антибактерицидных) свойств, биоповреждений.
2. Применение – для консервации изделий на период хранения и (или) транспортирования, а также их межоперационной защиты.

3. Варианты конструкции (состав, внешний вид) – ЛИК в любом агрегатном состоянии, помещенный в любой удерживающий его материал любого объема, обеспечивающий его улетучивание; прессованные твердые гранулы ЛИК любой формы и объема; пропитанный (насыщенный) ЛИК в любом агрегатном состоянии физический носитель, в качестве которого могут использоваться различные конструкционные материалы, способные удерживать (наполняться) ЛИК, как правило, неорганические и (или) органические сорбенты (адсорбенты и (или) абсорбенты).

4. Принцип действия – насыщение защищаемого объема парами ЛИК за счет их улетучивания.

5. Варианты использования – размещение на расстоянии радиуса защитного действия от защищаемого изделия; размещение внутри герметизированного объема в достаточном количестве на расстоянии радиуса защитного действия.

6. Свойства – масса [г]; объем [ $\text{м}^3$ ]; количество ЛИК [ $\text{г}/\text{м}^3$ ]; радиус защитного действия [м] или объем защищаемого пространства [ $\text{м}^3$ ]; время начала защиты после установки (размещения) [ч]; время защитного действия (время работы) [сут].

Соответственно, для определения указанных свойств и характеристик эмиттеров ЛИК (например, при разработке, производстве, приемке и т.п.) необходимы методики их испытаний, ряд из которых в настоящее время отсутствует.

### **Библиографический список**

1. Хачатрян Ю. Д. Защита материалов от активных факторов окружающей среды : учеб. пособие в 2-х ч. Ч. II. Организация защиты вооружения и средств радиационной, химической и биологической защиты от коррозии, старения и биоповреждений // Ю. Д. Хачатрян, Н. В. Данякин, М. А. Козлова [и др.]. – Кострома : ВА РХБЗ, 2022. – 164 с.

2. ГОСТ 9.014-78 Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования (с Изменениями № 1-6). – М. : Стандартинформ, 2005. – 44 с.

3. Зайцева К. В. Проблема использования перспективных ингибированных материалов пленочного типа отечественного производства для консервации вооружения, военной и специальной техники силовых структур Российской Федерации / К. В. Зайцева, Н. В. Данякин // Сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции «Актуальные проблемы преподавания математических и естественно-научных дисциплин в образовательных организациях высшего образования» ВА РХБЗ им. Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко. – Кострома, 2020. – С. 424–428.

4. ГОСТ 16295-2018 Бумага противокоррозионная. Технические условия. – М. : Стандартинформ, 2019. – 23 с.

5. ГОСТ 3956-76 Силикагель технический. Технические условия (с Изменениями № 1-3). – М. : Стандартинформ, 2008. – 12 с.

6. ГОСТ 17527-2020 Упаковка. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2021. – 23 с.

7. VCI Emitters & VCI Diffusers [Электронный ресурс] // Материалы компании «Northern Technologies International Corporation». – Режим доступа: <https://www.zerust.com/products/vci-emitters-diffusers> (дата обращения 26.01.2022).

8. VpCI Products for Electronics and Electrics [Электронный ресурс] // Материалы компании «Cortec Corporation». – Режим доступа: <https://www.cortecvci.com/products/vpci-products-for-protection-of-electronics-and-electrics> (дата обращения 26.01.2022).

9. Эмиттеры с летучими ингибиторами коррозии [Электронный ресурс] // Материалы ООО «КОРТЕК РУС». – Режим доступа: <http://www.cortecrus.ru/antikorroziynye-materialy/emittery-s-letuchimi-ingibitorami-korrozii.html> (дата обращения 26.01.2022).

**А. А. Егоркин**

Военная академия ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Балашиха  
*egorkin1974@yandex.ru*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

В статье рассматриваются вопросы совершенствования оценки экологической обстановки с применением современного представления о моделировании сложных процессов в экологии. Акцентируется внимание на необходимости учета всего многообразия факторов, определяющих атмосферные процессы перемешивания воздушных масс и загрязняющих веществ. Отмечено, что для моделирования необходимо совместно решить системы уравнений, характеризующие большое количество многообразных процессов, описывающих состояние атмосферы совместно с загрязняющими веществами. Предложен подход по совершенствованию системы моделирования, который представляет собой применение комбинированных моделей с учетом многообразия факторов, описывающих турбулентность, осадение, изменение относительной влажности, учет рельефа земной поверхности (орографии).

**Ключевые слова:** экологическое моделирование, вычислительная газодинамика, пространственный масштаб модели, атмосферные процессы, загрязняющие вещества.

**A. A. Egorkin**

The Military Academy of Strategic Rocket Troops  
after Peter the Great, Balashikha  
*egorkin1974@yandex.ru*

## **IMPROVING THE ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION USING MATHEMATICAL MODELING**

The article discusses the issues of improving the assessment of the environmental situation with the use of modern ideas about modeling complex processes in ecology. Attention is focused on the need to take into account the whole variety of factors that determine the atmospheric mixing processes of air masses and pollutants. It is noted that for modeling it is necessary to jointly solve systems of equations characterizing a large number of diverse processes describing the state of the atmosphere together with pollutants. An approach is proposed to improve the modeling system, which is the use of combined models taking into account a variety of factors describing turbulence, precipitation, changes in relative humidity, taking into account the relief of the Earth's surface (orography).

**Key words:** environmental modeling, computational gas dynamics, spatial scale of the model, atmospheric processes, pollutants.

Одним из элементов оценки экологической обстановки, складывающейся в результате выбросов загрязняющих веществ, является проведение моделирования и расчет рассеивания полей концентраций этих веществ. Точное моделирование рассеивания загрязняющих веществ в исследуемых районах имеет большое значение для принятия управленческих решений в области обеспечения экологической безопасности. Данные исследования включают оценку неблагоприятных последствий воздействия опасных загрязнителей на здоровье человека и окружающую среду, обеспечение готовности к чрезвычайным ситуациям и разработку эффективных действий по снижению такого воздействия.

Например, на распространение концентраций вредных веществ в атмосфере влияют скорость и направление господствующих ветров, температура, влажность воздуха, осадки, количество, качество и высота выбросов в атмосферу, широкое разнообразие пространственных масштабов.

Определенную трудность представляет моделирование рассеивания загрязняющих веществ с учетом взаимодействия между ветровым атмосферным потоком и влиянием зданий и других препятствий на этот поток.

Пространственные масштабы атмосферных движений меняются в пределах семи-восьми порядков – от мелких вихрей сантиметровых размеров до движений крупных воздушных масс с континентальными размерами.

В свою очередь можно констатировать, что масштабы многих явлений перекрываются. Время жизни атмосферных веществ меняется в диапазоне от секунды (для наиболее реакционноспособных свободных радикалов) до нескольких лет (для стабильных молекул). Время жизни гидроксил-радикала составляет менее 0.01 с, а его пространственный масштаб переноса – примерно 1 см. С другой стороны, у метана время жизни около 10 лет, и он может существовать в более-менее однородно перемешанном виде по всему земному шару [1].

Таким образом, при математическом моделировании необходимо выбрать пространственный масштаб модели или экологической системы, определить её границы, определить какие гидротермодинамические модели необходимо вклю-

чить в расчет, учесть так же какие модели изменения газовых примесей и аэрозолей в атмосфере необходимы для получения реалистичной картины исследования.

Предлагается рассмотреть некоторые особенности такого моделирования.

На региональном уровне наибольший интерес представляет моделирование атмосферных процессов в мезомасштабном пространственном разрешении как площадь, в которой протекают основные процессы, представляющие интерес с точки зрения решения экологических задач.

В этом случае главным методом решения проблемы диагностирования состояния атмосферы будет построение алгоритма использования разнообразной доступной метеорологической информации с применением модели пространственно-временного интервала нахождения промежуточных значений в виду расположения станций метеонаблюдений на достаточно больших расстояниях (более 50 км), что в конечном счете затрудняет для использования с высокой точностью построенных метеорологических полей.

Для моделирования необходимо на каждом малом интервале времени решить согласно приведенной последовательности системы уравнений, характеризующие процессы:

- 1) перенос многокомпонентных газовых примесей и аэрозолей по траекториям;
- 2) турбулентную диффузию;
- 3) фотохимическую трансформацию;
- 4) кинетические процессы конденсации;
- 5) процессы коагуляции;
- 6) совместную модель химических процессов, протекающих в газовой и жидкой фазах с учетом процессов массообмена на разделе газ-частица.

В последнее время все большее применение находит использование вычислительных средств в моделировании. Почти все компьютерные модели требуют

уточнения применительно к конкретным условиям. Кроме того, возникает необходимость апробации моделей на основе известных экологических и метеорологических наблюдений [2].

В практике для оценки ветрового воздействия на протяжении многих лет исследуется применение моделирования ветрового потока с помощью вычислительной гидродинамики (CFD) в геометрически сложных средах, что привело к значительному улучшению моделирования рассеивания загрязняющих веществ в городских условиях. Модели - CFD обладают потенциалом для обеспечения точного и реалистичного моделирования ветрового потока и рассеивания вокруг и внутри зданий и других сложных сооружений в городских условиях. Эти модели имеют преимущество перед простыми моделями, использующими подход на основе Гауссовской модели атмосферной диффузии распространения примесей и другими аналитическими и численными моделями дисперсии благодаря их способности эффективно отражать влияние сложной городской геометрии на процесс дисперсии.

В основе физического моделирования атмосферных процессов на основе современных представлений лежат уравнения непрерывности и уравнение Навье–Стокса.

Основное направление в развитии численных методов расчета [3–5] турбулентных течений заключается в решении осредненных уравнений Навье–Стокса, которые называют также уравнениями Рейнольдса.

Чтобы перейти к уравнениям Рейнольдса, поля метеоэлементов представляют в виде суммы средних значений, описывающих крупномасштабное течение, и флуктуаций, представляющие турбулентные течения более мелкого масштаба.

При этом необходимо учитывать вращение Земли (силы Кориолиса). Также необходимо использование моделей, описывающих выбросы на основе моделей Эйлера и Лангранжа с учетом химических реакций путем добавочного изменения концентраций на каждом шаге расчета. Модели обязательно дополняют дифференциальными уравнениями притока тепла.

Температура на поверхности земли вычисляется из уравнений баланса тепла и распределения тепла и влаги в почве.

Однако для применения моделей вычислительной гидродинамики (CFD – модели) необходимо правильно настроить, протестировать и оценить, чтобы получить надежные результаты для обеспечения готовности к чрезвычайным ситуациям.

Одним из условий моделирования на основе CFD – моделирования является моделирование пограничного слоя атмосферы (ABL). При моделировании на основе CFD -моделей процесс рассеивания атмосферы в ABL зависит от вертикальных профилей ветра и турбулентной кинетической энергии, из которых выводятся компоненты флуктуирующей скорости для прогнозирования турбулентной дисперсии.

Соответствующие профили ветра и турбулентности для этих граничных условий входа в расчетную область рассматриваются как важные входные переменные для модели CFD - моделей, которые также обеспечивают фактическое состояние погоды в природной среде и должны быть идентичны условиям измерений в реальной моделируемой среде.

Реалистичный профиль вертикального ветра является важным фактором при определении структуры ABL и соответственно необходимым условием точного результата моделирования. Применение логарифмического профиля в условиях нейтральной устойчивости и профиля, основанного на теории подобия Момина-Обухова в стабильных и нестабильных атмосферных условиях, предлагается использовать в качестве входного граничного условия.

Совершенствование системы моделирования представляет собой применение комбинированных моделей, в которых за основу взяты вышеизложенные, хорошо себя зарекомендовавшие вычислительные алгоритмы [4], но с различными дополнениями в виде уравнений, описывающих турбулентность, осаждение, изменение относительной влажности, учет рельефа земной поверхности (орографии) и иные факторы.

Существенно значимыми из них являются: – режим циркуляции атмосферы, ее термическая устойчивость; – атмосферное давление, влажность воздуха, температурный режим; – температурные инверсии, их повторяемость и продолжительность; – скорость ветра, повторяемость застоев воздуха и слабых ветров (скоростью до 1 м/с); – продолжительность туманов; – рельеф местности, геологическое строение и гидрогеология района; – почвенно-растительные условия (тип почв, водопроницаемость, пористость, гранулометрический состав почв, состояние растительности, состав пород); – фоновые значения показателей загрязнения природных компонентов атмосферы; – состояние животного мира.

Необходимо также учитывать кинетику и механизм физических процессов (например, изменение агрегатного состояния веществ) и химических реакций, происходящих в атмосфере.

Например, во влажном воздухе может происходить конденсация паров кислот с образованием аэрозоля, а в сухом теплом воздухе в результате испарения происходит уменьшение размеров капель жидкости. Жидкие и твердые частицы могут объединяться, растворять газообразные вещества [5]. Некоторые процессы химических преобразований начинаются непосредственно с момента поступления выбросов в атмосферу, другие – при появлении для этого благоприятных условий – необходимых реагентов, солнечного излучения, других факторов [6, 7].

Под действием солнечной радиации в верхних слоях атмосферы происходят реакции распада и полимеризации органических соединений, что приводит, в частности, к образованию свободных радикалов, оксидов азота и серы ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ ). Это приводит к выпадению «кислотных дождей» и образованию вредных для здоровья человека и опасных для окружающей среды соединений [7].

При проведении исследований по распространению примесей загрязняющих веществ в условиях почти полного отсутствия ветра особый интерес представляет оценка влияния нагретых поверхностей урбанизированного ландшафта за счет солнечной энергии на поля концентраций этих веществ. Данное влияние

может быть достаточно значительным и сильно влиять на рециркуляцию воздушных потоков и, следовательно, на распространения загрязняющих веществ за счет конвективных процессов. В этом случае необходимо для достоверного моделирования таких процессов особое внимание уделять пристеночным функциям и качеству сетки у поверхностей, а также выбору моделей турбулентности, учитывающих такие особенности.

### **Библиографический список**

1. Алоян А.Е. Динамика и кинетика газовых примесей и аэрозолей в атмосфере / Курс лекций. – М.: ИВМ РАН, 2002. – 201 с. – ISBN 5-901854-05-5.
2. Берлянд М.Е. Предсказание и регулирование теплового режима приземного слоя атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1956. – 436 с.
3. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 272 с.
4. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1975. – 448 с.
5. Бызова Н.Л., Гарнер Е.К., Иванов В.Н. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчет распространения примеси. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 23 с.
6. Вызова Н.Л., Гаргер Е.К., Иванов В.И. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – 280 с.
7. Гил А. Динамика атмосферы: В 2 т. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 415 с.

УДК 620.197

**В. С. Зимовец**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С.К. Тимошенко, г. Кострома  
[varhbz@mil.ru](mailto:varhbz@mil.ru)

**НАДЕЖНОСТЬ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ В УСЛОВИЯХ  
СПЕЦИАЛЬНЫХ СРЕД**

В статье представлен анализ влияния внешних воздействующих факторов (ВВФ) на надежность стрелкового оружия. Рассмотрено воздействие на конструкционные материалы фактора специальных сред, а также проанализированы мероприятия, требуемые для проведения частичной специальной обработки стрелкового оружия.

**Ключевые слова:** надежность, стрелковое оружие, конструкционные материалы, внешние воздействующие факторы, специальная обработка.

**V. S. Zimovets**

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*varhbz@mil.ru*

## RELIABILITY OF SMALL ARMS IN SPECIAL ENVIRONMENTS

The article presents an analysis of the influence of external influencing factors (VVF) on the reliability of small arms. The impact of the factor of special environments on structural materials is considered, as well as the measures required to carry out partial special processing of small arms are analyzed.

Keywords: reliability, small arms, structural materials, external influencing factors, special processing.

Стрелковое оружие на протяжении нескольких столетий является основным средством поражения живой силы противника в ближнем бою. Кроме того, не смотря на наличие новых видов оружия, в том числе и высокоточного, в современном мире стрелковое оружие остается индивидуальным оружием каждого военнослужащего.

При развитии промышленного потенциала металлургии и оружейного дела происходит совершенствование образцов стрелкового оружия, и, соответственно, к эксплуатационным характеристикам предъявляются повышенные требования [1]. В настоящее время общие требования к стрелковому оружию подразделяются на три типа: боевые, эксплуатационные и экономические. Важное место в комплексе характеристик, обеспечивающих боевые требования, занимает надежность, которая является комплексным свойством и определяется

шестью показателями [2]: безотказностью, ремонтпригодностью, восстанавливаемостью, долговечностью, сохраняемостью и безопасностью обращения с оружием.

Безотказность действия механизмов оружия должна обеспечиваться как в нормальных (благоприятных), так и в неблагоприятных условиях его использования: низкая или высокая температура и (или) влажность, грязь, пыль, песок, атмосферные осадки или в зоне воздействия токсичных химикатов. При этом особое значение имеет своевременность чистки и смазки оружия, уменьшающих износ деталей и предохраняющих их от коррозионных повреждений.

В период эксплуатации оружия происходит износ его деталей, агрегатов и узлов. Наибольшему износу подвержен ствол стрелкового оружия, определение износостойкости которого называется живучестью ствола [3]. Согласно руководств по эксплуатации образцов стрелкового оружия, для обеспечения требуемой живучести стволов предъявляются требования на количество выстрелов при ведении автоматической стрельбы, однако в экстремальных ситуациях данные ограничения зачастую не соблюдаются [4].

Одним из решений проблемы износостойкости деталей и механизмов стрелкового оружия является применение при производстве различных марок стали, которые обеспечивают повышение его тактико-технических характеристик. Так, например, в автоматах и пулеметах Калашникова используется 15 марок сталей, причем 75% металлических деталей и сборочных единиц сделаны из углеродистых (содержащих 0,12–0,60% углерода) сталей, а остальные – из низколегированных, содержащих 1,5–2,0% хрома, до 4% никеля, до 1,5% марганца, кремния, бора. Неметаллические материалы применяются, главным образом, для изготовления приклада, цевья, рукояток, магазинов, штык-ножей, прицелов, корпусов аккумуляторных батарей, ремней, подсумков, чехлов и укупорки.

Для производства наиболее ответственных деталей и узлов стрелкового оружия (затворные рамы, затворы, стволы, затыльники и т.п.) применяются ма-

териалы, способные выдерживать высокие ударно-вибрационные нагрузки, воздействие повышенного давления и механических напряжений [5]. Своими физико-механическими свойствами они обеспечивают выполнение функциональных задач под воздействием рабочих нагрузок в течение большого количества циклов нагружений.

В таблице 1 представлены некоторые образцы конструкционных материалов, используемых в различных деталях образца стрелкового оружия АК-74М.

Таблица 1

Конструкционные материалы, используемые в деталях автомата АК-12

Наименование материала	Маркировка материала	Деталь, в которой используется материал
хромистая сталь	40Х, 30ХРА	Ствол(19-30% деталей)
хромоникельмолибденованадиевая высококачественная и особовысококачественная сталь	30ХН2МФА, 35ХН2МФА-Ш	Затвор(16-20% деталей)
хромокремнемарганцевая высококачественная сталь	30ХГСА	Крышка ствольной коробки(13-15% деталей)
полиамид		Цевье
нейлоновые стропы		Ремень

Стоит отметить, что кроме различных сплавов сталей и древесины начиная с 90-х годов XX века стали использоваться полимерные материалы, что нашло отражение в таких образцах стрелкового оружия как АК-74М, АК-12 и других. Характеристики ряда этих сталей приведены в таблице 2 [6].

Таблица 2

Характеристики марок сталей, используемых для производства наиболее ответственных деталей и узлов образцов АК-74 и АК-12

Марка стали	Твердость НВ, не более		$\sigma_B$ МПа, не менее	$\sigma_T$ МПа	g, %	$\Psi$ , %	Ударная вязкость		Твердость НРС
	МПа	кгс/мм <sup>2</sup>					кДж/м <sup>2</sup>	кгс·м/см <sup>2</sup>	
30ХН2МФА	2639	269	883	784	10	40	883	9	41-51
35ХН2МФА-Ш	2639	269	1062	947	9	38	719	7,5	48-53
30ХРА	2360	241	1569	1275	9	40	490	5	43-47

В целом причины, вызывающие износ канала ствола, можно разделить на

три вида: термические, механические и химические [7]. Однако, анализ физических процессов, происходящих в конструкционных материалах стрелкового оружия, показал, что их состояние и надежность также определяются комплексным характером влияния ВВФ, которые по природе их воздействия на объект можно разделить на шесть групп [8]:

- механические;
- климатические;
- биологические;
- электрические и электромагнитные;
- тепловые и радиационные факторы;
- факторы специальных сред.

Из указанных ВВФ наибольший интерес вызывает воздействие такого фактора специальных сред, как токсичные химикаты (ТХ), которые обуславливают значительные временные трудозатраты для дальнейшего использования любых изделий, в том числе, стрелкового оружия.

Необходимо отметить, что по отношению к металлическим конструкционным материалам при нормальных условиях химически чистые ТХ, в частности VX газы и HD, инертны, и не воздействует на свинец, латунь, цинк, алюминий. Однако, технические ТХ, содержащие различные примеси, главным образом, воду и хлористый водород, вызывают сильную коррозию металлов, особенно стали. При этом образующиеся соли железа способствуют дальнейшему развитию коррозионных повреждений вглубь и на поверхности металлоконструкции [9].

В любом случае, заражение, в частности, стрелкового оружия повлечет необходимость проведения специальной обработки (СО), которая, в зависимости от обстановки, наличия времени и имеющихся в подразделении средств СО, подразделяется на полную и частичную [10].

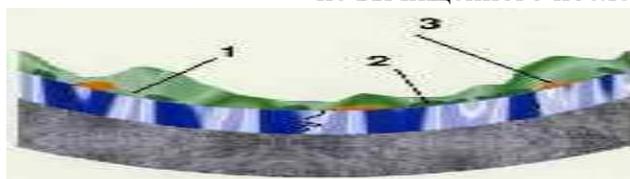
Необходимо отметить, что табельные средства частичной СО личного оружия содержат в своем составе коррозионно-активные компоненты, являющиеся провокаторами сильной коррозии металлических материалов [15]. Для снижения

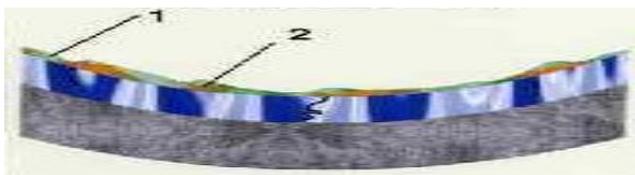
негативного воздействия после их применения стрелковое оружие требует обязательной чистки и смазки [10]. Учитывая временные показатели на проведение частичной СО (ЧСО) автомата, карабина или ручного гранатомета при заражении ОВ или биологическими средствами (4-5 минут), а также их последующей чистки и смазки (20-60 минут) [4] с частичной разборкой (1-2 минуты), общее время проведения всех необходимых мероприятий составляет от 30 минут (в зависимости от образца стрелкового оружия).

Таким образом, выполнение в полном объеме указанных мероприятий по обслуживанию стрелкового оружия обеспечивает его требуемую надежность, однако обуславливает временные и трудовые затраты, которые, учитывая скорость современного боя, приведут к срыву сроков или невозможности выполнения боевой задачи. Проведение только ЧСО (без чистки и смазки) стрелкового оружия, в том числе неочищенного от нагара и коррозионных повреждений, образовавшихся в результате эксплуатации, позволит сократить время обслуживания до 4-5 минут, однако приведет к необратимым процессам изменения геометрии его деталей и механизмов вследствие коррозионных процессов, и соответственно, снижению надежности (в таблице 1 показаны этапы коррозии хромированного ствола, не прошедшего чистку после стрельбы).

Таблица 3

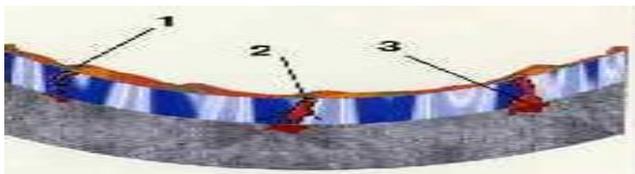
Этапы коррозии хромированного ствола, не прошедшего чистку после стрельбы

<p>а) коррозия хромированного ствола стрелкового оружия, не вычищенного при стрельбе</p> 	<p>1. Смазка 2. Хромовое покрытие 3. Сетка разгара</p>
<p>б) коррозия хромированного ствола стрелкового оружия, не вычищенного после 10-15 выстрелов</p> 	<p>1. Рыхлый нагар 2. Твердый нагар 3. Омеднение</p>
<p>в) коррозия хромированного ствола стрелкового оружия, не вычищенного после стрельбы, через 1-1,5 часа</p>	



1. Соли нагара поглотили влагу из воздуха, образовался раствор, ускоряющий ржавление
2. В местах омеднения и трещинок появляется рыхлая ржавчина

г) коррозия хромированного ствола стрелкового оружия, не вычищенного после стрельбы, через 1-2 недели



1. Слой рыхлой ржавчины
2. Твердая ржавчина
3. Раковины, возникшие из за образования гальванического элемента: медь(+), сталь(-), электролит-раствор солей

Трудоемкость и длительность мероприятий по обслуживанию стрелкового оружия после его РХБ заражения, а также коррозионная активность рецептур и средств СО обуславливают необходимость создания нового средства обслуживания, которое должно обеспечивать выполнение комплекса мероприятий по дегазации, дезинфекции, противокоррозионной защите, чистке и, по возможности, смазке деталей и механизмов стрелкового оружия без его разборки. Одним из перспективных направлений в указанной области является использование веществ на основе хелатных соединений, сочетающих способность экстрагировать ионы прокорродировавшего металла со слабой связью, создавать на поверхности защитные пленки, обеспечивающие, в том числе, специальную обработку.

### Библиографический список

1. ГОСТ Р 56111-2014. Номенклатура показателей эксплуатационно-технических характеристик. Введен 2014-16-09. М.: Стандартинформ, 2014. –29 с.
2. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения [Текст]. – Введен 2017-03-01. М. : Изд-во стандартов, 2017. – 63 с.
3. Огневая подготовка: учеб. [Текст] / под ред. В.Н. Миронченко. – М.: АО «Красная Звезда», 2014.
4. Руководство по 5,45-мм автоматам Калашникова. М.: Воениздат, 2001.
5. Крюков, В.И. Методика прогнозирования ресурса узлов трения автоматики стрелково-пушечного вооружения. Тула: ТВАИУ, 1997. 229 с.]

6. Рахштадт, А.Г., Брострема, В.А. Справочник металлиста. В 5 т. Т.2. – М.: Машиностроение, 1976. 720 с.]
7. Наставление по стрелковому делу. Основы стрельбы из стрелкового оружия [Текст]. – Москва: Воениздат, 1963.
8. Герасименко, А. А. Защита от коррозии, старения и биоповреждения машин, оборудования и сооружений: справочник. В 2 т. / под ред. А. А. Герасименко. – М. : Машиностроение, 1987. – Т. 1. – 688 с. – Т. 2. – 784
9. Александров, В.Н. Отравляющие вещества / В.Н. Александров, В.И. Емельянов – М.: Воениздат, 1990. – 271 с.]
10. Руководство по специальной обработке. АО «Красная Звезда», 2017  
УДК 552.577+628.3

**А. П. Кебец<sup>1</sup>, О. Г. Морозова<sup>2</sup>; Н. М. Кебец<sup>3</sup>, А. В. Свиридов<sup>4</sup>**

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени С.К. Тимошенко, г. Кострома

*kebec01@mail.ru<sup>1,3</sup>*

*morosova01@mail.ru<sup>2</sup>*

*avsviridov09@mail.ru<sup>4</sup>*

## **СОРБЦИОННОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИРОДНЫМИ СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ**

В статье изложены результаты второго этапа работы по изучению закономерностей адсорбции тяжелых металлов и радионуклидов торфом при очистке природных и сточных вод. В статических условиях на модельных растворах исследован процесс адсорбции ионов свинца(II) гуминсодержащим сорбентом – торфом, определена его адсорбционная емкость. Установлена временная зависимость удельной адсорбции от массового соотношения фаз и исходной концентрации ионов свинца(II) в растворе. Сравнительным экспериментом показана перспективность использования торфа для извлечения ионов свинца(II) из загрязненных водных систем.

**Ключевые слова:** сорбция, торф, тяжелые металлы, ионы свинца, изотерма адсорбции, кинетика адсорбции.

**A. P. Kebets<sup>1</sup>, O. G. Morozova<sup>2</sup>, N. M. Kebets<sup>3</sup>, A. V. Sviridov<sup>4</sup>**

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma

*kebec01@mail.ru<sup>1,3</sup>*

*morosova01@mail.ru<sup>2</sup>*

*avsviridov09@mail.ru<sup>4</sup>*

## SORPTION CONCENTRATION OF HEAVY METAL IONS BY NATURAL SORBENTS BASED ON HUMIC SUBSTANCES

The article presents the results of the second stage of work on the study of the laws of adsorption of heavy metals and radionuclides by peat in the treatment of natural and wastewater. Under static conditions, the process of adsorption of lead(II) ions by a humic sorbent – peat was studied on model solutions, and its adsorption capacity was determined. The time dependence of the specific adsorption on the mass ratio of the phases and the initial concentration of lead(II) ions in the solution has been established. A comparative experiment shows the prospects of using peat to extract lead(II) ions from polluted water systems.

**Keywords:** sorption, peat, heavy metals, lead ions, sorption isotherm, sorption kinetics.

Техногенные нагрузки на окружающую среду привели к ее значительному загрязнению. Наиболее распространёнными поллютантами являются тяжелые металлы (ТМ), которые попадают в атмосферу, гидро- и литосферы из различных природных и антропогенных источников, и между этими средами происходит постоянное взаимодействие.

Одним из старейших и наиболее распространенных промышленных ядов из группы тяжелых металлов является свинец, который по степени общетоксического действия занимает четвертое место после таллия, ртути, кадмия [1]. Свинец включен в списки приоритетных загрязнителей рядом международных организаций, в том числе ВОЗ, ЮНЕП, Американским агентством по контролю за токсичными веществами и заболеваниями (CDC), и другими аналогичными государственными организациями в различных странах.

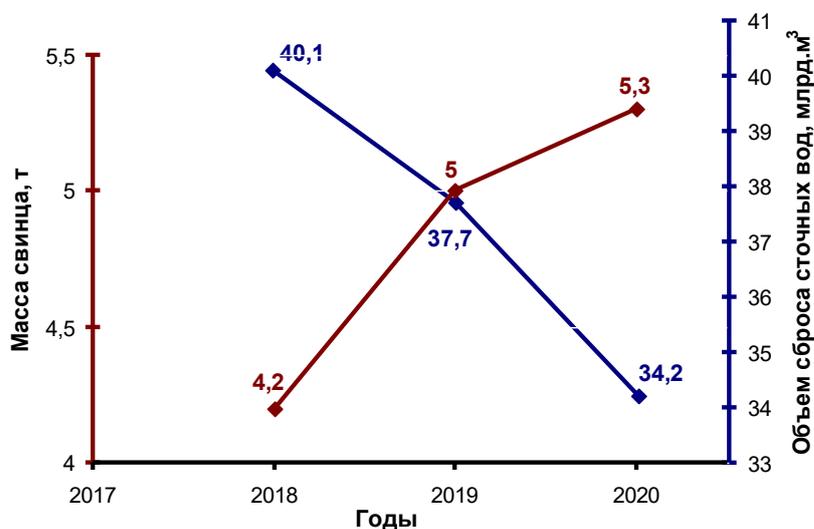


Рис. 1 Динамика сброса свинца со сточными водами в водоёмы (2018–2020 гг.)

Проблема загрязнения окружающей среды свинцом и его соединениями остается и сегодня одной из наиболее актуальных экологических проблем. Как видно из графика (рисунок 1), составленного по данным [2], за период с 2018–2020 г. объем сброса сточных вод в водоемы Российской Федерации сократился на 14,7 % (с 40,1 до 34,2 млрд. м<sup>3</sup>); при этом доля свинца в этих сбросах возросла с 10,5 до 15,5 %.

Соединения свинца токсичны в очень небольших дозах и оказывают острое и хроническое полиогранное функциональное действие на здоровье человека: способные вызывать негативные неврологические последствия, а также оказывать отрицательное влияние на сердечнососудистую систему, почки, желудочно-кишечный тракт, кровеносную и репродуктивную системы. Причина токсичности соединений свинца в том, что  $Pb^{2+}$  соединяется с сульфгидрильными, карбоксильными и аминными группами активных центров ферментов, ингибируя их. Кроме того, ионы  $Pb^{2+}$  участвуют в конкурентном ингибировании, суть которого состоит в способности замещать бивалентные ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ) и моновалентные ( $Na^{+}$ ) катионы, оказывая влияние на различные биологические процессы в организме [3].

В настоящее время основными антропогенными источниками свинца являются энергетическая и металлургическая отрасли и связанные с ними добыча углеводородного сырья и переработка рудосодержащих пород.

Принимая во внимание высокую токсичность тяжёлых металлов, и свинца в частности, сорбционное концентрирование с целью удаления из объектов окружающей среды или определения их содержания является одной из важнейших задач современной экологии и аналитической химии.

Сорбция относится к группе физико-химических методов извлечения металлов, которые используют как самостоятельно, так и в сочетании с реагентными и биологическими методами. Кроме сорбции, к данной группе методов относят ионный обмен, экстракцию, электрохимические и мембранные методы и

др. Тем не менее, сопоставляя различные физико-химические методы, предпочтение следует отдать сорбционному методу, который по эффективности не уступает методу ионного обмена, но более дешев при практическом осуществлении.

Сорбционная очистка заключается в концентрировании поглощаемого вещества на поверхности или в объеме пор сорбента; при сорбции играют роль как физические, так и химические взаимодействия между сорбентом и адсорбируемым веществом. Наиболее популярным и широко используемым адсорбентом является активированный уголь, который в то же время остается дорогостоящим материалом. Поэтому активно ведутся работы по поиску сорбентов, которые были бы альтернативой активированному углю по стоимости, эффективности и доступности. Перспективным направлением последнего десятилетия является использование в качестве сорбентов материалов природного происхождения на основе гуминовых веществ (ГВ). В качестве такого сорбента, нами рассматривался торф, разведанные запасы которого в Костромской области по 1269 месторождениям составляют около 525 млн.т.

В данной статье представлены результаты второго этапа работы по исследованию закономерностей сорбции тяжелых металлов и радионуклидов из растворов торфом месторождения «Мисковское» Костромского района Костромской области. Целью этапа явилось изучение сорбции ионов свинца(II) торфом в статических условиях. Физико-химические характеристики (влажность, зольность, радиус и объем пор, химический состав золы, функциональный состав гуминовых веществ) объекта исследования – низового торфа месторождения «Мисковское» – были определены в ходе первого этапа исследования [4].

При изучении адсорбционных свойств торфа (массовая доля влаги  $W = 36,64 \pm 0,09$  %) в отношении ионов свинца(II) использовали модельные растворы с содержанием сорбата ( $Pb^{2+}$ ) от  $10^{-5}$  до  $10^{-2}$  моль/л. Эксперименты проводили при температуре  $18 \pm 2^\circ C$  в статических условиях методом внесения отдельных навесок ( $m = 1,000$  г) в аликвоты модельных растворов ( $V = 100,00$  мл). Рас-

творы в колбах перемешивали и выдерживали в течение 24 часов, затем отфильтровывали. Остаточное содержание свинца(II) после адсорбции определяли потенциометрическим методом на анализаторе «рН-метр 150МИ» (НПО ООО «Измерительная техника», г. Москва); индикаторный электрод ЭЛИС-131 Рb, электрод сравнения ЭСр-10101/3,5 Ag/AgCl.

Величину адсорбции рассчитывали по уравнению:

$$A = \frac{(C_0 - C_p) \cdot V \cdot 1000}{m_c}, \quad (1)$$

где  $A$  – величина адсорбции, ммоль/г;

$C_0$  – исходная концентрация  $Pb^{2+}$  в растворе, моль/л;

$C_p$  – равновесная концентрация  $Pb^{2+}$  в растворе, моль/л;

$V$  – объём раствора, л;

$m_c$  – масса торфа, используемого для процесса адсорбции.

На рисунке 2 приведена изотерма статической адсорбции ионов свинца(II) торфом.

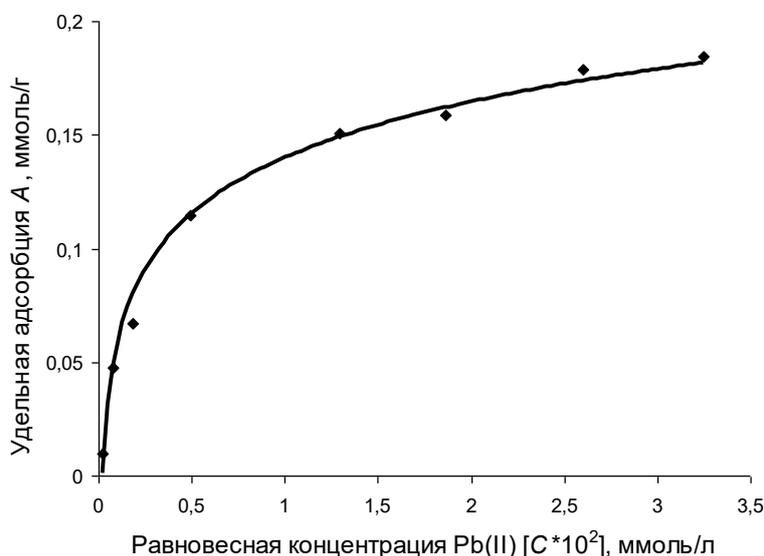


Рис. 2 Изотерма адсорбции  $Pb^{2+}$  торфом

Полученная изотерма адсорбции имеет характерную выпуклую форму и по классификации Ч. Джайлса относится к L-типу.

Изотермы L-типа описываются уравнением Фрейндлиха:

$$A = K_F \cdot C^{1/n}, \quad (2)$$

где  $A$  – величина удельной адсорбции;

$K_F, n$  – константы адсорбционного равновесия;

$C$  – равновесная концентрация адсорбата в растворе;

и уравнением Ленгмюра:

$$A = A_\infty \frac{K_L \cdot C}{1 + K_L C}, \quad (3)$$

где  $A_\infty$  – предельная величина адсорбции (адсорбционная емкость);

$K_L$  – константа адсорбционного равновесия;

$C$  – равновесная концентрация адсорбата в растворе.

Линейные анаморфозы изотермы адсорбции в координатах Ленгмюра и Фрейндлиха представлены на рисунке 3.

Линеаризация изотермы адсорбции в координатах уравнения Ленгмюра (рисунок 3, *а*) позволила графически определить величину предельной адсорбции  $A_\infty$  (адсорбционной емкости) и константу адсорбционного равновесия  $K_L$ . По графической зависимости в координатах  $-\lg A - \lg C$  (рисунок 3, *б*) определили константу  $K_F$  и параметр  $1/n$ .

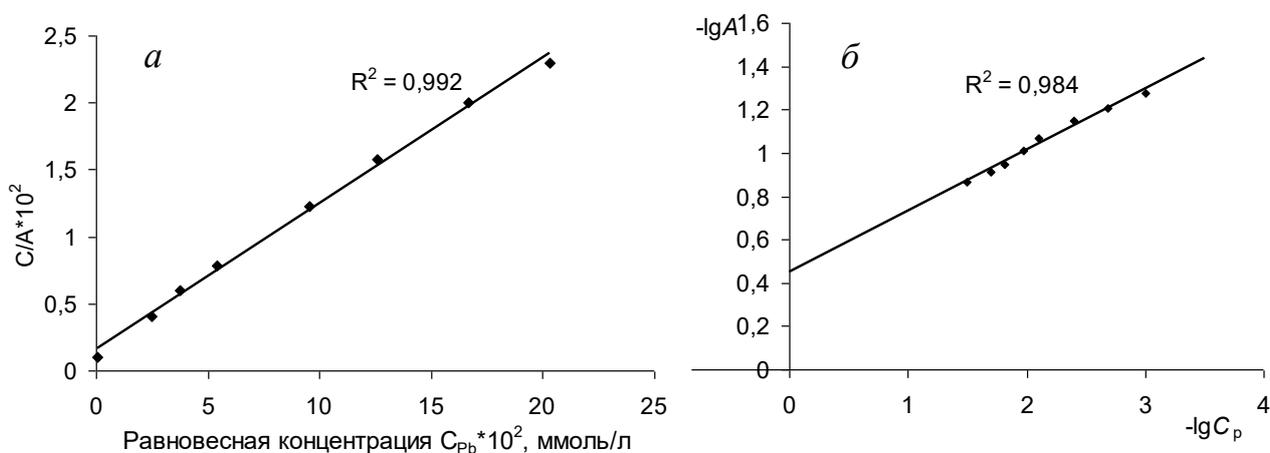


Рис. 3 Линейные анаморфозы изотермы адсорбции Ленгмюра (*а*) и Фрейндлиха (*б*)

Данные математической обработки линейризованных изотерм адсорбции ионов свинца(II) торфом в координатах Ленгмюра и Фрейндлиха сведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры сорбции ионов  $Pb^{2+}$  торфом

Уравнение Ленгмюра			Уравнение Фрейндлиха			
$A_{\infty} / A_{\infty}^*$		$K_L$ , л/г	$R^2$	$K_F$ , ммоль/г	$1/n$	$R^2$
ммоль/г	мг/г					
0,192 / 0,264	40,03 / 54,70	35,22	0,99	2,82	0,32	0,98

\* В пересчете на сухой торф

Изотермы адсорбции  $Pb^{2+}$  практически одинаково удовлетворительно описываются в рамках моделей Ленгмюра и Фрейндлиха; корреляция между экспериментально полученными и теоретически рассчитанными результатами составляет 0,98–0,99.

Сорбционные процессы, протекающие в статических условиях вне зависимости от природы взаимодействия между сорбентом и сорбируемым веществом, характеризуются достаточно медленными скоростями протекания, что связано в первую очередь с диффузией, обуславливающей проникновение сорбируемого вещества вглубь структуры сорбента [5]. С целью определения времени достижения адсорбционного равновесия как характеристики эффективности данного процесса, изучили кинетику адсорбции катионов свинца(II) торфом из растворов с различной исходной концентрацией адсорбата ( $C_{Pb} = 10^{-2}$ ,  $5 \cdot 10^{-3}$  и  $10^{-3}$  моль/л) во времени ( $t=1-60$  мин.) при различном массовом соотношении фаз ( $T : Ж = 1 : 20$ ;  $1 : 50$ ;  $1 : 100$ ).

На рисунке 4 представлены интегральные кинетические кривые статической адсорбции ионов свинца(II). Как видно, при постоянном значении соотношения  $T : Ж$  (рисунок 4, а) величина адсорбции возрастает с ростом концентрации поглощаемых ионов в исходном растворе и времени контакта твердой и жидкой фаз. Адсорбционное равновесие в модельном растворе с содержанием ионов свинца(II) 0,01 моль/л устанавливается в течение ~40 минут. Значение удельной

адсорбции в этих условиях соответствует значению адсорбционной ёмкости исследуемого торфа, что хорошо соотносится с представленными в таблице 1 данными, полученными при обработке изотермы адсорбции в координатах линейной формы уравнения Ленгмюра. Увеличение соотношения Т : Ж также приводит к росту значения величины адсорбции ионов  $Pb^{2+}$  и времени установления сорбционного равновесия (рисунок 4, б).

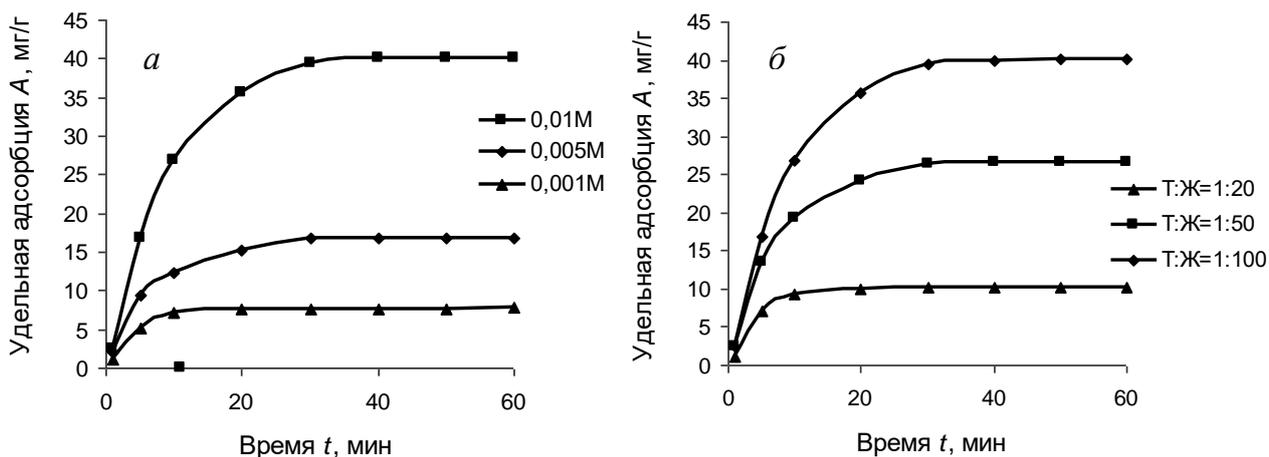


Рис. 4 Кинетические кривые адсорбции ионов  $Pb^{2+}$  торфом при Т : Ж = 1 : 100 (а) и  $C_{Pb} = 0,01$  моль/л (б)

В целях оценки сорбционной активности торфа в отношении  $Pb^{2+}$  провели сравнительный эксперимент по адсорбции этих ионов активированным углем марки БАУ-А. Изотерму адсорбции ионов свинца(II) активированным углем строили по результатам эксперимента, методика которого аналогична вышеописанной. Экспериментально полученное значение адсорбционной емкости активированного угля по отношению к ионам свинца(II) составило 53,95 мг/г, что сопоставимо с аналогичным показателем торфа. Учитывая доступность и значительно более низкую стоимость торфа, его можно считать конкурентоспособным адсорбентом для очистки загрязненных вод от ионов свинца(II).

Учитывая все полученные результаты, представляется возможным сделать следующие выводы:

1. В статических условиях по изотерме адсорбции с дальнейшей линеаризацией по уравнениям Ленгмюра и Фрейндлиха определены адсорбционная емкость  $A_{\infty}$  торфа месторождения «Мисковское» Костромской области по отношению к ионам свинца(II), а также константы  $K_L$  и  $K_F$  и параметр  $1/n$ , характеризующие сорбционные свойства торфа. Полученные результаты показывают, что торф обладает достаточно высокой адсорбционной емкостью (при небольшой удельной поверхности) по отношению к  $Pb^{2+}$ , что, очевидно, обусловлено наличием функциональных групп, ответственных за комплексообразование и ионный обмен.

2. Кинетическими зависимостями показано, что величина адсорбции и время установления адсорбционного равновесия зависят как от исходной концентрации  $Pb^{2+}$  в растворе, так и от массового соотношения твердой и жидкой фаз. Руководствуясь выявленными закономерностями возможно подобрать оптимальные условия очистки воды (Т : Ж, продолжительность адсорбции), которые не только обеспечат остаточное содержание удаляемых ионов в очищаемой воде на уровне, близком к ПДК (0,03 мг/л для свинца(II)) [6], но и позволят прогнозировать их содержание в отработанном сорбенте (торфе);

3. Установлено, что адсорбционная емкость торфа по отношению к  $Pb^{2+}$  сопоставима с аналогичным показателем активированного угля, а значит, его можно считать более дешевым поглотителем для очистки вод от ионов свинца(II), учитывая локальную доступность и относительно невысокую коммерческую стоимость.

### **Библиографический список**

1. Явербаум, П. М. Общие вопросы токсического действия свинца / П. М. Явербаум ; Иркутский гос. мед. ун-т. – Иркутск : Иркутский гос. ун-т, 2006. – 344 с. – Текст : непосредственный.

2. Статистический бюллетень / Основные показатели охраны окружающей среды. – Москва : Федеральная служба государственной статистики (Росстат), 2021. – 110 с. – Текст : непосредственный.

3. Барковский, Е. В. Молекулярные основы цитотоксичности свинца : монография / Е. В. Барковский, Т. В. Латушко ; под общ. ред. Е. В. Барковского ; Белорус. гос. мед. ун-т. – Минск : БГМУ, 2006. – 99 с. – Текст : непосредственный.

4. Кебец, А.П. Перспективный природный сорбент для очистки водных систем / А. П. Кебец, О. Г. Морозова, Н. М. Кебец [и др.] : Текст : непосредственный // Актуальные проблемы преподавания математических и естественнонаучных дисциплин в образовательных организациях высшего образования : сборник докладов очно-заочной научно-методической конференции. – Кострома : Военная академия РХБ защиты, 2021. – С. 714–721.

5. Адамсон, А. Физическая химия поверхностей : монография / А. Адамсон ; [перевод с английского И. Г. Абидора]. – Москва : Мир, 1979. – 568 с. – Текст : непосредственный.

6. ГН 2.1.5.1315–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования : Гигиенические нормативы. – Москва : Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2003. – 154 с. – Текст : непосредственный.

УДК 504.064.47+621.454.3

**Ю. Л. Краснобаев<sup>1</sup>, В. Ю. Мелешко<sup>2</sup>, В. В. Курылёв<sup>3</sup>**

Военная академия ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Балашиха

*ura776@yandex.ru<sup>1</sup>*

*vladmelve@rambler.ru<sup>2</sup>*

*vladislavkurylev@gmail.com<sup>3</sup>*

**РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО - ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ  
ПРИ СЖИГАНИИ ЗАРЯДОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ  
ЧИСТЫХ СТЕНДАХ**

В статье рассматриваются основные мероприятия по очистке сточных вод, образующихся при сжигании зарядов энергетических конденсированных систем. Представлены рекомендации по использованию технологических процессов, позволяющие нейтрализовать опасные вещества, прежде всего хлористый водород, и получить востребованный на рынке водный раствор гипохлорита натрия. Представленные решения характеризуются минимальным количеством образующихся опасных веществ, отсутствием сбросов в водные объекты и высоким уровнем ресурсосбережения.

**Ключевые слова:** энергетические конденсированные системы; сжигание; очистка сточных вод; вторичные ресурсы

**Yu. L. Krasnobaev<sup>1</sup>, V. Yu. Meleshko<sup>2</sup>, V.V. Kurilev<sup>3</sup>**

The Military Academy of Strategic Rocket Troops

after Peter the Great, Balashikha

*ura776@yandex.ru<sup>1</sup>*

*vladmelve@rambler.ru<sup>2</sup>*

*vladislavkurylev@gmail.com<sup>3</sup>*

## **DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MEASURES TO INCREASE THE DEGREE OF PURIFICATION OF RECOVERED WATER WHEN BURNING CHARGES OF ENERGY CONDENSED SYSTEMS ON ENVIRONMENTALLY FRIENDLY STANDS**

The article discusses the main measures for the treatment of wastewater generated during the combustion of charges of energy condensed systems. Recommendations are presented on the use of technological processes that make it possible to neutralize hazardous substances, primarily hydrogen chloride, and obtain an aqueous solution of sodium hypochlorite that is in demand on the market. The presented solutions are characterized by the minimum amount of hazardous substances formed, the absence of discharges into water bodies and a high level of resource saving.

**Keywords:** energy condensed systems; burning; sewage treatment; secondary resources

К первоочередным вопросам, которые требуют решения при ликвидации (утилизации) зарядов энергетических конденсированных систем (ЭКС), относятся разработка и организация мероприятий по обеспечению экологической безопасности.

В качестве основного метода ликвидации (утилизации) зарядов ЭКС в настоящее время используется сжигание с полным или частичным улавливанием и нейтрализацией продуктов сгорания (ПС) на специализированных производственных комплексах [1, 2]. При этом образуются сточные воды, загрязненные преимущественно хлоридами.

Выполнение мероприятий, связанных только с очисткой сточных вод от загрязнителей, не в полной мере, позволяет на должном качественном уровне выполнить задачу по повышению уровня ресурсосбережения. К тому же не учитывается специфика технологических процессов, применяемых при ликвидации (утилизации) зарядов ЭКС и опасность энергонасыщенных материалов. Необходимо также учитывать, что количество выполняемых мероприятий и применяемых технологических процессов должно быть минимальным в целях снижения общих утилизационных затрат.

К основным мероприятиям, которые необходимо выполнять на объектах ликвидации (утилизации) ЭКС, относятся инвентаризация негативного воздействия на окружающую среду, нейтрализация опасных веществ и получение вторичных ресурсов.

*Инвентаризация негативного воздействия на окружающую среду*

В таблице 1 представлен приблизительный состав ПС, образующихся при сжигании различных зарядов ЭКС.

Таблица 1

Приблизительный состав ПС, образующихся при сжигании зарядов ЭКС

Вещество	Масса, кг		
	Крупногабаритный заряд	Среднегабаритный заряд	Малогогабаритный заряд
Водород	716	293	121
Оксид углерода	6935	2879	1194
Азот	3508	1419	583
Хлорид водорода	3538	1431	588
Диоксид углерода	309	165	73

Сжигание зарядов ЭКС обуславливает значительное воздействие на окружающую среду, связанное с выбросом опасных ПС, прежде всего хлористого водорода. Созданные к настоящему времени стенды для утилизации зарядов ЭКС

предназначены в первую очередь для локализации и первичной нейтрализации ПС и не решают полностью вопрос обеспечения экологической безопасности.

### *Нейтрализация опасных веществ*

При нейтрализации наиболее опасного вещества HCl необходимо использование большого количества воды. Количество воды, используемой для охлаждения и нейтрализации ПС, составляет более 15 тонн на 1 тонну ЭКС, что является причиной образования большого количества промстоков, являющихся агрессивными средами и содержащих вредные примеси в количествах, значительно превышающих предельно допустимые концентрации.

Для нейтрализации хлористого водорода используется раствор гидроксида натрия, который в соотношении 3:1 подается в скруббер. Мощность скрубберов, где происходит очистка газообразных продуктов сгорания и сепарация остаточного количества взвешенных частиц, определяется по величине секундного массового расхода ПС. С учетом убыли твердой фазы на предыдущих стадиях расход ПС составляет до 150 кг/с.

При этом концентрация NaCl в оборотной воде составляет около 12 г/л, что примерно в 40 раз превышает предельно допустимую концентрацию по хлоридам в воде водоемов (ПДК<sub>в</sub>) и допустимые нормы, разрешенные для сброса промышленных сточных вод в канализационную сеть.

Для обеспечения нормальной экологической обстановки имеется необходимость в совершенствовании применяемых технологий для повышения экологической безопасности сжигания зарядов ЭКС и снижения затрат на ее практическую реализацию за счет использования прогрессивных способов глубокой очистки оборотной воды, используемой в технологическом цикле с получением вторичных ресурсов.

### *Получение вторичных ресурсов*

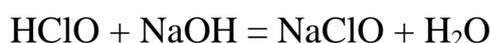
При очистке сточных вод применяется электролиз NaCl без диафрагмы, которая препятствует смешению анолита и католита и образованию большого количества различных веществ. Данный процесс характеризуется простотой. В

целях минимизации количества образующихся побочных продуктов определяются условия процесса.

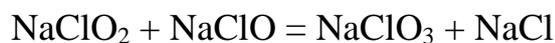
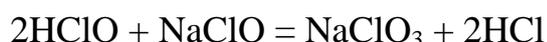
На аноде выделяется хлор, который взаимодействует с водой



Хлорноватистая кислота взаимодействует с гидроксидом натрия, получаемым на катоде с образованием гипохлорита натрия



Далее могут протекать реакции [3]



При электролизе NaCl при невысоких температурах (не более 20°C) создаются благоприятные условия для образования гипохлоратов, при высоких температурах – хлоратов.

На рисунке 1 представлено течение электродных процессов по отношению к содержанию активного кислорода в веществах, образующихся при электролизе 5 М раствора NaCl с примесью 0,2 % K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> при температуре от 12 до 13°C [3]. Хромат калия при электролизе восстанавливается на катоде до окиси хрома в виде тонкой пленки. Она выполняет функцию диафрагмы и воспрепятствует восстановлению на катоде гипохлорита.

Через 2,5 часа количество скорость образования гипохлорита уменьшается, примерно в то же время начинается образование хлоратов. Это объясняется началом процесса окисления гипохлоритов в хлораты. Данный процесс нежелателен, так как уменьшается выход полезных продуктов. Поэтому время электролиза не должно превышать 2 часов и процесс должен проходить при невысоких температурах (до 20°C).

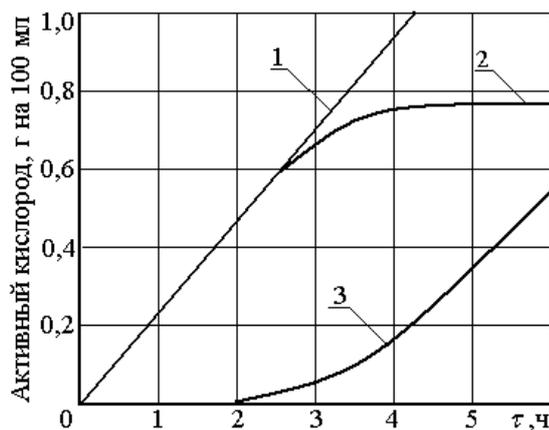


Рис. 1 Кривые, характеризующие ход процессов при электролизе хлорида натрия (1 – теоретическое количество кислорода в гипохлорите натрия, 2 – фактическое количество кислорода в гипохлорите натрия, 3 – количество кислорода в хлорате натрия)

В таблице 2 представлены массы применяемого и образующегося в скруббере гидроксида натрия и хлорида натрия, соответственно, а также масса образующихся при электролизе веществ.

Таблица 2

Массы применяемых и образующихся при нейтрализации HCl и электролизе NaCl веществ

Вещество	Масса, кг		
	Крупногабаритный заряд	Среднегабаритный заряд	Малогабаритный заряд
Стадия нейтрализации хлористого водорода			
Гидроксид натрия	3892	1574	647
Хлорид натрия	5682	2298	945
Электролиз раствора хлорида натрия			
Гипохлорит натрия	3125	1264	520
Хлорид натрия	2841	1149	472

Известно, что при повышении концентрации хлорида натрия в растворе увеличивается выход хлора при электролизе, и, в тоже, увеличивается расход хлорида натрия по отношению к получаемому гипохлориту натрия. Поэтому при расчетах масс образующихся при электролизе веществ использовался метод материального баланса.

При получении 5% раствора гипохлорита натрия, применяемого в качестве дезинфицирующего средства и особенно востребованного в настоящее время, при утилизации 1 тонны ЭКС образуется, приблизительно, 3 000 литров антисептика с содержанием активного хлора 47,5 г/л раствора.

Получаемый при электролизе раствор хлорида натрия может применяться для изменения концентрации образующегося при нейтрализации HCl солевого раствора и последующего регулирования процесса электролиза.

Таким образом, выполнение предлагаемых мероприятий и использование представленных технологических процессов позволяют провести очистку образующихся при сжигании зарядов ЭКС сточных вод и получить востребованный на рынке вторичный ресурс.

#### **Библиографический список**

1. Мелешко В. Ю., Забелин Л. В., Гафиятуллин Р. В., Поник А. Н. Основы промышленной технологии утилизации крупногабаритных твердотопливных зарядов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2004. – 226 с.
2. Мелешко В. Ю., Краснобаев Ю. Л. Утилизация энергонасыщенных материалов: учебник. – М.: ВА РВСН им.Петра Великого, 2015. – 367 с.
3. Изгарышев Н. А., Горбачев С. В. Курс теоретической электрохимии. М.: Госхимиздат. 1951. – 503 с.

**Т. В. Левчук**  
Российский Университет Транспорта  
Московского Института Инженеров Транспорта, г. Москва  
*Levchuktv@yandex.ru*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ПРОЦЕССАХ ОПТИМИЗАЦИИ И НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

На основе основных законов теории массового обслуживания рассматриваются современные направления оптимизации процессов технико-технологических комплексов железной дороги, обзор основных информационных технологий, использующих в своей основе системы

массового обслуживания, примеры решения основных алгоритмов систем массового обслуживания к технологическим процессам.

**Ключевые слова:** Информационные технологии и транспортно-технологические процессы железной дороги, системы массового обслуживания, имитационное моделирование, сетевые модели.

**T. V. Levchuk**  
Moscow Russian University of Transport  
Moscow Institute of Transport Engineers  
*Levchuktv@yandex.ru*

## **USE OF QUEUING SYSTEMS IN OPTIMIZATION AND RELIABILITY PROCESSES TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL COMPLEXES OF RAILWAY INFRASTRUCTURE**

On the basis of the basic laws of the theory of queuing, modern directions for optimizing the processes of technical and technological complexes of the railway, an overview of the main information technologies, based on queuing systems, examples of solving the main algorithms of queuing systems for technological processes are considered.

**Keywords:** Information technologies and railway transport and technological processes, queuing systems, simulation modeling, network models.

За последние 30 лет создано большое количество различных моделей для описания и прогнозирования транспортно-технологических процессов, позволяющих оптимизировать практически все отрасли подвижного состава.

Статистические и численные модели позволяют создавать математические описание процессов функционирования как отрасли в целом, так и отдельных направлений. Получаемые зависимости при математическом моделировании позволяют наглядно проследить связь между всеми техническими параметрами, входящими в транспортно-технологические процессы и сделать обобщающие выводы о причинно-следственных закономерностях [1–5]. Математическое описание систем массового обслуживания железнодорожной инфраструктуры представляет имитационное моделирование и описывается вероятностными закономерностями и определенным интегрально-дифференциальным аппаратом [1, 2, 3, 6].

В настоящее время в железнодорожной инфраструктуре для описания большинства процессов транспортно-технологических систем используется различный характер систем массового обслуживания [1, 5]. Имитационное моделирование заключается в проведении аналогии между реальными событиями и процессами, и моделями нахождения оптимальных решений функциональных показателей работоспособности СМО, в определенном приближении.

Наиболее эффективно СМО используется для математического описания оптимального функционирования различных транспортно-технологических процессов, которые изучаются практически всеми специальностями РОАТ МИИТ, и затрагивают структуру информационной системы железнодорожного транспорта, которая реализуется в системе баз данных и знаний, обеспечивающих органы управления и отдельных пользователей, связанных с ж.-д. транспортом. Позволяет создать единое информационное пространство, в котором пользователи обеспечены необходимой и достоверной информацией в нужное время и в удобной форме. Новые информационные технологии связывают высокотехнологичные и наукоемкие методы управления железнодорожным транспортом с информационной средой и инфраструктурой. На современном этапе существуют информационные системы, описывающие управление перевозочным процессом, маркетингом, экономикой и финансами, инфраструктурой ж.-д. транспорта в целом и отдельными отделами.

Информационные системы, использующие различного уровня сложности и вида СМО, представляет в настоящее время взаимосвязанный информационный комплекс. Основные информационные технологии железнодорожного транспорта представлены: автоматизированной системой оперативного управления перевозками (АСОУП), системой резервирования и продажи билетов («Экспресс-3»), единым центром диспетчерского управления (ЕЦДУ), системой учета, контроля дислокации, анализа использования и регулирования вагонного парка (ДИСПАРК), автоматизированной системой контроля за использованием и продвижением контейнеров (ДИСКОН), автоматизированной системой фирменного

транспортного обслуживания (АКС ФТО), автоматизированной системой управления сортировочными (АСУ СС) и грузовыми станциями (АСУ ГС), автоматизированной системой управления контейнерными пунктами (АСУ КП), электронной транспортной накладной (ЭТРАН), интегральной обработкой дорожных ведомостей (ИОДВ), интегральной обработкой маршрута машиниста (ИОММ).

Наиболее объемным и сложным в плане описания и компоновки различных частей процесса являются информационные системы управления перевозочным процессом, который рассматривает вопросы информационного сопровождения, обработки потока событий в области грузовых и пассажирских перевозок. Основной сложностью является моделирование технологических процессов управления грузовыми перевозками, организация поездо- и грузопотоков на сети, диспетчерское управление поездной работой, локомотивными и вагонными парками, грузовой и коммерческой работой, разработка графика движения поездов, норм эксплуатационной работы, планирование перевозок и прочее.

Моделирование различной сложности процессов управления пассажирскими перевозками позволяет охватить большой спектр задач для большинства специальностей, тем самым обеспечивая использование практически всей теоретической части СМО. В задачах используем процессы организации обслуживания пассажиров, информационно-справочный сервисы, планирование пассажирских перевозок, управление нормативами, тарифами внутренних и международных перевозок, организацию эксплуатации и ремонта парка пассажирских вагонов, управление багажными и почтовыми перевозками, организацию билетно-кассовых операций и др.

При изучении основных принципов построения имитационных моделей на основе теории СМО начинаем с рассмотрения простых примеров функционирования различных транспортно-технологических процессов и изучаемых студентами соответствующих специальностей, и постепенно переходим к более сложным расчетным процессам.

Сеть сервисного информационного, технического и технологического обслуживания может описываться моделями, состоящими из систем (узлов У) с

накопителями (путями П) ограниченной емкости (вместимости). В зависимости от количества обслуживающих приборов системы (узлы) могут быть как одноканальные (сортировочная горка, вагоносборочный участок депо и т.д.), так и многоканальные (локомотивы, ремонтные позиции). Все возможные комбинации информационных процессов другого отдела железнодорожной отрасли задаются матрицей вероятности перемещений ( $P = [p_{ij}]$ , где  $i, j = 0, 1, \dots, n$ ). Модель любого процесса сети сервисного технического обслуживания или эксплуатации описывается потоком событий и зависит от характера процессов их поступления и обслуживания [1, 2]. В линейной сети интенсивность входящего потока событий в любом узле ( $\lambda_j = \alpha_{ij}\lambda_i$ , где  $\alpha_{ij}$  – коэффициент передачи, например, потоков событий между узлами) и связана линейной зависимостью с интенсивностью источника образования событий через коэффициент передачи, который показывает среднее количество событий за время их нахождения в системе. Нелинейность сети определяется интенсивностью потока событий в системах и связана нелинейными зависимостями ( $\lambda_j = \sum_{i=0}^n p_{ij}\lambda_i$ , где  $p_{ij}$  – вероятность перемещения единиц техники между узлами), получается вследствие отсутствия возможности обслуживания, ремонта или изменением назначения (адреса) событий [3–5].

В самом простом случае, рассматривая простейший входящий поток событий (вагонов, заявок и т.д.), длительность обслуживания событий может быть задана интенсивностью обслуживания, характеризующей среднее количество событий, которые могут быть обслужены за единицу времени. Модель информационно-справочной системы железнодорожного вокзала при наличии различного количества терминалов доступа, и оценка пропускной способности кассового зала продажи и резервирования железнодорожных билетов является наиболее часто описываемыми задачами.

Информационные технологии управления маркетингом, экономикой и финансами охватывает финансовую и маркетинговую деятельность, технической

политикой, научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, нормативно-правовой работой и др., и поэтому ориентированы на формирование заказов клиентуры, на стабильное обеспечение платежных операций, минимизацию затрат, на совершенствование экономической работы и инвестиционной политики. В рамках комплекса функционируют и внедряются информационные технологии управления финансовой деятельностью, ресурсами, методы расчетов за грузовые перевозки, взаиморасчетов за пользование вагонами и др.

Одной из наиболее часто решаемых задач дисциплин различных специальностей являются задачи оптимизации комплексного использования электронного документооборота экономической и технической документации. Составление математической модели связано с большим количеством входных параметров (своевременность подготовки, поступления и обработки технической документации, территориальное расположение обрабатывающих заявки отделов и выполняющих различные виды работ, количество и взаимосвязь организаций, выполняющих различные задачи, взаимосвязь технических документов).

Поэтому возможен только в обобщенном виде и только при имитационном моделировании при вариации различных параметров, так как зависит от свойств конкретной системы.

Комплекс информационных технологий управления инфраструктурой железнодорожного транспорта представлен технологиями, включающими управление эксплуатационной работой грузового и пассажирского хозяйства, СЦБ, информатизации и связи, энергоснабжения, локомотивного и вагонного хозяйств, проектированием и капитальным строительством объектов инфраструктуры, ремонтно-восстановительными работами и работами в чрезвычайных условиях, управление ж.-д. промышленностью, материально-техническим снабжением и т. д. В составе комплекса функционируют системы управления путевым хозяйством, устройства энергоснабжения, сигнализации, информатизации и связи.

Электронное устройство работает в ждущем режиме и переключается очередным импульсом. Поток импульсов является потоком Эрланга  $k$ -го ( $k=2$ ) порядка с интенсивностью  $\lambda_k = 3$  импульсов в час. В случайный момент времени устройство включается в сеть и ждет первого очередного импульса. Найти плотность распределения вероятностей времени ожидания очередного импульса и построить ее график. Вычислить вероятность того, что устройство останется в ждущем режиме не более  $t = 5 \text{ мин} = 0,08 \text{ час}^{-1}$ .

Плотность распределения вероятностей времени ожидания очередного импульса для потока Эрланга 3-го порядка имеет вид:

$$f(t) = \frac{\lambda}{2} \sum_{s=0}^{2-1} \frac{(\lambda t)^s}{s!} * e^{-\lambda t}, t \geq 0$$

$$f(t) = \frac{\lambda}{2} \left( \frac{(\lambda t)^0}{0!} + \frac{(\lambda t)^1}{1!} \right) e^{-\lambda t}, t \geq 0$$

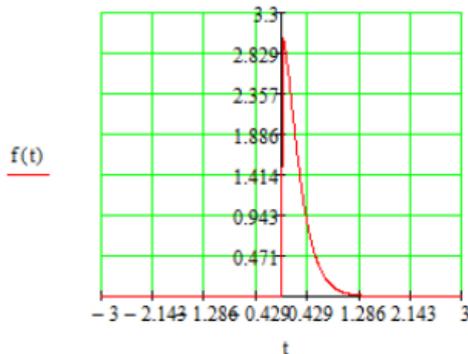
По условию,  $\lambda_k = \lambda_2 = 3$ , тогда  $\lambda = k * \lambda_2 = 2 * 3 = 6$ .

Таким образом, получаем:

$$f(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ \frac{6}{2} \left( \frac{(6t)^0}{0!} + \frac{(6t)^1}{1!} \right) e^{-6t}, & t \geq 0 \end{cases}$$

$$f(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ (3 + 18t)e^{-6t}, & t \geq 0 \end{cases}$$

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{if } t < 0 \\ (3 + 18t)e^{-6t} & \text{if } t \geq 0 \end{cases}$$



Построим график функции  $f(t)$  в MathCAD:

Вычислим вероятность того, что устройство останется в ждущем режиме не более 5 минут. Воспользуемся формулой:  $P(\alpha < T < \beta) = \int_{\alpha}^{\beta} f(t) dt$

$$P(0 < T < 0,08) = \int_0^{0,08} (3 + 18t)e^{-6t} dt$$

Рассчитаем в MathCAD:

$$\int_0^{0.08} (3 + 18t)e^{-6t} dt = 0.233$$

Рис. 1 Пример применения СМО имитирующих работу электронных устройств

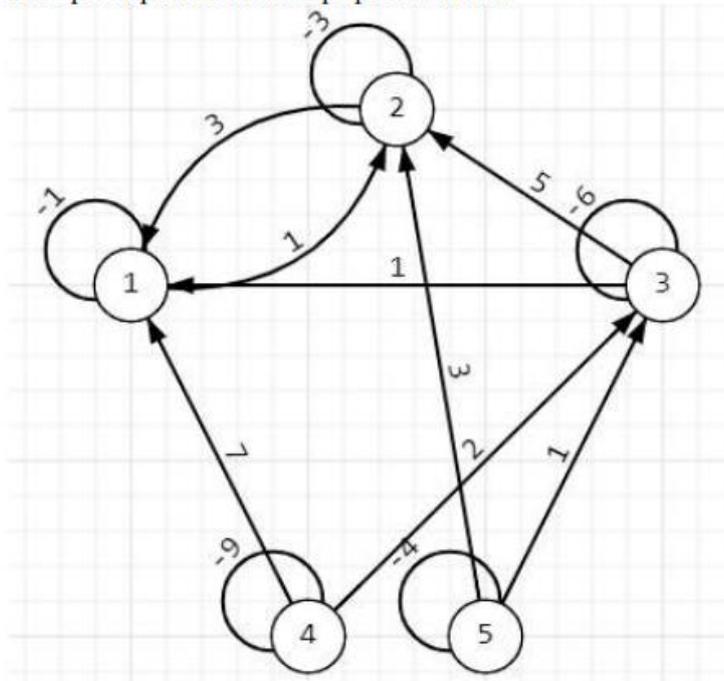
Информационное обеспечение технической эксплуатации устройств и систем железнодорожной автоматики и телемеханики включает большое количество различных технологических процессов с соответствующими входными данными, но при обобщении процессов можно свести к основным: формированию отчетной и справочной документации, планированию и мониторингу, диагностике технико-технологических процессов участков и отделов железнодорожного пути, электронному документообороту технической и финансовой документации. Несмотря на неоднозначность формулировки задачи, сложность мате-

матического моделирования, процессы носят дискретный характер и непрерывны во времени, т.е. созданные имитационные модели при определенных входных данных описывают большое количество бизнес-процессов, связанных с техническим перевооружением и модернизацией систем железнодорожной автоматики и телемеханики [1, 2].

Задана матрица  $\Lambda$  интенсивностей переходов непрерывной цепи Маркова. Построить размеченный граф состояний. Провести классификацию состояний системы. Найти стационарное распределение вероятностей.

$$\Lambda = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & -3 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 5 & -6 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 2 & -9 & 0 \\ 0 & 3 & 1 & 0 & -4 \end{pmatrix}$$

Построим размеченный граф состояний:



Составим СДУК для заданной цепи Маркова. Поскольку  $k = 6$ , то  $j=1, 2, 3, 4, 5$ .

$(p'_1(t), p'_2(t), p'_3(t), p'_4(t), p'_5(t)) =$

$$(p_1(t), p_2(t), p_3(t), p_4(t), p_5(t))^* \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & -3 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 5 & -6 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 2 & -9 & 0 \\ 0 & 3 & 1 & 0 & -4 \end{pmatrix}$$

Отсюда имеем:

$$\begin{cases} p_1'(t) = -1p_1(t) + 3p_2(t) + 1p_3(t) + 7p_4(t) \\ p_2'(t) = 1p_1(t) - 3p_2(t) + 5p_3(t) + 3p_5(t) \\ p_3'(t) = -6p_3(t) + 2p_4(t) + 1p_5(t) \\ p_4'(t) = -9p_4(t) \\ p_5'(t) = -4p_5(t) \\ p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) + p_4(t) + p_5(t) = 1 \end{cases}$$

Рис. 2 Пример решения нелинейных СМО

Тогда из СДУК получаем систему для нахождения стационарного распределения:

$$\vec{p} * A = \vec{0}, \text{ где } \sum_{j=1}^k p_j = 1, \quad 0 \leq p_j \leq 1$$

$$\begin{cases} 0 = -1p_1(t) + 3p_2(t) + 1p_3(t) + 7p_4(t) \\ 0 = 1p_1(t) - 3p_2(t) + 5p_3(t) + 3p_5(t) \\ 0 = -6p_3(t) + 2p_4(t) + 1p_5(t) \\ 0 = -9p_4(t) \\ 0 = -4p_5(t) \\ p_1(t) + p_2(t) + p_3(t) + p_4(t) + p_5(t) = 1 \end{cases}$$

Рассчитаем в MathCAD:

$$x := \begin{pmatrix} -1 & 3 & 1 & 7 & 0 \\ 1 & -3 & 5 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & -6 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -9 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \\ p_5 \end{pmatrix} = \text{lsolve}(x, b)$$

$$p_1 = 0.75 \quad p_2 = 0.25 \quad p_3 = 0 \quad p_4 = 0 \quad p_5 = 0 \quad \vec{p} = (0.75, 0.25, 0, 0, 0)$$

Рис 2 Пример решения нелинейных СМО (продолжение)

Так же основные положения теории СМО, используемые при решении выше изложенных задач являются основной при расчетах на надежность систем железнодорожной автоматики и телемеханики. В настоящее время спектр задач, решаемый имитационным моделированием, постоянно расширяется и связан с разработкой информационных технологии эксплуатации использовании систем мониторинга автоматизированных технологических комплексов.

Созданные обобщенные вероятностные модели, в основе которых лежат основные положения теории массового обслуживания, позволяют отразить максимально точно функционирование информационно - вычислительных центров (информационные базы данных и хранилища информации для проведения общесетевой маркетинговой, финансовой и экономической деятельности и управления перевозочным процессом), описать системы передачи данных, работу устройств автоматического съема информации с подвижного состава, работу телекоммуникационного оборудования.

### **Библиографический список**

1. Левчук Т. В., Казаков М. С., Зверев А. С. Оптимизация систем массового обслуживания/ История и перспективы развития транспорта на севере России. 2014. №1. – С. 82–84.
2. Левчук Т. В. Маслов А.А. Примеры решения частных задач имитационного моделирования / Сб. научных работ Брянского филиала МИИТ 2015. №1(7). – С.41–44.
3. Гусарова О. Ф., Сеницын С. А. Применение информационных мер в типовых задачах принятия решений на основе статистических ситуационных моделей // Современные проблемы железнодорожного транспорта. Сб. трудов по результатам интернет конференции. В 2-х томах. Под ред. Сергеева К. А. 2019. – С. 200–208.
4. Сеницын С. А. Информационный критерий достоверности этапа решения ситуационной задачи//Евразийский союз ученых (ЕСУ): ежемесячный научный журнал №10 (67), 3 часть, 2019. – С. 15–18.
5. Сеницын С. А. Концепция моделирования обтекаемых обводов высокоскоростного наземного транспорта // Наука и техника транспорта. – 2011. – №3. – С. 52–55.

6. Синицын С. А., Гусарова О. Ф. Информационный подход к разработке и применению иерархических ситуационных моделей интерактивного интеллекта// Москва – МГУ им. М.В. Ломоносова: «Социология» №1, 2019 ISSN 1812-9226. – С. 255–262.

7. Синицын С. А., Гусарова О. Ф. Информационные характеристики доверительных диапазонов параметров ситуационных моделей// Оригинальные исследования. т.9. 2019. – №4. С. 4–12.

УДК 004.932: 621

**И. Н. Паламарь<sup>1</sup>, А. И. Гагарина<sup>2</sup>**

Рыбинский авиационный технический университет  
имени П. А. Соловьева, г. Рыбинск

*irina.palamar@mail.ru<sup>1</sup>*

*aig.rsatu@mail.ru<sup>2</sup>*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА МИКРОСТРУКТУР МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СЛОЖНО ТЕКСТУРИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

В статье рассматривается задача автоматизации анализа микроструктур металлических материалов по изображениям, отличающимся сложной текстурой. Приводятся результаты эксперимента по классификации изображений микроструктур сплавов на основе сверточной нейронной сети. Обучение нейросетевой модели проведено на датасете микроструктур сталей, представляющих 6 классов поверхностей. Получены оценки качества классификатора. Выявлено, что точность распознавания микроструктур классификатором зависит от степени однородности текстуры.

**Ключевые слова:** анализ микроструктур металлических материалов, автоматизация, машинное обучение, сверточная нейронная сеть, сложно текстурированное изображение.

**I. N. Palamar<sup>1</sup>, A. I. Gagarina<sup>2</sup>**

P. A. Soloviev Rybinsk State Aviation Technological University, Rybinsk

*irina.palamar@mail.ru<sup>1</sup>*

*aig.rsatu@mail.ru<sup>2</sup>*

## **AUTOMATION OF THE MICROSTRUCTURES ANALYSIS OF METALLIC MATERIALS BY NEURAL NETWORK CLASSIFICATION OF COMPLEXLY TEXTURED IMAGES**

The article is deals with the problem of automating the analysis of microstructures of metallic materials based on images with a complex texture. The results of an experiment on the classification of images of microstructures of alloys based on a convolutional neural network are presented. The

neural network model was trained on a dataset of microstructures of steels representing 6 classes of surfaces. The quality estimates of the classifier are obtained. It is revealed that the accuracy of recognition of microstructures by the classifier depends on the degree of texture homogeneity.

**Keywords:** microstructures analysis of metallic materials, automation, machine learning, convolutional neural network, complex textured image.

Задачей наукоемкого машиностроения является совершенствование эксплуатационных свойств деталей, требования к которым непрерывно повышаются. Особенностью современных исследований по разработке новых технологий и методов обработки является изучение микроструктуры образцов, поскольку именно структура материала детали определяет ее свойства. При анализе микроструктуры применяются как количественные оценки параметров структуры, так и качественное описание в терминах исследователя. Методики оценки структуры определены, например, ГОСТ 26492-85 «Прутки катаные из титана и титановых сплавов» или ГОСТ 3443-87 «Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры», в которых используются балльные шкалы. Такой подход связан с отсутствием способов формализации описания сложных структур и их оценки. Даже в случае оценки степени пористости макрошлифов в баллах согласно ГОСТ 1583-93 «Сплавы алюминиевые литейные» устанавливают сравнением исследуемых образцов с эталонами шкалы, хотя данные изображения не имеют разнообразных структурных элементов. Требуется определить только количество и диаметр непосредственным измерением и сравнением с табличными данными, рассчитанными по изображениям шкалы.

Эксплуатационные свойства современных металлических материалов существенно зависят от распределения, формы и размера микроструктурных составляющих. Для оценки взаимосвязи «структура – свойство» конкретного материала количественная оценка и классификация микроструктуры имеет решающее значение. Металлические материалы, в частности стали, имеют сложную микроструктуру, поэтому сравнение с эталонным рядом сильно зависит от субъективного мнения эксперта.

Для повышения объективности и повторяемости оценок используют методы интеллектуального анализа данных. Сравнение изображения микроструктуры с образцом относится к задаче классификации в машинном обучении. В работе [1] в качестве классификатора для построения модели была использована машины опорных векторов SVM. Модель различала микроструктуры двухфазных сталей, однако для обучения модели необходимо применение методов предварительной обработки и выделения признаков. Это субъективные операции, снижающие степень автоматизации анализа микроструктур.

В статье [2] рассмотрена классификация микроструктур на основе глубокого обучения сверточной нейронной сети, позволяющего выполнять *end-to-end* обучение без предварительной сегментации и выделения признаков. Достигнута точность классификации 93,94 %. В связи с попиксельной микроструктурной классификацией и ограничением памяти графического процессора исходное изображение должно быть обрезано на небольшие фрагменты, и каждый фрагмент должен быть сегментирован отдельно. Сегментированные фрагменты сшиваются вместе и на последнем шаге к полученному сшитому изображению применяется политика максимального количества голосов (Max-voting). Выход модели используется для классификации объектов микроструктуры. В случае неоднородной сложной текстуры такой подход значительно снижает качество классификации. Кроме того, разделение исходного изображения на части не позволяет учитывать особенности текстурных составляющих.

Текстура материала определяется преимущественной ориентацией элементов, составляющих материал. На гладких поверхностях текстура выражается цветовыми или яркостными компонентами. На шероховатых поверхностях добавляется трехмерный рельеф, осложняющий распознавание текстур из-за эффектов проецирования и освещенности. Текстура – это изображение, состоящее из более или менее близких по восприятию элементов. Текстуру, окрестности всех точек которой подобны друг другу, называют равномерной или гомогенной текстурой. В тоже время элементы текстуры могут быть различны по форме и размерам. Смешанные текстуры могут включать в себя элементы из нескольких

множеств (классов) элементов, при этом между однородными областями наблюдается четкая граница. Для сложно текстурированных изображений характерно отсутствие четкой границы между текстурами с возможным наложением неоднородных структур.

Для исследования классификации сложно текстурированных изображений была выбрана модель Very Deep Convolutional Network (VGGNet) [3]. Модель построена на идее свёрточных нейронных сетей (CNN), заключающейся в чередовании свёрточных слоёв и слоев подвыборки или пулинга. Для обучения используется метод обратного распространения ошибки. Сверточная нейронная сеть принимает на вход изображение распознаваемого объекта и пропускает через несколько слоёв, получая на выходах слоев наборы все более сложных абстрактных признаков. На выходе модели классификацию этих признаков выполняет многослойный персептрон с функцией активации *Softmax*.

Модель VGGNet-16 состоит из 13 свёрточных слоев и трех полносвязных слоев и использует очень маленькие свёрточные фильтры (3x3 пикселей). В свёрточных слоях используется функция активации *ReLU*. Модель имеет 138 миллионов параметров. Структура сети является однородной, что упрощает процесс настройки гиперпараметров модели.

Для обучения данной нейронной сети использовался датасет *Northeastern University* (NEU), содержащий 750 изображений шести классов поверхностей стали. Все изображения были в серых тонах и имели формат 64x64 пикселя. Датасет был разбит на обучающую и тестовую выборки в соотношении 0,75 и 0,25. Модель свёрточной нейронной сети была реализована на языке Python [4]. Для работы с нейронной сетью использовалась библиотека Keras, а также технология Tensor-flow. Время обучения сети не является критичным для данного исследования, поэтому оптимизация скорости обучения не проводилась. При обучении использовалась кросс-валидация.

График зависимости функции потерь (*Loss*) и точности (*Accuracy*) от количества эпох обучения представлен на рисунке 1, где префиксы в обозначении

графических зависимостей  $train\_loss$  и  $val\_loss$  соответствуют обучающей и валидационной выборкам соответственно. Всего количество эпох обучения было установлено равным 75.

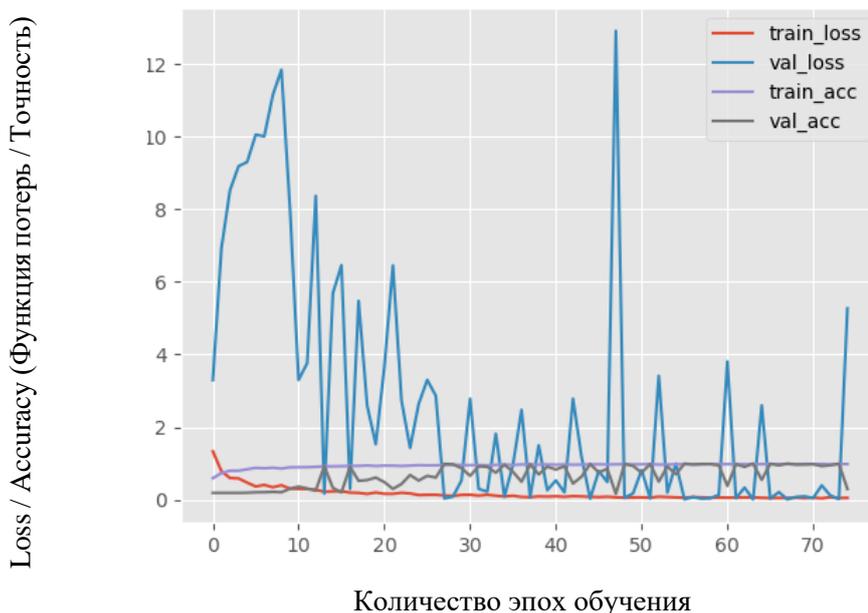


Рис. 1 График зависимости функции потерь ( $Loss$ ) и точности ( $Accuracy$ ) от количества эпох обучения

Результаты оценок качества классификатора приведены в таблице 1. В процессе обучения модели было обнаружено, что не все классы стали одинаково хорошо распознаются сверточными нейронными сетями. Если одни классы имеют почти сто процентную вероятность распознавания, то для некоторых других она может быть двадцать пять процентов и меньше. Это связано с самим паттерном текстуры стали, так как мелкозернистые паттерны требуют большего разрешения окна и большего количества ядер свертки для эффективного распознавания. В то время как более крупные структуры не нуждаются в высоком разрешении и показывают высокую точность даже при размерах окна  $3 \times 3$ . Параметр *support* показывает количество вхождений каждого класса в массив меток класса.  $F1$ -мера является гармоническим средним точности и полноты и позволяет оценить ортогональные критерии качества классификатора. Например, для *pa* класса  $F1$ -мера компенсирует высокое значение полноты (*recall*) низким значением точности (*precision*).

Таблица 1

## Результаты оценок качества классификатора на основе модели VGGNet-16

Название класса микроструктур	Оценки качества классификатора			
	<i>precision</i>	<i>recall</i>	<i>f1-score</i>	<i>support</i>
<i>cr</i>	0,00	0,00	0,00	189
<i>in</i>	0,95	0,29	0,44	214
<i>pa</i>	0,23	1,00	0,37	182
<i>ps</i>	0,00	0,00	0,00	179
<i>rs</i>	0,04	0,04	0,04	191
<i>sc</i>	0,98	0,49	0,65	170
Средние оценки				
<i>macro avg</i>	0,37	0,30	0,25	1125
<i>weighted avg</i>	0,37	0,30	0,25	1125

Примеры характерных изображений из используемого датасета представлены на рисунках 2 и 3. На рисунке 2 приведены изображения из классов *in* и *sc*, на которых получена высокая точность распознавания, а на рисунке 3 приведены изображения из классов *cr* и *ps*, которые не были распознаны сетью. Изображения на рисунке 2 имеют ярко выраженные крупные текстурные элементы, хотя и с разными характеристиками: яркие полосы на текстурах класса *in* и крупные темные пятна на текстурах класса *sc*. Изображения на рисунке 3 имеют мелкие неоднородные структурные элементы текстуры, признаки которых не были выделены сверточными слоями.

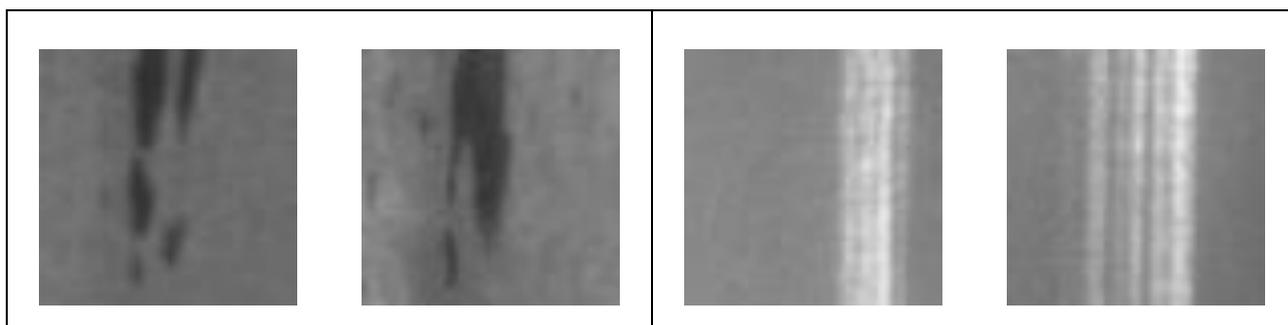


Рис. 2 Примеры текстур из класса *in* (слева) и *sc* (справа)



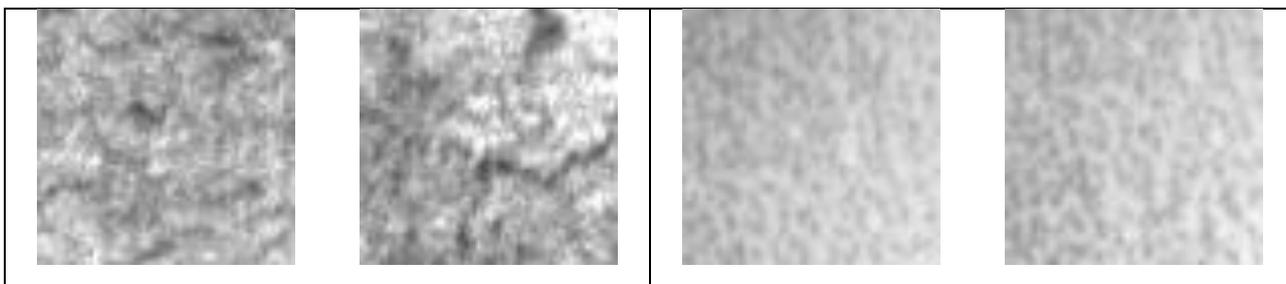


Рис. 3 Примеры текстур из класса *sr* (слева) и *ps* (справа)

Нейросетевая классификация микроструктуры металлических материалов на основе сверточных моделей позволяет автоматизировать контроль на основе балльных шкал, повысить объективность анализа сложно текстурированных изображений. Сверточная модель, обученная на исследуемом датасете микроструктур сталей без предварительного выделения признаков, показала на двух классах с крупными текстурами точность распознавания 95 и 98 %.

### Библиографический список

1. Gola J., Britz D., Staudt Th. et al. Advanced microstructure classification by data mining methods. – Computational Materials Science 148 (2018). – P. 324 – 335.
2. Azimi, S.M., Britz, D., Engstler, M. et al. Advanced Steel Microstructural Classification by Deep Learning Methods. Sci Rep 8, 2128 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20037-5>. – 14 p.
3. Simonyan K., Zisserman A. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv:1409.1556, v6. 2014. – 14 p.
4. Рашка С., Мирджалили С. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2, 3-е изд.: Пер. с англ. – Спб.: ООО «Диалектика», 2020. – 848 с.

УДК 541.6:620.184.3

**А. В. Романова<sup>1</sup>, А. Р. Валиев<sup>2</sup>, П. Е. Беляков<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С. К. Тимошенко, г. Кострома  
*stas.beliakova@ya.ru*

<sup>2</sup>Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени С. К. Тимошенко, г. Кострома

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ ПОЛИМЕРОВ ОТ ИХ СТРОЕНИЯ, СТРУКТУРЫ, МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ И СОСТАВА ОТДЕЛЬНЫХ ФРАГМЕНТОВ**

В статье рассматривается изменение физико-химических свойств дендримеров, и показана зависимость физико-химических свойств различных классов полимеров от их строения, структуры, молекулярной массы и состава отдельных фрагментов. Авторами смоделирован специальный модификатор для исследования влияния функционального внешнего слоя на свойства дендримера. Авторами получен функциональный дендример с гидрофильным внешним функциональным слоем, потенциально перспективный для инкапсулирования гидрофобных физиологически активных веществ.

**Ключевые слова:** полимер, дендример, растворимость, инкапсулирование, функциональный внешний слой, средство направленного транспорта

**A.V. Romanova<sup>1</sup>, A.R. Valiev<sup>2</sup>, P.E. Belyakov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*stas.beliakova@ya.ru*

<sup>2</sup>Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*aleksei.valiew@ya.ru*

<sup>333</sup> Central Scientific Research Test Institute of the Ministry of Defense of the Russian Federation  
*pavlushka1988@mail.ru*

## **INVESTIGATION OF THE DEPENDENCE OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF VARIOUS CLASSES OF POLYMERS ON THEIR COMPOUND, STRUCTURE, MOLECULAR WEIGHT AND COMPOSITION OF INDIVIDUAL FRAGMENTS**

The article discusses the change in the physicochemical properties of dendrimers, and shows the dependence of the properties of various classes of polymers on their compound, structure, molecular weight and composition of individual fragments. The authors have modeled a special modifier to study the effect of the functional outer layer on the properties of the dendrimer. The authors obtained a functional dendrimer with a hydrophilic outer functional layer, potentially promising for encapsulating physiologically hydrophobic active substances.

**Keywords:** polymer, dendrimer, solubility, encapsulation, functional outer layer, means of directional transport

На сегодняшний день полимеры используются во всех сферах жизнедеятельности человека, в том числе и в производстве, благодаря проявляемым свойствам. Более того, необходимые свойства можно прогнозировать и придавать их полимерам. В настоящее время существует несколько классификаций высокомолекулярных соединений, одна из которых разделяет их по структуре на линейные, разветвленные, пространственные.

Линейные и разветвленные полимеры обладают множеством важных свойств, которые можно улучшать, изменяя структуру и состав полимера. Рассматривая свойства линейных полимеров, выяснили, что сшивка позволяет повысить термостабильность и устойчивость полимера к действию растворителей. При проведении вулканизации каучука серой свойства зависят от процентного содержания следующим образом: при введении около 4-5% серы наблюдается максимум прочности при достаточно большой эластичности (850%), из этого материала изготавливают резины, а при введении уже 50% серы каучук превращается в эбонит и имеет уже другие характеристики – жесткий и прочный материал, практически неспособный к деформации [1, с. 344]. Также двойные и простые эфирные связи в главной цепи каучука повышают морозостойкость резины, а наличие полярных боковых групп в структуре каучука снижает показатель до промежуточного значения. Минимальное значение морозостойкости является результатом отсутствия как двойных связей в главной цепи, так и полярных боковых групп [2].

Силикон при сшивке имеет схожие с резиной свойства и также может быть использован в качестве герметика. При этом, если в его структуру добавить фтор, то возрастет стойкость к высоким и низким температурам, к окислению и солнечной радиации [3].

Свойства линейных полимеров также зависят от структуры и состава полимера. Разветвления повышают эластичность полимера и снижают его кристалличность, так как они затрудняют более плотную упаковку макромолекул и препятствуют достижению степени кристалличности 100%. Чем выше степень кристалличности у линейного полимера и выше его молекулярная масса, тем лучше

механические свойства [4]. Существует также этилен-винил-ацетат (EVA) – сэвилен. Свойства зависят от процентного содержания винилацетата. Чем выше его доля, тем меньше твердость, теплостойкость, разрушающее напряжение при растяжении, но больше эластичность, прозрачность, адгезия [5]. В полиэтилен-терефталате – линейном термопластичном полиэфире, достигнутая регулярность строения полимерной цепи повышает способность к кристаллизации, которая в значительной степени определяет механические свойства. Фениленовая группа в основной цепи придает жесткость скелету и повышает температуру стеклования и температуру плавления [6].

Пространственные полимеры отличаются от линейных и разветвленных полимеров тем, что они не являются совокупностью макромолекул, а основные цепи в них соединены друг с другом атомами или группами атомов. Свойства пространственных полимеров напрямую зависят от частоты поперечных связей. Редкие поперечные связи придают полимеру упругость и способность к эластическим деформациям, а частые характеризуются большей твердостью, жесткостью, хрупкостью и нерастворимостью [7, с.376]. Благодаря своим свойствам, пространственные полимеры широко применяются в качестве разнообразных связующих, являющихся обязательными компонентами пластических масс, а также используются в виде различных резин, клеевых и защитных покрытий.

Более подробно рассмотрим разветвленные полимеры, в частности, сверхразветвленные высокомолекулярные соединения регулярного строения, сочетающие в себе свойства макромолекул и частиц – дендримеры. В настоящее время военные специалисты проявляют интерес к исследованиям дендримеров и считают их перспективными для военной химии, благодаря тому, что их состав и структуру можно менять в широком диапазоне. Молекулярная структура дендримера предопределяет ряд особенностей их физико-химических свойств, таких как высокая растворимость, низкая вязкость в расплаве и в растворе, низкая температура расстеклования, а также способность к инкапсулированию больших и малых молекул внутри дендритной матрицы.

Свойства дендримеров определяются максимально возможным диаметром нулевой генерации, числом генераций и строением скелета макромолекулы, а выбор периферических групп позволяет менять физическую, химическую и биологическую функциональность макромолекул. Существуют методы химической модификации внешнего поверхностного слоя, позволяющие управлять свойствами дендримеров в широких пределах [8, 9]. Так, зарядив эти группы внешнего поверхностного слоя, можно придать дендримеру свойства полиэлектролита, а расположив на периферии биологически инертные либо, наоборот, активные группы, можно использовать макромолекулу дендримера для адресной доставки физиологически активных веществ (ФАВ) [10]. Модификацией поверхности макромолекулы ей придаются ярко выраженные лиофильные или лиофобные, гидрофильные или гидрофобные свойства, а благодаря соприкасающимся «ветвям» сверхразветвленной молекулы образуются внутренние полости, в которых могут находиться различные небольшие молекулы, химически не связанные с дендримером, но удерживаемые в полостях с помощью нескольких механизмов, таких как физическое инкапсулирование, межмолекулярное и электростатическое взаимодействия и ковалентное конъюгирование [11].

В полости могут вводиться различные низкомолекулярные ФАВ, в том числе лекарственные препараты, что позволяет обеспечивать их длительное, а при определенных условиях и адресное физиологическое действие [12]. Учитывая тот факт, что для инкапсулирования могут использоваться физиологически активные вещества, данное направление представляется перспективным и интересным для военных специалистов.

Наряду с этим, нанокapsулы на основе некоторых дендримеров, например, ПАМAM-дендример, способны доставлять лекарственные препараты в головной мозг, преодолевая гематоэнцефалический барьер, разделяющий системный кровоток организма и кровеносную систему головного мозга [13]. А проявление таких свойств очень важно для средств направленного транспорта и может быть использовано в военных целях.

При этом скелет дендримера должен быть прочным, устойчивым к различного рода воздействиям и способен присоединять необходимые для исследований концевые группы. Наиболее полно этим требованиям соответствует карбосилановый дендример. Карбосилановые дендримеры с атомом кремния (в качестве точки разветвления) в кремний-углеродном скелете неполярны, химически инертны, гидролитически стабильны и термически устойчивы, а «богатая химия» кремния позволяет получать дендримеры различной степени разветвленности и разной генерации. Отсутствие полярных связей способствует возможности использования многих реакций дериватизации и обеспечивает возможность создания контраста в свойствах между ядром и внешней сферой [14]. Гидрофильные функциональные группы на поверхности дендримера способствуют увеличению растворимости в водных растворах, фосфорилированные группы или вторичные и третичные амины увеличивают сродство к клеточным мембранам и проницаемость через них, а длинные углеводородные цепи на поверхности придают гидрофобные свойства молекуле дендримера.

Известно, что свойства молекулы дендримера в целом зависят от его функционального внешнего слоя. Для применения карбосиланового дендримера в качестве средства направленного транспорта необходимо, чтобы он растворялся в водных растворах. В ходе исследования для придания дендримеру гидрофильных свойств нами был смоделирован и синтезирован специальный модификатор, представленный на рисунке 1.

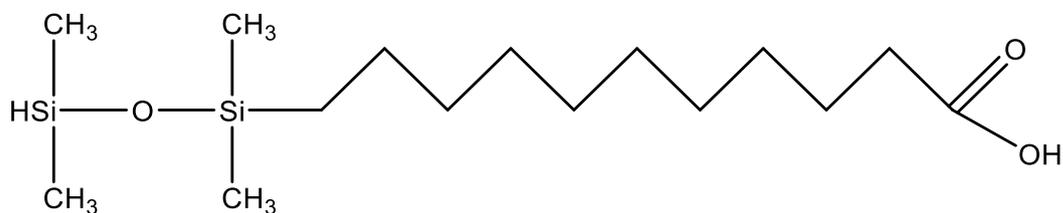
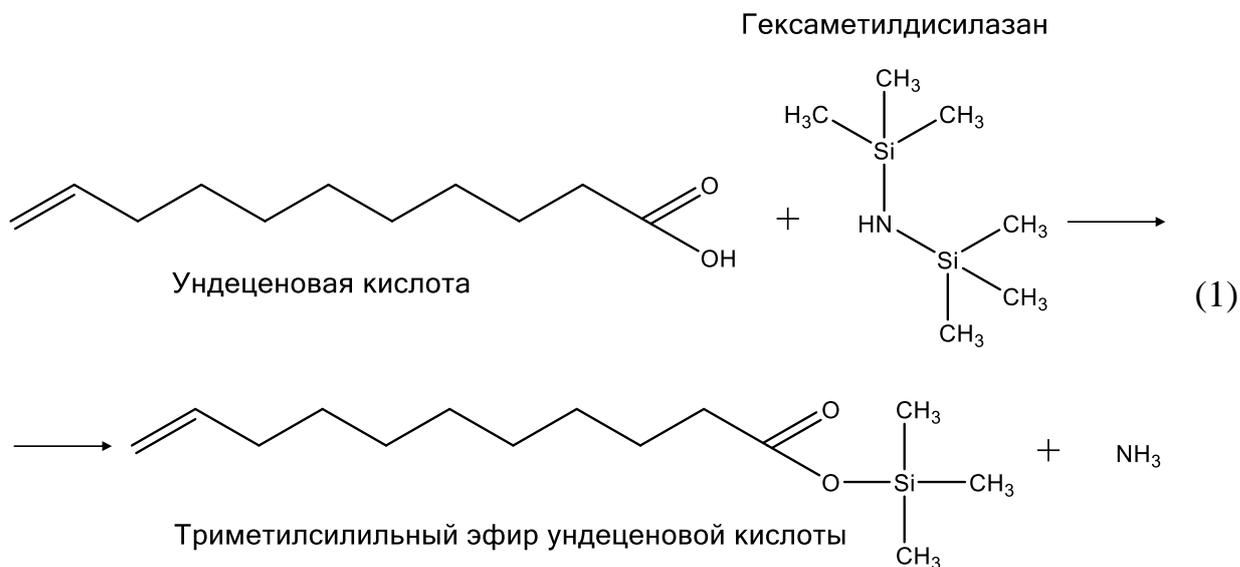


Рис. 1 Специальный гидрофильный модификатор

Данная функциональная группа на поверхности дендримера должна способствовать поддержке гидрофобности внутренней сферы (как результат – увеличение движущей силы по инкапсулированию и удержанию гидрофобных веществ), гидрофильности поверхности (увеличение растворимости в водных или водно-спиртовых растворах в целях применения системы направленного транспорта (СНТ) в биологических объектах), а также защите инкапсулированного вещества (за счет длинных углеводородных цепей, создающих пространственные затруднения потенциально опасным для СНТ молекулам в растворе).

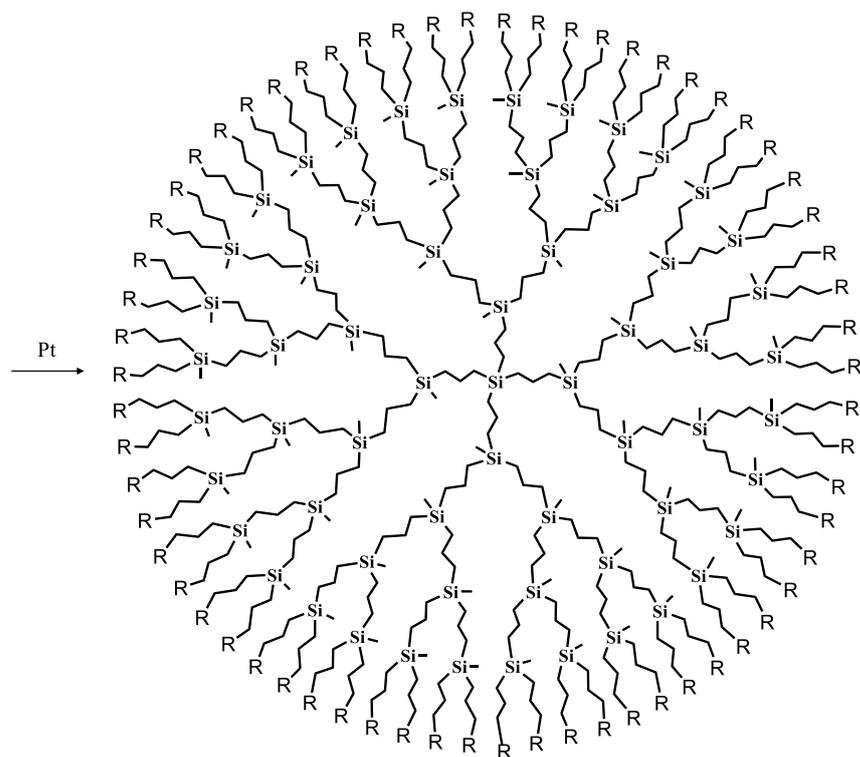
Процесс модификации поверхности дендримера функциональными группами был нами реализован в 4 этапа:

1. Защита карбоксильных групп ундеценовой кислоты, в целях предотвращения их участия в дальнейших химических реакциях получения конечного продукта, путем замещения атома водорода карбоксильной группы на триметилсилан:



2. Синтез самого модификатора по реакции гидросилилирования тетраметилдисилоксана и триметилсилилового эфира ундеценовой кислоты, полученного на первом этапе:

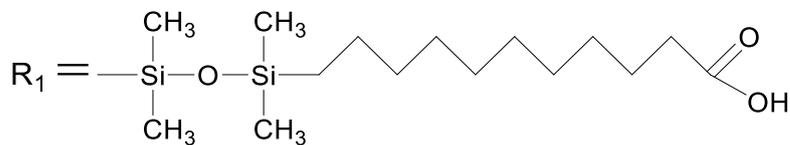
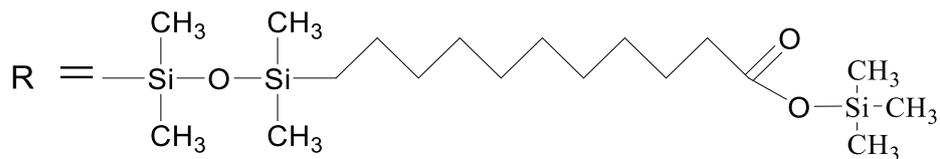


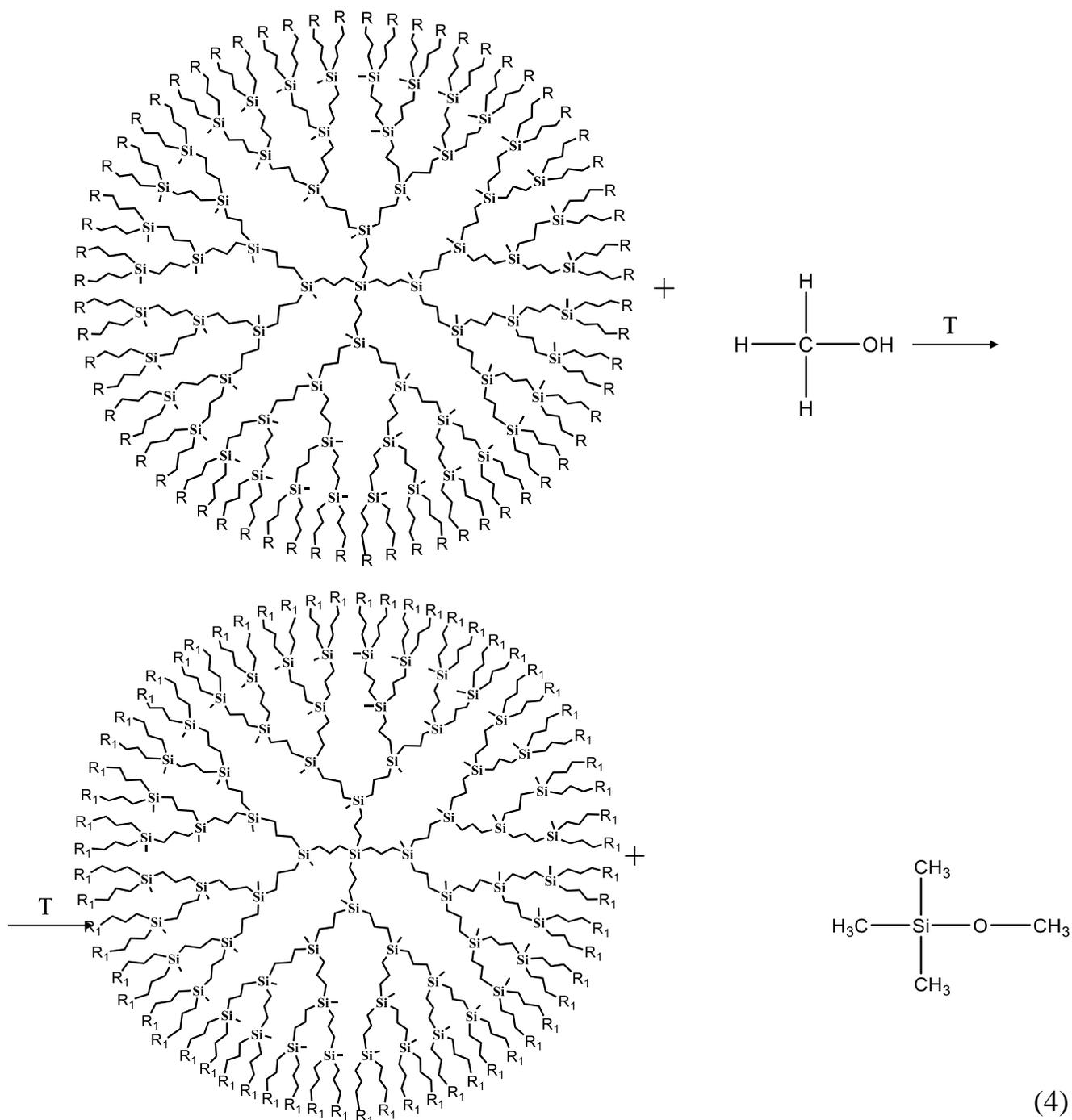


(3)



4. Снятие защиты – восстановление карбоксильных групп путем нагревания в присутствии метанола.





Исследование растворимости полученного функционального дендримера проводили в водных растворах с добавлением этилового спирта и щелочи при стандартных условиях. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты исследований растворимости функционального дендримера  
в различных растворителях

№ п/п	Растворитель			рН раствора	Растворимость
	H <sub>2</sub> O, мл	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH, мл	1M раствор NaOH, мл		

1.	6	-	-	7	Не растворим
2.	6	-	0,05	7,2	Не растворим
3.	6	-	0,1	7,4	Не растворим
4.	6	-	0,15	7,6	Не растворим
5.	6	-	0,2	7,8	Не растворим
6.	6	-	0,25	8,0	Не растворим
7.	6	-	0,3	8,2	Не растворим
8.	6	-	0,35	8,4	Не растворим
9.	6	-	0,4	8,6	Не растворим
10.	6	-	0,45	8,8	Не растворим
11.	6	-	0,5	9,0	Не растворим
12.	6	-	0,55	9,2	Не растворим
13.	6	-	0,6	9,4	Не растворим
14.	6	-	0,65	9,6	Не растворим
15.	6	-	0,7	9,8	Не растворим
16.	6	-	0,75	10,0	Не растворим
17.	6	-	0,8	10,2	Не растворим
18.	6	2	0,8	10,3	Мало растворим
19.	6	4	0,8	10,4	Растворим
20.	6	4	0,05	7,4	Мало растворим
21.	6	4	0,1	7,6	Растворим
22.	6	3,5	0,1	7,5	Мало растворим

Таким образом, мы получили функциональный дендример с гидрофильным внешним функциональным слоем, потенциально перспективный для инкапсулирования ФАВ. Для подтверждения состава и структуры полученного соединения провели элементный анализ, результаты которого отражены в таблице 2, а также записали спектр ЯМР  $^1\text{H}$ , представленный на рисунке 2.

Таблица 2

Результаты элементного анализа полученного соединения

Элемент	Теоретическое содержание, %	Результат элементного анализа, %
Si	18,83	18,70
C	59,44	61,41
O	10,93	9,84
H	10,80	10,05

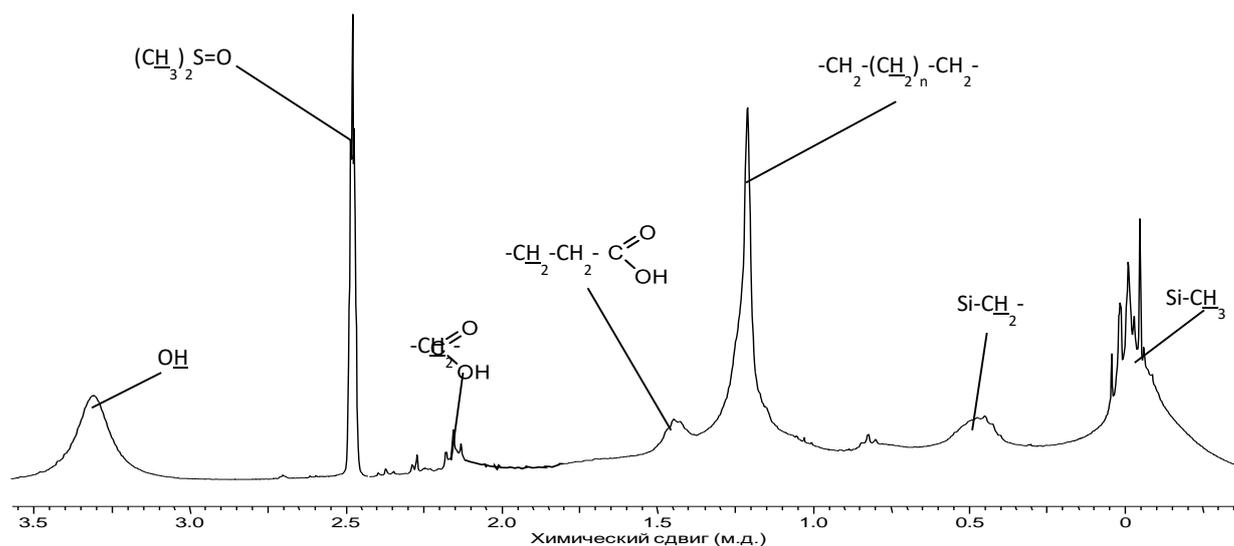


Рис. 2 Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  полученного соединения

На рисунке 2 представлен спектр ЯМР  $^1\text{H}$  карбосиланового дендримера с функциональным внешним слоем. В спектре наблюдаются несколько синглетных сигналов метильных групп, присоединенных к атому кремния (в области около 0 м.д.). Наличие нескольких сигналов определяется тем, что химическое окружение этих метильных групп незначительно, но всё же заметно отличается в зависимости от генерации дендримера, в которой они находятся. Кроме того, метильные группы тетраметилдисилоксанового фрагмента также имеют несколько отличный химический сдвиг от метильных групп силановых структур. Весьма характерный интенсивный уширенный синглет с химическим сдвигом 1,25 м.д. принадлежит внутренним метиленовым группам пропиленовых цепочек дендримера, а также внутренним метиленовым группам специального модификатора, привитого на поверхность дендримера.

Таким образом, мы пришли к выводу, что имеется возможность применения таких дендримеров в качестве системы направленного транспорта ФАВ. Нами были разработаны рекомендации (таблица 3) по использованию специальных методов модификации структуры и качественного состава дендримера для достижения прогнозируемых свойств.

Таблица 3

Рекомендуемые методы достижения определенных свойств  
на основе дендримера

№ п/п	Прогнозируемые (требуемые) свойства	Методы достижения требуемых свойств
1.	Увеличенный объем внутренних полостей, соответствующий геометрическим размерам молекулы ФАВ.	Увеличение расстояния между узлами ветвления. Уменьшение количества дендронов.
2.	Возможность инкапсулирования выбранного ФАВ.	Введение внутреннего функционального слоя, обладающего сродством к ФАВ данного типа.
3.	Способность удерживать ФАВ внутри дендримера.	Введение внутреннего функционального слоя. Активное ветвление в узлах близких к поверхности с целью «закупорки» внутренних полостей.
4.	Возможность применения на биологических объектах (in vivo).	Регулирование растворимости и биосовместимости привитием на поверхность ГД различных функциональных групп.
5.	Адресная доставка ФАВ.	Привитие на поверхность ГД функциональных групп (векторов, лигандов), имеющих высокую аффинность с биомишенями.
6.	Защита инкапсулируемого ФАВ.	Активное ветвление в узлах близких к поверхности. Привитие на поверхность объемных функциональных групп (создание пространственных затруднений).
7.	Увеличение стабильности системы направленного транспорта.	Выбор оптимальной генерации дендримера. Функционализация поверхностного слоя.
8.	Защита СТ ФАВ от иммунной системы живого организма.	Модификация поверхности дендримера такими группами, которые не распознаются иммунной системой как чужеродные.
9.	Способность преодоления биологических барьеров молекулой дендримера.	Регулирование размеров молекулы посредством изменения степени генерации. Функционализация поверхности дендримера.

Таким образом, на основании изученного материала рассмотрена зависимость физико-химических свойств различных классов полимеров от структуры, строения, молекулярной массы и состава отдельных фрагментов, в частности, обоснована зависимость растворимости дендримеров от функционального внешнего слоя, рассмотрена и обоснована возможность их применения в качестве системы направленного транспорта, а также разработаны рекомендации по использованию специальных методов модификации структуры и качественного состава дендримера для достижения прогнозируемых свойств. Данные рекомендации могут быть использованы в различных областях военной химии, в том числе и для создания мономолекулярных нанообъектов с заданными свойствами.

### Библиографический список

1. Семчиков Ю. Д. Высокомолекулярные соединения: Учеб. Для вузов / Ю. Д. Семчиков. – Н. Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского; М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 368 с.
2. Чайкун А. М., Елисеев О. А., Наумов И. С., Внеликтова М. А. Особенности построения рецептур для морозостойких резин // Авиационные материалы и технологии. 2013. №3 (28).
3. <https://www.fa-rti.ru/ftorsilicon> (дата обращения: 01.02.2022)
4. <https://plastinfo.ru/information/articles/42/> (дата обращения: 01.02.2022)
5. <https://tdm-mk.ru/a235840-polietilen-pevp-penp.html> (дата обращения: 01.02.2022)
6. <https://e-plastic.ru/spravochnik/materiali/pet/> (дата обращения: 01.02.2022)
7. Лучинский Г. П. Курс химии: Учебник для инженерно-технических (нехимических) вузов. – М.: Высш. Шк., 1985. – 416 с., ил.
8. Ortega, P. Thiol ended carbosilane dendrimers. A multivalent platform for the binding of molecules of biological interest [Text] / P.Ortega, R.Gomez, F.J.Mata // Tetrahedron letters. – 2015. – Vol. 56. – Iss. 38. – P. 5299-5302.
9. Rodriguez-Prieto, T. Synthesis of degradable cationic carbosilane dendrimers based on Si–O or ester bonds [Text] / T.Rodriguez-Prieto, A.Barrios-Gumiel, F.J.Mata et al. // Tetrahedron. – 2016. – Vol. 72. – Iss. 39. – P. 5825-5830.
10. Коршунов, А. Ю. Дендримеры – древовидные полимеры, свойства и применение [Текст] / А. Ю.Коршунов // Молодежный научно-технический вестник. – 2014. –№ 7.
11. Кравец, С. Л. Большая российская энциклопедия [Текст] / С. Л. Кравец. – М. : Большая российская энциклопедия, 2007. –Т. 8. – 767 с.
12. Яббаров, Н. Г. Мультифункциональные дендритные молекулы: перспективы применения в медицине и биологии [Текст] / Н. Г. Яббаров, Г. А. Посыпанова, Е. А. Воронцов // Молекулярная медицина. – 2012. –№ 6.

13. Serramia, M. J. In vivo delivery of siRNA to the brain by carbosilane dendrimer [Text] / M.J.Serramia, S.Alvarez, E.Fuentes-Paniagua et al. // Journal of controlled release. – 2015. – Vol. 200. – P. 60-70.

14. Тутов, М. В. Новые кремнийорганические металлхеллатосодержащие дендримеры на основе октавинилсилсесквиоксана и ацетилацетонатных комплексов металлов [Текст] : дис. ... канд. хим. наук : 02.00.08 / Тутов Михаил Викторович. – Владивосток, 2015. – 126 с.

УДК 62-78

**М. А. Сивопляс<sup>1</sup>, С. Г. Данилюк<sup>2</sup>**

Филиал военной академии ракетных войск стратегического назначения  
имени Петра Великого, г. Серпухов

*cozaks@bk.ru<sup>1</sup>*

*sgdaniluk@bk.ru<sup>2</sup>*

## **МАРКОВСКАЯ МОДЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЛОЖНОЙ ТЕХНИКИ**

В статье приводится пример моделирования безопасности процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем технического обслуживания сложной техники на основе марковского процесса. Представлено аналитическое решение системы уравнений Колмогорова марковского процесса технического обслуживания сложной техники. Проведен анализ полученного решения.

**Ключевые слова:** безопасность технической обслуживания, марковский процесс, система уравнений Колмогорова, интенсивность совершения ошибки.

**M. A. Sivoplyas<sup>1</sup>, S. G. Danilyuk<sup>2</sup>**

Filial Military Academy Strategic Missile Forces named after Peter the Great,  
Serpukhov

*cozaks@bk.ru<sup>1</sup>*

*sgdaniluk@bk.ru<sup>2</sup>*

## **MARKOV MODEL OF SAFETY OF MAINTENANCE OF COMPLEX EQUIPMENT**

The article provides an example of modeling the safety of a process with discrete states and continuous maintenance time of complex equipment based on the Markov process. An analytical solution of the Kolmogorov Markov system for the maintenance of complex equipment is presented. The analysis of the received solution is carried out.

**Keywords:** safety of maintenance, Markov process, the Kolmagorov equations system, the intensity of making a mistake

Техническое обслуживание является неотъемлемым этапом эксплуатации сложной техники. Оно проводится квалифицированным персоналом в определённом объеме, установленном в документации на объект, и обычно включает контроль технического состояния объекта ТО, устранение выявленных при контроле технического состояния отказов, мероприятия, направленные на предупреждение возможных отказов, работы, обеспечивающие готовность объекта ТО к использованию по назначению, оформление документов. Во время выполнения работ персонал взаимодействует с функциональными элементами объекта ТО, поэтому всякое действие непредусмотренное документацией на проведение ТО потенциально может привести к опасному состоянию техники и характеризуется вероятностью совершения ошибочного действия персоналом.

Состояние безопасности процесса ТО зависит от безопасности объекта. [1] Так безопасностью техники является состояние специально придаваемой ей на этапе создания и разработки, которое в сочетании с комплексом организационно-технических мер на всех стадиях жизненного цикла обеспечивает исключение или снижение до допустимого уровня возможности проявления опасности.

Как правило действиями персонала при работе со сложной техникой руководит более подготовленный и опытный работник. Основной задачей руководителя является проведение работ в строгом соответствии с методиками, описанными в документации, а также своевременное принятие мер по предотвращению ошибочных действий персонала. Действие персонала во время ТО сложной техники характеризуется некоторым множеством параметров, оценив которые руководитель прогнозирует дальнейшее действие и делает вывод о его правильности. [2] Таким образом руководитель выступает в роли контролирующего звена системе технического обслуживания, которому свойственны ошибки первого и второго рода. Именно ошибка второго рода способствует совершению ошибочного действия персоналом во время выполнения операции.

С целью прогнозирования и оценки безопасности проведения ТО сложной техники в описанных выше условиях разработана модель процесса ТО. Основными допущениями в моделировании процесса являются 1) вероятность совершения ошибочного действия персоналом  $> 0$ , 2) всякое ошибочное действие персонала приводит к опасному состоянию процесса ТО, 3) потоки событий процесса ТО являются стационарными, то есть их характеристики не зависят от времени.

В процессе ТО сложной техники выделены состояния безопасности.

– Безопасное состояние характеризуется регламентированным проведением ТО. Во время проведения ТО персонал выполняет действия согласно документации ТО, при этом не исключается ошибочное действие.

– Потенциально опасное состояние, при котором ошибочное действие не допущено, однако есть предпосылки к его совершению, которые могут проявляться в различных формах. К примеру, психофизическое состояние персонала соответствует неуверенным действиям либо знания умения и навыки персонала не позволяют персоналу уверенно правильно выполнить действие и т.д. Если руководитель ТО делает верный вывод о потенциальном опасном состоянии ТО, тогда он предпринимает корректирующие действия, которые переводят систему в безопасное состояние.

– Если руководитель совершает ошибку второго рода и делает неверное заключение о состоянии безопасности процесса ТО, тогда после совершения ошибочного действия система переходит в опасное состояние. Опасное состояние характеризуется негативными последствиями совершенного ошибочного действия персонала вовремя ТО. Описанные состояния ТО и события перехода между состояниями изображены графом состояний на рисунке 1.

Описанный процесс проведения ТО с учетом введенных допущений является марковским. Процесс ТО является случайным, и для любого момента времени вероятностные характеристики процесса технического обслуживания в будущем зависят только от его состояния в данный момент времени и не зависят от того, когда и как система пришла в это состояние.

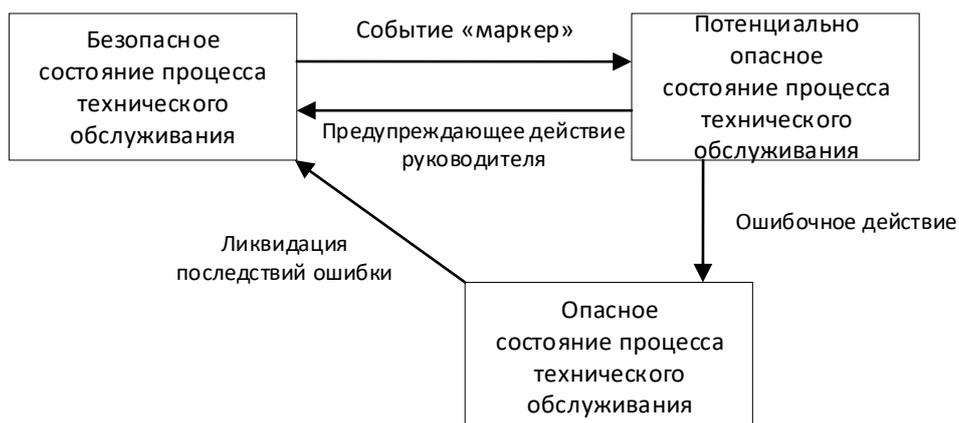


Рис. 1 Граф состояний процесса технического обслуживания

Каждое состояние процесса ТО характеризуется вероятностью, а в совокупности они образуют полную группу несовместных состояний.

$$P_{\text{бс}} + P_{\text{пос}} + P_{\text{о}} = 1,$$

где  $P_{\text{бс}}$  – вероятность безопасного состояния процесса ТО;

$P_{\text{пос}}$  – потенциально опасное состояние,  $P_{\text{о}}$  – опасное состояние.

Потоки событий процесса ТО изменяют состояние безопасности и являются простейшими с учетом допущения (обладают свойствами стационарности, если его характеристики не зависят от времени, ординарности, если события появляются по одиночке, и не имеют последствий, если для любых двух непересекающихся участков времени число событий, попадающих на один из них, не зависит от того, сколько событий попало на другой) [3].

Важной характеристикой потока событий является интенсивность, значение которых обозначены, как  $\alpha_1$  – интенсивность событий «маркер»,  $\alpha_2$  – интенсивность событий совершения ошибочного действия,  $\mu_1$  – интенсивность событий корректировки руководителем действий персонала,  $\mu_2$  – интенсивность событий последствий ошибочных действий персонала.

Интенсивность события «маркер», а также события совершения ошибочного действия зависит от качеств персонала, который выполняет действия. К таким качествам относятся знания, умения и навыки выполнения работ, психологическое и физиологическое состояния человека и другие. Интенсивность события

корректировки руководителем действий персонала характеризует руководителя, участвующего в ТО сложной техники, его квалификации и опыта руководства ТО и выполнения действий, также психологического, физиологического состояния и другое.

Для описанного процесса ТО составлены уравнения Колмогорова, которые позволяют найти функции вероятностей состояний процесса ТО от времени.

$$\begin{cases} \frac{dP_{6c}}{dt} = P_{\text{noc}}\mu_1 + P_0\mu_2 - P_{6c}\alpha_1 \\ \frac{dP_{\text{noc}}}{dt} = P_{6c}\alpha_1 - P_{\text{noc}}(\mu_1 + \alpha_2) \\ \frac{dP_0}{dt} = P_{\text{noc}}\alpha_2 - P_0\mu_2 \end{cases} \quad (1)$$

В начальный момент времени ( $t = 0$ ) ТО имеет безопасное состояние, поскольку на обслуживаемую технику не было оказано нерегламентированного воздействия. Следовательно на основе системы уравнений (1) формулируется задача Коши, исходные данные которой –  $P_{\text{nc}}(0) = 1$ ,  $P_a(0) = P_{\text{пра}}(0) = 0$ .

Получено аналитическое решение, представленное ниже. Значение параметра  $D$ , который рассчитывается по формуле (6), влияет на зависимость вероятности состояний безопасности ТО сложной техники от времени.

$$D = (\mu_1 + \alpha_2 + \mu_2 + \alpha_1)^2 + 4(\mu_1\alpha_1 - \mu_2(\mu_1 + \alpha_2) - \mu_2\alpha_1 - \alpha_1(\mu_1 + \alpha_2)) \quad (6)$$

Если  $D > 0$ , то

$$P_{6c}(t) = \frac{1}{\alpha_1} [C_1(k1 + \mu_1 + \alpha_2)e^{tk1} + C_2(k2 + \mu_1 + \alpha_2)e^{tk2} + A(\mu_1 + \alpha_2)], \quad (7)$$

$$P_{\text{noc}}(t) = C_1e^{tk1} + C_2e^{tk2} + A, \quad (8)$$

$$P_0(t) = 1 - \frac{k1 + \mu_1 + \alpha_2 + \alpha_1}{\alpha_1} C_1e^{tk1} - \frac{k2 + \mu_1 + \alpha_2 + \alpha_1}{\alpha_1} C_2e^{tk2} - \frac{\mu_1 + \alpha_2 + \alpha_1}{\alpha_1} A, \quad (9)$$

где

$$C_2 = \frac{\alpha_1 + Ak1 + A - A(\mu_1 + \alpha_2)}{(k2 - k1)}, \quad (10)$$

$$C_1 = -\frac{\alpha_1 + Ak1 + A - A(\mu_1 + \alpha_2)}{(k2 - k1)} - A, \quad (11)$$

$$k1 = \frac{1}{2} \sqrt{(\mu_1 + \alpha_2 + \mu_2 + \alpha_1)^2 - 4(\mu_2\mu_1 + \mu_2\alpha_2 + \mu_2\alpha_1 + \alpha_1\alpha_2)} +$$

$$+\frac{1}{2}(\mu_1 + \alpha_2 + \mu_2 + \alpha_1), \quad (12)$$

$$k2 = \frac{1}{2}\sqrt{(\mu_1 + \alpha_2 + \mu_2 + \alpha_1)^2 - 4(\mu_2\mu_1 + \mu_2\alpha_2 + \mu_2\alpha_1 + \alpha_1\alpha_2)} - \frac{1}{2}(\mu_1 + \alpha_2 + \mu_2 + \alpha_1), \quad (13)$$

$$A = \frac{\mu_2\alpha_1}{\mu_2\mu_1 + \mu_2\alpha_2 + \mu_2\alpha_1 + \alpha_1\alpha_2}. \quad (14)$$

Если  $D = 0$ , то

$$P_{\text{noc}}(t) = e^{-0.5t(\mu_1 + \alpha_2 + \mu_2 + \alpha_1)}(C_1 + C_2t) + A, \quad (15)$$

$$P_{\text{6c}}(t) = \frac{1}{\alpha_1}(e^{-0.5t(\mu_1 + \alpha_2 + \mu_2 + \alpha_1)}(C_2 - 0.5(\mu_2 + \alpha_1)(C_1 + C_2t) + 0.5(\mu_1 + \alpha_2)(C_1 + C_2t)) + (\mu_1 + \alpha_2)A), \quad (16)$$

$$P_0(t) = 1 - P_{\text{noc}}(t) - P_{\text{6c}}(t), \quad (17)$$

где

$$A = \frac{\mu_2\alpha_1}{\mu_2\mu_1 + \mu_2\alpha_2 + \mu_2\alpha_1 + \alpha_1\alpha_2}, \quad (18)$$

$$C_2 = \alpha_1 - 0.5A(\mu_2 + \alpha_1) + A(\mu_1 + \alpha_2)(\alpha_1 - 0.5), \quad (19)$$

$$C_1 = -A. \quad (20)$$

Если  $D < 0$ , то

$$P_{\text{noc}}(t) = e^{-0.5tq}(C_1\cos(t\sqrt{|D|}) + C_2\sin(t\sqrt{|D|})) + A \quad (21)$$

$$P_{\text{6c}}(t) = \frac{e^{-0.5tq}}{\alpha_1}[(\sin(t\sqrt{|D|})\left(-C_1\sqrt{|D|} - 0.5C_2q\sqrt{|D|} + C_2(\mu_1 + \alpha_2)\right) + \cos(t\sqrt{|D|})\left(C_2\sqrt{|D|} - 0.5C_1q\sqrt{|D|} + C_1(\mu_1 + \alpha_2)\right)] + A(\mu_1 + \alpha_2) \quad (22)$$

$$P_0(t) = 1 - P_{\text{noc}}(t) - P_{\text{6c}}(t) \quad (23)$$

$$A = \frac{\mu_2\alpha_1}{\mu_2\mu_1 + \mu_2\alpha_2 + \mu_2\alpha_1 + \alpha_1\alpha_2} \quad (24)$$

$$C_1 = -A \quad (25)$$

$$C_2 = \frac{1}{\sqrt{|D|}}\left(\alpha_1 + A(\mu_1 + \alpha_2) - \alpha_1A(\mu_1 + \alpha_2) - 0.5Aq\sqrt{|D|}\right) \quad (26)$$

$$q = \mu_1 + \alpha_2 + \mu_2 + \alpha_1 \quad (27)$$

Полученные зависимости позволяют провести оценить вероятности состояний безопасности ТО сложной техники. Исходными данными являются значения интенсивностей событий во время ТО как  $\alpha_1$  – интенсивность событий «маркер»,  $\alpha_2$  – интенсивность событий совершения ошибочного действия,  $\mu_1$  – интенсивность событий корректировки руководителем действий персонала,  $\mu_2$  – интенсивность событий последствий ошибочных действий персонала.

При этом стоит учесть, что интенсивности потока событий могут принимать только неотрицательные значения.  $\mu_1 \geq 0, \mu_2 \geq 0, \alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0$ . Замечаний руководителя всегда объективно больше, чем неправильно выполненных действия выполнений операций. На практике чаще встречаются работы, в которых руководитель делал замечания, при этом негативных последствий ошибки не допущено. Следовательно,  $\mu_1 > \alpha_2$ .

Таким образом получена Марковская модель безопасности ТО сложной техники, с помощью которой возможно провести анализ безопасности ТО на основании интенсивностей совершенных событий. Модель позволит учесть зависимость безопасности ТО от индивидуальных качеств персонала участвующего в работах.

### **Библиографический список**

1. Александровская Л. Н. Статистические методы анализа безопасности сложных технических систем: Учебник / Л. Н. Александровская, И. З. Аронов, А. И. Елизоров и др.; Под ред. В. П. Соколова. – М.: Логос, 2001. – 232 с.: ил.
2. Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах. Пер. с англ. Под ред. И.А. Ушакова. – М.: Сов. радио, 1974. – 272 с.
3. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – 2-е изд., стер. – М.: Наука, Гл. ред. физ. Мат. лит., 1988. – 208 с.

# ИСТОРИЯ МАТЕМАТИКИ

## HISTORY OF MATHEMATICS

---

УДК 37.012

**И. В. Бойков<sup>1</sup>, И. О. Врублевский<sup>2</sup>, К. Н. Кочкин<sup>3</sup>, И. Е. Шемякина<sup>4</sup>**  
<sup>1,2,3,4</sup>Военная академия материально-технического обеспечения  
имени генерала армии А.В. Хрулёва  
Военный институт (инженерно-технический), г. Санкт-Петербург  
*www.iri@mail.ru<sup>4</sup>*

### ЛЕОНИД ВИТАЛЬЕВИЧ КАНТОРОВИЧ – ЧЕЛОВЕК НАУКИ И ДЕЛА

Статья посвящена ученому, математику, внесшему выдающийся вклад в экономическую науку, нобелевскому лауреату по экономике Леониду Витальевичу Канторовичу. Л.В. Канторович родился в 1912 году, поэтому 2022 – юбилейный год, 2022 – год его памяти. Обсуждая жизненный путь человека, математика, ученого и его стремления улучшить экономическую жизнь в родной стране, но не получившим до конца признания, каждый обучающийся может призадуматься о правильности в выборе профессии, о своих планах и их реализации. Воспитательные цели при изучении математика играют большую роль в современном обучении.

**Ключевые слова:** Л.В. Канторович, математика, экономика, открытия в науке, практическое приложение на производстве.

**I. V. Boikov<sup>1</sup>, I. O. Vrublevsky<sup>2</sup>, K. N. Kochkin<sup>3</sup>, I. E. Shemyakina<sup>4</sup>**  
<sup>1,2,3,4</sup>Federal Military (Engineering) State Owned Institute  
of High Education, a branch of the «Military Academy of Logistics named  
after General of the Army A.V. Khrulyov» of the Ministry  
of Defense of the Russian Federation, St. Petersburg  
*www.iri@mail.ru*

### LEONID VITALIEVICH KANTOROVICH - MAN OF SCIENCE AND BUSINESS

The article is dedicated to the scientist, mathematician, who made an outstanding contribution to economics, Nobel laureate in economics Leonid Vitalievich Kantorovich. L.V. Kantorovich was born in 1912, so 2022 is the anniversary year, 2022 is the year of his memory. Discussing the life path of a person, mathematician, scientist and his desire to improve the economic life in his native country, but not fully recognized, each student can think about the correctness in choosing a profession, about his plans and their implementation. Educational goals in the study of mathematics play an important role in modern education.

**Keywords:** L.V. Kantorovich, mathematics, economics, discoveries in science, practical application in production.

Леонид Витальевич Канторович вошел в ряд крупнейших ученых двадцатого столетия благодаря своим работам в области математики и экономики. Исследования Л.В. Канторовича в области функционального анализа, вычислительной математики, теории экстремальных задач, дескриптивной теории функций, теории множеств и способы применения их в экономике оказали влияние на становление и развитие указанных математических дисциплин, послужили основой для формирования новых научных направлений математики и экономике [1] – [4].

Нобелевскую премию 1975 года Л.В. Канторович получил за работу «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов», написанную в 1942 года, а в 1943 году докладывал его основные тезисы на заседании Госплана СССР. Можно считать, что родоначальником среди всех его открытий стала теория линейного программирования. Сутью метода является максимизация из ограниченных ресурсов. Цель, которую надо достичь, можно выразить с помощью системы линейных уравнений. Неизвестные в них только первой степени. Из-за того, что уравнений меньше, чем неизвестных, задача обычно имеет не одно, а множество решений. Найти же нужно одно, в математической терминологии, найти нужно экстремальное решение. Для показателей факторов производства были введены коэффициенты, названные мультипликаторами. С их помощью можно было решать различные задачи. Если известны значения решающих множителей, то искомые величины, в частности оптимальный объем производимой продукции, можно легко вычислить [5].

Но, несмотря на новизну метода, тогда его разработки признали ненужными и антимарксистскими. Монография была опубликована только в 1959 году, а до внедрения идей на практике дело вообще не дошло. Несмотря на это, сам ученый считал, что его подходы значительно улучшат деятельность промышленных предприятий и всей плановой экономики. Он развил идею оптимальности в экономике, установил взаимосвязь оптимальных цен и

оптимальных производственных и управленческих затрат, используя методы линейного программирования. По сути, Л. В. Канторович создал законченную теорию идеального народнохозяйственного планирования, что должно было помочь в рамках плановой экономики лучше распределять производственные ресурсы.

Л. В. Канторович основал новый раздел математики, благодаря которому в процессе построения экономического плана можно было использовать электронно-вычислительную технику.

В дальнейшем в его научном движении экономические проблемы выходят на первый план. Одной из таких экономических проблем стала теория расчета наилучшего использования ресурсов. Сутью метода является максимизации за счет ограниченных ресурсов. Условия задачи на оптимум и цель, которую надо достичь, можно выразить с помощью системы линейных уравнений. В модели Л. В. Канторовича цены оптимального плана определяются государством, как и минимальная зарплата трудящихся, а не отдельными предприятиями, и служат для того, чтобы, руководствуясь ими, кратчайшим путём и с минимальными потерями выходить на оптимальные и сбалансированные плановые задания, определяемые и координированные государством для удовлетворения насущных потребностей. Так же в этот метод входил его прошлый опыт анализа повышения живучести военных зданий во время великой отечественной войны. Благодаря этим усилениям Ленинград сохранил здания и сооружения особого назначения (как военные, так и гражданско-промышленные). Помимо этого, Л. В. Канторович работал по проблеме уменьшения рисков и обеспечения безопасности Дороги жизни, за это был награждён Орденом "Знак почета " и Орденом «Первой степени». Ещё одной теорией в плане экономики была теория амортизационных платежей при оптимальном использовании оборудования. Таким образом, Л.В. Канторовичем была поистине раскрыта сущность понятия амортизации. Он показал, как можно повысить эффективность использования оборудования, разделив амортизационные платежи на два типа и с помощью сложной математической

модели указал, как определить величину коэффициента амортизационных отчислений. Эта теория позволила сделать ряд принципиальных выводов о необходимости корректировки принятой методики расчета амортизации.

С течением времени советский математик и экономист стал уделять большое внимание педагогической и организационной деятельности. После 1939 года Л. В. Канторович согласился заведовать кафедрой математики Военного инженерно-технического университета. В годы войны преподавал в ВИТУ ВМФ, после войны возглавлял отдел в Институте математики и механики ЛГУ. В 1960 г. была открыта кафедра экономико-математических расчётов экономического факультета ЛГУ и специальное математико-экономическое отделение. Данное отделение было одним из первых коллективов, где проблемы применения математических методов в экономике стали решаться комплексно. Наряду с развитием теории оптимального планирования и экономических показателей большое внимание уделялось изучению моделей экономической динамики и равновесия, исследованиям в области выпуклого анализа и теории экстремальных задач, разработке численных методов математического программирования, включая их реализацию на ЭВМ, а также апробации и внедрению разработанных моделей и методов в экономическую практику.

С точки зрения прикладного характера в обучении по математике должен быть интересен тот факт, что Л. В. Канторович участвовал в разработке военно-прикладных задач, а именно задач минирования местности в военное время и разминирования – в послевоенное время. К сожалению, это участие ученого недостаточно освещено в исторической литературе. Статья «Некоторые соображения по расстановке минных полей в связи с подсчетом вероятности поражения», Труды ВВМИСУ, 1944 г., т. 6 и «Памятка по минированию и разминированию», изданная Штабом инженерных войск Красной Армии – это то, что известно не всем, но вызывает интерес. Задачи минирования были важны с точки зрения обороны страны, а также важны с точки зрения экономики. Методы теории вероятностей, предложенные для решения задачи, были изложены в 1946 году в Ленинграде Л. В. Канторовичем в учебнике «Теория

вероятностей» [6], в котором в качестве примеров применения теорем разобраны задачи противотанкового минирования местности. Задачи актуальны и имеют исторический и учебно-практический интерес при изучении математики, раздел «Теория вероятностей» и способствуют повышению мотивации к изучению математики среди обучающихся [7, с. 66–69].

Несмотря на то, что многие идеи Л.В. Канторовича так и не были реализованы в экономике Советского Союза, он за свои идеи заслужил признания во многих мировых научных сообществах.

### **Библиографический список**

1. Доба Каминская «Лауреат Нобелевской премии Леонид Канторович»// [Электронный ресурс]: [proza.ru.turbopages.org](http://proza.ru.turbopages.org) (Дата обращения: 14.01.2022).
2. «Детство, годы учебы - Лауреат Нобелевской премии Леонид Канторович»// [Электронный ресурс]: [vuslit.ru](http://vuslit.ru) (Дата обращения: 14.01.2022).
3. «Биография Леонида Канторовича – известные информатики» // [Электронный ресурс]: [sites.google.com](http://sites.google.com) (Дата обращения: 14.01.2022).
4. VIVOS VOCO: Предисловие составителей сборника о Л.В. Канторовиче// [Электронный ресурс]: [vivovoco.astronet.ru](http://vivovoco.astronet.ru) (Дата обращения: 19.01.2022).
5. Теория оптимального распределения ресурсов// [Электронный ресурс]: [https://studbooks.net/3359/ekonomika/teoriya\\_optimalnogo\\_raspredeleniya\\_resursov](https://studbooks.net/3359/ekonomika/teoriya_optimalnogo_raspredeleniya_resursov) (Дата обращения: 20.01.2022).
6. Канторович Л.В. Теория вероятностей, Ленинград, 1946 г.
7. Бойков И.В., Хафизов А.Р., Шемякина И.Е. Методы формирования мотивации к обучению курсантов при изучении дисциплины Математика // Первые шаги в науке: решение прикладных задач: материалы научно-практической конференции военно-научного общества курсантов. – Санкт-Петербург: ВИ (ИТ) ВА МТО, 2021. – 142 с.

С. Смирнов<sup>1</sup>, Т. Д. Цветкова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко, г. Кострома  
*tdz3429@ayndex.ru*<sup>2</sup>

## ВКЛАД МАТЕМАТИКОВ В ПОБЕДУ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ

В статье дан краткий исторический обзор вклада в победу в Великой Отечественной войне незаурядных, талантливых советских математиков. В предвоенные годы и в годы войны советские математики успешно решали важнейшие практические вопросы в укреплении оборонной мощи нашей страны. Достижения ученых – математиков являются значимой частью победы советского народа в Великой Отечественной войне.

**Ключевые слова:** советские математики, приложения математики и механики к оборонным вопросам, история военных лет, эффективность стрельбы, контроль в военном производстве, совершенствование военной техники.

S. Smirnov<sup>1</sup>, T. D. Tsvetkova<sup>2</sup>

Military Academy of Radiation, Chemical and Biological Protection  
named after S.K. Timoshenko, Kostroma  
*tdz3429@ayndex.ru*<sup>2</sup>

## CONTRIBUTION OF MATHEMATICIANS TO THE VICTORY IN THE GREAT PATRIOTIC WAR

The article gives a brief historical overview of the contribution of outstanding, talented Soviet mathematicians to the victory in the Great Patriotic War. In the pre-war years and during the war, Soviet mathematicians successfully solved the most important practical issues in strengthening the defense power of our country. The achievements of mathematical scientists are a significant part of the victory of the Soviet people in the Great Patriotic War.

**Keywords:** Soviet mathematicians, applications of mathematics and mechanics to defense issues, history of the war years, firing efficiency, control in military production, improvement of military equipment.

Прошло 77 лет со дня победы советского народа в Великой Отечественной войне. Неисчислимы жертвы понесла страна во имя независимости, свободы и общественных идеалов; миллионы погибших и раненых, страдания от голода, тысячи разрушенных городов и деревень, сотни тысяч угнанных на фашистскую каторгу. Несмотря ни на что советский народ выстоял и победил. История военных лет показала, что большую роль в укреплении оборонной мощи нашей

страны во время Великой Отечественной войны и после нее сыграла математика и математики.

Математики нашей страны в период тягчайших испытаний проявили себя как подлинные патриоты, проявляли величайшее мужество, были храбрыми и расчетливыми воинами. Многие из тех, кто ушел на фронт, не возвратились. Страна потеряла огромное количество талантливой молодежи, которая могла бы стать гордостью отечественной науки.

Еще одним из факторов, приближавшим победу нашего народа, следует считать решения прикладных задач, которые осуществили в предвоенные годы и в годы войны советские математики. Они помогали успешно решать важнейшие практические вопросы освоения природных богатств, проблемы, связанные с созданием новой совершенной военной техники, с увеличением выпуска танков, самолетов и другой продукции, в которой так нуждался фронт.

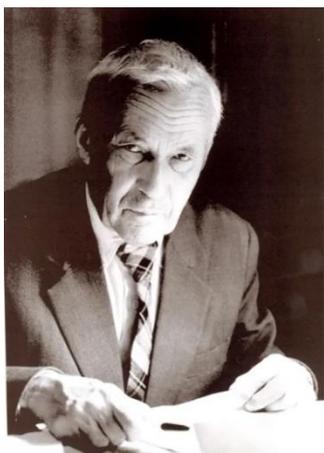
Одна из проблем, занимавшая многих математиков в то время, была проблема исключительной важности: проверка качества больших количеств однородных изделий. Военные действия невозможны без патронов, снарядов, бомб, мин и т. д. причем все это необходимо в огромных количествах. Эта проблема со всей остротой возникла перед промышленностью уже в первые дни войны, поскольку прошла массовая мобилизация и квалифицированные рабочие стали солдатами. Им на смену пришли женщины и подростки без квалификации и рабочего опыта. Некачественный патрон мог испортить ружье и принести вред стрелявшему, плохо сделанный снаряд разрывал пушку. Но проверка нередко требует намного больше того времени, что уходит на его изготовление.

Математики предложили использовать статистический метод контроля, что позволяло при проверке ничтожной доли изделий давать достаточно точные заключения о качестве всей партии. Через определенное время со станка берутся несколько только что изготовленных изделий и замеряются параметры их качества. Если все эти параметры находятся в допустимых пределах, то производственный процесс продолжается, если же хотя бы одно изделие выходит за пределы допуска, то подается сигнал о необходимой переналадке станка или смене режущего инструмента. Какое отклонение параметра от

номинала допустимо, чтобы вся партия была изготовлена качественно? Это требует специальных расчетов.

После окончания войны выяснилось, что аналогичные исследования проводили математики США. Они подсчитали, что результаты их работы принесли за годы войны стране миллиардную экономию. То же самое можно сказать и о работе советских математиков и инженеров.

Среди математиков, занимавшихся этим вопросом, был Колмогоров А. Н. и его ученик Б. В. Гнеденко.



**Колмогоров Андрей Николаевич** (1903 – 1987) – русский и советский математик, относящийся к числу крупнейших математиков 20 века. Один из родоначальников современной теории вероятностей. Колмогорову А. Н. удалось достичь фантастических результатов в геометрии, топологии, механике и в ряде областей математики. Кроме этого он является автором новаторских трудов по истории, философии, методологии

и статистической физике. Накануне Великой Отечественной войны Андрей Колмогоров удостоился Сталинской премии за труды по теории случайных чисел.

Теория вероятностей использовалась и для определения наилучших методов местонахождения самолетов и подводных лодок противника, для указания путей, позволяющих избежать встречи с подводными лодками врага. Например, вставал такой вопрос: как лучше провести караван торговых судов при наличии вражеских подводных лодок? Если составить караван из большого числа судов, то вероятность встречи с подводными лодками противника будет меньшей. Это с одной стороны. Но нельзя забывать и другое – увеличатся потери, если встреча большого каравана осуществится с подводными лодками противника. Тут математика пришла на помощь. Ее методами были определены размеры каравана судов и частота их отправления, при которых потери были бы наименьшими.

Ученые-математики помогли рассчитать, сколько нужно сделать одновременных выстрелов по самолетам противника для того, чтобы иметь

наибольшую вероятность попадания. Во всем этом большая заслуга академика Колмогорова А. Н.

Во время Великой Отечественной войны появилась и такая важная проблема, как обеспечение кучности стрельбы и устойчивости снарядов при полете. Эту же проблему также решал академик А.Н. Колмогоров.

Используя свои работы в области теории вероятностей, он дал определение наиболее выгодного рассеяния артиллерийских снарядов.

Математическая суть проблемы состоит в следующем. При стрельбе по некоторой цели, находящейся на земной поверхности, снаряды не попадают, вообще говоря, точно в точку прицеливания, а рассеиваются. Возникает задача определения вероятности и или иного отклонения снаряда от центра цели. Если выбрать оси координат с началом в центре цели, то вопрос заключается в том, чтобы указать вероятность каждого возможного отклонения снаряда от цели – возможных координат снаряда. Ясно, что отклонение снарядов от цели является результатом суммарного воздействия огромного количества зависящих от случая причин. Было показано, что отклонение снарядов подчиняется особому закону распределения вероятностей - двумерному нормальному закону. Эти результаты помогли повысить точность стрельбы и тем самым увеличить эффективность действия артиллерии.

Эту сложную математическую задачу решил член-корреспондент АН СССР Четаев Н. Г.



**Николай Гурьевич Четаев** (1902 – 1959) – крупный советский учёный в области аналитической механики, теории устойчивости движения и качественных методов теории дифференциальных уравнений.

Решению прикладных задач посвящён целый цикл работ Четаева Н. Г. Он решил задачу об устойчивости вращательного движения сплошного снаряда и снаряда с полостью, заполненной идеальной жидкостью, а также полёта снаряда по весьма настильной траектории. Правительство и научная общественность высоко оценили деятельность Н. Четаева. В 1940 году ему было присвоено звание

Заслуженного деятеля науки Татарской АССР, в 1943 году он был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР, награждён орденами СССР и посмертно удостоен Ленинской премии. Проблемой эффективности стрельбы также занимался профессор Ляпунов А. А.



**Алексей Андреевич Ляпунов** (1911 – 1973) – советский математик, один из основоположников кибернетики, член – корреспондент АН СССР.

Специалист в области теории функций вещественного переменного и математических вопросов кибернетики. Основные труды относятся к теории множеств, теоретическим вопросам программирования, математической лингвистике, математической биологии.

Добровольцем пошел в Армию профессор Ляпунов А. А. в и, как и многие мехматовцы, стал артиллерийским офицером. Он не только храбро воевал, но и внес много ценного в правила стрельбы, используя свой опыт математика, которому свойственно искать самые лучшие решения. Предложения Алексей Андреевич позволили увеличить эффективность стрельбы. Он рассчитал наиболее выгодную крутизну нарезки стволов орудий, что позволило обеспечить кучность стрельбы и устойчивость снарядов при полете. Алексей Андреевич Ляпунов награжден орденом Красной звезды.

Без предварительных математических исследований не создается ни одна техническая система и, чем сложнее, тем разнообразнее и шире ее математический аппарат. Для примера, крейсер представляет собой такую сложную техническую систему. Предварительно необходимо обеспечить живучесть корабля, надежность его управления, рассчитать влияние на устойчивость расположения различного рода масс – машин, орудий, торпедных аппаратов и т.д. Но и этого мало – требуется обеспечить связь со всеми боевыми единицами корабля, то есть создать эффективную систему управления кораблем и его оружием. Это лишь ничтожная доля тех задач, которые должен решить математик, прежде чем корабль начать строить. Но серьезные задачи

необходимо решать и в период его эксплуатации – штурманские расчеты, расчеты стрельб.

В области приложений математики и механики к оборонным вопросам техники и народного хозяйства во время Великой Отечественной войны много работал работа Академик М. А. Лаврентьев.



**Михаил Алексеевич Лаврентьев** (1900 – 1980) – советский математик и механик, основатель Сибирского отделения АН СССР (СО АН СССР) и Новосибирского Академгородка, академик АН УССР (1939), академик АН СССР (1946) и вице-президент (1957 – 1976) АН СССР. Кандидат в члены ЦК КПСС (1961 – 1976). Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии и Государственных премий СССР, лауреат золотой медали имени М. В. Ломоносова, член ряда зарубежных академий, почетный гражданин города Новосибирска.

Лаврентьевым М. А. были получены блестящие результаты в математике и механике, многое сделано для развития советского самолетостроения.

Михаил Алексеевич основал школу по народнохозяйственному использованию взрыва, стоял у истоков разработки первых советских ЭВМ, участвовал в организации Московского физико-технического института – вуза нового типа.

Главное дело жизни Лаврентьева М. А. – создание нового научного центра на востоке страны.

Во время эвакуации основного состава Академии наук УССР в Уфу изучал действие на преграду металлического стержня, движущегося с большой скоростью вдоль своей оси. Этим предвосхищается, в сущности, идея кумулятивного действия взрыва, теорией которого Лаврентьев М. А. вплотную занялся в 1944 году.

В 1946 году Лаврентьев предложил оригинальную гидродинамическую трактовку явления кумуляции, в соответствии с которой при огромных

давлениях, возникающих в момент взрыва, металл можно рассматривать как идеальную несжимаемую жидкость; после этого, используя уравнения гидродинамики, можно было рассчитать динамику струи металла и вычислить пробивной эффект.

За работы в области кумуляции Лаврентьев был в 1949 году удостоен Сталинской премии.

Лаврентьев и его ученики много внимания уделяли также изучению устойчивости движения твёрдых тел с жидким наполнением с приложением к задачам артиллерии.

Война потребовала от авиации больших скоростей полетов самолетов. Еще раньше авиаторы столкнулись с грозным явлением, которое возникало в самолетах, достигших больших скоростей, так называемый флаттер, самовозбуждающиеся вибрации в моторах, которые часто вызывали катастрофы в воздухе. А в момент посадки скоростного самолета его колёса вдруг начинали вилять из стороны в сторону. Это явление, названное шимми, часто вызывало катастрофы на аэродромах, изучал Келдыш М. В.



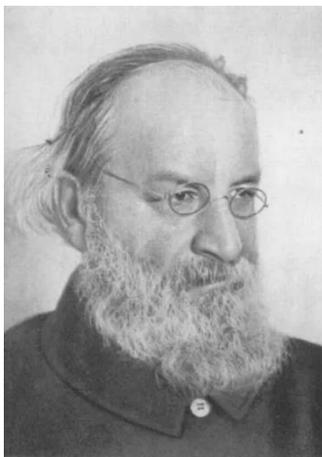
**Мстислав Всеволодович Келдыш (1911 – 1978)** – советский учёный в области прикладной математики и механики, крупный организатор советской науки, один из идеологов советской космической программы. Президент Академии наук СССР (1961 – 1975).

Во время Великой Отечественной войны Мстислав Всеволодович работал на авиационных заводах и, как начальник отдела динамической прочности ЦАГИ, курировал проблему вибраций в самолетостроении.

Келдыш М. В. и его сотрудники исследовали причины флаттера шимми и создали математическую теорию, которая позволила своевременно защитить от этих явлений конструкции скоростных самолетов. Самолеты были обеспечены надежной защитой. Вибраций не стало. Наша авиация уже больше не знала случаев разрушения самолетов по причине неточного расчета их конструкций.

Заслуги академика Мстислава Келдыша высоко оценены. Он трижды Герой Социалистического Труда, награжден семью орденами Ленина, а также орденами и медалями иностранных государств.

Видная роль в деле обороны нашей родины принадлежит выдающемуся математику-академику А.Н. Крылову.



**Крылов Алексей Николаевич (1863–1945)** – русский и советский математик, механик и кораблестроитель; академик Петербургской АН/РАН/АН СССР (с 1916 года; член-корреспондент с 1914 года); профессор Морской академии; генерал флота (06.12.1916), генерал для особых поручений при морском министре Российской империи (1911). Член Санкт-Петербургского математического общества. Почётный член иностранных научных и инженерных обществ. Основатель современной русской школы кораблестроения.

За время своей почти полувековой работы в Морской академии Алексей Николаевич Крылов создал большое число трудов по теории кораблестроения:

- разработал теорию устойчивости корабля, то есть способность корабля возвращаться к состоянию равновесия после вынужденного выхода из него под влиянием внешних сил;
- установил строго научную теорию качки корабля на волнении и его плавучести.

Он создал таблицу непотопляемости, по которой можно было рассчитать, как повлияет на корабль затопление тех или других отсеков, какие номера отсеков нужно затопить, чтобы ликвидировать крен и насколько это затопление может улучшить устойчивость корабля. Использование этих таблиц, спасло жизнь многих людей, помогло сберечь огромные материальные ценности.

Крылов А. Н. знаменит своими работами по гидродинамике, в том числе и по теории движения корабля на мелководье (он был первым, кто смог объяснить

и рассчитать значительное увеличение гидродинамического сопротивления при небольших глубинах) и теорией единичных волн.

Эти работы доставили Крылову А. Н. мировую славу и способствовали установлению приоритета русской науки в этой области знания.

Из области прикладных наук большое значение имеют в артиллерии работы Крылова по вопросу о продольных и поперечных колебаниях орудийных стволов во время выстрела, а также его исследования о вращательном движении артиллерийского снаряда при его полете.

В 1939 году Крылов А. Н. был награжден Орденом Ленина. В том же году ему присвоено звание Заслуженного деятеля науки и техники. В 1943 году академику Крылову А. Н. присвоено звание Героя Социалистического труда.

Великая Отечественная война выдвинула перед всеми видами деятельности огромное число новых проблем. Среди них были и такие, которым ранее не придавали значения. Так, до войны считалось, что в воздухе будут господствовать самолеты, летающие с большими скоростями и на большой высоте. Но с началом войны оказалось, что нужны и тихоходные аэропланы, летающие на малых высотах. А для них не было таблиц бомбометания, поскольку никто не помышлял об их использовании в качестве бомбардировщиков. Пришлось срочно эти таблицы составлять, а для ускорения вычислений надо было вывести удобные формулы. В 1942 году необходимые таблицы появились. Их использовали пилоты и штурманы тихоходных самолетов У-2, служивших ночными бомбардировщиками. Экипажи этих маленьких, ничем не защищенных самолетов прославились умением незаметно, почти бесшумно близко подлететь к позициям противника и точно их атаковать.

В 1942 году коллектив математиков, руководимых Бернштейном С.Н., разработал таблицы для определения местоположения судна по радиопеленгам. Таблицы ускоряли штурманские расчеты примерно в 10раз.

В блокадном Ленинграде ученые – математики и астрономы – написали исключительно важное пособие для авиации, флота и артиллерии – Большой

астрономический ежегодник на 1943 – 1945 гг. Во время работы над этим пособием треть его создателей погибла.

В ходе реальных боевых действий решались сложные расчетные и оптимизационные задачи. Так в 1941 году выпускник механико-математического факультета МГУ Ходаков Владимир Алексеевич сразу после вручения диплома попал на фронт в звании лейтенанта в артиллерийские войска. Им были решены некоторые задачи, относящиеся к теории внешней баллистики:

- *задача о максимальной дальности полета снаряда;*

Используя закон движения снаряда (механика) и уравнение линии траектории (математика), было доказано, что линией траектории снаряда является парабола, а на дальность полёта влияет лишь угол стрельбы  $\alpha$ . Угол наибольшей дальности полёта снаряда равен  $45^\circ$ .

- *задача о параболе безопасности;*

Также выведено уравнение семейства парабол и параболы безопасности. Выше параболы безопасности самолетам летать безопасно. Снаряды, выпущенные под любым углом из пушки, поднимутся не выше вершины параболы безопасности.

Великой Отечественной войне – значимое событие в истории России. Спустя столько лет память о людях, отдавших отдавши жизнь за свободу, не утеряна. Значимым является вклад не только воинов, но и ученых, желавших своими исследованиями приблизить советскую армию к победе. Достижения ученых – математиков являются значимой частью победы. К сожалению, и теперь положение в мире таково, что страны, а вместе с ней и математики, вынуждены уделять внимание разработке проблем обороны. Однако это не самоцель, а вынужденная необходимость. Каждый же из нас мечтает о том времени, когда человечество забудет о войнах и о подготовке к ним.

### **Библиографический список**

1. Страница памяти А. А. Ляпунова, Сайте ИПМ РАН.
2. Ляпунов Алексей Андреевич, сайт Открытого архива СО РАН.

3. Орлов А. С. Академик А. Н. Крылов – Знаток и любитель русской речи // Вестник Академии наук СССР. – 1946. – № 1. – С. 78-83.

4. Пырков В. Е. К 110-летнему юбилею М.В. Келдыша // Математика. – 2021. – Вып. 2(821). – С. 51–53.

5. Профиль Н. Г. Четаева, официальный сайт РАН.

6. Тихомиров В. М. Андрей Николаевич Колмогоров (к 90-летию со дня рождения) // Квант. – 1993. – № 3/4. – С. 3–10.

7. Куперштох Н. А. Академик М. А. Лаврентьев: Документальные страницы биографии // Гуманитарные науки в Сибири. Сер. Отечественная история. 2000. N 3. С. 3–6.

## СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАД ПО МАТЕМАТИКЕ И ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ SECTION 1. METHOD OF PREPARATION AND CARRYING OUT OF OLYMPIAD ON MATHEMATICS AND NATURAL SCIENTIFIC DISCIPLINES .....	3
--	---

*Е. С. Астапова*

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ К ОЛИМПИАДЕ В АСПЕКТЕ ИНТЕГРИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ <i>Е. S. Astapova</i> STUDENTS TRAINING METHODS FOR THE OLYMPIAD IN THE ASPECT OF INTEGRATING SCIENTIFIC RESEARCH AND ADVANCED STUDY OF MATHEMATICS .....	3
--	---

*М. А. Бодунов, В. В. Гончаров, В. В. Данишин*

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ К ОЛИМПИАДАМ ПО МАТЕМАТИКЕ КУРСАНТОВ ВОЕННОЙ АКАДЕМИИ РАКЕТНЫХ ВОЙСК СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИМЕНИ ПЕТРА ВЕЛИКОГО <i>М. А. Bodunov, V. V. Goncharov, V. V. Danshin</i> SOME ASPECTS OF PREPARATION FOR THE SUBJECT COMPETITION IN MATHEMATICS OF CADETS AT THE MILITARY ACADEMY OF STRATEGIC ROCKET TROOPS AFTER PETER THE GREAT .....	12
--	----

*О. А. Валеева*

ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ КЕЙС-МЕТОДА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ <i>О. А. Valeeva</i> HISTORY OF THE CASE METHOD DEVELOPMENT AND ITS APPLICATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS .....	19
---	----

*С. Ю. Жаров, О. М. Мартынов, В. М. Мартынов*

РЕШЕНИЕ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ НА ДОКАЗАТЕЛЬСТВО	
---	--

И НАХОЖДЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ ЧИСЛОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ, ЗАДАННЫХ РЕКУРРЕНТНО <i>S. Yu. Zharov, O. M. Martynov, V. M. Martynov</i> SOLVING OLYMPIAD PROOF PROBLEMS AND FINDING THE LIMITS OF NUMERICAL SEQUENCES, SET RECURSIVELY .....	26
<i>C. Ю. Жаров, В. М. Мартынов</i> ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО ПОРЯДКА В ПОЛНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛАХ В ЗАДАНИЯХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД <i>S. Y. Zharov, V. M. Martynov</i> DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE FIRST ORDER IN FULL DIFFERENTIALS IN THE TASKS OF MATHEMATICAL OLYMPIADS ...	36
<i>В. А. Зубов</i> ПРАВИЛО ЛЕЙБНИЦА И ВОЗМОЖНЫЕ ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ <i>V. A. Zubov</i> LEIBNIZ'S RULE AND POSSIBLE OLYMPIAD PROBLEMS .....	47
<i>Н. И. Иванова, М. В. Завьялова</i> МЕТОД ПАРНЫХ ЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ <i>N. I. Ivanova, M. V. Zavyalova</i> THE METHOD OF PAIRED PROBLEMS IN THE STUDY FUNCTIONAL EQUATIONS .....	60
<i>Н. И. Иванова</i> О МЕТОДЕ АБЕЛЯ СУММИРОВАНИЯ ЧИСЛОВЫХ РЯДОВ <i>N. I. Ivanova</i> ABOUT ABEL'S METHOD OF SUMMATION OF NUMERIC ROWS .....	65
<i>Т. Н. Калачева, П. О. Милованов</i> ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ ВОЕННО-ПРИКЛАДНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ <i>T. N. Kalacheva, P. O. Milovanov</i> EXAMPLES OF SOLVING OLYMPIAD TASKS ON MILITARY APPLIED PROGRAMMING .....	71

<i>Н. А. Черникова, Т. А. Тривер</i> АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ В РАМКАХ ПРИМЕНЕНИЯ EVENT-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ОЛИМПИАДЕ ПО МАТЕМАТИКЕ <i>N. A. Chernikova, T. A. Triver</i> ACTIVATION OF CADET'S COGNITIVE ACTIVITY WITH THE APPLICATION OF EVENT-TECHNOLOGIES IN PREPARATION FOR THE OLYMPIAD IN MATHEMATICS .....	79
 СЕКЦИЯ 2. СОВРЕМЕННАЯ ПЕДАГОГИКА И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ SECTION 2. MODERN PEDAGOGY AND METHODS OF TEACHING IN HIGH SCHOOL.....	87
 <i>С. Ю. Анисимов, Д. Н. Петров</i> О СОВРЕМЕННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ <i>S. Yu. Anisimov, D. N. Petrov</i> ABOUT MODERN PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES OF HIGHER EDUCATION IN THE PROCESS OF TRAINING SPECIALISTS.....	87
 <i>Е. Р. Баянова, А. С. Бабенко</i> ПРИМЕНЕНИЕ ВЕБ-КВЕСТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА» <i>E. R. Bayanova, A. S. Babenko</i> THE USE OF WEB QUESTS IN THE STUDY OF THE TOPIC “COMPLEX NUMBERS” .....	92
 <i>А. С. Бабенко, А. С. Задворнова</i> ИЗУЧЕНИЕ ТЕМЫ «ПРЕДИКАТЫ» ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ <i>A. S. Babenko, A. S. Zadvornova</i> STUDY OF THE THEME “PREDICATES” BY STUDENTS OF PEDAGOGICAL DIRECTIONS OF PREPARATION .....	98
 <i>А. С. Бабенко, Е. П. Приезжева</i> БИНАРНЫЙ УРОК КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА <i>A. S. Babenko, E. P. Priezheva</i>	

BINARY LESSON AS A MEANS OF FORMING PROFESSIONAL COMPETENCES OF A STUDENT .....	104
---	-----

*В. В. Белоножкин, В. А. Асеев, А. В. Смургин*

УСЛОВИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ У КУРСАНТОВ КОМАНДНО-МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ

*V. V. Belonozhkin, V. A. Aseev, A. V. Smurygin*

CONDITIONS, AFFECTING THE FORMATION OF CADETS HAVE COMMAND AND METHODOLOGICAL COMPETENCIES .....	109
--	-----

*С. М. Бизяев*

РОЛЬ И МЕСТО КУРСОВОГО ОФИЦЕРА В ОРГАНИЗАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ В РАБОТЕ С КУРСАНТАМИ ВОЕННЫХ ВУЗОВ

*S. M. Bizyaev*

THE ROLE AND PLACE OF A COURSE OFFICER IN ORGANIZING THE FORMATION OF STRESS TOLERANCE IN WORKING WITH CADETS OF MILITARY UNIVERSITIES .....	118
--	-----

*Н. Н. Богдашев, Е. В. Казак*

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ И ВОЕННО-НАУЧНАЯ РАБОТА КУРСАНТОВ КАК ОДИН ИЗ ЕЁ ВИДОВ

*N. N. Bogdashev, E. V. Kazak*

SOME FEATURES OF PEDAGOGICAL EXPERIMENT IN HIGH SCHOOL AND THE MILITARY-SCIENTIFIC WORK OF CADETS AS ONE OF ITS SPECIES .....	127
---	-----

*Л. М. Бойматова*

РОЛЕВЫЕ ИГРЫ КАК МЕТОД РАЗВИТИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*L. M. Boymatova*

ROLE-PLAYING GAMES AS A METHOD OF DEVELOPING EMOTIONAL INTELLIGENCE .....	135
---	-----

*И. В. Болдакова, А. М. Болдаков*

ИНТЕГРАЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНИКОВ И ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ В СОСТАВ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

<i>I. V. Boldakova, A. M. Boldakov</i> INTEGRATION ELECTRICAL TEXTBOOK AND TEACH COURSE CONSISTING OF INFORMATIVE-EDUCATIONAL MILIEU EDUCATIONAL INSTITUTION .....	141
<i>Р. А. Ганиева</i> МЕТОД СТРУКТУРИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ <i>R. A. Ganieva</i> METHOD OF STRUCTURING MATHEMATICAL INFORMATION .....	148
<i>О. Н. Глебова</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ В ПОДГОТОВКЕ КУРСАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ» <i>O. N. Glebova</i> USING THE RATING SYSTEM IN FRAINING OF CADETSIN THE DISEIPLINE “ORGANIC CHEMISTRY” .....	153
<i>И. А. Голицына</i> МЕЖКАФЕДРАЛЬНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПО ПОДГОТОВКЕ КУРСАНТОВ К ИЗУЧЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ НА КАФЕДРЕ ЭЛЕКТРОНИКИ <i>I. A. Golitsyna</i> INTERDEPARTMENTAL COOPERATION ON THE PREPARATION OF CADETS FOR THE STUDY AND APPLICATION OF COMPLEX NUMBERS AT THE DEPARTMENT OF ELECTRONICS .....	160
<i>Д. Г. Дейкун, В. А. Турчин</i> ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ В ВОЕННОМ АВИАЦИОННОМ ВУЗЕ <i>D. G. Deukun, V. A. Turchin</i> PECULIARITIES OF TEACHING INFORMATICS IN A MILITARY AVIATION UNIVERSITY .....	168
<i>В. В. Демиденко, Е. В. Абакумова, В. Е. Спектор</i> ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОЙ МЕТОДОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНОСТРАННОГО ВОЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА В ВЫСШЕМ ВОЕННОМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ	

<i>V. V. Demidenko, E. V. Abakumova, V. E. Spektor</i> APPLICATION OF SYSTEM METHODOLOGY IN THE ORGANIZATION OF EDUCATIONAL ACTIVITIES IN TRAINING A FOREIGN MILITARY SPECIALIST IN A HIGHER MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTION...	177
<i>С. А. Донец</i> МНОГОМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ <i>S. A. Donets</i> MULTIDIMENSIONAL MODEL OF PROFESSIONAL COMPETENCE.....	182
<i>К. В. Зайцева, С. В. Занозин</i> ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ЭТАП ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ <i>K. V. Zaiceva, S. V. Zanozin</i> PURPOSE SETTING AS THE MOST IMPORTANT STAGE OF STUDY PLANNING .....	188
<i>М. В. Завьялова, Н. И. Иванова</i> ТВОРЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В РАБОТЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ <i>M. V. Zavyalova, N. I. Ivanova</i> CREATIVE TASKS IN THE WORK OF A TEACHER .....	194
<i>Е. Б. Зборовская, Е. А. Козлова</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ <i>E. B. Zborovskaya, E. A. Kozlova</i> IMPROVING THE LEARNING PROCESS AND FINAL CERTIFICATION OF UNIVERSITY GRADUATES .....	203
<i>И. Б. Иванов</i> ФОРМИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОБЯЗАННОСТЕЙ НА ОСНОВНЫХ ВОИНСКИХ ДОЛЖНОСТЯХ ПО ЭТАПАМ ОБУЧЕНИЯ В ВОЕННОМ ВУЗЕ <i>I. B. Ivanov</i> FORMATION OF PRACTICAL SKILLS AND ABILITIES TO PERFORM DUTIES IN THE MAIN MILITARY POSITIONS ACCORDING TO THE STAGES OF TRAINING AT A MILITARY UNIVERSITY .....	209
<i>В. Д. Иванов, В. П. Хантов, М. В. Иванова</i>	

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ <i>V. D. Ivanov, V. P. Hantov, M. V. Ivanova</i> THE USE OF MODERN INSTRUMENTAL RESEARCH TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS .....	215
<i>И. В. Кавзалина, Е. М. Паршина</i> ПРИНЦИПЫ ПОДГОТОВКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАЗЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ДЕМОСТРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ КУРСАНТАМ ВОЕННОГО ВУЗА <i>I. V. Kavzalina, E. M. Parshina</i> PRINCIPLES OF PREPARATION AND USE OF THE DATABASEAUXILIARY DEMONSTRATION MATERIALS FOR TEACHING ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCECHARTS FOR CADETS OF A MILITARY UNIVERSITY .....	222
<i>Г. А. Кирюхина</i> ПРОВЕДЕНИЕ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ С ИГРОВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ <i>G. A. Kiryukhina</i> CONDUCTING TRAINING SESSIONS WITH GAME ELEMENTS .....	229
<i>В. А. Короткий</i> ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КЕЙС-МЕТОДА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ <i>V. A. Korotkii</i> THE POSSIBILITIES OF USING THE CASE METHOD AT A TECHNICAL UNIVERSITY WHEN STUDYING MATHEMATICS .....	235
<i>С. В. Костарев, Ю. С. Остроумова, С. Д. Ханин</i> РАСКРЫТИЕ В СОДЕРЖАНИИ ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ ВОЕННО- ИНЖЕНЕРНОГО ВУЗА КЛЮЧЕВЫХ КОНЦЕПТОВ НАУЧНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ <i>S. V. Kostarev, Yu. S. Ostroumova, S. D. Khanin</i> KEY CONCEPTS DISCLOSURE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN THE CONTENT OF CADETS STUDYINGFOR THE MILITARY ENGINEERING UNIVERSITY .....	244

*Е. Ю. Кофман*

О ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТРИОТИЧЕСКИХ  
ЦЕННОСТЕЙ У КУРСАНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЦИКЛА

*E. Y. Kofman*

ABOUT THE POSSIBILITY OF FORMING PATRIOTIC VALUES  
AMONG CADETS IN THE STUDY OF MATHEMATICAL CYCLE  
DISCIPLINES .....

253

*Е.Ю. Кудрявцев, О.Н. Рябинин*

МОТИВАЦИЯ – ДВИГАТЕЛЬ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В  
ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

*E.Y. Kudryavtsev, O.N. Ryabinin*

MOTIVATION IS THE ENGINE OF THE COGNITIVE PROCESS IN  
HIGHER EDUCATION .....

259

*С. А. Курочкина, Т. В. Левчук*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ  
ТЕМЫ «ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ И ИНТЕГРИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ  
КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕМЕННОГО»

*S. A. Kurochkina, T. V. Levchuk*

USING IMAGING TECHNIQUES IN THE STUDY OF THE TOPIC  
"DIFFERENTIATION AND INTEGRATION OF FUNCTIONS OF A  
COMPLEX VARIABLE" .....

263

*И. В. Кучеренко, А. В. Мищенко*

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ НА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ  
ПО ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MS EXCEL

*I. V. Kucherenko, A. V. Mishchenko*

COMPUTING EXPERIMENT ON LABORATORY CLASS IN LINEAR  
ALGEBRA USING THE MS EXCEL .....

269

*Л. М. Лучшева, О. А. Морозова, С. М. Андреев*

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН  
В ВОЕННОМ ВУЗЕ

*L. M. Luchsheva, O. A. Morozova, S. M. Andreev*

FEATURES OF TEACHING HUMANITIES IN A MILITARY  
UNIVERSITY .....

281

<p><i>А. Г. Малышев, В. С. Жиренко, Л. М. Новичкова</i>          ЗНАЧИМОСТЬ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ У          СОТРУДНИКОВ УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ          СТРЕЛЬБЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ  <i>A. G. Malyshev, V. S. Zhirenko, L. M. Novichkova</i>          THE IMPORTANCE OF PSYCHOLOGICAL TRAINING FOR          EMPLOYEES OF THE PENAL SYSTEM WHEN SHOOTING IN          EXTREME SITUATIONS .....</p>	286
<p><i>Ю. М. Мартынюк, С. В. Даниленко, В. С. Ванькова</i>          ПОДГОТОВКА ИТ-СПЕЦИАЛИСТОВ К ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ          ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  <i>Yu. M. Martynyuk, S. V. Danilenko, V. S. Vankova</i>          TEACHING COMPUTER SCIENCE IN ORGANIZATIONS AND          INSTITUTIONS OF GENERAL AND ADDITIONAL EDUCATION .....</p>	295
<p><i>Е. В. Неберт, И. К. Неберт</i>          ЗАДАЧИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ПРИ          ОБУЧЕНИИ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ В ВОЕННОМ ВУЗЕ  <i>E. V. Nebert, I. K. Nebert</i>          TASKS OF PROFESSIONAL ORIENTATION IN TEACHING          ANALYTICAL GEOMETRY AT A MILITARY.....</p>	301
<p><i>Л. К. Проскурякова, Н. Н. Морозова</i>          МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭВРИСТИЧЕСКИХ          ПРИЕМОВ В ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН          В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ  <i>L. K. Proskouryakova, N. N. Morozova</i>          METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE INTRODUCTION OF          HEURISTIC TECHNIQUES IN TEACHING MATHEMATICAL          DISCIPLINES AT A TECHNICAL UNIVERSITY .....</p>	309
<p><i>Ю. А. Прохорович</i>          ИЗ ОПЫТА РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА К          ИЗУЧЕНИЮ ОСНОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ          БЕЗОПАСНОСТИ</p>	

*Yu. A. Prokhorovich*

FROM THE EXPERIENCE OF IMPLEMENTING AN  
INTERDISCIPLINARY APPROACH TO THE STUDY OF  
ENVIRONMENTAL SAFETY FUNDAMENTALS ..... 319

*Н. А. Прусова*

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРОЦЕССЕ  
ОБУЧЕНИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ  
СТАТИСТИКИ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ВУЗА

*N. A. Prusova*

VISUALIZATION OF EDUCATIONAL INFORMATION IN THE  
PROCESS OF TEACHING PROBABILITY THEORY AND  
MATHEMATICAL STATISTICS TO MILITARY UNIVERSITY CADETS.. 331

*Е. Ю. Рогачева, О. Г. Морозова*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ ХИМИИ НА  
ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ КУРСЕ ИНОСТРАННЫХ  
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

*E. Y. Rogacheva, O. G. Morozova*

METHODOLOGICAL APPROACHES TO LEARNING CHEMISTRY  
AT THE PREPARATORY COURSE OF FOREIGN MILITARY ..... 339

*О. Н. Рябинин, Е. Ю. Кудрявцев*

К ВОПРОСУ ОСОБЕННОСТЕЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА  
ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

*O.N. Ryabinin, E.Y. Kudryavtsev*

TO THE QUESTION OF THE PECULIARITIES OF PEDAGOGICAL  
SKILLS OF A HIGH SCHOOL TEACHER ..... 344

*И. В. Свитнев, Е. А. Харитонова, Л. А. Лукьянова, Л. О. Лукашевич,*

*И. С. Зайцев, В. А. Кулганов, К. В. Матюшонок*

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В  
ОРГАНИЗАЦИИ ПРЕПОДАВАНИЯ РАЗДЕЛА «МЕДИЦИНСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ» ДИСЦИПЛИНЫ  
«РАДИАЦИОННАЯ, ХИМИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА»

*I. V. Svitnev, E. A. Kharitonova, L. A. Lukyanova, L. O. Lukashevich,*

*I. S. Zaitse, V. A. Kulganov, K. V. Matyushonok*

REMOTE INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE ORGANIZATION  
OF TEACHING OF THE SECTION "MEDICAL SUPPORT. FIRST AID"

OF THE DISCIPLINE "RADIATION, CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROTECTION" .....	350
---	-----

*Л. А. Секованова, Е. С. Данилюк*

МОНИТОРИНГ ОБУЧЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ  
ДАНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНОЙ  
НАПРАВЛЕННОСТИ КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ  
СТОХАСТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ КУРСАНТОВ

*L. A. Sekovanova, E. S. Danilyuk*

MONITORING OF TRAINING IN STATISTICAL ANALYSIS OF  
EXPERIMENTAL DATA AS A TOOL FOR IMPROVING THE  
STOCHASTIC LITERACY OF CADETS .....

365

*О. В. Селезнева*

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ В ФОРМИРОВАНИИ НАВЫКОВ  
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
В РАМКАХ МЕРОПРИЯТИЙ ВОЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*O. V. Selezneva*

INTERDISCIPLINARITY IN THE FORMATION OF SKILLS TO ENSURE  
ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE FRAMEWORK OF MILITARY  
ACTIVITIES .....

376

*С. Н. Силина, К. А. Новоселов*

ТЕХНОЛОГИИ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КУРСАНТОВ МОРСКОГО  
ВУЗА

*S. N. Silina, K. A. Novoselov*

ONLINE LEARNING TECHNOLOGIES FOR CADETS MARITIME  
UNIVERSITY .....

386

*А. Н. Смирнова, А. А. Новикова, М. Ф. Шабалина*

РАЗРАБОТКА УРОКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ КАК СРЕДСТВО ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ  
КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ  
ПОДГОТОВКИ

*A. N. Smirnova, A. A. Novikova, M. F. Shabalina*

DEVELOPMENT OF LESSONS WITH THE APPLICATION OF  
INFORMATION TECHNOLOGIES AS A MEANS OF CHECKING  
COMPETENCE FORMATION OF STUDENTS OF PEDAGOGICAL  
DIRECTIONS OF TRAINING .....

393

<i>А. В. Смургин, Э. Н. Бакин, Р. Г. Ежов</i> НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЭВРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КУРСАНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ В ВОЕННО-УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ <i>A. V. Smurygin, E. N. Bakin, R. G. Yezhov</i> SOME FEATURES OF THE PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF THE HURISTIC ACTIVITY OF CADETS WHEN STUDYING IN A MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTION .....	403
<i>А. В. Смургин, В. Г. Друга, В. А. Асеев</i> НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ПРОБЛЕМНОЙ ЛЕКЦИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У КУРСАНТОВ ВОЕННО-УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ <i>A. V. Smurygin, V. G. Drig, V. A. Aseev</i> SOME FEATURES OF PREPARATION AND CARRYING OUT PROBLEM LECTURE FOR THE DEVELOPMENT OF CREATIVETHINKING AT CADETS OF MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS .....	410
<i>Е. А. Солодова</i> КУРСАНТ В КОНТЕКСТЕ ТЕОРИИ ПОКОЛЕНИЙ <i>E. A. Solodova</i> CADETS IN THE GENERATION THEORY CONTEXT .....	422
<i>В. И. Тельной, А. В. Рычкова, О. В. Усатенко</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАГЛЯДНЫХ МЕТОДОВ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН <i>V. I. Telnoy, A. V. Rychkova, O. V. Usatenko</i> USING VISUAL METHODS IN THE PROCESS TEACHING GRAPHIC DISCIPLINES .....	431
<i>А. В. Тимофеева</i> ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВОЕННЫХ ВУЗАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ <i>A. V. Timofeev</i> APPLICATION OF MODERN EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN MILITARY UNIVERSITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION .....	438

<i>А. С. Турковский, Б. А. Устинов, А. О. Фадеев</i> ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ К ФАКТОРУ СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ, ОТВОДИМЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ <i>A. S. Turkovskiy, B. A. Ustinov, A. O. Fadeev</i> WAYS TO SOLVE THE PROBLEM OF ADAPTING THE METHODOLOGY OF CONDUCTING LABORATORY CLASSES IN PHYSICSTO THE FACTOR OF REDUCING THE NUMBER OF HOURS ALLOCATED FOR CONTACT WORK WITH THE TEACHER .....	447
<i>Г. Ф. Утробин</i> ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВОСПИТАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ <i>G. F. Utrobin</i> FEATURES OF PROFESSIONAL EDUCATION TEACHING STAFF OF THE HIGHER SCHOOL .....	454
<i>О. С. Филимонова</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЧУВСТВА ПАТРИОТИЗМА В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН <i>O. S. Filimonova</i> CREATING A SENSE OF PATRIOTISM IN THE PROCESS OF STUDYING GRAPHIC DISCIPLINES .....	464
<i>А. Д. Цветкова</i> ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ ИНОСТРАННЫХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ <i>A. D. Tsvetkova</i> FEATURES OF TEACHING CHEMISTRY TO FOREIGN MILITARY PERSONNEL OF THE PREPARATORY DEPARTMENTOF THE ACADEMY .....	475
<i>Г. И. Худякова</i> ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ <i>G. I. Khudyakova</i> PROFESSIONAL ORIENTATION OF TEACHING MATHEMATICS .....	480

<i>А. М. Шайдук, М. Г. Морозова</i> СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД В ПРЕПОДАВАНИИ УРАВНЕНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ <i>A. M. Shayduk, M. G. Morozova</i> SPECTRAL METHOD IN TEACHING THE EQUATIONS OF MATHEMATICAL PHYSICS .....	488
<i>А. М. Шайдук, В. Е. Спектор</i> О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРЕМЫ СТОКСА В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ <i>A. A. Shayduk, V. E. Spektor</i> ON THE POSSIBILITY OF APPLYING THE STOKES THEOREM IN PROBLEMS OF ELECTRODYNAMICS .....	494
<i>И. Е. Шемякина, Т. А. Серова</i> МЕЖПРЕДМЕТНАЯ КООРДИНАЦИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ КУРСАНТОВ СПЕЦФАКУЛЬТЕТА В ПЕРИОД НАЧАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ <i>I. E. Shemyakina, T. A. Serova</i> INTER-SUBJECT COORDINATION IN THE TRAINING OF SPECIAL FACULTY CADETS DURING INITIAL TRAINING .....	499
<i>М. С. Широков</i> ОПТИКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА И ПРИНЦИП ФЕРМА <i>M. S. Shirokov</i> OPTICS OF SECOND-ORDER SURFACES AND THE FERMAT'S PRINCIPLE .....	510
<i>Е. В. Шлякова</i> ФРЕЙМОВЫЕ МОДЕЛИ КАК СРЕДСТВА СТРУКТУРИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ В ВОЕННОМ ВУЗЕ <i>E. V. Shlyakova</i> FRAME MODELS AS A MEANS OF STRUCTURING EDUCATIONAL MATERIAL IN THE PROCESS OF TEACHING CHEMISTRY AT A MILITARY UNIVERSITY .....	515

СЕКЦИЯ 3. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИКИ, ФИЗИКИ, ХИМИИ И БИОЛОГИИ SECTION 3. FUNDAMENTAL AND APPLIED ISSUES OF MECHANICS, PHYSICS, CHEMISTRY AND BIOLOGY.....	524
--	-----

<i>Н. В. Иванов, Д. С. Башаров</i> ЭФФЕКТ КАЗИМИРА – МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ КВАНТОВЫХ ПРОЦЕССОВ <i>N. V. Ivanov, D. S. Basharov</i> CASIMIR EFFECT – MACROSCOPIC MANIFESTATION OF QUANTUM PROCESSES .....	524
---	-----

<i>Г. С. Гизатулина, Т. И. Роганова, К. Б. Обносов</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ <i>G. S. Gizatullina, T. I. Roganova, K. B. Obnosov</i> MATHEMATICAL MODELING IN THEORETICAL MECHANICS.....	538
--	-----

<i>С. В. Козлов, Е. А. Тверской</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ФИЗИКЕ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PYTHON И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ ROOT <i>S. V. Kozlov, E. A. Tverskoy</i> MODELING INTERACTIONS IN HIGH ENERGY PHYSICS USING PYTHON AND ANALYZING THE RESULTS IN THE SOFTWARE ENVIRONMENT ROOT .....	548
---	-----

<i>В. И. Коптилов</i> ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ СИЛ НА ДВИЖЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ <i>V. I. Koptilov</i> INFLUENCE OF EXTERNAL AND INTERNAL FORCES ON THE PROCESS OF MECHANICAL SYSTEMS .....	558
--	-----

<i>А. В. Свиридов, А. П. Кебец, Н. М. Кебец, В. А. Сергеев</i> ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ГУМИНОВЫМИ СОРБЕНТАМИ	
--	--

*A. V. Sviridov, A. P. Kebets, N. M. Kebets, V. A. Sergeev*  
STUDY OF HEAVY METAL IONS SORPTION BY HUMIC SORBENTS .... 570

*V. V. Шеина, Е. Э. Френкель*  
МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ НА ЛБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ НА КАФЕДРЕ  
«ХИМИИ» В ВОЕННОМ ВУЗЕ МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
*V. V. Sheina, E. E. Frenkel*  
METHODS OF TEACHING IN LABORATORY WORK AT THE  
DEPARTMENT OF CHEMISTRY IN THE MILITARY UNIVERSITY OF  
MATERIAL SUPPORT ..... 577

СЕКЦИЯ 4. МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ  
SECTION 4. MATHEMATICS AND MATHEMATICAL MODELING ..... 584

*С. Д. Беляева*  
ОПЫТ ОБУЧЕНИЯ АДЪЮНКТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»  
*S. D. Belyaeva*  
EXPERIENCE OF TEACHING ADJUNCTS IN APPLIED MATHEMATIC.. 584

*Л. В. Березина*  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СМЕСИ ПО ЛОПАТКЕ  
ЦЕНТРОБЕЖНО-ЛОПАТОЧНОГО СМЕСИТЕЛЯ  
*L. V. Berezina*  
SIMULATION OF THE MIXTURE MOVEMENT ALONG THE BLADE OF  
A CENTRIFUGAL VANE MIXER..... 589

*Т. Е. Болдовская, М. В. Девятерикова*  
РЕАЛИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА» В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ  
*T. E. Boldovskaya, M. V. Devyaterikova*  
IMPLEMENTATION OF INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS OF THE  
DISCIPLINE "MATHEMATICS" IN A TECHNICAL UNIVERSITY ..... 594

*А. В. Васильева*  
О ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИКАХ В МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ  
ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

*A. V. Vasileva*

ON DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CHARACTERISTICS IN  
MODELING OF MATERIAL PROCESSING PROCESSES BY PRESSURE.. 600

A. A. Гаврилов, *С. Ю. Жаров*

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ПУТИ РЕШЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ЗАДАЧ,  
ПРЕДЛАГАЕМЫХ КУРСАНТАМ В РАМКАХ КУРСА ВЫСШЕЙ  
МАТЕМАТИКИ

A. A. Gavrilov, *S. Yu. Zharov*

ALGORITHM FOR CHOOSING THE WAY TO SOLVE PROBABILISTIC  
PROBLEMS, OFFERED TO CADETS AS PART OF A HIGHER  
MATHEMATICS COURSE ..... 606

*И. А. Гальмукова*

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ИССЛЕДОВАНИИ  
ВООРУЖЕННОЙ БОРЬБЫ

*I. A. Galmukova*

APPLICATION OF PROBABILITY THEORY IN RESEARCH ARMED  
STRUGGLE ..... 614

*А. Д. Гербер*

АППРОКСИМАЦИЯ СУММЫ ГАРМОНИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ  
ОТРЕЗКОМ РЯДА ФУРЬЕ

*A. D. Gerber*

APPROXIMATION OF THE SUM OF HARMONIC FUNCTION OF THE  
CUT-OFF FOURIER SERIES ..... 622

*А. Д. Гербер*

СВОЙСТВА ОПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ СО СЛУЧАЙНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

*A. D. Gerber*

PROPERTIES DETERMINANT WITH RANDOM ELEMENTS ..... 630

*А. В. Гусаров*

ОБ ОДНОМ ГЕНЕРАТОРЕ СЛУЧАЙНЫХ ДВОИЧНЫХ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ С УЧАСТИЕМ ЧЕЛОВЕКА

*A. V. Gusarov*

ABOUT A RANDOM BINARY SEQUENCE GENERATOR WITH  
HUMAN PARTICIPATION ..... 638

*Н. В. Иванов, А. В. Барановский*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИИ COVID-19

*N. V. Ivanov, A. V. Baranovskiy*

MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 EPIDEMIC ..... 644

*В. Р. Кристалинский*

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В СИСТЕМЕ MATHEMATICA

*V. R. Kristalinskii*

SOLVING LINEAR PROGRAMMING PROBLEMS

BY THE GEOMETRIC METHOD IN THE MATHEMATICA SYSTEM..... 653

*А. В. Самхарадзе, М. А. Козлова, Н. В. Данякин*

КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ВЛИЯНИЯ

ОСНОВНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И УСЛОВИЙ

ЭКСПЛУАТАЦИИ НА СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ ОБРАЗЦОВ

ВООРУЖЕНИЯ, ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

*A. V. Samkharadze, M. A. Kozlova, N. V. Danyakin*

COGNITIVE MODELING OF THE COMPLEX INFLUENCE OF THE

MAIN CLIMATIC FACTORS AND EXPERIMENTAL CONDITIONS ON

THE PROPERTIES OF MATERIALS OF WEAPONS SAMPLES OF

MILITARY AND SPECIAL EQUIPMENT ..... 658

*А. И. Смирнова, Н. А. Неробеева*

КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ

НАПРАВЛЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТЕОРИИ

ВЕРОЯТНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ СХЕМЫ ПОВТОРНЫХ

ИСПЫТАНИЙ

*A. I. Smirnova, N. A. Nerobeeva*

COMPUTER IMPLEMENTATION OF THE PRACTICAL ORIENTATION

OF TRAINING IN SOLVING PROBLEMS OF PROBABILITY THEORY

IN THE CONDITIONS OF REPEATED TESTING SCHEME ..... 669

*Т. Д. Цветкова, С. Н. Егорова*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В

КАЧЕСТВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ

ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

*T. D. Tsvetkova, S. N. Egorova*

THE USE OF DIFFERENTIAL EQUATIONS AS MATHEMATICAL MODELS IN SOLVING APPLIED PROBLEMS IN A MILITARY UNIVERSITY.....	677
СЕКЦИЯ 5. ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ SECTION 5. INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES .....	688
<i>Д.С. Алексеев, А.Ф. Железняк</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ МАРШРУТНО-АДРЕСНОЙ ИНФОРМАЦИИ АППАРАТУРЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ <i>D.S. Alekseev, A.F. Zheleznyak</i> AUTOMATION OF THE ROUTE-ADDRESS DATA PREPARATION FOR DATA TRANSMISSION EQUIPMENT .....	688
<i>А. И. Гагарина</i> МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ДАТАСЕТА ДЛЯ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ <i>A. I. Gagarina</i> DATASET FORMATION TECHNIQUE FOR DEEP LEARNING OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS .....	694
<i>Е. И. Гужвенко, О. Н. Черникова</i> ЗАДАЧИ ПО ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ИНФОРМАТИКЕ <i>E. I. Guzhvenko, O. N. Chernikova</i> PROBLEMS IN PROBABILITY THEORY IN COMPUTER SCIENCE .....	704
<i>Е. И. Гужвенко</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНФОРМАТИКЕ ВОЕННО-ИСТОРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ <i>E. I. Guzhvenko</i> USE IN INFORMATICS CLASSES OF MILITARY HISTORICAL MATERIALS .....	710
<i>М. С. Дикунова</i> ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ <i>M. S. Dikunova</i> ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONTEXT OF NATIONAL SECURITY .....	715

*С. А. Донец*

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА  
ПО ЕГО ИЗОБРАЖЕНИЮ

*S. A. Donets*

THE USE OF NEURAL NETWORK TO IDENTITY A PERSON BY HIS  
IMAGE .....

730

*С. В. Козлов, А. В. Светлаков*

О МЕТОДЕ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРПРЕТАТОРА МАТЕМАТИЧЕСКИХ  
ВЫРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОРМАЛЬНЫХ ГРАММАТИК

*S. V. Kozlov, A.V. Svetlakov*

ON THE METHOD OF DEVELOPING AN INTERPRETER OF  
MATHEMATICAL EXPRESSIONS USING FORMAL GRAMMARS .....

737

*М. А. Козлова, Д.А. Монстаков, Н. А. Шигин*

РАСПОЗНАВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

*M. A. Kozlova, D.A. Monstakov, N. A. Shigin*

RECOGNITION OF THE MICROSTRUCTURE OF CARBON STEEL  
USING AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK .....

747

*Н. С. Кузнецова, М. В. Иванова, И. Б. Журавлева, Е. М. Троценко*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ VISUAL BASIC ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ  
ВЫБОРА ВНУТРЕННЕГО СТАНДАРТА  
ПРИ КОЛИЧЕСТВЕННОМ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОМ  
АНАЛИЗЕ ТОКСИЧНЫХ ХИМИКАТОВ

*N. S. Kuznechova, M. V. Ivanova, I. B. Zhuravleva, E. M. Trotsenko*

USING THE VISUAL BASIC ENVIRONMENT TO SOLVE THE  
PROBLEM OF CHOOSING AN INTERNAL STANDARD FOR  
QUANTITATIVE GAS CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS OF TOXIC  
CHEMICALS .....

754

*Н. С. Кузнецова, У. Ю. Титова, Д. Г. Волков, В. И. Копяев*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ОБЛАСТЕЙ РАЗМЕРОМ  $N \times N$   
ЗАДАННОЙ КОНТРАСТНОСТИ НА ПЛАНЕ МЕСТНОСТИ

*N. S. Kuznetsova, U. Y. Titova, D. G. Volkov, V. I. Kopyaev*

DETERMINATION OF THE NUMBER OF AREAS OF SIZE  $N \times N$  OF A  
GIVEN CONTRAST ON THE TERRAIN PLAN .....

761

*В. И. Омельченко, Е. А. Кальт*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ВИДЕОЛЕКЦИЙ В  
ВОЕННОМ ВУЗЕ

*V. I. Omelchenko, E. A. Kalt*

METHODOLOGICAL FEATURES OF THE DEVELOPMENT VIDEO  
LECTURES AT A MILITARY UNIVERSITY .....

768

*А. Н. Ундозерова*

КОЛЛЕКТИВНАЯ РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ПРОЕКТА  
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТНОГО  
МЕТОДА

*A. N. Undozerova*

COLLECTIVE DEVELOPMENT OF THE EDUCATIONAL PROJECT  
OF THE INFORMATION SYSTEM BASED ON PROJECT METHOD .....

777

*А. Г. Шутова, Н. С. Кузнецова, М. Н. Воронкова, А. Ю. Севин*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЛИЯНИЯ  
В МНОГОФАКТОРНЫХ МОДЕЛЯХ ЗАДАЧ ВОЕННОГО  
УПРАВЛЕНИЯ

*A. G. Shutova, N. S. Kuznetsova, M.N. Voronkova. A. Yu. Sevin*

DETERMINATION OF WEIGHTING FACTORS OF INFLUENCE  
IN MULTIFACTOR MODELS OF MILITARY MANAGEMENT TASKS ....

786

СЕКЦИЯ 6. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И  
ВОЕННОМ ДЕЛЕ

SECTION 6. INNOVATIVE TECHNOLOGIES, TECHNOLOGICAL  
PROCESSES AND PERSPECTIVE MATERIALS IN VARIOUS  
INDUSTRIES AND MILITARY AFFAIRS.....

794

*Е. С. Астапова*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  И  
АЛЮМОСИЛИКАТОВ

*E. S. Astapova*

ADVANCED MATERIALS BASED ON  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  AND  
ALUMINOSILICATES .....

794

<i>И. А. Веприняк, С. Д. Чижюмов, Н. Н. Случанинов, С. В. Кошкин</i> АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ БЫСТРОВОВОДИМЫХ ЛЕГКИХ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ <i>I. A. Veprinyak, S. D. Chizhiumov, N. N. Sluchaninov, S. V. Koshkin</i> ANALYSIS OF VARIANTS OF PERSPECTIVE MATERIALS AND ELEMENTS FOR FAST MOUNTED LIGHT PROTECTIVE STRUCTURES	809
<i>Н. В. Данякин, П. К. Нуритдинов</i> ЭМИТТЕРЫ ЛЕТУЧИХ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ <i>N. V. Danyakin, P. K. Nuritdinov</i> VCI EMITTERS .....	819
<i>А. А. Егоркин</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ <i>A. A. Egorkin</i> IMPROVING THE ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION USING MATHEMATICAL MODELING .....	832
<i>В. С. Зимовец</i> НАДЕЖНОСТЬ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ В УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛЬНЫХ СРЕД <i>V. S. Zimovets</i> RELIABILITY OF SMALL ARMS IN SPECIAL ENVIRONMENTS .....	838
<i>А. П. Кебец, О. Г. Морозова, Н. М. Кебец, А. В. Свиридов</i> СОРБЦИОННОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИРОДНЫМИ СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ <i>A. P. Kebets, O. G. Morozova, N. M. Kebets, A. V. Sviridov</i> SORPTION CONCENTRATION OF HEAVY METAL IONS BY NATURAL SORBENTS BASED ON HUMIC SUBSTANCES .....	845
<i>Ю. Л. Краснобаев, В. Ю. Мелешко, В. В. Курьлёв</i> РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ ПРИ	

СЖИГАНИИ ЗАРЯДОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ СТЕНДАХ

*Yu. L. Krasnobaev, V. Yu. Meleshko, V. V. Kurilev*

DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MEASURES TO INCREASE THE DEGREE OF PURIFICATION OF RECOVERED WATER WHEN BURNING CHARGES OF ENERGY CONDENSED SYSTEMS ON ENVIRONMENTALLY FRIENDLY STANDS .....

854

*Т. В. Левчук*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ПРОЦЕССАХ ОПТИМИЗАЦИИ И НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

*T. V. Levchuk*

USE OF QUEUING SYSTEMS IN OPTIMIZATION AND RELIABILITY PROCESSES TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL COMPLEXES OF RAILWAY INFRASTRUCTURE .....

860

*И. Н. Паламарь, А. И. Гагарина*

АВТОМАТИЗАЦИЯ АНАЛИЗА МИКРОСТРУКТУР МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СЛОЖНО ТЕКСТУРИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*I. N. Palamar, A. I. Gagarina*

AUTOMATION OF THE MICROSTRUCTURES ANALYSIS OF METALLIC MATERIALS BY NEURAL NETWORK CLASSIFICATION OF COMPLEXLY TEXTURED IMAGES .....

870

*А. В. Романова, А. Р. Валиев, П. Е. Беляков*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ ПОЛИМЕРОВ ОТ ИХ СТРОЕНИЯ, СТРУКТУРЫ, МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ И СОСТАВА ОТДЕЛЬНЫХ ФРАГМЕНТОВ

*A. V. Romanova, A. R. Valiev, P. E. Belyakov*

INVESTIGATION OF THE DEPENDENCE OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF VARIOUS CLASSES OF POLYMERS ON THEIR

COMPOUND, STRUCTURE, MOLECULAR WEIGHT AND COMPOSITION OF INDIVIDUAL FRAGMENTS .....	876
--	-----

*М. А. Сивопляс, С. Г. Данилюк*

МАРКОВСКАЯ МОДЕЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ СЛОЖНОЙ ТЕХНИКИ

*М. А. Sivoplyas, S. G. Danilyuk*

MARKOV MODEL OF SAFETY OF MAINTENANCE OF COMPLEX EQUIPMENT .....	890
---	-----

ИСТОРИЯ МАТЕМАТИКИ HISTORY OF MATHEMATICS .....	897
--	-----

*И. В. Бойков, И. О. Врублевский, К. Н. Кочкин, И. Е. Шемякина*

ЛЕОНИД ВИТАЛЬЕВИЧ КАНТОРОВИЧ – ЧЕЛОВЕК НАУКИ И ДЕЛА

*I. V. Boikov, I. O. Vrublevsky, K. N. Kochkin, I. E. Shemyakina*

LEONID VITALIEVICH KANTOROVICH - MAN OF SCIENCE AND BUSINESS .....	897
---	-----

*С. Смирнов, Т. Д. Цветкова*

ВКЛАД МАТЕМАТИКОВ В ПОБЕДУ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ  
ВОЙНЕ

*S. Smirnov, T. D. Tsvetkova*

CONTRIBUTION OF MATHEMATICIANS TO THE VICTORY IN THE GREAT PATRIOTIC WAR .....	902
---	-----

Научное издание

Шутова Анастасия Геннадьевна, Кузнецова Наталья Сергеевна, Титова Ульяна Юрьевна

МАТЕРИАЛЫ

Всероссийской научно-методической конференции  
«СОВРЕМЕННАЯ ПЕДАГОГИКА И НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ»  
(Кострома, 12 февраля 2022 года)

PROCEEDINGS

of the All-Russian Scientific and Methodological Conference  
"MODERN PEDAGOGY AND SCIENTIFIC RESEARCH  
IN AN EDUCATIONAL ORGANIZATION HIGHER EDUCATION"  
(Kostroma, February 12, 2022)

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты  
имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко (г. Кострома)  
156015, г. Кострома, ул. Горького, 16