



**АКАДЕМИЯ
ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МЧС РОССИИ**

имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика

ISSN 2079-7001

2023'3



**НАУЧНЫЕ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ
ГРАЖДАНСКОЙ
ЗАЩИТЫ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ВЫПУСК ЖУРНАЛА ПОСВЯЩЕН 91-Й ГОДОВЩИНЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ



Уважаемые коллеги, дорогие ветераны!

Традиционно 4 октября мы отмечаем знаменательную дату – День образования гражданской обороны.

Более 90 лет гражданская оборона стоит на защите благополучия государства, граждан и объектов экономики Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций, техногенных аварий и катастроф.

Сегодня в сложнейших условиях силы гражданской обороны выполняют задачи по обеспечению национальной безопасности от различных вызовов и угроз. Результаты аварийно-спасательных работ, борьбы с пожарами, наводнениями и паводками, разминирования территорий, оказания гуманитарной помощи и выполнения других задач в новых регионах и приграничных субъектах Российской Федерации высоко оцениваются руководством страны и обществом в целом.

Особого внимания заслуживают профессионализм и мужество личного состава при проведении спасательных операций по оказанию помощи населению Мариуполя, Волновахи, Лисичанска и Северодонца, эвакуации населения Херсона, а также ликвидации последствий затопления населенных пунктов Херсонской области при разрушении Каховской ГЭС.

В этот день большую благодарность хочется выразить ветеранам гражданской обороны, которые щедро передают свой жизненный опыт, знания и профессионализм молодым сотрудникам для того, чтобы они стали достойными продолжателями славных традиций тех, кто посвятил свою жизнь решению задач в области гражданской обороны.

Дорогие друзья! Благодарю вас за службу, за преданность своему делу!

Желаю вам и вашим близким крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, благополучия и мира!

В АКАДЕМИИ СОСТОЯЛИСЬ ТОРЖЕСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПОСВЯЩЕННЫЕ ДНЮ ЗНАНИЙ И НАЧАЛУ НОВОГО УЧЕБНОГО ГОДА

В 2023 году в Академию зачислено 639 человек, из них:
120 курсантов командно-инженерного факультета;
209 студентов гуманитарного и инженерного факультетов;

88 кадет Кадетского пожарно-спасательного корпуса;

18 слушателей факультета руководящего состава;

47 офицеров и курсантов факультета по подготовке иностранных специалистов;

157 слушателей и студентов факультета заочного обучения.

Подводя итоги, можно сказать, что Приемная кампания 2023 года прошла успешно.

Необходимо отметить, что за время своего существования Академия выпустила более 7000 тысяч высококвалифицированных специалистов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.



Мы рады приветствовать первокурсников в стенах нашей Академии. Желаем Вам больших успехов в учебе, новых открытий и много новых, положительных эмоций!

ISSN 2079-7001

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ВОЕННОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Академия гражданской защиты МЧС России
имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика

НАУЧНЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2023'3 (58)

Химки



Состав редакционной коллегии

Главный редактор:

Мазаник Александр Иванович, доктор военных наук, профессор, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Редакционная коллегия:

Аксенов Сергей Владимирович, доктор военных наук, профессор, Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого (г. Балашиха, Россия)

Арефьева Елена Валентиновна, доктор технических наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (г. Москва, Россия)

Пономарев Анатолий Иванович, доктор военных наук, доцент, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Ткаченко Татьяна Ефимовна, доктор биологических наук, доцент, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Калач Андрей Владимирович, доктор химических наук, профессор, ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России (г. Воронеж, Россия)

Цимбал Владимир Анатольевич, доктор технических наук, профессор, филиал Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого (г. Серпухов, Россия)

Ткаченко Павел Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Баринов Александр Васильевич, доктор технических наук, профессор, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Иванов Евгений Вячеславович, кандидат технических наук, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Малека Юрий Николаевич, доктор исторических наук, профессор, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Ответственный секретарь:

Геккель Иван Яковлевич, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Заместители главного редактора:

Полевой Василий Григорьевич, кандидат военных наук, доцент, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Рыбаков Анатолий Валерьевич, доктор технических наук, профессор, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Северюков Игорь Тихонович, доктор технических наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (г. Москва, Россия)

Мухин Владимир Иванович, доктор военных наук, профессор, Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого (г. Балашиха, Россия)

Смирнов Борис Петрович, доктор технических наук, ЗАО "Научно-производственный центр информационных региональных систем" (п. Малаховка, Россия)

Дружинин Владимир Павлович, доктор военных наук, профессор, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Камлюк Андрей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент, Университет гражданской защиты МЧС Беларуси (г. Минск, Республика Беларусь)

Муравьева Елена Викторовна, доктор педагогических наук, доцент, Казанский национальный исследовательский технический университет – КАИ имени А.Н. Туполева (г. Казань, Россия)

Белоусов Роман Леонидович, кандидат технических наук, Национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС России (г. Москва, Россия)

Латышенко Константин Павлович, доктор технических наук, профессор, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Багдасарян Артем Олегович, доктор исторических наук, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

Техническая редакция:

Кильдяев Егор Алексеевич, Академия гражданской защиты МЧС России (г. Химки, Россия)

The composition of the editorial board

Senior Editor:

Mazanik Alexander Ivanovich, D. Sc. (Military), Professor, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Editorial Board:

Aksenov Sergey Vladimirovich, D. Sc. (Military), Professor, Military Academy of the Strategic Missile Forces named after Peter the Great (Balashikha, Russia)

Arefeva Elena Valentinovna, D. Sc. (Technical), Associate Professor, All-Russian Research Institute for Civil Defence and Emergency Situations of the Ministry of Emergencies of Russia (Moscow, Russia)

Ponomarev Anatoliy Ivanovich, D. Sc. (Military), Associate Professor, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Tkachenko Tatyana Efimovna, D. Sc. (Biological), Associate Professor, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Kalach Andrey Vladimirovich, D. Sc. (Chemical), Professor, Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia (Voronezh, Russia)

Tsymbal Vladimir Anatolyevich, D. Sc. (Technical), Professor, Branch of the Military Academy of the Strategic Missile Forces named after Peter the Great (Serpukhov, Russia)

Tkachenko Pavel Nikolaevich, PhD Sc. (Technical), Associate Professor, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Barinov Alexander Vasilyevich, D. Sc. (Technical), Professor, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Ivanov Evgeny Vyacheslavovich, PhD Sc. (Technical), The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Maleka Yury Nikolaevich, D. Sc. (Historical), Professor, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Executive secretary:

Gekkel Ivan Yakovlevich, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Deputies of senior editor:

Polevoy Vasily Grigoryevich, PhD Sc. (Military), Associate Professor, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Rybakov Anatoliy Valeryevich, D. Sc. (Technical), Professor, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Sevryukov Igor Tikhonovich, D. Sc. (Technical), Professor, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Russian Emergencies Ministry (Moscow, Russia)

Mukhin Vladimir Ivanovich, D. Sc. (Military), Professor, Peter the Great Military Academy of the Strategic Missile Forces (Balashikha, Russia)

Smirnov Boris Petrovich, D. Sc. (Technical), ZAO "Research and Production Center for Information Regional Systems" (Malakhovka, Russia)

Druzhinin Vladimir Pavlovich, D. Sc. (Military), Professor, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Kamlyuk Andrey Nikolaevich, PhD Sc. (Physical and Mathematical), Associate Professor, University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus (Minsk, Republic of Belarus)

Muravyova Elena Viktorovna, D. Sc. (Pedagogical), Associate Professor, Kazan National Research Technical University - A.N. Tupolev (Kazan, Russia)

Belousov Roman Leonidovich, PhD Sc. (Technical), National Crisis Management Center of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Moscow, Russia)

Latysenko Konstantin Pavlovich, D. Sc. (Technical), Professor, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Bagdasaryan Artem Olegovich, D. Sc. (Historical), The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Technical edition:

Kildyaev Egor Alekseevich, The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia (Khimki, Russia)

Уважаемые читатели!



Главный редактор,
доктор военных наук, профессор,
Почетный работник науки и высоких
технологий Российской Федерации

Мазаник Александр Иванович

тел.: (499) 699-06-40

e-mail: a.mazanik@amchs.ru

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
НАУЧНЫЕ И
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ
ГРАЖДАНСКОЙ
ЗАЩИТЫ

2023'3 (58)

От имени редакционной коллегии нашего журнала поздравляю всех с началом учебного года! Обращаясь с наилучшими пожеланиями ко всем обучающимся, хотелось бы акцентировать внимание курсантов и студентов старших курсов, слушателей, а также адъюнктов и аспирантов на одном из важнейших направлений научно-исследовательской работы – публикационной деятельности. И если для первых трех категорий учащихся данное направление реализуется факультативно, то для адъюнктов и аспирантов в соответствии с Положением о присуждении ученых степеней публикация основных научных результатов в рецензируемых научных изданиях является обязательным требованием.

Следует отметить, что в последнее время существенно ужесточились требования к рецензируемым научным изданиям, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты, разработанные в диссертациях на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук и особенно они касаются такого показателя как «научность» публикуемых статей.

Опыт рецензирования научных публикаций показал, что все статьи, которые не удовлетворяют требованию «научности» можно классифицировать на четыре группы:

1. К первой группе можно отнести статьи, которые носят описательный характер. Характерным недостатком данного вида статей является отсутствие формулировки проблемной ситуации прикладного характера, что не позволяет, в свою очередь, четко сформулировать задачу в прикладном аспекте, за счет решения которой может быть разрешено противоречие, существующее в практике.

2. Ко второй группе относятся статьи, которые по своей сути являются тривиальными. В них описываются давно известные проблемные ситуации и пути их решения, такие статьи не обладают ни научной, ни практической значимостью. В них анализируются ситуации типа «чем больше нога, тем больше должен быть размер сапога».

3. К третьей группе следует отнести статьи прикладного характера, в которых предлагаются пути и способы решения проблемной ситуации, но они не являются научно обоснованными. В этих статьях предлагаемые прикладные результаты получены без применения соответствующего научно-методического аппарата, вследствие чего они не могут быть признаны научными.

4. К четвертой группе можно отнести статьи теоретического характера, в которых предлагается совокупность формул, не увязанных единым замыслом решения конкретной прикладной задачи. В этих статьях не понятно, для решения какой прикладной задачи разрабатывается предлагаемый научно-методический аппарат.

С целью оказания практической помощи молодым специалистам, поступившим в адъюнктуру и аспирантуру, в одном из следующих номеров будет опубликован материал, в котором будут раскрыты виды научных статей с указанием тех основных элементов, которые в обязательном или рекомендательном порядке должны присутствовать в этих статьях. Это позволит:

первое – автору при подготовке рукописи не упустить основные элементы, которые в обязательном (рекомендательном) порядке должны быть отражены в статьях того или иного вида;

второе – рецензентам обратить внимание на важнейшие элементы статьи, которые необходимо оценить в процессе рецензирования.

С уважением, главный редактор журнала А.И. Мазаник

СОДЕРЖАНИЕ

Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Хидирлясов Т.М., Петренко П.П. Формирование системы показателей для оценки эффективности проведения аварийно-спасательных работ при разрушениях зданий на основе результатов натурального эксперимента.....	6
Свитнев И.В., Харитонов Е.А., Хитяев Д.Г., Лебедев М.Ю. Автоматизация процесса выявления обострения эпидемиологической обстановки в воинских коллективах на основании оценки социально-физиологических факторов риска.....	17
Литвин А.А., Чискидов С.В. Анализ научно-методических подходов к обоснованию рациональных параметров функционирования автоматизированной системы информационной поддержки принятия решений при проведении аварийно-спасательных работ.....	26
Багдасарян А.О., Поляков В.А. Определение содержания морально-психологического обеспечения действий сил единой государственной системы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.....	36
Яшкова А.С., Колмычков И.М., Дубов А.Н., Малека Ю.Н. Анализ проблемной ситуации в области распределения объема временных ресурсов образовательной программы подготовки курсантов и слушателей в высших учебных заведениях МЧС России между работой с преподавателем и самостоятельной подготовкой.....	42
Морозов Н.Н., Мазаник А.И. Проблемы мониторинга импульсного ионизирующего излучения больших доз.....	52
Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Дмитриев А.В. Постановка научной задачи по обоснованию рационального размера кластера при формировании модели прогнозирования природной пожарной опасности по погодным условиям.....	62
Матюшев П.А., Гайнетдинов Н.А., Зарипова С.Н., Новикова С.В. Алгоритм решения задачи определения оптимального количества и мест дислокации аварийно-спасательных формирований.....	70
Завгородний А.Н., Пономаренко А.А., Исаев Д.А. Методический подход к обоснованию рациональных параметров дополнительной подготовки руководящего состава спасательных воинских формирований МЧС России.....	79
Правила направления и опубликования статей.....	88
Хроника научных событий Академии.....	91
Результаты патентно-лицензионной деятельности Академии.....	97
Организация подготовки научно-педагогических кадров.....	98
Анонс научных событий с участием Академии на 4-й квартал 2023 года.....	99

УДК 351.862.216.2

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ РАЗРУШЕНИЯХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАТУРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

А.В. Рыбаков

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры (высшей математики)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: a.rybakov@amchs.ru

Е.В. Иванов

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры (аварийно-спасательных работ)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: e.ivanov@amchs.ru

Т.М. Хидирлясов

адъюнкт научно-исследовательского центра
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: t.hidirlyasov@amchs.ru

П.П. Петренко

адъюнкт научно-исследовательского центра
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: p.petrenko@amchs.ru

Аннотация. В статье представлены результаты натурного эксперимента, по результатам которого сформирована система показателей, предназначенных для моделирования проведения аварийно-спасательных работ в условиях разрушения зданий и сооружений, а также позволяющих оценить эффективность аварийно-спасательных работ. В ходе эксперимента были исследованы различные показатели, включая необходимые трудозатраты для проведения аварийно-спасательных работ, трудоёмкость разбора завала, необходимая рабочая площадь для спасательного звена, обоснована рациональная численность спасательного звена для разбора завала различной структуры. Показатели, полученные в результате проведённого эксперимента, закладывают основу для пересмотра положений ряда нормативных методик, предназначенных для оценки эффективности аварийно-спасательных работ.

Ключевые слова: аварийно-спасательные работы, разрушение зданий, трудозатраты, трудоёмкость.

Цитирование: Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Хидирлясов Т.М., Петренко П.П. Формирование системы показателей для оценки эффективности проведения аварийно-спасательных работ при разрушениях зданий на основе результатов натурного эксперимента // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 3 (58). С. 6 – 16.

Введение

Несмотря на внедрение инновационных технологий в строительстве, применение новых подходов к прогнозированию чрезвычайных ситуаций, а также реализацию мер по защите населения, разрушение жилых и производственных зданий наносит не только вред экономике, но и вызывает потери среди населения [1]. При этом речь идёт о массовых разрушениях, возникающих как при чрезвычайных ситуациях мирного времени, когда они вызваны землетрясениями, техногенными взрывами, ураганами и т.п., так и при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов.

Данная проблема характерна не только для России, но и для других стран [2-4]. При

возникновении данного вида чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС) применяются силы гражданской обороны (далее — ГО), в частности спасательные воинские формирования [5], анализ действий которых показал, что подразделения применяли в основном средства малой механизации и аварийно-спасательный инструмент.

Успешное решение задачи спасения пострадавших в завалах в условиях массовых разрушений должно опираться на обоснованные расчёты, позволяющие рациональным образом распределить ограниченные силы и средства.

Следует отметить, что большинство подходов [6, 7], применяемых в настоящее время

для проведения оперативных расчётов устарели, не учитывают специфику изменения как технологий строительства, так и методов проведения аварийно-спасательных работ.

Данное обстоятельство обусловило необходимость переоценки и пересмотра ряда нормативных параметров, характеризующих производительность работ по разбору завалов в условиях массовых разрушений.

Одним из путей получения данных параметров является проведение экспериментального исследования.

Постановка эксперимента

Целью экспериментального исследования являлось получение значений показателей, которые могут быть использованы для моделирования аварийно-спасательных работ при разрушении зданий.

Для достижения цели необходимо было определить:

- рабочую площадь, необходимую спасательному звену для проведения операции;
- трудозатраты для проведения операции;
- трудоемкость проведения операции;
- рациональную численность личного состава спасательного звена для проведения операции.

В математическом планировании эксперимента использовалась модель «чёрного ящика». Эта модель является математическим отображением наиболее существенных взаимосвязей между параметрами объекта.

В рамках эксперимента рассматривались операции, в ходе которых оборудовались шахты в завале здания. В этом случае показатели могут быть представлены зависимостью

$$Y = f(X), \quad (1)$$

где Y – значение показателей, характеризующих состояние объекта;

X – независимые входные переменные.

Входными переменными являются высота завала и численность группы. Выходными – время выполнения операций, рабочая площадь.

Для определения объема эксперимента применялась методика, предложенная в работе [8]. Для расчёта зависимости числа опытов от числа уровней факторов и коли-

чества факторов может быть использована формула

$$N = p^k, \quad (2)$$

где N – число опытов;

p – число уровней варьирования факторов;

k – число факторов.

В проведённом эксперименте факторами являлись высота завала с тремя уровнями (1, 3, 5 м), а также численность личного состава спасательных звеньев.

Для завала, образованного вследствие разрушения кирпичного здания, определены следующие варианты:

вариант № 1 – численность личного состава спасательного звена 5 человек (численность спасательного отделения спасательного центра МЧС России согласно штатно-должностному расчёту);

вариант № 2 – численность личного состава спасательного звена 7 человек (согласно Наставлению по организации и технологии ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при чрезвычайных ситуациях, Ч.2 [6]).

вариант № 3 – численность личного состава спасательного звена 8 человек (согласно результатам экспертного опроса).

Для завала, образованного вследствие разрушения панельного здания определены следующие варианты:

вариант № 1 – численность личного состава спасательного звена 5 человек (численность спасательного отделения спасательного центра МЧС России согласно штатно-должностному расчёту);

вариант № 2 – численность личного состава спасательного звена 7 человек (согласно Наставлению по организации и технологии ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при чрезвычайных ситуациях, Ч.2 [6]).

вариант № 3 – численность личного состава спасательного звена 4 человек (согласно результатам экспертного опроса).

При этом звенья комплектовались спасателями, усвоившими программу подготовки на оценки «хорошо» и «отлично» (в целях исключения разнородности комплектования зве-

ньев). Перед звеньями стояла задача оборудовать шахту (колодец) размером 1x1 глубиной 1, 3, 5 м в завале, образованном вследствие разрушения кирпичного (панельного) здания.

В процессе выполнения эксперимента проводились 9 замеров, фиксировалось время проведения операции и площадь, на которой звено провело 90% процентов времени. Фиксация площади осуществлялась с помощью беспилотного воздушного судна.

Методика обработки результатов эксперимента

Для минимизации систематических ошибок и обеспечения достоверности результатов эксперимента осуществлялась обработка полученных данных. Обработка результатов многократных прямых измерений выполнялась в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 [9] и состояла из нескольких последовательных этапов:

1. Оценка измеряемой величины $\bar{\gamma}$, за которую принимают среднее арифметическое значение результатов измерений. В проводимом эксперименте измеряемыми параметрами являлись время проведения операций (t) и необходимая рабочая площадь (S)

$$\bar{\gamma} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \gamma_i, \quad (3)$$

где $\bar{\gamma}$ – среднее арифметическое значение измеряемой величины;

γ_i – i -ый результат измерений;

n – количество измерений.

2. Оценка среднего квадратического отклонения σ

$$\sigma = \sqrt{D}, \quad (4)$$

где D – дисперсия

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{\gamma} - \gamma_i)^2}{n - 1}. \quad (5)$$

3. Исключение грубых погрешностей с помощью критерия Граббса. Статистический критерий Граббса предназначен для исключения грубых погрешностей. Он основан на предположении о том, что результаты измерений распределены по нормальному закону. При этом вычисляются значения критерия

Граббса G_1 и G_2 в предположении, что наибольший γ_{max} или наименьший γ_{min} результат измерений вызван грубыми погрешностями

$$G_1 = \frac{|\gamma_{max} - \bar{\gamma}|}{\sigma}, G_2 = \frac{|\bar{\gamma} - \gamma_{min}|}{\sigma}. \quad (6)$$

Далее значения G_1 и G_2 сравниваются с табличным значением G_T критерия Граббса при выбранном уровне значимости q [9].

Если $G_1 > G_T$, то γ_{max} исключают как маловероятное значение. Если $G_2 > G_T$, то γ_{min} исключают как маловероятное значение. Далее вновь вычисляют среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонения ряда результатов измерений и процедуру проверки наличия грубых погрешностей повторяют.

Если $G_1 \leq G_T$, то значение γ_{max} сохраняют в ряду результатов измерений. Если $G_2 \leq G_T$, то γ_{min} также сохраняют в ряду результатов измерений [9].

После установления среднего времени, необходимого на выполнение операции, определяются требуемые трудозатраты

$$W = N \cdot t_{cp}, \quad (7)$$

где N – численность спасательного звена, чел;
 t_{cp} – среднее время проведения операций, час.

На основе полученных значений трудозатрат может быть вычислена трудоёмкость проведения операций для завалов различной структуры

$$\Pi = \frac{W}{V}, \quad (8)$$

где V – извлеченный объем при разборе завала, м³.

Сравнив полученные значения, можно определить рациональную численность спасательного звена для разбора завалов разных по структуре зданий.

Описание эксперимента

Академия гражданской защиты, являясь ведущим образовательным, научным и методическим центром МЧС России в области гражданской обороны, решает задачу обеспечения потребности МЧС России в высококвалифицированных кадрах, способных выполнять задачи в различных условиях обстановки [10].

Важной составляющей учебного процесса является проведение практических занятий, в том числе и выездных, которые направлены на овладение навыками и умениями в соответствии с программами подготовки.

В рамках проведения учебной практики привития первоначальных профессиональных умений и навыков спасателя с курсантами 2 курса командно-инженерного факультета в период с 21 по 28 июня 2023 года на базе ФГКУ «Ногинский спасательный центр МЧС России» были проведены натурные эксперименты, направленные на полу-

чение данных для моделирования аварийно-спасательных работ и обеспечения безопасности спасателей при разрушении зданий.

В качестве аварийно-спасательных средств применялись:

для разбора завала, образованного вследствие разрушения кирпичного здания (рисунок 1) – комплект гидродинамического аварийно-спасательного инструмента «Зубр» фирмы «Простор» в который входят: бетонолом (БЛ-16), станция насосная гидравлическая (СНГ 16-30). Дополнительно применялся бензорез Husqvarna K 770;



Рисунок 1 – Ведение работ по разбору завала кирпичного здания

для завала, образованного вследствие разрушения панельного здания (рисунок 2) – комплект гидродинамического аварийно-спасательного инструмента «Зубр» фирмы «Простор» в который входят: пила дисковая «Простор» (ПД-16), комплект для влаж-

ной алмазной резки Husqvarna, бетонолом (БЛ-16), станция насосная гидравлическая (СНГ 16-30). Дополнительно применялся бензорез Husqvarna K 770 с комплектом водяного пылеподавления.



Рисунок 2 – Ведение работ по разбору завала панельного здания

Следует отметить, что все эксперименты проводились примерно в равных погодных условиях (температура окружающего воздуха варьировалась от $+18^{\circ}\text{C}$ до 25°C , скорость ветра была незначительной и составляла до 10 м/с, величина осадков в виде дождя была незначительна). Натурные эксперименты осуществлялись в первой половине дня, экипировка, аварийно-спасательный инструмент, средства индивидуальной защиты для всех групп были идентичны

Результаты обработки экспериментов

В процессе проведения эксперимента определялись необходимая рабочая площадь работы спасателей и время оборудования лаза различной глубины для приведенных выше условий эксперимента.

Значения показателей, характеризующих площадь, необходимую для проведения операций, были определены на основе формул (3-6). Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Результаты оценки рабочей площади (на спасательное звено) для оборудования лазов в завалах разного типа и разной численности личного состава спасательных звеньев, в кв. м.

Завал высотой 1 м, образованный вследствие разрушения кирпичного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
5	21	17	17	20	24	17	17	23	24	20	9,75	3,12	1,28	0,96
7	24	25	25	27	29	27	25	29	26	26	3,25	1,80	1,48	1,29
8	26	22	24	28	24	28	24	29	29	26	6,75	2,60	1,15	1,54
Завал высотой 3 м, образованный вследствие разрушения кирпичного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
5	21	22	17	23	18	21	21	23	22	21	4,36	2,09	1,01	1,86
7	27	29	28	28	28	23	26	30	28	27	4,03	2,01	1,27	2,21
8	24	30	22	28	30	28	24	27	27	27	7,75	2,78	1,20	1,68
Завал высотой 5 м, образованный вследствие разрушения кирпичного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
5	18	22	20	20	19	18	22	22	19	20	2,75	1,66	1,21	1,21
7	27	31	29	30	25	23	27	31	28	28	7,36	2,71	1,15	1,80
8	29	28	25	28	31	27	29	30	25	28	4,25	2,06	1,46	1,46
Завал высотой 1 м, образованный вследствие разрушения панельного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
4	18	17	16	15	15	18	14	19	19	17	3,44	1,86	1,20	1,50
5	15	19	22	21	17	18	21	18	15	18	6,53	2,55	1,39	1,35
7	19	19	20	17	21	17	18	19	22	19	2,86	1,69	1,71	1,25
Завал высотой 3 м, образованный вследствие разрушения панельного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
4	18	18	15	15	18	18	19	18	15	17	2,61	1,62	1,17	1,31
5	19	18	18	19	15	16	22	19	17	18	4,11	2,03	1,92	1,53
7	21	18	18	18	22	22	19	21	20	20	2,86	1,69	1,25	1,12
Завал высотой 5 м, образованный вследствие разрушения панельного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
4	16	22	17	22	16	16	16	21	20	18	7,53	2,74	1,30	0,89
5	18	19	20	17	18	17	20	20	17	18	1,78	1,33	1,17	1,08
7	18	24	21	19	22	19	19	22	18	20	4,44	2,11	1,79	1,05

Результаты оценки времени оборудования лаза различной глубины были обработаны на

основе формул (3-6). Полученные значения представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Результаты оценки времени выполнения операции в завалах разного типа для заданной численности личного состава спасательных звеньев, в часах

Завал высотой 1 м, образованный вследствие разрушения кирпичного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
5	1,35	1,50	1,52	1,62	1,40	1,47	1,35	1,40	1,43	1,45	0,008	0,09	1,94	1,35
7	1,02	1,03	0,90	0,90	1,03	0,88	0,95	0,98	0,88	0,95	0,004	0,06	1,24	1,02
8	0,97	0,88	0,90	0,87	0,95	0,87	0,88	0,93	0,97	0,91	0,002	0,04	1,29	0,97
Завал высотой 3 м, образованный вследствие разрушения кирпичного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
5	4,90	4,75	4,73	5,08	5,07	4,85	4,85	5,08	4,85	4,91	0,019	0,14	1,28	1,26
7	3,25	3,42	3,30	3,57	3,20	3,35	3,37	3,58	3,23	3,36	0,019	0,14	1,59	1,18
8	3,22	3,08	3,25	3,45	3,00	3,38	3,33	3,12	2,92	3,19	0,032	0,18	1,43	1,55
Завал высотой 5 м, образованный вследствие разрушения кирпичного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
5	7,0	7,4	7,2	6,8	7,2	7,1	6,9	6,9	7,0	7,05	0,037	0,19	1,83	1,27
7	4,6	5,3	4,8	5,3	4,5	5,2	4,8	4,9	4,4	4,84	0,107	0,33	1,29	1,31
8	4,3	4,2	4,3	4,7	4,9	4,9	5,0	4,3	4,6	4,56	0,113	0,34	1,32	1,16
Завал высотой 1 м, образованный вследствие разрушения панельного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
4	3,50	3,58	3,53	3,42	3,72	3,32	3,42	3,55	3,63	3,52	0,015	0,12	1,62	1,65
5	2,55	2,50	2,47	2,48	2,67	2,42	2,67	2,67	2,50	2,55	0,009	0,10	1,24	1,34
7	2,38	2,25	2,30	2,42	2,18	2,38	2,17	2,50	2,25	2,31	0,013	0,11	1,64	1,31
Завал высотой 3 м, образованный вследствие разрушения панельного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
4	10,85	10,98	11,63	10,52	10,85	11,33	11,63	9,87	10,72	10,9	0,314	0,56	1,25	1,90
5	7,88	7,03	7,23	7,62	8,13	7,50	7,88	7,03	8,13	7,61	0,190	0,44	1,21	1,31
7	6,87	6,82	6,70	6,65	6,42	6,77	6,37	6,68	6,92	6,69	0,036	0,19	1,22	1,70
Завал высотой 5 м, образованный вследствие разрушения панельного здания														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\bar{\gamma}$	D	СКО	G_{max}	G_{min}
4	15,03	15,20	15,30	15,92	16,10	16,63	16,48	15,50	15,92	15,79	0,321	0,57	1,49	1,33
5	10,93	9,97	10,35	11,88	9,97	10,35	10,93	11,70	11,85	10,88	0,607	0,78	1,29	1,17
7	15,3	9,80	9,90	10,33	9,82	9,20	9,62	10,53	10,15	10,51	3,313	1,82	2,60	0,72
7'	-	9,80	9,90	10,33	9,82	9,20	9,62	10,53	10,15	9,92	0,154	0,39	1,56	1,83

Следует отметить, что в ходе обработки результатов эксперимента в соответствии с критерием Граббса из выборки было «отброшено» только одно значение ($7'$ в таблице 1), характеризующее время ведения работ по проделыванию лаза в завале, образованного вследствие разрушения панельного здания при создании

шахты глубиной 5 метров. Исключение данного значения было обусловлено зажатием пики бетонолома, что несколько увеличило время ведения работ.

Графически результаты обработки результатов эксперимента можно проиллюстрировать рисунками 3 и 4.

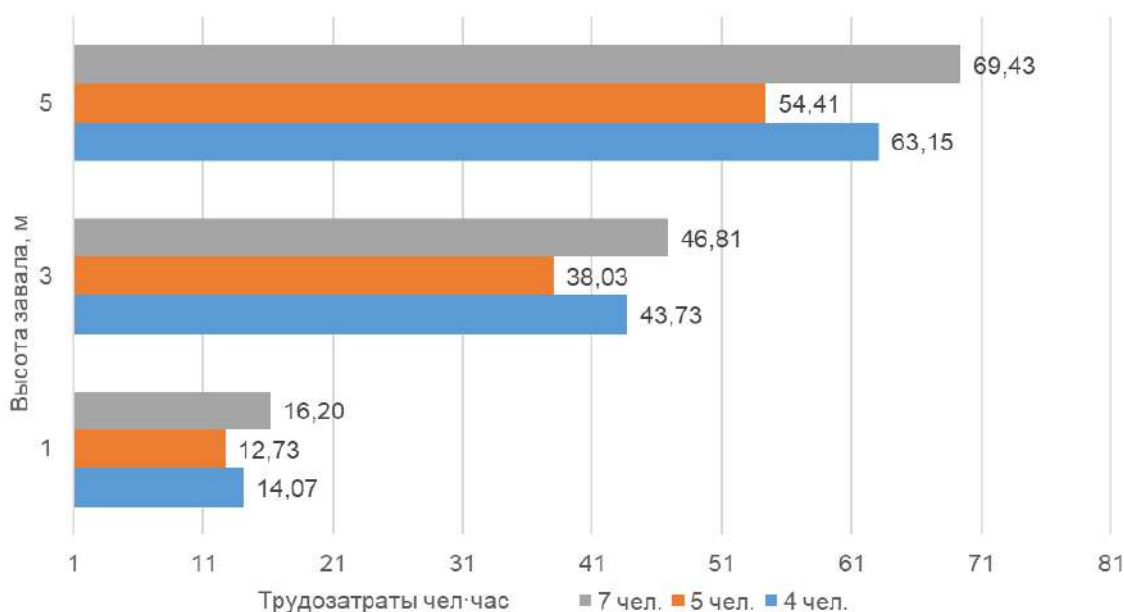


Рисунок 3 – Трудозатраты при разборе завала, образованного вследствие разрушения панельного здания

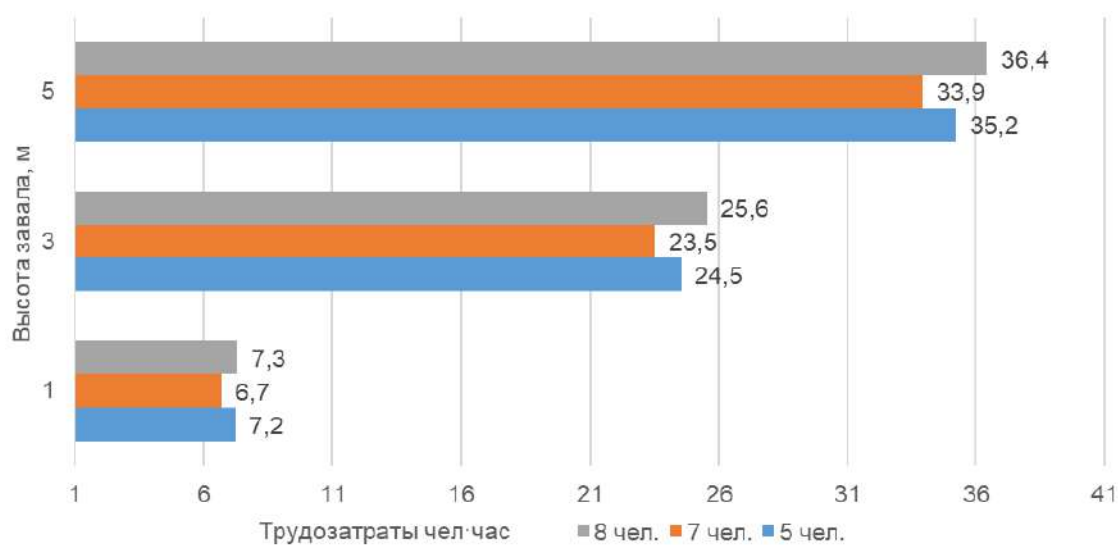


Рисунок 4 – Трудозатраты при разборе завала, образованного вследствие разрушения кирпичного здания

Дополнительным фактором, способствующим однородности полученных результатов, являлся равный уровень подготовки расчетов, а также идентичность применяемых аварийно-спасательных средств и реализуемых технологий разбора завала.

Результаты обработки полученных данных дают возможность провести расчёт трудоём-

кости разбора завалов в зависимости от различной численности спасательного звена и типа завала.

Графически результаты расчётов трудоёмкости при разборе одного куб. метра при разных условиях проведения эксперимента проиллюстрированы рисунками 5 и 6.

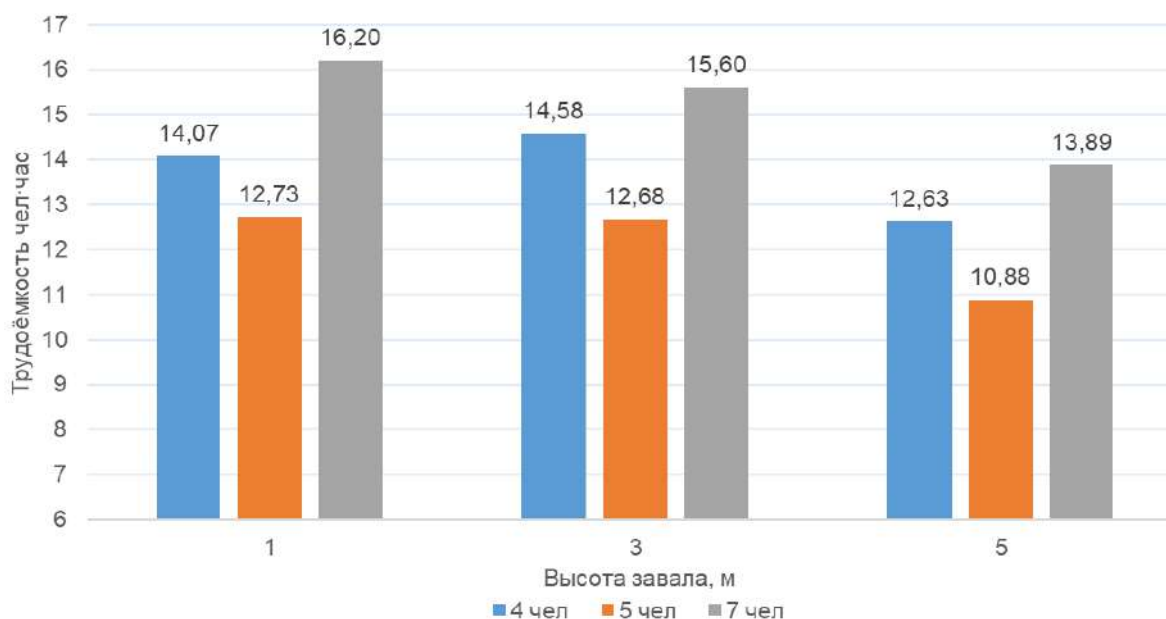


Рисунок 5 – Трудоемкость разбора одного куб. метра завала, образованного вследствие разрушения панельного здания

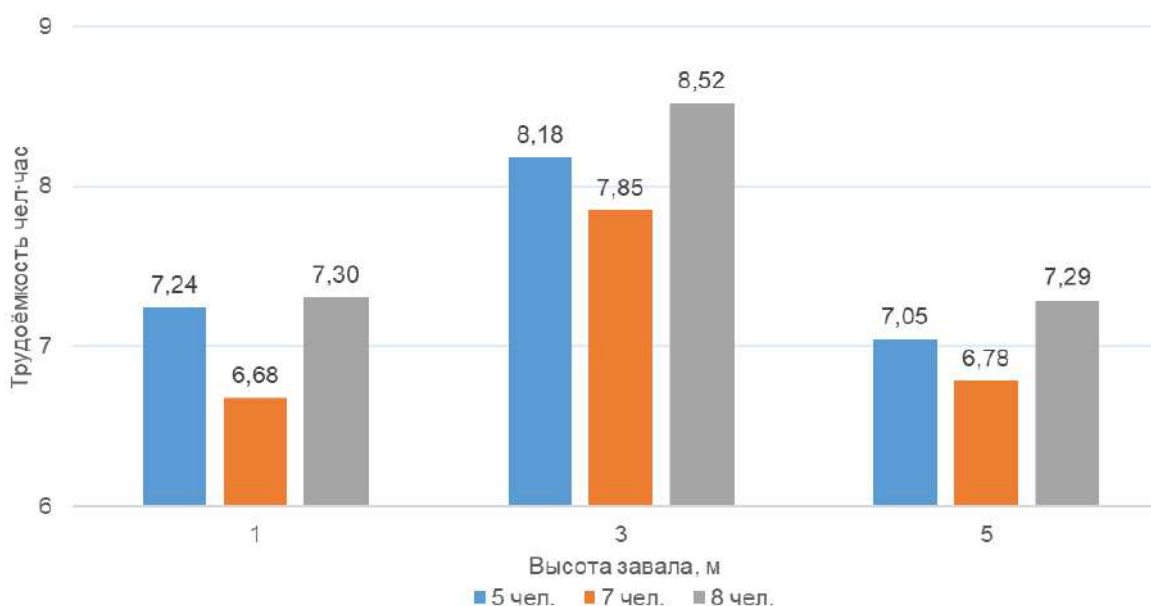


Рисунок 6 – Трудоемкость разбора одного куб. метра завала, образованного вследствие разрушения кирпичного здания

Полученные результаты свидетельствуют в пользу того, что для разбора завала кирпичного здания рациональной численностью личного состава является расчет состоящий из семи человек, при этом увеличение численности расчета не способствует повышению общей производительности (при устройстве лаза), что обусловлено ограниченной площадью

работы расчета. В свою очередь, снижение численности расчета также недопустимо, поскольку за счет более частой смены удается добиться максимальной производительности при работе с бетоноломом.

При проведении аварийно-спасательных работ по разбору завала, образованного вследствие разрушения панельного здания, рацио-

нальной численностью личного состава является пять человек, при этом наблюдается рост удельной производительности каждого спасателя в расчете, что обусловлено локализацией рабочей зоны и ограничениями на применение аварийно-спасательных средств. Численность расчета менее пяти человек нецелесообразна, поскольку в противном случае придется нарушать технологию проведения работ, что сопряжено, в том числе, и с потенциальными нарушениями требований безопасности. Важным обстоятельством является и то, что со временем показатели работоспособности падают, что связано с усталостью спасателей, усложнением структуры завала, работой в стесненных условиях.

Соответственно в зависимости от типа завала трудозатраты отличаются почти в два раза (для завала, образованного вследствие разрушения панельного здания выше, чем для завала, образованного вследствие разрушения кирпичного здания).

Исходя из найденных значений рациональной численности личного состава спасательных звеньев может быть определена площадь, необходимая для работы расчета в завале, образованного вследствие разрушения:

кирпичного здания – 26, 27, 28 м² в зависимости от высоты завала;

панельного здания – 18 м² независимо от высоты завала.

Выводы и рекомендации

Проведение натурального эксперимента позволило решить ряд задач. Во-первых, курсанты ознакомились с особенностями проведе-

ния аварийно-спасательных работ на практике и получили ценный опыт работы в условиях, максимально приближенных к реальным. Во-вторых, проведение эксперимента позволило уточнить значения ряда показателей, характеризующих эффективность ведения АСР, таких как:

рабочая площадь, необходимая спасательному звену различной численности для проведения АСР;

трудозатраты, необходимые для оборудования лаза в завалах различной структуры;

трудоемкость разбора завала различной структуры;

рациональная численность спасательного звена для работы в завалах разной структуры.

Полученные показатели могут быть использованы для построения модели проведения АСР при разрушении зданий, предназначенной для обоснования решения по выбору рационального варианта распределения сил ГО.

В то же время, можно сделать вывод о целесообразности проведения натурального эксперимента в период осенней и зимней практики курсантов с целью уточнения степени влияния на эффективность проведения аварийно-спасательных работ погодных и климатических условий, а также времени суток.

Показатели, полученные в результате проведенного эксперимента, могут являться основой для пересмотра положений ряда нормативных методик, предназначенных для оценки эффективности АСР.

Литература

1. Гуркова Л.А. Оценка риска гибели людей, находящихся в завалах при землетрясении // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 18-23 ноября 2019 года. Часть 3. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – С. 18 – 20.
2. Linda Luther Disaster Debris Management: Requirements, Challenges, and Federal Agency Roles // Report №R44941. September 06, 2017. 13 s.
3. Turkey-Earthquake: Emergency Situation Report // Informing humanitarians worldwide 24/7 – a service provided by ОСНА. [Электронный ресурс]: <https://reliefweb.int/report/turkiye/turkey-earthquake-emergency-situation-report-30032023> (дата обращения 02.07.2023 г.).
4. Humagain Abhimanyu, Dahal Khet Raj. Study of Debris Generated by the Earthquake with Special Reference to Gurkha Earthquake 2015 in Nepal American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS) (2019) Volume 53, No 1, S. 182 – 206.

5. Тхакохов А.А. Предложение по совершенствованию технологий аварийно-спасательных работ, связанных с разбором завалов, возникших в военное время с помощью применения экскаватора с многочелюстным грейфером // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 5-4 (80). – С.164 – 167.
6. Организация и технология ведения аварийно-спасательных и других неотложных работ при чрезвычайных ситуациях: часть 2. Организация и технология ведения аварийно-спасательных работ при землетрясениях. – М.: ИИЦ ВНИИ ГОЧС. 2000. 204 с.
7. Обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций: учебник в 3-х частях: часть 2. Инженерное обеспечение мероприятий и действий сил ликвидации чрезвычайных ситуаций: в 3-х книгах: книга 2. Оперативное прогнозирование инженерной обстановки в чрезвычайных ситуациях. / Под общ. ред. Шойгу С.К. / Акатьев В.А., Волков С.С., Гаваза В.С. и др. – М: ЗАО «ПАПИРУС». 1998. 176 с.
8. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
9. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. [Электронный ресурс]: <https://docs.cntd.ru/document/1200089016> (дата обращения: 02.07.2023 г.).
10. Приказ МЧС России от 22 декабря 2020 года №982 «Об утверждении Особенности организации и осуществления образовательной, методической и научной (научно-исследовательской) деятельности в области подготовки кадров в интересах обороны и безопасности государства, а также деятельности образовательных организаций МЧС России». [Электронный ресурс]: <https://docs.cntd.ru/document/573662254> (дата обращения 02.07.2023 г.).

FORMATION OF A SYSTEM OF INDICATORS FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF EMERGENCY RESCUE OPERATIONS DURING THE DESTRUCTION OF BUILDINGS BASED ON THE RESULTS OF FIELD EXPERIMENT

Anatoly RYBAKOV

doctor of technical sciences, professor,
professor of the department (higher mathematics)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: a.rybakov@amchs.ru

Tarlan KHIDIRLYASOV

adjunct research center
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: t.hidirlyasov@amchs.ru

Evgeniy IVANOV

candidate of technical sciences, associate professor,
associate professor of the department (rescue work)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: e.ivanov@amchs.ru

Pavel PETRENKO

adjunct research center
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: p.petrenko@amchs.ru

Abstract. The article presents the results of a full-scale experiment, based on the results of which, a system of indicators was formed designed to simulate emergency rescue operations in conditions of destruction of buildings and structures, as well as to assess the effectiveness of emergency rescue operations. During the experiment, various indicators were investigated, including the necessary labor costs for carrying out emergency rescue operations, the complexity of dismantling the blockage, the necessary working area for the rescue link, the rational number of rescue link for dismantling the blockage of various structures was justified. The indicators obtained as a result of the conducted experiment lay the foundation for the revision of the provisions of a number of regulatory methods that allow assessing the effectiveness of emergency rescue operations.

Keywords: emergency rescue operations, destruction of buildings, labor costs, labor intensity.

Citation: Rybakov A.V., Ivanov E.V., Khidirlyasov T.M., Petrenko P.P. Formation of a system of indicators for evaluating the effectiveness of emergency rescue operations during the destruction of buildings based on the results of field experiment // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. № 3 (58). S. 6 – 16.

References

1. Gurkova L.A. Assessing the risk of death of people trapped in the rubble during an earthquake // SPbPU Science Week: materials of a scientific conference with international participation, St. Petersburg, November 18-23, 2019. Part 3. – St. Petersburg: POLYTECH-PRESS, 2020. – S. 18 – 20.
2. Linda Luther Disaster Debris Management: Requirements, Challenges, and Federal Agency Roles // Report No. R44941. September 06, 2017. 13 s.
3. Turkey-Earthquake: Emergency Situation Report // Informing humanitarians worldwide 24/7 – a service provided by OCHA. [Electronic resource]: <https://reliefweb.int/report/turkiye/turkey-earthquake-emergency-situation-report-30032023> (date of access: 02.07.2023).
4. Humagain Abhimanyu, Dahal Khet Raj. Study of Debris Generated by the Earthquake with Special Reference to Gurkha Earthquake 2015 in Nepal American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS) (2019) Volume 53, No 1, S. 182 – 206.
5. Tkhakokhov A.A. Proposal for improving technologies for emergency rescue operations related to the removal of rubble that arose during wartime using an excavator with a multi-jaw grab // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2023. – No. 5-4 (80). – S.164 – 167.
6. Organization and technology of conducting emergency rescue and other urgent work in emergency situations: part 2. Organization and technology of conducting emergency rescue work during earthquakes. – M.: IITs VNII GOChS. 2000. 204 s.
7. Providing measures and actions of emergency response forces: a textbook in 3 parts: part 2. Engineering support of activities and actions of emergency response forces: in 3 books: book 2. Operational forecasting of the engineering situation in emergency situations. / Under general ed. Shoigu S.K. / Akatiev V.A., Volkov S.S., Gavaza V.S. etc. – M: CJSC "PAPYRUS". 1998. 176 s.
8. Planning an experiment when searching for optimal conditions. Adler Yu.P., Markova E.V., Granovsky Y.V. – M.: Nauka, 1976. – 280 s.
9. GOST R 8.736-2011 State system for ensuring the uniformity of measurements. Multiple direct measurements. Methods for processing measurement results. Basic provisions. [Electronic resource]: <https://docs.cntd.ru/document/1200089016> (date of access: 02.07.2023).
10. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated December 22, 2020 No. 982 "On approval of the Peculiarities of the organization and implementation of educational, methodological and scientific (research) activities in the field of training in the interests of defense and security of the state, as well as the activities of educational organizations of the Ministry of Emergency Situations of Russia." [Electronic resource]: <https://docs.cntd.ru/document/573662254> (date of access: 02.07.2023).

УДК 614.8.084

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫЯВЛЕНИЯ ОБОСТРЕНИЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ВОИНСКИХ КОЛЛЕКТИВАХ НА ОСНОВАНИИ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА

И.В. Свитнев

кандидат военных наук, доцент,
доцент кафедры (радиационной,
химической и биологической защиты)
Военно-космическая академия
имени А.Ф. Можайского
Адрес: 197198, г. Санкт-Петербург,
ул. Ждановская, д. 13
E-mail: isvitnev@mail.ru

Е.А. Харитонова

кандидат медицинских наук, доцент,
заведующая кафедрой (основ
медицинских и специальных знаний)
Санкт-Петербургский государственный университет
Адрес: 199034, г. Санкт-Петербург,
Университетская набережная, д. 7-9
E-mail: харитонova_ea@mail.ru

Д.Г. Хитяев

кандидат технических наук,
преподаватель кафедры (радиационной,
химической и биологической защиты)
Военно-космическая академия
имени А.Ф. Можайского
Адрес: 197198, г. Санкт-Петербург,
ул. Ждановская, д. 13
E-mail: denis.ket@mail.ru

М.Ю. Лебедев

кандидат технических наук,
преподаватель кафедры (радиационной,
химической и биологической защиты)
Военно-космическая академия
имени А.Ф. Можайского
Адрес: 197198, г. Санкт-Петербург,
ул. Ждановская, д. 13
E-mail: lebedev.m1hall@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается автоматизация процесса выявления больных острыми респираторными вирусными заболеваниями на ранней стадии с целью профилактики дальнейшего распространения заболеваний в условиях неблагоприятной эпидемиологической обстановки. На основе анализа социально-физиологических рисков, влияющих на здоровье военнослужащего и статистических экспериментальных данных разработан программный комплекс с сертифицированной программой для ПЭВМ. Автоматизация процесса выявления позволила сопоставить факторы риска, влияющие на развитие острых респираторных вирусных заболеваний с температурой тела человека на момент проведения исследований, что способствует предотвращению распространения данных заболеваний.

Ключевые слова: острое респираторное вирусное заболевание, неблагоприятная эпидемиологическая обстановка, автоматизация, безопасность, факторы риска, ранг.

Цитирование: Свитнев И.В., Харитонова Е.А., Хитяев Д.Г., Лебедев М.Ю. Автоматизация процесса выявления обострения эпидемиологической обстановки в воинских коллективах на основании оценки социально-физиологических факторов риска // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 3 (58). С. 17 – 25.

Введение. Военнослужащие являются особой категорией граждан [1], которая имеет высокий риск быстрого распространения острых респираторных вирусных заболеваний по причине их плотного размещения в местах проживания и обучения. Это требует повышенного внимания со стороны медицинской службы. Состояние здоровья одного военнослужащего может повлиять на здоровье всего коллектива. Это обусловлено тем, что в условиях военной службы затруднено выполнение правил по соблюдению социальной дистанции. Важно заметить, что данная категория общества подвергнута влиянию многофакторных условий на здоровье [2, 3], так как в силу необ-

ходимости военной службы военнослужащие вынуждены перемещаться, длительно находиться в условиях напряженной обстановки и подвергаться воздействию стрессовых факторов на организм [4].

В связи с этим проблема выявления признаков инфекционного заболевания на ранней стадии становится очень актуальной [5], особенно в условиях неблагоприятной обстановки, которая бесспорно ухудшает течение болезни [6].

Авторами проводилось проспективное исследование с использованием разработанного программного комплекса и технических средств для выявления зависимости частоты

заболеваемости от величины ранга, рассчитанного на основе социально-физиологических факторов и температуры тела [7, 8, 9].

Методика работы. Проблема улучшения качества обнаружения заболеваемости у военнослужащих на ранней стадии привлекает все более пристальное внимание в связи с неблагоприятной обстановкой и угрожающей эпидемиологической ситуацией в мире [10], поэтому нужно искать новые, наиболее эффективные решения данной задачи. Особенно актуальной эта проблема становится в условиях неблагоприятной обстановки, когда факторы окружающей среды отрицательно влияют на здоровье военнослужащих [11, 12, 13, 14]. Все неблагоприятные факторы совокупно влияют как на восприимчивость военнослужащих к острым респираторным вирусным инфекциям, так и на тяжесть течения самого заболевания и риск возникновения осложнений. В настоящее время к решению задач раннего выявления острых респираторных вирусных инфекций целесообразно подходить с точки зрения технологического подхода [15]. В мире создаются целые комплексы, которые анализируют состояние здоровья по совокупности показателей [16, 17], поэтому было решено разработать программный комплекс для организаций Министерства обороны РФ на основе разработанной авторами и сертифицированной программы для ПЭВМ [21].

При создании программного комплекса были определены следующие критерии:

- работа с комплексом должна быть максимально упрощенной и доступной для простых пользователей любой квалификации;
- имеется возможность учитывать персональные данные всего личного состава подразделения;
- доступ к ЭВМ, на которой будут производиться анализ, должен быть ограничен во избежание утечки личных данных военнослужащих;
- программа должна быть модульной, для того чтобы добавлять новые факторы или удалять старые.

При разработке программного комплекса в качестве исходных данных выбирались наиболее значимые факторы риска, влияющие на вероятность возникновения острых респираторных вирусных заболеваний у военнослужащих, в том числе с учетом служебной информации о распорядке дня личного состава. Всего было выбрано 8 факторов риска:

– наличие или отсутствие вредных привычек (курение);

– регулярное занятие физическими упражнениями (более 3 часов в неделю);

– частота обращений за медицинской помощью в течение года по поводу инфекционных заболеваний (более 3 раз);

– соблюдение личной гигиены (мытьё рук);

– наличие или отсутствие стрессовых факторов, обусловленных учебным процессом и особенностями военной службы (сессия, полевой выход);

– прибытие из эпидемиологически неблагоприятного региона (командировка, соревнования, отпуск) в течение предшествующих 3-х недель с учетом сроков инкубационного периода различных острых респираторных вирусных заболеваний, а также других инфекционных заболеваний с воздушно-капельным путем передачи;

– оценка телосложения (оценка индекса массы тела (ИМТ) Кетле). $ИМТ = \text{вес (кг)} / (\text{рост (м)})^2$. Нормальная величина ИМТ по определению Всемирной организации здравоохранения колеблется в пределах 18,5 – 25 кг/м² [18];

– наличие или отсутствие хронических заболеваний.

Под фактором риска понимаются неблагоприятные факторы жизнедеятельности, которые сами по себе не являются причиной заболевания, но создают условия для ухудшения здоровья военнослужащего [19].

Далее каждому фактору присваивается определенный коэффициент влияния K_i . Так как каждый выбранный нами фактор несет определенный характер своего влияния на вероятность развития острого респираторного вирусного заболевания, то величины коэффициентов будут различаться. Степень влияния конкретного фактора берем из статистики Росстата [20]. Так, к примеру, до 60% людей, которые чаще болеют простудными заболеваниями, не занимаются регулярно спортом. Следовательно, допустимо присвоить фактору «занятие спортом» коэффи-

циент «+6» (60/10), а при не регулярном занятии спортом «-6». Аналогично, используя официальную статистику Росстата, присваиваются величины коэффициентов остальным указанным выше факторам. При положительном влиянии фактора величина коэффициен-

та будет отрицательная $-[K_i]$. При отрицательном влиянии фактора величина коэффициента будет положительная $+ [K_i]$. Сводная таблица факторов риска с величиной коэффициентов приведена в таблице 1.

Таблица 1 — Величины коэффициентов факторов риска

Фактор риска	Величина коэффициента $[K_i]$	
	Положительное влияние фактора	Отрицательное влияние фактора
1. Наличие вредных привычек (курение более 3 раз в неделю, в том числе электронных устройств)	Нет курения -2	Есть курение +2
2. Регулярные занятия физической активностью (не менее 3 часов в неделю)	Есть физическая активность, 3 и более часов в неделю -6	Нет физической активности или она недостаточна (менее 3 часов в неделю) +6
3. Частота обращений за медицинской помощью в течение года по поводу инфекционных заболеваний (более 3 раз)	Менее 3-х обращений -4.6	3 и более обращений +4.6
4. Соблюдение личной гигиены (мытьё рук перед едой)	Мытьё рук перед каждым приемом пищи -3	Нет мытья рук перед каждым приемом пищи +3
5. Наличие стрессовых факторов, обусловленных учебным процессом и особенностями военной службы (сессия, полевой выход)	Нет стрессовых факторов -5	Есть хотя бы один стрессовый фактор +5
6. Прибытие из эпидемиологически неблагоприятного региона (командировка, соревнования, отпуск) в течение предшествующих 3 недель	Нет факта прибытия -5	Есть факт прибытия +5
7. Индекс массы тела (индекс Кетле) $ИМТ = \text{вес (кг)}/\text{рост}^2$	ИМТ в пределах нормы -7	ИМТ ниже или выше нормы +7
8. Наличие хронических заболеваний	Нет хронических заболеваний -7.2	Есть хотя бы одно хроническое заболевание +7.2

После выбора наиболее значимых факторов и присваивания каждому фактору величины коэффициента в базу данных программного комплекса вносятся личные данные каждого военнослужащего, необходимые для оценки по каждому из факторов риска, а также фо-

топортрет военнослужащего для идентификации личности. Программный комплекс автоматически рассчитывает суммарный коэффициент риска K_{Σ_i} военнослужащего. Формула расчета K_{Σ_i} представлена ниже

$$K_{\Sigma_i} = K_{i1} + K_{i2} + K_{i3} + K_{i4} + K_{i5} + K_{i6} + K_{i7} + K_{i8}$$

Далее программный комплекс интегрируется в систему, оснащенную камерой для распознавания личности военнослужащего и инфракрасным датчиком для бесконтактного измерения температуры тела. Погрешность определения температуры инфракрасной камерой не более 0.1 градуса. Данный комплекс на основе сравнения с заранее загру-

женным фотопортретом идентифицирует личность военнослужащего, определяет его температуру тела и суммирует величину температуры тела с суммарным коэффициентом риска K_{Σ_i} . В итоге работы разработанного комплекса каждому военнослужащему присваивается ранг, рассчитанный по формуле, представленной ниже

$$\text{Ранг военнослужащего} = K_{\Sigma_i} + \text{температура тела } C^{\circ}$$

Определение личности военнослужащего и вычисление ранга составляет не более 3-х секунд. Пропускная способность используемого нами комплекса составляет одновременно 4 человека. Данный комплекс может корректно работать с потоком 1,33 человек/сек.

Полученные данные позволяют ранжировать риск развития острого респираторного вирусного заболевания у каждого военнослужащего. Для удобства вычисления мы приняли допустимый диапазон измеряемой температуры тела от 35,0С° до 40,0С°. Исходя из этого, интервал рангов военнослужащих может колебаться от - 4,8 до 80,8 (подсчет суммы коэффициентов факторов риска из таблицы 1 и температуры тела человека ранг военнослужащего может находиться в указанном интервале).

Далее в исследовании в течение недели проводилось динамическое наблюдение за военнослужащими и выявлялись заболевшие острыми респираторными вирусными инфекциями. На последнем этапе определяется частота данных заболеваний у военнослужащих с определенным интервалом присвоенного ранга. Это позволит выявить корреляционную зависимость заболеваемости острыми респираторными вирусными заболеваниями от величины ранга.

Ход исследования.

Исследование проводилось на 126 военнослужащих однородных по возрасту, полу, роду занятий. Подразделение выстраивалось в строй (до 4 колон), с сохранением социальной дистанции, и с заданной скоростью проходило мимо аппарата с камерой и инфракрасным датчиком бесконтактного измерения температуры тела (рисунок 1).



Рисунок 1 – Идентификация личности военнослужащего программным комплексом

В результате работы комплекса получили следующее распределение величин риска (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение военнослужащих подразделения по величине ранга

Диапазон ранга	Количество военнослужащих в данном диапазоне, абс (%)
0-19,9	37 (29,4%)
20,0-39,9	51 (40,5%)
40,0-59,9	26 (20,6%)
60,0-80,0	12 (9,5%)
Всего	126 (100%)

Исходя из представленных в таблице данных, видно, что значительная часть военнослужащих (40,5%) находится в диапазоне ранга от 20,0 до 39,9. 29,4% военнослужащих имеют низкие значения ранга. 9,5% военнослужащих имеют высокие значения ранга. Таким образом, на основании полученных данных формируется социально-физиологический портрет подразделения.

В ходе дальнейшего наблюдения в течение недели у 44 (34,9%) военнослужащих были выявлены признаки острых респираторных вирусных заболеваний и потребовалось амбулаторное или стационарное лечение. Распределение количества заболевших в зависимости от диапазона присвоенного ранга представлено в таблице 3.

Таблица 3 — Распределение количества заболевших в зависимости от диапазона присвоенного ранга

Диапазон ранга	Количество военнослужащих	Количество заболевших, абс	% заболевших в каждом диапазоне
0-19,9	37	2	5,4%
20,0-39,9	51	11	21,6%
40,0-59,9	26	21	80,8%
60,0-80,0	12	10	83,3%
Всего	126	44	—

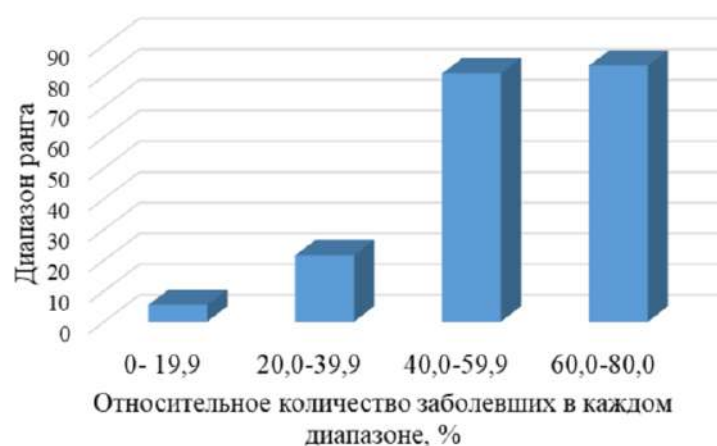


Рисунок 2 – Распределение количества заболевших в зависимости от диапазона ранга

Анализ представленных выше данных (рисунок 2) показал, что наибольшее число заболевших было в группах с высокими значениями ранга, рассчитанного на основании социально-физиологических рисков и измеренной температуры тела. Исходя из этого можно сделать вывод, что военнослужащие с высокими показателями ранга имеют высокий риск развития острых респираторных вирусных заболеваний.

Заключение. Разработанный программный комплекс позволяет автоматизировано и с большой скоростью выявлять военно-

служащих с высокой степенью риска развития острых респираторных вирусных заболеваний на основе ранжирования социально-физиологических факторов, что особенно важно в многочисленных коллективах, и прогнозировать напряженность эпидемиологической обстановки. На основании полученных данных можно составить социально-физиологический портрет подразделения с целью своевременного принятия мер для уменьшения заболеваемости и сохранения боеспособности подразделения.

Литература

1. Agorastos A., Pervanidou P., Chrousos G. P., Baker D. G. Developmental Trajectories of Early Life Stress and Trauma: A Narrative Review on Neurobiological Aspects Beyond Stress System Dysregulation // *Frontiers in Psychiatry*. – 2019. – Vol. 10. – 118 s. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00118>
2. Armstrong N., Barker A. R., McManus A. M. Muscle metabolism changes with age and maturation: How do they relate to youth sport performance? // *British Journal of Sports Medicine*. – 2015. – Vol. 49 (13). – S. 860 – 864. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2014-094491>

3. Bhargava D., Trivedi H. A Study of Causes of Stress and Stress Management among Youth // *IRA-International Journal of Management & Social Sciences*. – 2018. – Vol. 11 (3). – S. 108 – 117. DOI: <http://dx.doi.org/10.21013/jmss.v11.n3.p1>
4. Dogra S., MacIntosh L., O'Neill C., D'Silva C., Shearer H. M., Smith K., Côté P. The association of physical activity with depression and stress among post-secondary school students: A systematic review // *Mental Health and Physical Activity*. – 2018. – Vol. 14. – S. 146 – 156. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2017.11.001>
5. Ichkovics J., Carroll-Scott A., Peters S., Schwartz M., Gilstad-Hayden K., McCaslin C. Health and Academic Achievement: Cumulative Effects of Health Assets on Standardized Test Scores Among Urban Youth in the United States // *Journal of School Health*. – 2014. – Vol. 84 (1). – S. 40 – 48. URL: <https://doi.org/10.1111/josh.12117>
6. Druz V., Iermakov S., Artemyeva G., Puhach Y., Muszkieta R. Individualization factors of students' physical education at modern stage of its realization // *Physical Education of Students*. – 2017. – Vol. 21, № 1. – S. 10 – 16. DOI: <https://doi.org/10.15561/20755279.2017.0102>
7. Fotynyuk V. Determination of first year students' physical condition and physical fitness level // *Physical Education of Students*. – 2017. – Vol. 21, № 3. – S. 116 – 120. DOI: <https://doi.org/10.15561/20755279.2017.0303>
8. Fotynyuk V. On health protection and health related physical culture trainings of first year students // *Physical Education of Students*. – 2017. – Vol. 21, № 1. – S. 17 – 21. DOI: <https://doi.org/10.15561/20755279.2017.0103>
9. Бриллиантова О.О., Баландин В.А. Темпы прироста физической подготовленности студентов в течение года с учетом сезонных периодов // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. – 2008. – № 7 (41). – С. 14 – 19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11482538>
10. Бака Р. Физическая подготовленность как отражение сформированности физической культуры студентов // *Физическое воспитание студентов*. – 2010. – № 2. – С. 14 – 17. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13946828>
11. Аминев Р.М., Кузин А.А. Зобов А.Е. Военная эпидемиология: современное состояние и перспективы развития. – 2019 г. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42477716>
12. Передельский С.В., Белков С.А. Влияние курения на состояние здоровья курсантов высших военных учебных заведений. – 2008г. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11753708>
13. Волгина Т.Л., Бакшуттов С.Н., Овчинникова Н.Р. Психическое здоровье студента и курсанта – основа психического здоровья нации: опыт, перспективы. – 2017 г. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30537938>
14. Мельникова И.П. Адаптационные аспекты здоровья курсантов морских специальностей. – 2010 г. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15219375>
15. Киселев С.В. / Влияние факторов окружающей и учебно-воспитательной среды на состояние здоровья курсантов. – 2010 г. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20804908>
16. Савченко О.А., Разгонов Ф.И. О роли военного образования в сохранении и укреплении здоровья курсантов на этапе получения профессионального образования. – 2016 г. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25684715>
17. Лучанинов Э.В., Цветкова М.М. Обоснование программы профилактики респираторных заболеваний в воинских коллективах. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9204664>
18. Карпушкина А.В., Панкратова М.С. Стратегия профилактики ожирения среди детей школьного возраста (обзор литературы). *Проблемы эндокринологии*. – 2016. № 62(2), С. 52 – 60. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26099238>
19. Кику П.Ф., Жигаев Д.С., Шитер Н.С., Сабирова К.М., Мезенцева М.А. Концепция факторов риска для здоровья населения. *Бюллетень физиологии и патологии дыхания*. – 2016 г. № 62, С. 101 – 109. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28431005>

20. Интернет ресурс [<https://rosstat.gov.ru/folder/13721>].
21. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613567 Российская Федерация. Программный комплекс выявления острых респираторных заболеваний в воинских коллективах на основе ранжирования социально-физиологических рисков: № 2021610665: заявл. 21.01.2021: опубл. 11.03.2021 / Харитонов Е.А., Хитяев Д.Г., Калинин И.Д. [и др.]. – EDN ORFFCZ.

AUTOMATION OF THE PROCESS OF DETECTION OF EXCERNATION OF EPIDEMIOLOGICAL SITUATION IN MILITARY COLLECTIVES BASED ON ASSESSMENT OF SOCIO-PHYSIOLOGICAL RISK FACTORS

Igor SVITNEV

candidate of military sciences, associate professor,
associate professor of the department (radiation,
chemical and biological protection)
Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky
Address: 197198, St. Petersburg, st. Zhdanovskaya, 13
E-mail: isvitnev@mail.ru

Elena KHARITONOVA

candidate of medical sciences, associate professor,
head of the department (fundamentals
medical and special knowledge
St. Petersburg State University
Address: 199034, St. Petersburg,
Universitetskaya embankment, 7-9
E-mail: xaritonova_ea@mail.ru

Denis KHITYAEV

candidate of technical sciences,
teacher of the department (radiation,
chemical and biological protection)
Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky
Address: 197198, St. Petersburg, st. Zhdanovskaya, 13
E-mail: denis.ket@mail.ru

Mihail LEBEDEV

candidate of technical sciences,
teacher of the department (radiation,
chemical and biological protection)
Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky
Address: 197198, St. Petersburg, st. Zhdanovskaya, 13
E-mail: lebedev.mihail@yandex.ru

Abstract. The article discusses the automation of the process of identifying patients with acute respiratory viral diseases at an early stage in order to prevent the further spread of diseases under unfavorable epidemiological conditions. Based on the analysis of socio-physiological risks affecting the health of a serviceman and statistical experimental data, a software package with a certified program for a personal computer has been developed. Automation of the detection process made it possible to compare risk factors influencing the development of acute respiratory viral diseases with a person's body temperature at the time of research, which helps prevent the spread of these diseases.

Keywords: acute respiratory viral disease, unfavorable epidemiological situation, automation, safety, risk factors, rank.

Citation: Svitnev I.V., Kharitonova E.A., Khityaev D.G., Lebedev M.Y. Automation of the process of detection of excernation of epidemiological situation in military collectives based on assessment of socio-physiological risk factors // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. № 3 (58). S. 17 – 25.

References

1. Agorastos A., Pervanidou P., Chrousos G. P., Baker D. G. Developmental Trajectories of Early Life Stress and Trauma: A Narrative Review on Neurobiological Aspects Beyond Stress System Dysregulation // *Frontiers in Psychiatry*. – 2019. – Vol. 10. – 118 s. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00118>
2. Armstrong N., Barker A. R., McManus A. M. Muscle metabolism changes with age and maturation: How do they relate to youth sport performance? // *British Journal of Sports Medicine*. – 2015. – Vol. 49 (13). – S. 860 – 864. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2014-094491>
3. Bhargava D., Trivedi H. A Study of Causes of Stress and Stress Management among Youth // *IRA-International Journal of Management & Social Sciences*. – 2018. – Vol. 11 (3). – S. 108 – 117. DOI: <http://dx.doi.org/10.21013/jmss.v11.n3.p1>
4. Dogra S., MacIntosh L., O'Neill C., D'Silva C., Shearer H. M., Smith K., Côté P. The association of physical activity with depression and stress among post-secondary school students: A systematic review // *Mental Health and Physical Activity*. – 2018. – Vol. 14. – S. 146 – 156. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2017.11.001>

5. Ichkovics J., Carroll-Scott A., Peters S., Schwartz M., Gilstad-Hayden K., McCaslin C. Health and Academic Achievement: Cumulative Effects of Health Assets on Standardized Test Scores Among Urban Youth in the United States // Journal of School health. – 2014. – Vol. 84 (1). – S. 40 – 48. URL: <https://doi.org/10.1111/josh.12117>
6. Druz V., Iermakov S., Artemyeva G., Puhach Y., Muszkieta R. Individualization factors of students' physical education at modern stage of its realization // Physical Education of Students. – 2017. – Vol. 21, № 1. – S. 10 – 16. DOI: <https://doi.org/10.15561/20755279.2017.0102>
7. Fotynyuk V. Determination of first year students' physical condition and physical fitness level // Physical Education of Students. – 2017. – Vol. 21, № 3. – S. 116 – 120. DOI: <https://doi.org/10.15561/20755279.2017.0303>
8. Fotynyuk V. On health protection and health related physical culture trainings of first year students // Physical Education of Students. – 2017. – Vol. 21, № 1. – S. 17 – 21. DOI: <https://doi.org/10.15561/20755279.2017.0103>
9. Brilliantova O.O., Balandin V.A. The rate of increase in the physical fitness of students during the year, taking into account seasonal periods // Scientific Notes of the University. P.F. Lesgaft. – 2008. – No. 7 (41). – S. 14 – 19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11482538>
10. Baka R. Physical fitness as a reflection of the formation of physical culture of students // Physical education of students. – 2010. – No. 2. – S. 14 – 17. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13946828>
11. Aminev R.M., Kuzin A.A., Zobov A.E. Military epidemiology: current state and development prospects. – 2019. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42477716>
12. Peredelsky S.V., Belkov S.A. The influence of smoking on the health of cadets of higher military educational institutions. – 2008. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11753708>
13. Volgina T.L., Bakshutov S.N., Ovchinnikova N.R. Mental health of students and cadets is the basis of the mental health of the nation: experience, prospects. – 2017. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30537938>
14. Melnikova I.P. Adaptive aspects of the health of cadets of maritime specialties. – 2010. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15219375>
15. Kiselev S.V. Influence of environmental factors and educational environment on the health status of cadets. – 2010. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20804908>
16. Savchenko O.A., Razgonov F.I. On the role of military education in preserving and strengthening the health of cadets at the stage of receiving vocational education. – 2016. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25684715>
17. Luchaninov E.V., Tsvetkova M.M. Rationale for the program for the prevention of respiratory diseases in military groups. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9204664>
18. Karpushkina A.V., Pankratova M.S. Strategy for the prevention of obesity among school-age children (literature review). Problems of endocrinology. – 2016. No. 62(2), S. 52 – 60. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26099238>
19. Kiku P.F., Zhigaev D.S., Shiter N.S., Sabirova K.M., Mezentsseva M.A. Concept of risk factors for public health. Bulletin of physiology and pathology of respiration. – 2016. No. 62, S. 101 – 109. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28431005>
20. Internet resource [<https://rosstat.gov.ru/folder/13721>].
21. Certificate of state registration of a computer program No. 2021613567 Russian Federation. Software package for identifying acute respiratory diseases in military groups based on ranking socio-physiological risks: No. 2021610665: application. 01/21/2021: publ. 03/11/2021 / Kharitonova E.A., Khityaev D.G., Kalinkin I.D. [and etc.]. – EDN ORFFCZ.

УДК 004.04

АНАЛИЗ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОБОСНОВАНИЮ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

А.А. Литвин

старший преподаватель кафедры
(информационных систем и технологий)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: aa.litvin@amchs.ru

С.В. Чискидов

кандидат технических наук, доцент,
профессор кафедры (информационных
систем и технологий)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: s.chiskidov@amchs.ru

Аннотация. В статье представлен обзор существующих подходов и методов расчета оптимальных параметров функционирования автоматизированной системы поддержки принятия решений. Выделены три возможных подхода к решению поставленной задачи. Определены отрицательные и положительные стороны рассматриваемых методов.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, оперативность, чрезвычайная ситуация, Арктическая зона, параметры функционирования.

Цитирование: Литвин А.А., Чискидов С.В. Анализ научно-методических подходов к обоснованию рациональных параметров функционирования автоматизированной системы информационной поддержки принятия решений при проведении аварийно-спасательных работ // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 3 (58). С. 26 – 35.

При проведении аварийно-спасательных работ (далее — АСР) возможности применения автоматизированных систем информационной поддержки принятия решений (далее — АСИППР) являются одним из факторов успешной ликвидации чрезвычайной ситуации (далее — ЧС). Наличие оперативных решений, сформулированных системой, позволяют руководителю сократить время на принятие решения и сосредоточить усилия на наиболее актуальных направлениях при ликвидации ЧС.

В статье [1] был проведен анализ функционирования АСИППР в Арктической зоне Российской Федерации (далее — АЗ РФ), в результате которого была сформулирована научная гипотеза, заключающаяся в том, что эффективность применения АСИППР при проведении АСР в АЗ РФ может быть повышена за счет обоснования рациональных параметров функционирования этой системы.

При этом за счет грамотного описания функций, параметров и требований к разрабатываемой системе на стадии проектирования, время, затрачиваемое системой на выработку

решения и доведения его до руководителя, будет минимальным. Также следует учесть и тот факт, что возможно возникновение событий, влияющих на работоспособность системы, которые не были учтены при проектировании.

Здесь и далее под понятием «система» понимается АСИППР.

Для решения задачи обоснования рациональных параметров функционирования системы необходимо провести анализ научно-методических подходов (далее — НМП) к решению поставленной задачи по трем направлениям:

1. НМП в области анализа показателя оперативности функционирования системы.
2. НМП в области анализа параметров функционирования системы.
3. НМП к решению задачи оптимального синтеза параметров функционирования системы.

Ниже представлен детальный анализ данных направлений.

НМП в области анализа показателя оперативности функционирования системы

В работе Линника Е.А. [2] дано определение оперативности функционирования, т.е. способности системы обеспечивать необходимый цикл управления, включающий сбор и обработку информации, принятие решения и его выполнение. Таким образом, на оперативность принятия решения влияют следующие факторы:

1. Среднее время цикла управления.
2. Среднее время запаздывания.
3. Среднее время решения информационных и/или расчетных задач.

Также стоит отметить, что АСИППР – это иерархически распределенная система, поэтому берется обобщающая количественная оценка – среднее время.

В условиях возникновения ЧС, приоритетным является сокращение длительности цикла управления, т.е. времени от момента поступления сигнала о ЧС, до принятия управленческого решения. В статье Привалова А.А. [3] приведена методика определения времени цикла управления.

Для этого используется метод четырехментной аппроксимации, т.е. определения первых четырех центральных моментов случайной величины t с последующим расчетом и выбором типа распределения Пирсона. Также установлено, что случайная величина подчиняется гамма-распределению. В опубликованных материалах [4] показано, что если две или более независимые переменные подчиняются гамма-распределению, то сумма этих переменных тоже подчиняется гамма-распределению.

Функцию распределения $X(t)$ можно рассчитать через функцию плотности $f(t)$ гамма-распределения

$$f(t) = \frac{\mu^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \cdot t^{\alpha-1} \cdot e^{-\mu t}, t \geq 0 \quad (1)$$

где $\Gamma(\alpha)$ – значение гамма-функции в точке α .

Затем необходимо проинтегрировать $f(t)$ для определения искомой функции распределения

$$X(t) = \int_0^t f(t) dt \quad (2)$$

и получения среднего времени цикла управления

$$t_{\text{ц}} = \int_0^t t \cdot f(t) dt \quad (3)$$

Однако данный подход чувствителен к изменению исходных данных, а значит возникают дополнительные ограничения, связанные с необходимостью учесть приоритеты входящих сообщений, емкость запоминающих устройств и т.д.

В монографии Крушеля Е.Г. [5] рассматривается наличие информационного запаздывания при проектировании цифровых систем управления. При этом делается акцент на системы с ограниченным объемом памяти и порядности, а сам процесс представлен в виде имитационной модели (рисунок 1).

Информационное запаздывание (далее – ИЗ) – это интервал времени между началом сеанса сбора данных, необходимых для принятия решения, и окончанием процесса управляющего воздействия. ИЗ зависит от технических характеристик системы и от ее организации.

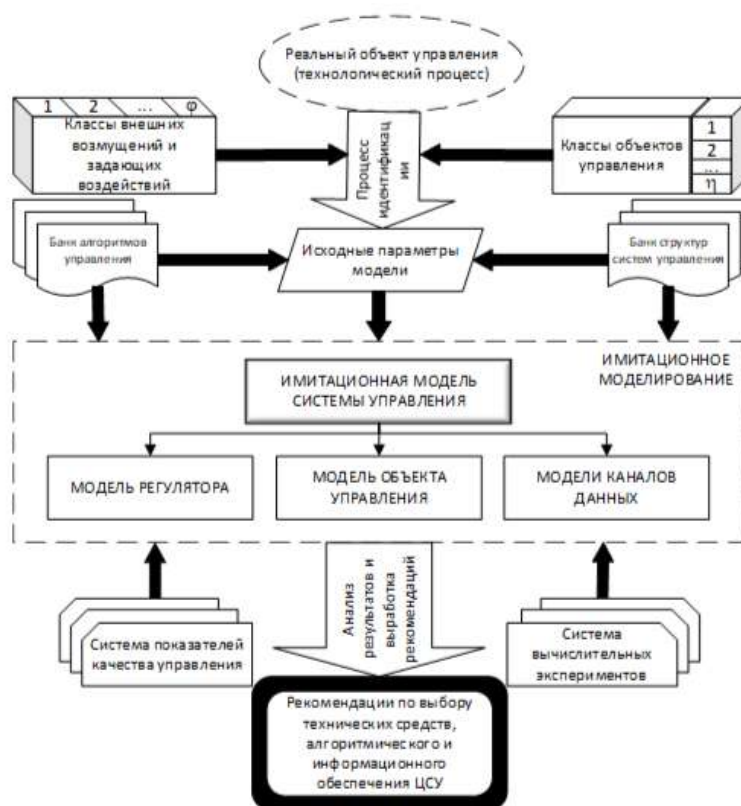


Рисунок 1 – Функциональная блок-схема для исследования систем с информационным запаздыванием

Для расчета ИЗ предлагается алгоритм аналитического конструирования оптимальных регуляторов.

Суть алгоритма заключается в минимизации квадратического критерия оптимально-

сти J . С помощью аналитического функционала, который необходимо минимизировать через подбор управляющего воздействия, определяется закон изменения управляемой координаты и управляющего воздействия

$$J = (x[N] - x^*[N])^T K[N](x[N] - x^*[N]) + \sum_{s=0}^{N-1} \left\{ (x[s] - x^*[s])^T Q[s](x[s] - x^*[s]) + (u[s] - u^*[s])^T R[s](u[s] - u^*[s]) \right\} \quad (4)$$

где $(x[N] - x^*[N])$ – отклонение переменных состояния на последнем такте управления; $(x[s] - x^*[s])$ – отклонение переменных состояния в процессе достижения цели; $(u[s] - u^*[s])$ – отклонение управляющих воздействий от номинальных; $(x[N] - x^*[N])^T K[N](x[N] - x^*[N])$ – часть критерия, характеризующая качество достижения конечной цели; $(x[s] - x^*[s])^T Q[s](x[s] - x^*[s])$ – часть критерия, отвечающая за качество пути достижения цели; $(u[s] - u^*[s])^T R[s](u[s] - u^*[s])$ –

«штраф» за использование управляющих воздействий, отличных от номинальных значений.

Данный алгоритм обладает следующими свойствами:

- из-за большого числа параметров возможно варьировать значения показателей качества управления;
- учитываются не только текущие и прошлые значения, но и будущие.

Емельянов А.В. в своей статье [6] делает акцент на новые способы распределения

информационно-вычислительных ресурсов из-за увеличения информационных и/или расчетных задач (далее — ИРЗ) в связи с увеличением потребности должностных лиц в своевременном и полном информационном обеспечении. ИРЗ являются неотъемлемой частью автоматизированных информационных систем, которые обеспечивают возможности для автоматизации профессиональной деятельности.

Оперативность получения результатов расчетов на ИРЗ означает, что полученные решения могут быть эффективно использованы в реальном времени или в заданные сроки. Время работы с задачей включает:

- скорость вычислений;
- время настройки программного обеспечения;

- подготовка исходных данных;
- ввод данных в ЭВМ;
- проведение расчетов;
- выдача результатов.

Предлагается методика оперативного решения комплекса ИРЗ, позволяющая перераспределять имеющиеся информационно-вычислительные ресурсы, направленная на совершенствование специального программного обеспечения, осуществляющего поддержку планирования организационных операций (рисунок 2). Особенностью методики является использование методов линейного программирования для решения целочисленной задачи распределения вычислительных модулей при обеспечении функционирования систем с требуемыми показателями по оперативности решения ИРЗ.

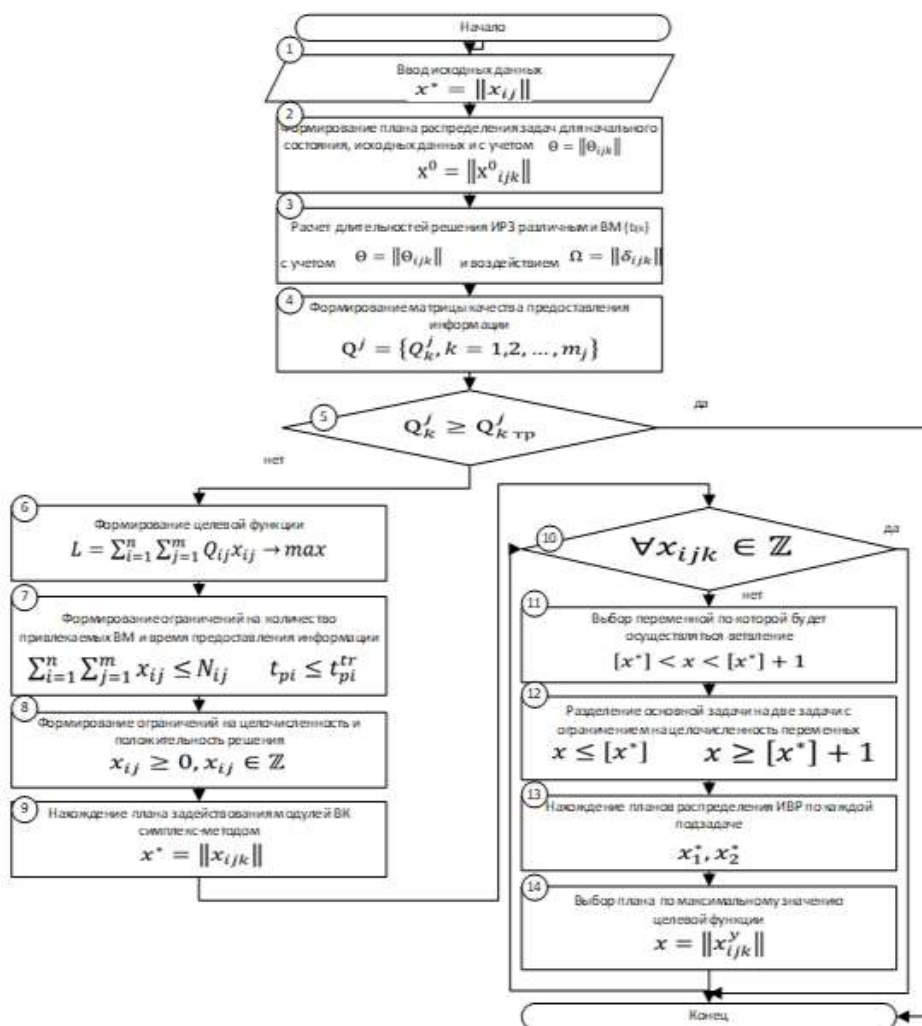


Рисунок 2 – Методика оперативного решения комплекса ИРЗ

Таким образом, рассмотренные научно-методические подходы в области анализа показателей оперативности функционирования системы позволяют не только оценить текущее состояние системы, но и выявить потенциальные проблемы и риски ее функционирования. А для снижения возможного риска, необходимо определить параметры функционирования системы и оценить их влияние на работоспособность системы.

НМП в области анализа параметров функционирования системы

Современная литература достаточно подробно описывает параметры функционирования АСИППР, разделяя их на тактические, технические и системные, но при этом не учи-

тывает влияние территориальных, климатических и других факторов на работоспособность системы.

В статье [2] предлагается рассмотреть тактические параметры исходя из их влияния на эффективность автоматизированной системы управления. Тактические параметры разбиваются на 10 показателей, к примеру: оперативность, устойчивость функционирования, живучесть и т.д. Далее каждый параметр рассчитывается исходя из его влияния на систему. При расчетах используется в основном вероятностный подход.

Например, вероятность устойчивости функционирования АСИППР рассчитывается следующим образом:

$$P_{\Phi} = (1 - P_{\text{в}})(1 - P_{\text{тн}}) + P_{\text{в}}P_{\text{восс}}(1 - P_{\text{тн}}) + P_{\text{тн}}P_{\text{восс}}(1 - P_{\text{в}}) - P_{\text{в}}P_{\text{тн}}P_{\text{восс}} \quad (5)$$

где $P_{\text{в}}$ – вероятность выхода из строя в результате информационного воздействия, $P_{\text{тн}}$ – вероятность выхода системы из строя по условиям технической надежности, $P_{\text{восс}}$ – вероятность восстановления системы после воздействия за время, не превышающее цикл управления.

Для выбора технических параметров функционирования системы Секаев В.Г. [7] предлагает использовать метод Гермейера. Этот подход заключается в определении технических параметров подсистем в случае, если известна структура системы и требуемый объем обрабатываемой информации, при условии непрерывной работы управляемого объекта и изменяющегося количества функционирующих подсистем.

Для этого вводится критерий эффективности системы управления

$$F_i = I_i(I_{\text{max}} - \sum_{i=1}^n I_i) \rightarrow \text{extr} \quad (6)$$

где I_i – количество информации от i -ой подсистемы, I_{max} – предельное количество информации.

F_i тем больше, чем больше количество информации от конкретной подсистемы, но при этом уменьшается при приближении всего количества информации к I_{max} .

Здесь возможны два подхода:

1. Системы работают в условиях конкуренции (мощность системы должна быть больше всей получаемой информации на объем одной подсистемы)

$$I_{\text{max}} = I_m \cdot (n + 1) \quad (7)$$

$$F_m = \frac{I_{\text{max}}^2}{(n + 1)^2} \quad (8)$$

2. Системы работают в условиях кооперации (мощность системы должна быть больше всей получаемой информации в 2 раза)

$$I_{\text{max}} = 2 \cdot I_m \cdot n \quad (9)$$

$$F_{sm} = \frac{I_{\text{max}}^2}{4} \quad (10)$$

где I_m – среднее количество обрабатываемой информации.

Что касается системных параметров АСИППР, то в основном они описываются в проектно-технической документации, техническом задании и т.д. К системным параметрам можно отнести как информацию о количестве элементов управляемой системы, их обновлении и совершенствовании, создании документации, так и оценки удовлетворенности пользователей работой системы.

Особое внимание следует уделить следующим документам:

1. ГОСТ 34.201–2020 «Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов» [8]. В данном ГОСТе устанавливаются требования к видам, наименованию, комплектности документов, создаваемых на стадии проектирования любой автоматизированной системы.

2. ГОСТ 34.602–2020 «Техническое задание на создание автоматизированной системы» [9], в котором описывается процесс разработки технического задания, состав и содержание.

Для расчета оценки удовлетворенности пользователей работой системы Батенькиной О.В. [10] предложено несколько методов, основанных на юзабилити-тестировании.

Юзабилити-тестирование – это изучение работы пользователя при взаимодействии с системой при решении им профессиональных задач:

- наблюдение за работой пользователя;
- анализ критических событий;
- опрос;
- анкетирование.

Еще одним системным параметром является возможность распределения вычислительных ресурсов при потере производительности системы. Оркин В.В. [11] предлагает в таких случаях использовать метод адаптивного перераспределения.

Предлагается рассмотреть обеспечение работоспособности системы в условиях возмущения на основе динамического перераспределе-

ния ресурсов. Таким образом, необходимо выбрать такой принцип передачи данных в системе, при котором комплексный показатель результативности будет не ниже заданных.

Комплексный показатель результативности функционирования системы – это вероятность своевременного предоставления информации с требуемым качеством

$$P^{\text{кач}} = f(u^*(t), V, S(t)) \quad (11)$$

где $u^*(t)$ – выбранная процедура формирования плана распределения в момент времени t ; $S(t)$ – матрица состояний узлов предоставления услуг; V – кортеж параметров и характеристик системы.

Сам метод состоит из шести этапов и позволяет адаптивно перераспределить информационно-вычислительные ресурсы системы при потере производительности в узлах сетевой инфраструктуры (деградация системы):

1. Анализ параметров информационных ресурсов.
2. Анализ характеристик потоков заявок на предоставление информации.
3. Анализ характеристик возможных воздействий на элементы системы.
4. Распределение информационно-вычислительных ресурсов.
5. Определение необходимости коррекции плана распределения.
6. Перераспределение ресурсов по выбранной процедуре.

Результативность данного метода представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Прирост результативности функционирования системы с использованием метода перераспределения ресурсов

Метод распределения	Уровень деградации системы				
	0%	20%	40%	60%	80%
Результативность функционирования, %					
Статические методы	96,286	82,009	73,858	53,632	29,952
Разработанный метод	98,234	87,098	83,789	76,871	44,260
Прирост результативности, %	2,025	6,206	13,445	43,327	47,769

Также стоит обратить внимание на влияние вышеназванных параметров на эффективность системы в целом. В монографии Качанова С.А., Нехорошева С.Н., Попова А.П. [12] приводится определение эффективности, как степени приспособленности системы к решению поставленных задач. Показатель эффективности (далее — ПЭ) при этом делится на два типа: внутренний и внешний.

Для того, чтобы в полной мере характеризовать качество работы системы в целом, ПЭ должен учитывать все особенности и свойства системы, в том числе и взаимодействие с внешней средой, т.е. он определяется процессом функционирования системы.

Для того чтобы оценить влияние параметров на систему в целом, на первом этапе необходимо провести процесс оценивания, который в общем виде состоит из:

1. Определения характеристики системы (оценка качественного или измерение количественного показателя).

2. Оценивания качества объекта по принятому критерию:

- a. класс критериев пригодности;
- b. класс критериев оптимальности;
- c. класс критериев превосходства.

Второй этап будет характеризоваться интегральной оценкой эффективности с использованием критериев путем определения балла оценки каждому критерию.

Как указано выше, АСИППР — это иерархически распределенная система. Она состоит из большого числа программных продуктов, использующихся различными ведомствами и организациями, подсистем связи и передачи данных, поэтому прогноз качества работоспособности системы необходимо проводить на этапе приемных испытаний.

Таким образом, оценив эффективность АСИППР, используя интегральные показатели параметров функционирования системы, можно:

- оценить степень «нагруженности» системы;
- организовать распараллеливание процесса передачи информации;
- обеспечить устойчивость АСИППР под высокими нагрузками.

Исходя из подходов, описанных выше, можно сделать вывод, что нахождение параметров функционирования системы является очень важной исследовательской задачей. При этом стоит учитывать не только разделение параметров на три вышеописанные группы, но и зависимость параметров функционирования системы от климатических, территориальных и других факторов. В настоящее время данные условия не учитываются. А для расчета оптимальных значений параметров функционирования системы необходимо рассмотреть методы, которые будут описаны дальше.

НМП к постановке и решению задачи оптимального синтеза параметров функционирования системы

Современная литература в области синтеза управления объектами достаточно глубоко описывает возможности данных методов.

Одним из них является алгоритм параметрического синтеза стохастических систем, описанный Абрамовым О.В. [13]. Данный метод основан на определении параметров компонентов системы, при которых она работоспособна. Это достигается путем выбора оптимальных значений параметров, учитывая структуру системы и объем обрабатываемой информации, а также постоянную работу управляемого объекта и изменения количества функционирующих подсистем. Обычно, учитывая возможные отклонения параметров от расчетных переносится на более поздние этапы проектирования системы, данное допущение может привести к неработоспособности всей системы, так как в данном случае можно говорить только о «номинальной» работоспособности.

Для решения данной проблемы предлагается определить номинальные значения параметров системы без учета вариаций параметров и разработать стратегию управления параметрами системы на основе полученных данных.

В начале необходимо выбрать некоторые исходные значения параметров системы $x_{1ном}^{(0)}, x_{2ном}^{(0)}, \dots, x_{nном}^{(0)}$, при которых будут выполняться условия работоспособности, заданные в виде ограничений

$$A_j \leq y_j(x, Q) \leq B_j, j = 1, m \quad (12)$$

где $y_j(x, Q)$ – j -ый выходной параметр внутренних $x = (x_1, \dots, x_n)$ и внешних $Q = (q_1, \dots, q_n)$ параметров; A_j и B_j – верхняя и нижняя границы изменений j -го выходного параметра.

Затем осуществляют параметрический синтез первого, второго, третьего и четвертого уровней, заключающийся в определении вероятности выполнения условий работоспособности. Таким образом, можно получить ответ на вопрос – какие параметры, когда и на какую величину необходимо изменить для достижения заданных требований функционирования.

Однако основным недостатком данного подхода является высокая вычислительная трудоемкость процесса.

Для решения проблемы, описанной выше, Лагуновой А.Д. и Назаровым Д.А. [14] предлагается использовать метод сеток для нахождения экстремума функции и распараллеливания процесса поиска результатов.

При заданной целевой функции, заданных входных параметров, требуется вычислить максимум функции с определенной погрешностью, при этом количество наборов параметров очень велико (например, при 7 исходных параметров функции будет порядка $864 \cdot 10^{16}$ наборов).

Метод сеток позволяет оптимизировать данный показатель за счет разбиения области функции на сетку с определенным шагом

для каждого параметра и вычисления значения функции в ее узлах. Затем сравниваются полученные числа – находится наибольшее. При этом количество наборов параметров значительно уменьшается (в примере, описанном Лагуновой А.Д. этот показатель уменьшился в 780 млрд раз, до 11 059 200). Процесс распараллеливания заключается в разбиении значений параметров на n частей, к каждой из которых применяется метод сеток.

Вывод

Таким образом, проведенный анализ научно-методических подходов к обоснованию рациональных параметров функционирования АСИППР при проведении АСР в АЗ РФ показал, что существует множество различных подходов для решения данной задачи. В зависимости от различных параметров системы возможен выбор соответствующего алгоритма.

Однако данные методики не в полной мере подходят для АЗ РФ, так как в них не учитываются территориальные, климатические и другие параметры, которые могут повлиять на работоспособность системы в условиях экстремальных температур и большой протяженности каналов связи, что делает актуальным решение задачи разработки (уточнения) математической модели обоснования рациональных параметров функционирования АСИППР при проведении АСР в АЗ РФ с учетом влияния вновь выявленных факторов.

Литература

1. Литвин А.А., Чискидов С.В. Анализ проблемной ситуации в области функционирования автоматизированной системы информационной поддержки принятия решений при проведении аварийно-спасательных работ в Арктической зоне Российской Федерации // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2. С. 6 – 14.
2. Линник Е.А. Выбор тактических характеристик в качестве показателей эффективности функционирования автоматизированных систем управления родами авиации // Оперативное искусство и тактика, управление войсками (силами). 2017. № 1. С. 41 – 51.
3. Привалов А.А., Вандич А.П. Определение длительности цикла управления в единой системе мониторинга и администрирования ОАО РЖД при обработке одиночной заявки // БРНИ. 2012. №3 (2). С. 98 – 105.
4. Привалов А.А. Метод топологического преобразования стохастических сетей и его использование для анализа систем связи ВМФ / А. А. Привалов. – СПб. : ВМА, 2000. – 166 с.
5. Крушель Е.Г., Степанченко И.В. Информационное запаздывание в цифровых системах управления: Монография / ВолгГТУ. – Волгоград, 2004. – 124 с.

6. Емельянов А.В., Левко И.В., Легков К.Е. Методика оперативного решения информационно-расчетных задач программно-техническим комплексом на основе рационального распределения информационно-вычислительных ресурсов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 4. С. 129 – 134.
7. Секаев В.Г. Использование метода Гермейера для выбора технических характеристик иерархических систем / Системы анализа и обработки данных. 2012. №. 3. С. 185 – 190.
8. ГОСТ 34.201–2020 «Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=241756> (дата обращения: 07.04.2023).
9. ГОСТ 34.602–2020 «Техническое задание на создание автоматизированной системы» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=241754> (дата обращения: 07.04.2023).
10. Батенькина О.В. Методы оценки удовлетворенности пользователей при тестировании юзабилити информационных систем / Омский научный вестник. 2016. № 5 (149). С. 151 – 154.
11. Оркин В.В. Метод адаптивного перераспределения информационно-вычислительных ресурсов в автоматизированной системе управления при потере производительности в узлах сетевой инфраструктуры / Телекоммуникации и Транспорт. 2019. ч. 13. № 2. С. 52 – 58.
12. Качанов С.А., Нехорошев С.Н., Попов А.П. Информационные технологии поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях: Автоматизированная информационно-управляющая система Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: вчера, сегодня, завтра: Монография / ВНИИГОЧС. Москва: Деловой экспресс. 2011. – 400 с.
13. Абрамов О.В. Методы и алгоритмы параметрического синтеза стохастических систем / Проблемы управления. 2006. № 4. С. 3 – 8.
14. Лагунова А.Д., Назаров Д.А. Параллельный алгоритм решения задачи оптимального параметрического синтеза на основе метода сеток / Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». 2018. ч. 1. С. 255 – 258.

ANALYSIS OF SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE SUBSTANTIATION OF RATIONAL PARAMETERS OF THE FUNCTIONING OF THE AUTOMATED DECISION-MAKING INFORMATION SUPPORT SYSTEM WHEN CARRYING OUT EMERGENCY AND RESCUE OPERATIONS

Anton LITVIN

senior lecturer of the department
(information systems and technologies)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: aa.litvin@amchs.ru

Sergey CHISKIDOV

candidate of technical sciences,
associate professor, professor of the
department (information systems and technologies)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: s.chiskidov@amchs.ru

Abstract. The article presents an overview of existing approaches and methods for calculating the optimal parameters for the functioning of an automated decision support system. Three possible approaches to solving the problem have been identified. The negative and positive aspects of the considered methods are determined.

Keywords: decision support system, efficiency, emergency situation, Arctic zone, functioning parameters.

Citation: Litvin A.A., Chiskidov S.V. Analysis of scientific and methodological approaches to the substantiation of rational parameters of the functioning of the automated decision-making information support system when carrying out emergency and rescue operations // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. № 3 (58). S. 26 – 35.

References

1. Litvin A.A., Chiskidov S.V. Analysis of the problematic situation in the field of functioning of the automated information support system for decision-making during emergency rescue operations in the Arctic zone of the Russian Federation // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. No. 2. С. 6 – 14.
2. Linnik E.A. The choice of tactical characteristics as indicators of the effectiveness of the functioning of automated control systems for the types of aviation // Operational art and tactics, command and control of troops (forces). 2017. No. 1. S. 41 – 51.
3. Privalov A.A., Vandich A.P. Determining the duration of the control cycle in the unified monitoring and administration system of Russian Railways when processing a single application // BRNI. 2012. No. 3 (2). S. 98 – 105.
4. Privalov A.A. The method of topological transformation of stochastic networks and its use for the analysis of communication systems of the Navy / A.A. Privalov. – St. Petersburg. : VMA, 2000. – 166 s.
5. Krushel E.G., Stepanchenko I.V. Information delay in digital control systems: Monograph / VolgGTU. – Volgograd, 2004. – 124 s.
6. Emelyanov A.V., Levko I.V., Legkov K.E. Technique for the operational solution of information and computational problems by a software and hardware complex based on the rational distribution of information and computing resources. Izvestiya of the Tula State University. Technical science. 2018. No. 4. S. 129 – 134.
7. Sekaev V.G. Using the Germeier method to select the technical characteristics of hierarchical systems / Systems of Analysis and Data Processing. 2012. No. 3. S. 185 – 190.
8. GOST 34.201–2020 "Set of standards for automated systems. Automated systems. Types, completeness and designation of documents"[Electronic resource] – Access mode: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=241756> (date of access: 07.04.2023).
9. GOST 34.602–2020 "Terms of Reference for the Creation of an Automated System"[Electronic resource] – Access mode: <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=241754> (date of access: 07.04.2023).
10. Batenkina O.V. Methods for assessing user satisfaction when testing the usability of information systems / Omsk Scientific Bulletin. 2016. No. 5 (149). S. 151 – 154.
11. Orkin V.V. Method of adaptive redistribution of information and computing resources in an automated control system in case of performance loss in network infrastructure nodes / Telecommunications and Transport. 2019, part 13, No. 2, S. 52 – 58.
12. Kachanov S.A., Nekhoroshev S.N., Popov A.P. Information technologies for decision support in emergency situations: Automated information and control system of the Unified State System for Prevention and Elimination of Emergency Situations: Yesterday, Today, Tomorrow: Monograph / VNIIGOCHS. Moscow: Business Express. 2011. – 400 s.
13. Abramov O.V. Methods and algorithms for parametric synthesis of stochastic systems, Control Problems. 2006. No. 4. S. 3 – 8.
14. Lagunova A.D., Nazarov D.A. Parallel algorithm for solving the problem of optimal parametric synthesis based on the grid method / Proceedings of the International Symposium "Reliability and Quality". 2018, part 1, S. 255 – 258.

УДК 355.58:159.9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МОРАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЙ СИЛ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

А.О. Багдасарян

доктор исторических наук,
заместитель начальника кафедры (организации
управления повседневной деятельности МЧС России)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: minikorobka2000@mail.ru

В.А. Поляков

старший преподаватель кафедры (организации
управления повседневной деятельности МЧС России)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: v.poliakov@amchs.ru

Аннотация. В статье представлено обоснование основных мероприятий морально-психологического обеспечения деятельности сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Раскрыто содержание мероприятий морально-психологического обеспечения.

Ключевые слова: морально-психологическое обеспечение, защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обеспечение действий, чрезвычайные ситуации.

Цитирование: Багдасарян А.О., Поляков В.А. Определение содержания морально-психологического обеспечения действий сил единой государственной системы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 3 (58). С. 36 – 41.

Успешное действие сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее — РСЧС) по ликвидации последствий различных природных бедствий и техногенных катастроф зависит от качественного их обеспечения. На законодательном уровне установлено, что в ходе введения режима функционирования «чрезвычайная ситуация» осуществляется всестороннее обеспечение действий сил РСЧС [1]. Однако содержание этого обеспечения не определено, хотя отмечается схожесть задач, структуры и условий функционирования РСЧС и гражданской обороны [2]. Кроме того, в современных условиях силы РСЧС привлекаются не только в мирное время, но и при военных конфликтах. Таким образом, они фактически решают задачи гражданской обороны.

В связи с тем, что гражданская оборона входит в организацию обороны страны, то для нее предусмотрены мероприятия по обеспечению ее ведения. Одним из видов обеспечения действия сил гражданской обороны является морально-психологическое обеспечение [3].

Так как работы по ликвидации чрезвычайных ситуаций в различных условиях мирно-

го и военного времени сопряжены с высокими психологическими нагрузками, то целесообразно считать, что морально-психологическое обеспечение действий сил РСЧС также является одним из основных видов их всестороннего обеспечения.

РСЧС, как государственная система, формируется различными федеральными органами исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации и муниципальными образованиями. К решению ее задач привлекаются подразделения и формирования разных форм собственности и ведомственной принадлежности. Такая структура РСЧС продиктована особенностями организации работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, которые проводятся в виде аварийно-спасательных и других неотложных работ. Данный комплекс работ включает в себя действия по спасению в чрезвычайных ситуациях, их локализации или минимизации, оказанию пострадавшему населению медицинской и других видов помощи, созданию условий, необходимых для сохранения жизни и здоровья людей, поддержания их работоспособности и др.

Таким образом, для решения задач по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций привлекаются спасательные формирования, воинские подразделения, правоохранительные органы, организации здравоохранения, коммунальные службы, различные общественные организации и т.п.

Для некоторых категорий сил РСЧС установлены требования к морально-психологическому обеспечению их действий. Так эти вопросы регламентированы в Вооруженных Силах Российской Федерации, спасательных воинских формированиях МЧС России, войсках национальной гвардии Российской Федерации, подразделениях МВД России. При этом содержание данного вида обеспечения для них имеет существенные различия, исходя из их основного предназначения и специфики применения.

Для формирований, создаваемых другими ведомствами или органами власти, вопросы морально-психологического обеспечения не определены.

Существует необходимость определения содержания морально-психологического обеспечения действий сил РСЧС при реагировании на чрезвычайные ситуации.

Под морально-психологическим обеспечением действий сил РСЧС, как правило, понимается комплекс мер, согласованных по целям, задачам, направлениям, месту, времени, последовательности, привлекаемым силам и средствам действий, осуществляемыми руководителями, органами управления и другими должностными лицами по формированию, поддержанию и восстановлению у личного состава, участвующего в проведении работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций, высокого морально-психологического состояния и качеств, обеспечивающих безусловное выполнение поставленных задач в любых условиях обстановки [3].

Для определения содержания морально-психологического обеспечения действий сил РСЧС необходимо установить идентификационные признаки основных его видов. Исходя из определения понятия «морально-психологическое обеспечение», под ним понимается комплекс мер. Меры, направленные на формирование, поддержание и восстанов-

ление у личного состава сил РСЧС соответствующего морально-психологического состояния и качеств имеют отличительные признаки по содержанию и формам реализации. Для определения классификации мер морально-психологического обеспечения целесообразно использовать иерархический метод классификации, который устанавливает отношение подчинения между различными группировками.

Анализ нормативных документов Минобороны России, МЧС России, МВД России и Росгвардии показывает, что основными направлениями морально-психологического обеспечения можно считать воспитательную, психологическую, социальную и культурно-досуговую работы [4, 5, 6, 7].

Содержание воспитательной работы продиктовано её целью, которая заключается в обеспечении понимания и поддержки личным составом сил РСЧС государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны, а также принимаемых решений соответствующими должностными лицами и органами управления РСЧС, формировании патриотических убеждений, повышении уровня политической и правовой грамотности, личной ответственности за выполнение задач по предупреждению возникновения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Как правило, воспитательная работа включает в себя информационную работу, агитацию и пропаганду, патриотическую работу, поддержание порядка и дисциплины среди личного состава подразделений РСЧС.

Психологическая работа включает в себя психологическую подготовку, психологическое сопровождение, психологическую помощь, психологическую реабилитацию и психологическую коррекцию [3].

Социальная работа заключается в реализации мер социального обеспечения, социальной поддержки и социальной защиты участников ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Например, для спасателей на законодательном уровне определен их статус, права, социальные и правовые гарантии. Помимо этого, на практике имелись случаи, когда негативные факторы чрезвычайной ситуации оказывали такое сильное воздействие на состо-

яние здоровья личного состава, принимавшего участие в их ликвидации, что требовалось принятие дополнительных мер по их социальной поддержке. Так, для ликвидаторов аварии на Чернобыльской атомной электростанции предусмотрены дополнительные меры социальной защиты. Личный состав спасательных центров МЧС России, задействованный в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в зоне военных конфликтов, имеет статус ветерана боевых действий.

Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций сопряжена с высокими физическими и моральными нагрузками. Кроме того, по срокам проведения данные работы могут проводиться в течение длительного периода времени. Для восстановления духовных и физических сил личного состава необходима организация его досуга и отдыха.

Исходя из этого требования, другим направлением морально-психологического обеспечения можно определить культурно-досуговую работу. Она представляет собой систему мероприятий по организации отдыха и воспитания личного состава средствами культуры, искусства и массовой информации и проводится с целью формирования у личного состава высоких морально-психологических качеств, поддержания на должном уровне позитивного духовно-эмоционального состояния, мобилизации на успешное решение задач по борьбе с чрезвычайными ситуациями [3].

Необходимость организации культурно-досуговой работы продиктована тем обстоятельством, что ликвидация последствий некоторых чрезвычайных ситуаций может осуществляться в течение длительного периода. Так, ликвидация последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции длилась с 1986 по 1991 гг. За весь этот период к ликвидации было привлечено более полумиллиона человек [8]. Причем командировка в зону чрезвычайной ситуации иногда могла составлять более нескольких месяцев. В условиях постоянных физических и эмоциональных нагрузок, удаленности от дома, воздействия негативных факторов аварии организация досуга и отдыха личного состава способствовала поддержанию его морально-психологического состояния. Известно, что в рамках культурно-

досуговой работы в зоне аварии в Чернобыле для ликвидаторов проводились концерты с участием популярных звезд эстрады [9].

Вместе с тем, данные направления морально-психологического обеспечения не полностью отражают содержание данного вида обеспечения, способствующего поддержанию высокого морально-психологического состояния личного состава, задействованного в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Анализ тенденций изменений условий борьбы между государствами и различными политическими силами показывает, что информационная сфера становится одной из основных составляющих в противоборстве. В последнее время информационно-психологическое противостояние можно наблюдать в области реализации государственных функций по организации защиты населения от чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны.

Например, во время трагедии, связанной с пожаром в торговом центре «Зимняя вишня» в Кемерово 25 марта 2018 года, стали распространяться слухи и ложные сообщения о причинах пожара и количестве пострадавших. В сети «Интернет» были опубликованы снимки с большим количеством пострадавших в результате пожара в клубе «Хромая лошадь» в 2009 году, выданные за снимки пострадавших в торговом центре «Зимняя вишня». Распространялась информация о большом числе погибших и о сокрытии властями реального количества погибших на пожаре, что привело к стихийному митингу в Кемерово [10; 11].

В 2022 году в ходе ухудшения международной военно-политической обстановки в средствах массовой информации стали распространяться материалы о росте угрозы ядерной войны. На этом фоне был взломан один из основных информационных ресурсов МЧС России, где были размещены рекомендации на случай ядерного удара.

Основными целями информационно-психологического противоборства при реагировании на чрезвычайные ситуации являются подрыв доверия со стороны населения к деятельности государственных органов по обеспечению их безопасности и распространение

панических и ложных слухов. Все это может негативно сказаться на работе личного состава, задействованного в ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

В этих условиях противодействие негативному информационно-психологическому воздействию можно считать одним из основных направлений морально-психологического обеспечения действий сил РСЧС.

При ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени большое значение имеет взаимодействие с местным населением, органами власти, общественными или волонтерскими организациями, а также с членами семей личного состава. При работе в районах чрезвычайных ситуаций необходимо учитывать морально-психологическое состояние, культурные особенности региона. Организация взаимодействия позволяет избегать конфликтных ситуаций, будет способствовать поддержке действий сил РСЧС. В зоне военных конфликтов необходимо учитывать настроения среди местного населения, а также их восприятие подразделений, участвующих в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Невыполнение названных требований отрицательно сказывается на ходе спасательных операций. Приведем несколько примеров. Так, в 2018 году в ходе проведения поисково-спасательных работ конфликт между волонтерами отряда «Лиза Алерт Ямал» и сотрудниками ГКУ «Ямалспас» негативно влиял на организацию поисково-спасательных работ [12]. В ходе контртеррористической операции в Чеченской Республике спасательные подразделения периодически подвергались обстрелам, что влияло на технологию проведения работ. При этом на успех проведения гуманитарных операций влияла грамотная организация взаимодействия с местными органами власти, что позволяло избегать подобных происшествий. В качестве другого примера можно привести имеющие место в июле 1986 г. недовольства со стороны членов семей ликвидаторов аварии на

Чернобыльской АЭС из Полтавской области условиями и порядком привлечения к работам их родственников в условиях чрезвычайной ситуации [13].

Таким образом, организация взаимодействия с населением, местными органами власти и общественными организациями в зоне чрезвычайной ситуации, а также членами семей личного состава сил РСЧС можно считать одним из видов морально-психологического обеспечения.

Исходя из определения понятия «морально-психологического обеспечения» видно, что его мероприятия направлены на формирование у личного состава сил РСЧС соответствующих морально-психологических качеств. Эти качества, как правило, формируются в ходе морально-психологической подготовки сотрудников, которая осуществляется в повседневной деятельности, во время их обучения, непосредственно перед убытием в зону чрезвычайной ситуации, а также в ходе проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Таким образом, исходя из опыта ликвидации последствий различных чрезвычайных ситуаций в различных условиях были выявлены основные признаки, позволяющие квалифицировать мероприятия морально-психологического обеспечения.

Накопленный практический опыт показывает, что основными направлениями морально-психологического обеспечения действий сил РСЧС при реагировании на чрезвычайные ситуации можно считать:

- воспитательную работу;
- психологическую работу;
- социальную работу;
- защиту от негативного информационно-психологического воздействия;
- культурно-досуговую работу;
- взаимодействие с населением, местными органами власти и общественными организациями в зоне чрезвычайной ситуации, а также членами семей личного состава сил РСЧС;
- морально-психологическую подготовку личного состава РСЧС.

Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». / СПС КонсультантПлюс.
2. Чириков А. Интеграция РСЧС и ГО. // Гражданская защита. 2019. № 12. С. 21 – 23.
3. Гражданская оборона / Под общ. ред. В.А. Пучкова; МЧС России. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). 2016. 377 с.
4. Приказ МВД России от 25 декабря 2020 г. № 900 «Вопросы организации морально-психологического обеспечения деятельности органов внутренних дел Российской Федерации». / СПС КонсультантПлюс.
5. Приказ Министра обороны Российской Федерации от 28 декабря 2021 г. № 803 «Об утверждении Руководства по организации военно-политической работы в Вооруженных Силах Российской Федерации». / СПС КонсультантПлюс.
6. Приказ МЧС России от 28 октября 2019 г. № 614 «Об утверждении положения об организации воспитательной и культурно-досуговой работы в учреждениях и организациях, находящихся в ведении МЧС России». / СПС КонсультантПлюс.
7. Приказ Росгвардии от 21 апреля 2021 г. № 132 «Об утверждении Наставления по организации в войсках национальной гвардии Российской Федерации военно-политической (политической) работы».
8. Дьяченко А.А. Опыт ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС (Деятельность государственных органов СССР, 1986-1991 гг.). Дис. ... докт. ист. наук. – М.: 2002. 689 с.
9. Федоткина Т. Отравленные звезды Чернобыля. / Московский комсомолец. 2021. 26 апреля. № 73. 6 с.
10. Михайлов Б.П., Тузов Л.Л., Чварков М.А. Некоторые особенности деятельности территориальных органов МВД России при чрезвычайных ситуациях. // Вестник Московского университета МВД России. 2019. № 1. С. 195 – 200.
11. Фото из «Хромой лошади» и 400 тел – в Сети обсуждают фейки о трагедии в Кемерово. [Электронный ресурс]. / Metro Санкт-Петербург. Режим доступа: URL: <https://www.metronews.ru/novosti/russia/reviews/foto-iz-hromoy-loshadi-i-400-tel-v-seti-obsuzhdayut-feyki-o-tragedii-v-kemerovo-1389226/> (дата обращения: 28.03.2023).
12. На Ямале конфликт между профессиональными спасателями и волонтерами. Могут пострадать люди [Электронный ресурс]. / Информационное агентство URA.RU. Режим доступа: URL: <https://ura.news/news/1052351520?ysclid=llce405wwa277300415> (дата обращения: 21.08.2023).
13. Чорнобильська трагедія. Документи і матеріали / головний упорядник: Н.П. Барановська. – Київ: «Наукова думка». 1996. 718 с.

**DETERMINATION OF THE CONTENT OF MORAL AND PSYCHOLOGICAL
SUPPORT FOR THE ACTIONS OF THE FORCES OF THE UNIFIED STATE
SYSTEM FOR THE PREVENTION AND LIQUIDATION OF EMERGENCY
SITUATIONS**

Artem BAGDASARYAN

doctor of historical sciences,
deputy head of the department (organization of
management of daily activities of EMERCOM of Russia)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: minikorobka2000@mail.ru

Viktor POLYAKOV

senior lecturer of the department (organization of
management of daily activities of EMERCOM of Russia)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: v.poliakov@amchs.ru

Abstract. The article presents the rationale for the main measures of moral and psychological support for the activities of the forces of the unified state system of prevention and liquidation of emergency situations. The content of moral and psychological support measures is disclosed.

Keywords: moral and psychological support, protection of the population and territories from emergency situations, Unified state system of prevention and liquidation of emergency situations, provision of actions, emergency situations.

Citation: Bagdasaryan A.O., Polyakov V.A. Determination of the content of moral and psychological support for the actions of the forces of the unified state system for the prevention and liquidation of emergency situations // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. № 3 (58). S. 36 – 41.

References

1. Decree of the Government of the Russian Federation of December 30, 2003 No. 794 "On the unified state system for preventing and eliminating emergency situations." / SPS ConsultantPlus.
2. Chirikov A. Integration of RSChS and Civil Defense. // Civil protection. 2019. No. 12. S. 21 – 23.
3. Civil defense / Under general. ed. V.A. Puchkova; Russian Emergency Situations Ministry. – M.: FGBU VNII GOChS (FC). 2016. 377 s.
4. Order of the Ministry of Internal Affairs of Russia dated December 25, 2020 No. 900 "Issues of organizing moral and psychological support for the activities of internal affairs bodies of the Russian Federation." / SPS ConsultantPlus.
5. Order of the Minister of Defense of the Russian Federation dated December 28, 2021 No. 803 "On approval of the Guidelines for organizing military-political work in the Armed Forces of the Russian Federation." / SPS ConsultantPlus.
6. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated October 28, 2019 No. 614 "On approval of the regulations on the organization of educational, cultural and leisure work in institutions and organizations under the jurisdiction of the Ministry of Emergency Situations of Russia." / SPS ConsultantPlus.
7. Order of the Russian Guard dated April 21, 2021 No. 132 "On approval of the Manual on the organization of military-political (political) work in the troops of the National Guard of the Russian Federation."
8. Dyachenko A.A. Experience in eliminating the consequences of the disaster at the Chernobyl nuclear power plant (Activities of government bodies of the USSR, 1986-1991). dis. ... doc. ist. Sci. – M.: 2002. 689 s.
9. Fedotkina T. Poisoned stars of Chernobyl. / Moscow's comsomolets. 2021. April 26. No. 73. 6 s.
10. Mikhailov B.P., Tuzov L.L., Chvarkov M.A. Some features of the activities of territorial bodies of the Ministry of Internal Affairs of Russia in emergency situations. // Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2019. No. 1. S. 195 – 200.
11. Photos from "The Lambe Horse" and 400 bodies – fakes about the tragedy in Kemerovo are being discussed on the Internet. [Electronic resource]. / Metro St. Petersburg. Access mode: URL: <https://www.metronews.ru/novosti/russia/reviews/foto-iz-hromoy-loshadi-i-400-tel-v-seti-obsuzhdayut-feyki-o-tragedii-v-kemerovo-1389226/> (date of access: 28.03.2023).
12. In Yamal there is a conflict between professional rescuers and volunteers. People may suffer [Electronic resource]. / Information agency URA.RU. Access mode: URL: <https://ura.news/news/1052351520?ysclid=llce405wwa277300415> (date of access: 21.08.2023).
13. Chernobyl tragedy. Documents and materials / main compiler: N.P. Baranovska – Kyiv: "Scientific Thought". 1996. 718 s.

УДК 378.145.3

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ В ОБЛАСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ВРЕМЕННЫХ РЕСУРСОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ И СЛУШАТЕЛЕЙ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ МЧС РОССИИ МЕЖДУ РАБОТОЙ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКОЙ

А.С. Яшкова

старший преподаватель
кафедры (педагогика и психологии)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: a.yashkova@amchs.ru

И.М. Колмычков

кандидат военных наук, доцент,
профессор кафедры (оперативного искусства)
Военная академия РВСН имени Петра Великого
Адрес: 143900, Московская обл.,
г. Балашиха, ул. Карбышева, д. 8
E-mail: varvsn@mil.ru

А.Н. Дубов

старший преподаватель
кафедры (военной стратегии)
Военная академия Генерального штаба
Вооруженных Сил Российской Федерации
Адрес: 119571, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 100
E-mail: vagsh@mil.ru

Ю.Н. Малека

доктор исторических наук, профессор,
профессор кафедры (государственного
и муниципального управления)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: u.maleka@amchs.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, касающиеся организации учебного процесса в высших образовательных учреждениях МЧС России. Обозначена проблемная ситуация в области подготовки курсантов и слушателей, определены основные направления её разрешения и проведен их анализ на предмет необходимости выделения дополнительных ресурсов для реализации. Определено противоречие в практике рассматриваемой предметной области и сформулирована научная гипотеза, заключающаяся в том, что повысить уровень подготовки курсантов и слушателей возможно за счет обоснования рациональных норм времени, выделяемого на самостоятельную подготовку. Реализация данного подхода позволит повысить эффективность образовательной программы и, как следствие, повысить уровень подготовки выпускаемых специалистов.

Ключевые слова: МЧС России, самостоятельная подготовка, образовательная программа, учебный процесс, образовательная деятельность МЧС России.

Цитирование: Яшкова А.С., Колмычков И.М., Дубов А.Н., Малека Ю.Н. Анализ проблемной ситуации в области распределения объема временных ресурсов образовательной программы подготовки курсантов и слушателей в высших учебных заведениях МЧС России между работой с преподавателем и самостоятельной подготовкой // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 3 (58). С. 42 – 51.

Военно-политическая обстановка в мире характеризуется формированием новых глобальных и региональных центров силы, обострением борьбы между ними за сферы влияния. Возрастает значение военной силы как инструмента достижения субъектами международных отношений своих геополитических целей. Стратегией национальной безопасности Российской Федерации определено значение обороны, как одного из важнейших стратегических национальных приоритетов в области обеспечения и защиты национальных интересов страны, а сбережение народа России стоит во главе списка её нацио-

нальных интересов, наряду с развитием человеческого потенциала, повышением качества жизни и благосостояния граждан.

Одним из способов укрепления обороноспособности является поддержание на заданном уровне готовности к применению Вооруженных Сил, других войск, воинских формирований и органов, который достигается, в том числе за счет организации подготовки личного состава в учебных заведениях силовых ведомств. В соответствии с теорией человеческой мотивации А. Маслоу [1], потребность в безопасности является одной из базовых потребностей любого человека, от успеш-

ного удовлетворения которой зависит дальнейшая реализация возможностей индивида. На основании данного постулата можно сделать вывод, что от уровня квалификации специалистов, уполномоченных на решение задач в области обеспечения обороны и безопасности государства, зависит дальнейшее развитие России в качестве правового социального государства, в котором высшее значение имеют соблюдение и защита прав и свобод человека, повышение благосостояния народа, защита достоинства граждан [2].

МЧС России является федеральным органом исполнительной власти, реализующим государственную политику в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, возникающих как в мирное, так и в военное время. При численности личного состава порядка 300 000 человек, из которых 7 223 человека – военнослужащие спасательных воинских формирований, 251 339 человек – личный состав федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы и около 30 000 человек – гражданский персонал, организация и управление их действиями ложатся на плечи офицерского и начальствующего состава министерства. Таким образом, от подготовки вышеуказанных кадров в полном объеме зависит успешное решение подразделением МЧС России задач по предназначению и, как было справедливо отмечено в статье [3], отсутствие необходимых компе-

тенций у командного состава МЧС России может повлечь за собой значительные потери населения, утрату материальных и культурных ценностей.

В настоящее время в систему МЧС России входят шесть образовательных учреждений высшего образования, один институт повышения квалификации сотрудников Государственной противопожарной службы, 20 учебных центров федеральной противопожарной службы и один учебный центр подготовки и повышения квалификации в области безопасности людей на водных объектах [4]. Обучение курсантов (будущего младшего офицерского состава спасательных воинских формирований и среднего начальствующего состава федеральной противопожарной службы МЧС России) осуществляется в высших учебных заведениях МЧС России (далее – ВУЗы МЧС России). Однако, несмотря на то, что существующая система подготовки кадров в МЧС России позволяет обеспечить качественное образование в области защиты населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, результат анализа отзывов на выпускников 2021 и 2022 годов позволил выявить проблемную ситуацию, заключающуюся в недостаточном уровне подготовки выпускаемых специалистов к решению некоторых задач по предназначению [3], о чем также косвенно свидетельствует статистика травматизма и гибели личного состава МЧС России при выполнении служебных обязанностей (рисунок 1) [5].



Рисунок 1 – Сведения о травматизме и гибели личного состава МЧС России при выполнении служебных обязанностей в 2021 и 2022 годах

Приведенная статистика свидетельствует о необходимости совершенствования процесса обучения командного звена (младших офицеров и среднего начальствующего состава МЧС России), так как в значительной степени от их умений и навыков управления подразделениями при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ зависит жизнь и

здоровье как пострадавшего населения, так и самих спасателей.

Процесс обучения представляет собой целенаправленное взаимодействие преподавателя, учащегося и изучаемого объекта. Данное определение отражает структуру процесса обучения, предложенную П.И. Пидкасистым (рисунок 2) [6].

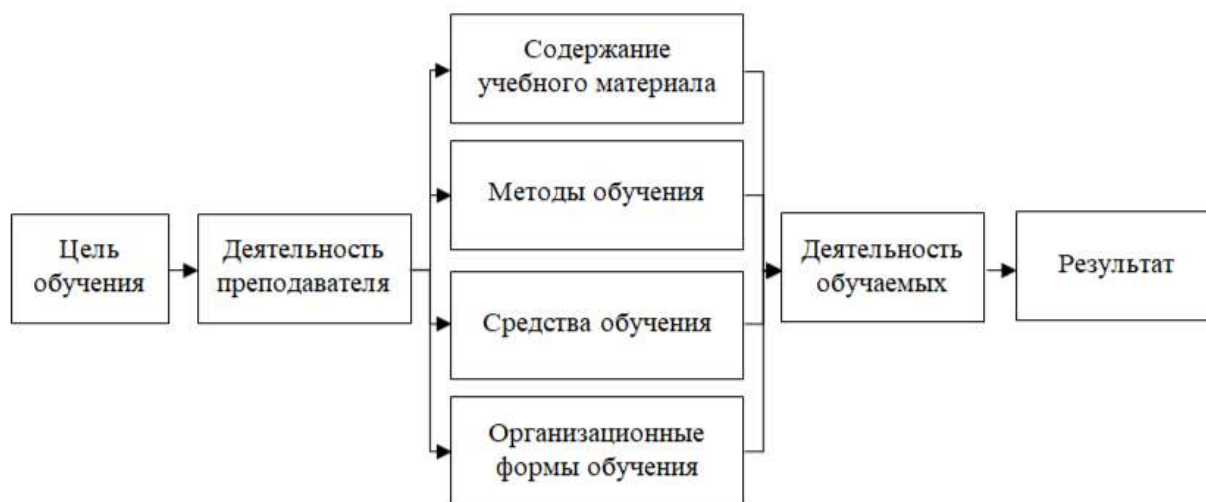


Рисунок 2 – Модель структуры учебного процесса

Системообразующими понятиями процесса обучения выступают цель обучения, деятельность учителя (преподавание), деятельность учащихся (учение) и результат. Переменными составляющими этого процесса выступают средства управления. Они включают содержание учебного материала, методы обучения, материальные средства обучения (наглядные, технические, учебники, учебные пособия и др.), организационные формы обучения как процесса учебной деятельности учащихся. Связь и взаимообусловленность средств управления обучением, как переменных компонентов, с постоянными смыслообразующими компонентами, зависит от цели обучения и его конечного результата. Они образуют устойчивое единство и целостность, которое обладает интегративными свойствами

и подчинено общим целям образования, так называемым глобальным целям в подготовке подрастающих поколений [6].

Анализ структуры процесса обучения позволяет сделать вывод о том, что управляющее воздействие в отношении системообразующих и переменных элементов данной системы может качественно изменить весь процесс и, соответственно, результат обучения.

В целях проведения детального анализа факторов, влияющих на качество процесса обучения, целесообразно обратиться к методу «рыбьих костей» Каору Исикавы (диаграмме Исикавы) – методу поиска и визуализации причин, которые приводят к проблеме (рисунок 3). Диаграмма представляет собой схему, похожую на скелет рыбы. В «голове» помещают проблему, а на «костях» пишут факторы, влияющие на ситуацию [7].

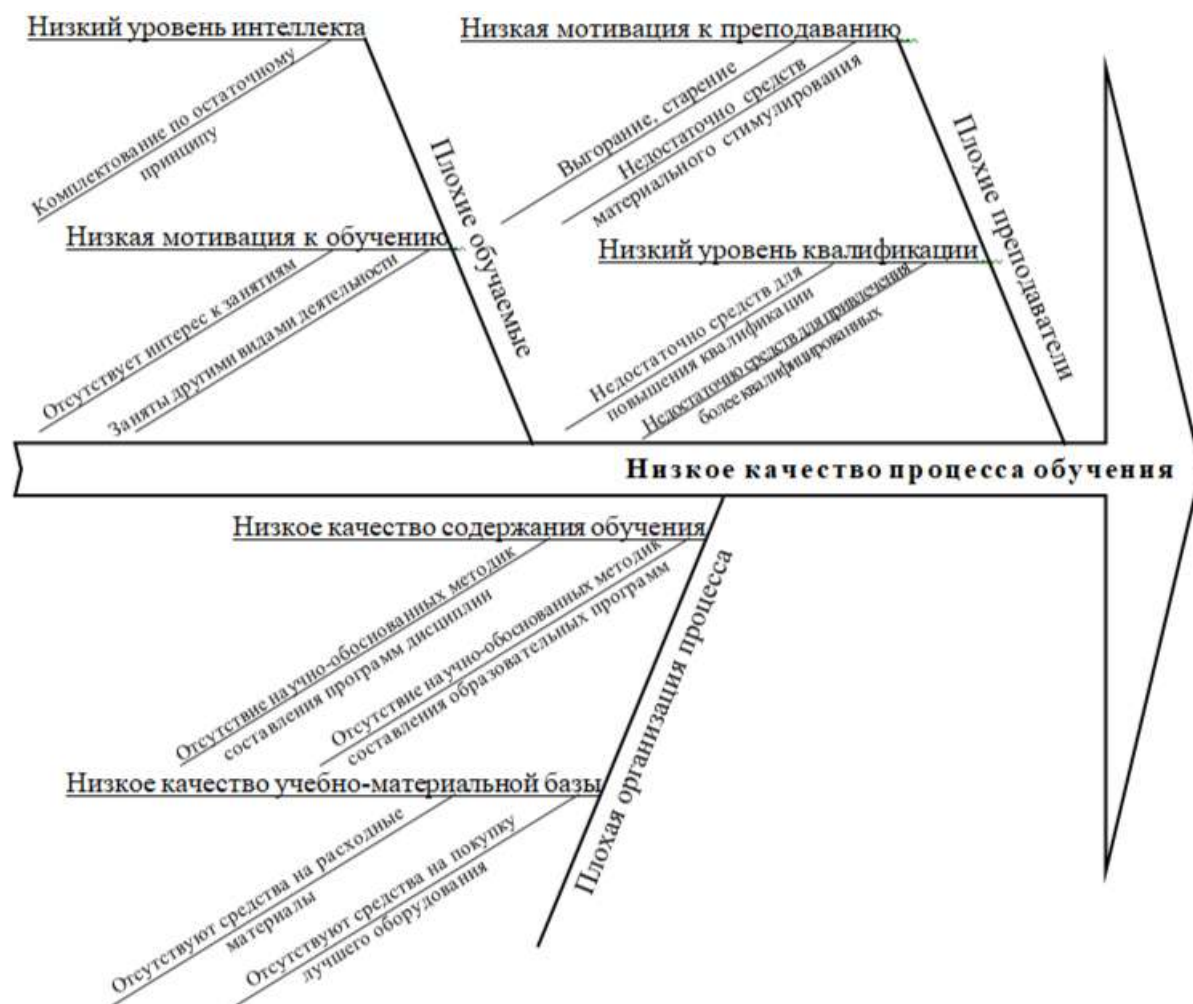


Рисунок 3 – Факторы, влияющие на качество процесса обучения

Уровень подготовки обучающихся находится в прямой зависимости от качества процесса обучения. В связи с этим, результат анализа факторов, представленных на рисунке 3, позволяет определить основные направления разрешения проблемной ситуации, заключающейся в недостаточном уровне подготовки выпускаемых специалистов к решению задач по предназначению.

1. Повышение количественно-качественных показателей профессорско-преподавательского состава. Основными путями реализации данного направления являются:

повышение мотивации к качественному осуществлению процесса обучения путем применения различных методов стимулирования. Однако это потребует привлечения дополнительных ресурсов (в первую очередь материальных, а также социальных,

управленческих и т.п.) либо перераспределения существующих средств, что может привести к повышению мотивации, но снизит другие показатели, таких как оснащение учебно-материальной базой, сокращение должностей обеспечения и пр.;

замена немотивированного профессорско-преподавательского состава путем приглашения новых, нацеленных на повышение качества обучения кадров. Данное направление непрерывно реализуется специалистами по подбору персонала, но ввиду существенной зависимости от влияния внешних факторов рынка труда (в первую очередь от уровня финансовых предложений конкурирующих между собой работодателей), ВУЗы МЧС России не всегда могут на равных соперничать с другими образовательными организациями в вопросе привлечения лучших специалистов;

повышение квалификации профессорско-преподавательского состава, как и предыдущие два направления, требует привлечения дополнительных ресурсов либо перераспределения существующих, а кроме того увеличивается риск нецелевого расходования временных и финансовых ресурсов в случае досрочного увольнения обученного сотрудника.

2. Повышение качественных характеристик обучающихся. Основными путями реализации данного направления являются:

прием на обучение лиц с более высоким уровнем интеллекта. Данное направление в настоящее время осуществляется путем конкурсного отбора поступающих абитуриентов, тем самым повысить интеллектуальный уровень совокупной выборки лиц, зачисляемых на обучение, возможно только повысив уровень всех абитуриентов, что в свою очередь возможно за счет маркетинга, в частности рекламы, а это потребует значительных вливаний финансовых ресурсов. Кроме того, конкурсный отбор абитуриентов производится не только по уровню интеллектуального развития, но и, в первую очередь, с учетом психологических особенностей кандидатов (профессиональный отбор);

повышение мотивации обучающихся возможно за счет увеличения времени, выделяемого на учебные виды деятельности, а также повышения интереса к занятиям. Однако данное направление зависит в первую очередь от самих обучающихся, от их морально-психологического состояния, а так-

же от уровня квалификации профессорско-преподавательского состава.

3. Совершенствование учебного процесса путём повышения качества учебно-материальной базы, однако данное направление требует значительных финансовых ресурсов.

Анализ возможных направлений разрешения проблемной ситуации позволяет сформулировать следующее противоречие в практике:

с одной стороны, реализация предложенных направлений разрешения проблемной ситуации позволит повысить уровень подготовки специалистов,

с другой стороны, проведение этих мероприятий потребует значительных финансовых, временных и других ресурсов, объем которых ограничен.

Проведенный анализ показал, что данное противоречие может быть разрешено за счет совершенствования образовательных программ и рабочих программ дисциплин. В частности, решение прикладной задачи, заключающейся в обосновании оптимальных норм времени, выделяемого на самостоятельную подготовку, позволит повысить эффективность образовательной программы и, как следствие, повысить уровень подготовки выпускаемых специалистов.

В таблице 1 представлены факторы, которые необходимо учитывать при обосновании времени, отводимого на самостоятельную подготовку обучающихся.

Таблица 1 — Факторы, влияющие на объем времени, необходимого для самостоятельной подготовки обучающихся

Факторы, относящиеся к содержанию образовательной программы	Факторы, относящиеся к организации обучения
<p>объем дисциплин; формы проведения занятий; формы текущего контроля успеваемости; формы промежуточной и итоговой аттестации.</p>	<p>доступность библиотечного фонда; обеспеченность компьютерной техникой, в том числе с доступом к сети «Интернет»; отрыв от аудиторных занятий.</p>

Известно, что знания, которые получил обучающийся самостоятельно, через изучение и осознание, являются самыми прочными [8].

Однако, как справедливо отмечал в свое время великий русский педагог К.Д. Ушинский: «пустая голова не мыслит». Именно поэто-

му для каждой образовательной организации важнейшей задачей является определение рационального соотношения самостоятельной и контактной работы.

В настоящее время в соответствии с методическими рекомендациями [9] определение видов и объема (в часах) контактной работы обучающегося с преподавателем и самостоятельной работы обучающегося является одной из задач рабочих групп по разработке рабочих программ дисциплин. Однако в связи с отсутствием единого научно-обоснованного подхода к определению времени, которое необходимо выделять из общего бюджета времени образовательной программы на выполнение данных видов работ, возрастает риск возникновения ошибок при проектировании рабочих про-

грамм дисциплин и основной профессиональной образовательной программы в целом.

В различных исследованиях обосновываются различные соотношения между объемами контактной и самостоятельной работы в образовательной программе (1:3,5, 2:1, 3:2 и т.д.). Ввиду отсутствия единого подхода по определению норм времени самостоятельной подготовки, высшие учебные заведения самостоятельно разрабатывают и утверждают указанные нормы с учетом особенностей конкретного ВУЗа МЧС России. В таблице 2 приведены основные примерные нормы времени, выделяемые для реализации целей самостоятельной подготовки, применяемые при составлении ОПОП в различных учебных заведениях России.

Таблица 2 — Нормы времени, применяемые образовательными организациями при планировании самостоятельной подготовки обучающихся

Наименование ВУЗа	Подготовка к занятиям (часов на 1 час занятий)	Самостоятельное изучение разделов пропущенных занятий (часов на 1 час занятий)	Выполнение курсовой работы, курсового проекта (часов на 1 работу)	Выполнение реферата (эссе, РГР) (часов на 1 работу)
МГТУ им. Баумана	0,5	2	72-108	16-20
Новосибирский ГУЭУ «НИНХ»	1	2-4	36	1-18
УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина	0,2	1-2	30-36	6-8
НИ НГУ им. Н.И. Лобачевского	1	4-6	30	10-20
НИУ «Московский энергетический институт»	1-4	2-4	36	9-18
ФГБОУ ВО «ХГУЭП»	0,5	2-6	36	4
Нижегородский ГИЭУ	1	2-4	36	15
ГАПОУ «Республиканский базовый медицинский колледж им. Э.Р. Раднаева»	0,5-0,75	3-6	50-80	4-10

Анализ приведенных в таблице 2 данных подтверждает гипотезу о наличии у каждого образовательного учреждения особенностей, влияющих на выделение времени для осуществления самостоятельной подготовки. Однако можно отметить наличие схожести между показателями по некоторым видам работ. В частности, необходимо отметить высокую долю времени самостоятельной работы, отводимую на выполнение курсовых работ (проектов), а также на самостоятельное изучение пропущенных разделов дисциплины во всех рассмотренных учебных заведениях.

Особенностью организации подготовки курсантов и слушателей в военных вузах является их прогнозируемый отрыв от аудиторных занятий. Под прогнозируемым отрывом

следует понимать участие в планируемых мероприятиях, таких как несение службы в наряде, спортивных мероприятиях, выставках и конференциях, мероприятиях, посвященных памятным датам России (Парад Победы и пр.). В этой связи рассмотренная выше цель самостоятельной подготовки, связанная с самостоятельным получением знаний и навыков, недополученных на аудиторных занятиях, становится определяющей, а фактор отрыва от занятий с преподавателем оказывает значительное влияние на объем времени, необходимого для самостоятельной подготовки обучающихся.

Сведения об отрыве от занятий курсантов Академии гражданской защиты МЧС России приведены на рисунке 4.

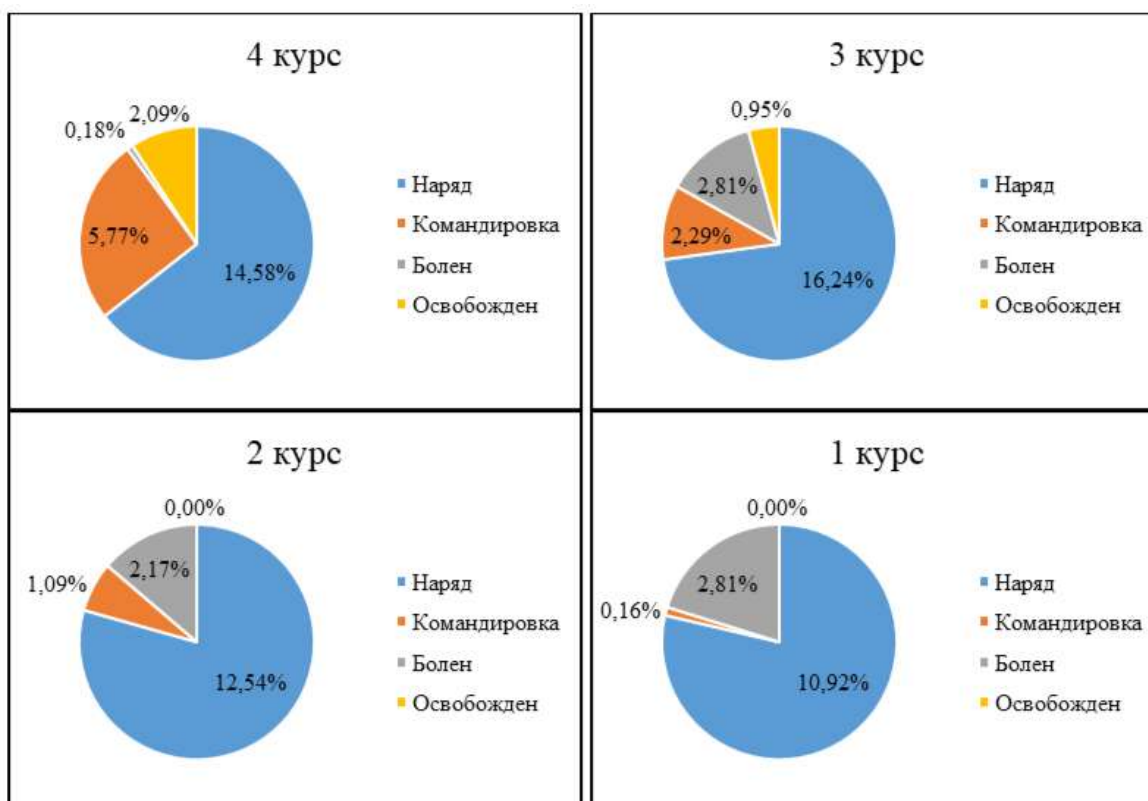


Рисунок 4 – Сведения об отрыве от занятий курсантов Академии гражданской защиты МЧС России

Наличие у образовательных организаций права определения объема времени образовательной программы, отводимого на самостоятельную работу, а также данных, определяющих содержание указанных в таблице 1

факторов, предполагает необходимость решения задачи обоснования норм времени, выделяемого на самостоятельную работу в образовательной программе подготовки курсантов и слушателей.

Таким образом, научная задача исследования заключается в разработке методики обоснования рациональных норм времени, выделяемого на самостоятельную подготовку в образовательных программах подготовки курсантов и слушателей в высших учебных заведениях МЧС России, с учетом ограничений на общее время подготовки и выделяемые финансовые и кадровые ресурсы.

Решение сформулированной научной задачи и реализация на практике полученных научных результатов позволит повысить эффективность образовательной программы и, как следствие, повысить уровень подготовки выпускаемых специалистов.

Литература

1. Classics in the History of Psychology. А.Н. Maslow (1943) A Theory of Human Motivation [Электронный ресурс]. – URL: <http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm> (дата обращения: 23.05.2023).
2. Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/ (дата обращения: 14.02.2023).
3. Панченков В.В. [и др.] Анализ известного научно-методического аппарата в области обоснования рациональных параметров программ подготовки курсантов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты – Химки, АГЗ МЧС России, 2023. – № 1 (56). – С. 6 – 14.
4. Итоги деятельности МЧС России за 2022 год [Электронный ресурс]. – URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2022-god> (дата обращения: 24.05.2023).
5. Анализ травматизма и гибели личного состава МЧС России за 2022 год [Электронный ресурс]. – URL: <https://fireman.club/literature/analiz-travmatizma-i-gibeli-lichnogo-sostava-mchs-rossii-za-2022-god/> (дата обращения: 24.05.2023).
6. Пидкасистый П. И. Педагогика. Учебник для вузов / «Юрайт» [Электронный ресурс]. – URL: https://urait.ru/book/pedagogika-510440?utm_source=biblioonline_share (дата обращения: 25.05.2023).
7. Как искать причины проблем с помощью «рыбьих костей» Исикавы: разбираем на примере [Электронный ресурс]. – URL: <https://skillbox.ru/media/management/kak-iskat-prichiny-problem-s-pomoshchyu-rybikh-kostey-isikavy-razbiraem-na-primere/> (дата обращения: 26.05.2023).
8. Журавлева Т.Л. Роль самостоятельной подготовки в повышении качества знаний обучающихся // Новая Наука: Психолого-Педагогический Подход. – 2017. – № 1.
9. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов от 22 января 2015 – docs.cntd.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420264612> (дата обращения: 29.08.2023).

ANALYSIS OF THE PROBLEMATIC SITUATION IN THE DISTRIBUTION OF THE VOLUME OF TIME RESOURCES OF THE EDUCATIONAL PROGRAM FOR TRAINING CADETS AND TRAINEES IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS EMERCOM OF RUSSIA BETWEEN WORK WITH A TEACHER AND INDEPENDENT TRAINING

Anastasia YASHKOVA

senior lecturer of the department
(pedagogy and psychology)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: a.yashkova@amchs.ru

Ivan KOLMYCHKOV

candidate of military sciences, associate professor,
professor of the department (operational art)
The Military Academy of Strategic Rocket Troops
after Peter the Great
Address: 143900, Moscow region, Balashikha,
Karbysheva str., 8
E-mail: varvsn@mil.ru

Aleksandr DUBOV

senior lecturer of the department
(military strategy)
Military Academy of the General staff
of the Armed Forces of the Russian Federation
Address: 119571, Moscow, Vernadsky Avenue, 100
E-mail: vagsh@mil.ru

Yuriy MALEKA

doctor of historical sciences, professor,
professor of the department (state
and municipal administration)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: u.maleka@amchs.ru

Abstract. The article discusses issues related to the organization of the educational process in higher educational institutions EMERCOM of Russia. The problematic situation in the field of training cadets and trainees is identified, the main directions of its resolution are identified and their analysis is carried out for the need to allocate additional resources for implementation. A contradiction in the practice of the subject area under consideration is determined and a scientific hypothesis is formulated, which consists in the fact that it is possible to increase the level of training of cadets and trainees by justifying rational norms of time allocated for independent training. The implementation of this approach will increase the effectiveness of the educational program and, as a result, increase the level of training of graduates.

Keywords: EMERCOM of Russia, independent training, educational program, educational process, educational activity of the EMERCOM of Russia.

Citation: Yashkova A.S., Kolmychkov I.M., Dubov A.N., Maleka Y.N. Analysis of the problematic situation in the distribution of the volume of time resources of the educational program for training cadets and trainees in higher educational institutions EMERCOM of Russia between work with a teacher and independent training // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. № 3 (58). S. 42 – 51.

References

1. Classics in the History of Psychology. A.H. Maslow (1943) A Theory of Human Motivation [Electronic resource]. – URL: <http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm> (date of access: 23.05.2023).
2. Decree of the President of the Russian Federation dated July 2, 2021 No. 400 "On the National Security Strategy of the Russian Federation" [Electronic resource]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/ (date of access: 14.02.2023).
3. Panchenkov V.V. [and others] Analysis of the well-known scientific and methodological apparatus in the field of substantiating the rational parameters of cadet training programs // Scientific and educational problems of civil protection – Khimki, AGZ EMERCOM of Russia, 2023. – No. 1 (56). – S. 6 – 14.
4. Results of the activities of the Russian Ministry of Emergency Situations for 2022 [Electronic resource]. – URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2022-god> (date of access: 24.05.2023).
5. Analysis of injuries and deaths of personnel of the Ministry of Emergency Situations of Russia for 2022 [Electronic resource]. – URL: <https://fireman.club/literature/analiz-travmatizma-i-gibeli-lichnogostava-mchs-rossii-za-2022-god/> (date of access: 24.05.2023).

6. Pidkasisty P.I. Pedagogy. Textbook for universities / "Urayt"[Electronic resource]. – URL: https://urait.ru/book/pedagogika-510440?utm_source=biblioonline_share (date of access: 25.05.2023).
7. How to look for the causes of problems using Ishikawa's "fish bones": let's look at an example [Electronic resource]. – URL: <https://skillbox.ru/media/management/kak-iskat-prichiny-problem-s-pomoshchyu-rybikh-kostey-isikavy-razbiraem-na-primere/> (date of access: 26.05.2023).
8. Zhuravleva T.L. The role of self-training in improving the quality of students' knowledge // New Science: Psychological and Pedagogical Approach. – 2017. – No. 1.
9. Methodological recommendations for the development of basic professional educational programs and additional professional programs taking into account relevant professional standards dated January 22, 2015 – docs.cntd.ru [Electronic resource]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420264612> (date of access: 29.08.2023).

УДК 53.083.1

**ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА ИМПУЛЬСНОГО ИОНИЗИРУЮЩЕГО
ИЗЛУЧЕНИЯ БОЛЬШИХ ДОЗ****Н.Н. Морозов**

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры (физики)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: n.n.morozov@amchs.ru

А.И. Мазаник

доктор военных наук, профессор,
главный научный сотрудник
научно-исследовательского центра
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: a.mazanik@amchs.ru

Аннотация. В статье проанализированы известные методы измерения дозовых полей мощных импульсных излучений. Показано, что проблема измерения дозовых параметров таких полей, несмотря на её актуальность, не решена в полной мере. Обсуждаются перспективные проекты решения этой проблемы с использованием СВЧ методов диагностики. В частности, рассмотрены волноводный и резонаторный методы диагностики плазменных образований, возникающих в газах при воздействии на них интенсивного излучения. Эти методы могут дополнять друг друга при мониторинге таких полей и позволяют получить информацию о дозе и мощности дозы в реальном времени, не требуя калибровки в эталонных полях.

Ключевые слова: ионизирующее излучение, высокая интенсивность, мощный импульс, волноводный метод диагностики, затухание электромагнитной волны, резонаторный метод, сдвиг резонансной частоты.

Цитирование: Морозов Н.Н., Мазаник А.И. Проблемы мониторинга импульсного ионизирующего излучения больших доз // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 3 (58). С. 52 – 61.

Введение

Короткие мощные импульсы фотонного ионизирующего излучения (далее — ИИ) могут быть серьезным поражающим фактором при воздействии на живые организмы и современную спасательную роботизированную технику. Устройства, позволяющие в реальном времени оперативно фиксировать уровень дозы импульсного ИИ, представляют большой практический интерес в качестве элемента информационно-измерительных систем для оповещения о ЧС, связанных с большими дозами излучения, полученными людьми и электронными системами автоматического управления. Разработка методов и средств, способных оперативно определять уровень высоких импульсных доз излучений, а также способных в реальном времени преобразовывать дозу в электрический сигнал, является актуальной задачей, направленной на снижение негативных последствий чрезвычайной ситуации (далее — ЧС) в условиях нахождения людей и высоко компьютеризированной техники в зоне ионизации мощных источников излучений.

При существенном улучшении состояния радиационной безопасности на промышленных объектах в последнее время, полностью исключить наличие аварийных ситуаций, в том числе и с поражением импульсным ИИ, нельзя. Для своевременного реагирования на последствия данного рода ЧС в целях защиты населения и сотрудников опасных объектов необходимо обеспечить своевременный прогноз развития ситуации. В частности, Ростатом зафиксировано, что количество случаев радиационных аварий на промышленных объектах, использующих источники ИИ, с 2013 года стабильно растет. Поэтому можно сделать вывод о том, что радиационному контролю и мониторингу не уделяется должного внимания.

На промышленных объектах могут возникать аварийные ситуации, когда при неконтролируемой цепной реакции происходят вспышки излучений высокой интенсивности, которые могут серьезно угрожать здоровью людей и приводить к полному выходу из строя дорогостоящего электронного оборудования за счет наведенной ИИ проводимости в полу-

проводниковых элементах электрических цепей. Для ликвидации последствий воздействия импульса интенсивного излучения и оценки ущерба при авариях необходимо иметь системы, регистрирующие дозовые поля в режиме реального времени с высоким временным разрешением, не требующие регулярной поверки и привязки к эталонным полям, которые имеют намного меньшую интенсивность. В мире интенсивно разрабатываются дозиметры, позволяющие регистрировать импульсы с высокой мощностью дозы в полях ИИ с нано и микросекундной длительностью импульса [1]. Например, предложено кварцевое оптическое волокно как позиционно-чувствительный датчик излучения для долгосрочного мониторинга распределения излучения в зонах с высокой мощности (далее — МД) дозы [2]. Однако эти методы позволяют получить лишь относительное распределение МД по местности, но не дают сведений об абсолютных значениях величин.

В области измерений мощных импульсных ИИ до настоящего времени не созданы специальные эталонные средства измерений, предназначенные для хранения и воспроизведения физических величин [3]. Хотя мощные импульсные излучатели, на которых проводятся основные радиационные испытания современной техники обеспечивают МД от 10^7 до 10^{13} Р/с [3].

Эталонные (поверочные установки) работают только в статическом режиме и при МД менее 10^3 Р/с. Мощные электрофизические установки (далее — ЭФУ) дают импульсы длительностью от 10^{-8} до 10^{-6} с. Спектрально-энергетические характеристики ЭФУ имеют широкий диапазон (от 0,1 до 3 МэВ), а эталонные и образцовые средства имеют узкий линейчатый спектр с небольшим количеством линий (0,184; 0,661 и 1,25 МэВ).

Для метрологического сопровождения испытаний на ЭФУ используются твердотельные полупроводниковые преобразователи [4] в сочетании с термолюминесцентными [3] дозиметрами, аттестованными в стационарных полях излучений. Полупроводниковые методы, обладая высоким временным разрешением, требуют сложной процедуры градуировки для получения абсолютных значений до-

зы за импульс высокой интенсивности. Обычно эти методы дополняются калиброванными в эталонных полях излучений интегральными дозиметрами. Для получения конечного результата измерений эти дозиметры после экспозиции нуждаются в нагреве и регистрации люминесценций в специальных лабораториях или в иных процедурах, позволяющих получить сведения о дозе. Таким образом, эти средства измерений не могут давать информацию о дозе за импульс в реальном времени и плохо совместимы с информационно-измерительными системами. Серьезным недостатком твердотельных дозиметров является также зависимость их показаний от энергии излучения, что приводит к дополнительным искажениям. Таким образом, весьма актуальной является разработка методов и средств измерений дозы за импульс высокой интенсивности, лишенных перечисленных недостатков.

Интенсивные исследования в области ядерных технологий и возможные акты ядерного терроризма повышают риск возникновения неконтролируемых цепных реакций. Для мониторинга интенсивных излучений необходимы приборы дозиметрического контроля, имеющие высокое быстродействие и возможность преобразовывать и передавать информацию о предельно высоких дозах облучения и высоких уровнях мощностей дозы в форме, удобной для автоматической обработки. Как отмечено в монографии [5], эти проблемы не решены в полной мере.

В ядерных реакциях синтеза до 80% энергии уносят нейтроны. Реакция может протекать в короткие интервалы времени 10^{-8} - 10^{-7} с [5]. Нейтроны высокой энергии, двигаясь от центра на периферию, не упруго взаимодействуют с ядрами азота и кислорода воздуха, порождая жесткое фотонное излучение, при этом быстро теряют энергию. Медленные нейтроны интенсивно захватываются ядрами окружающей среды. Это происходит преимущественно на расстоянии порядка пяти сот метров от центра реакции.

Упомянутые взаимодействия нейтронов с окружающей средой порождают мощное вторичное фотонное излучение высокой интенсивности. Время действия такого импульса излучения не превышает 10^{-6} - 10^{-5} с [5].

Импульсное излучение высокой интенсивности имеет широкий энергетический спектр и лежит в области комптоновского взаимодействия фотонов с веществом и распространяется вплоть до области, где начинает преобладать внутренний фотоэффект.

Вероятность взаимодействия фотонного излучения с веществом в комптоновской области пропорциональна атомному номеру вещества, а в области фотоэффекта пропорциональна кубу атомного номера, что приводит к сложности в интерпретации результатов дозиметрических измерений [6], когда рабочее тело дозиметра и оболочка, куда помещено рабочее тело, отличается от стандартной среды, в которой определен искомым дозиметрический параметр. Это усугубляется нестабильностью энергетического спектра излучения от импульса к импульсу, поскольку мощные однократные импульсы ИИ имеют разную физическую природу.

В свете сказанного, разработка систем оперативного контроля и оповещения о воздействии мощного импульса ИИ в режиме реального времени является весьма актуальной.

Методология исследования

В статье [7] описан метод импульсной дозиметрии интенсивного излучения, основанный на регистрации затухания высокочастотной электромагнитной волны в волноводе с воздух эквивалентной стенкой. Непосредственно измеряемой величиной является отношение сигнала с детектора СВЧ мощности без облучения и в моменты действия импульса излучения, по которому можно судить о скорости плотности ионизации. Данная величина в условиях гомогенного воздуха эквивалентного объема однозначно характеризует мощность экспозиционной дозы. Метод обладает высоким быстродействием и способен регистрировать мгновенную мощность дозы в форме, удобной для автоматической обработки в реальном времени.

Физические основы такого подхода базируются на высокочастотной кондуктометрии, позволяющей получать достоверную информацию о концентрации свободных электронов в ионизированных газах при значениях вплоть до плазменных. Баланс заряженных частиц определяет проводимость воздуха,

ионизированного мощной вспышкой ИИ. В системе уравнений баланса, приведенной в статье [7], лишь уравнение, характеризующее поведение электронной компоненты будет определять проводимость воздуха при мощности дозы более 10^8 Р/с, что объясняется высокой подвижностью электронов, которая на 4 порядка величины превосходит подвижность ионов и высокой скоростью ион ионной рекомбинации при большой плотности ионизации.

В монографии [8] приведено выражение интегрального затухания $\Delta\eta$ электромагнитной волны в волноводе, заполненного плазмой

$$\Delta\eta = \frac{2\pi\bar{\lambda} \int_V \sigma E^2 dV}{c\lambda \int_s E^2 ds}, \quad (1)$$

где σ – проводимость плазмы, $\bar{\lambda}$ – длина волны в волноводе, λ – длина волны в свободном пространстве, c – скорость света в вакууме, V – объем волновода, s – сечение волновода, E – напряженность электромагнитного поля.

Если волновод однородно заполнен ионизированным воздухом, то

$$\Delta\eta = \frac{2\pi\bar{\lambda}\sigma l}{c\lambda}, \quad (2)$$

где l – длина волновода.

Если длительность импульса ИИ больше 10^{-8} с, то процесс изменения концентрации электронной компоненты в воздухе нормальной плотности можно считать квазистационарным (вследствие высокой скорости прилипания электронов к нейтралам). В таком допущении производную концентрации свободных электронов по времени можно приравнять к нулю и связь между концентрацией электронов n и скоростью плотности ионизации q будет линейной

$$q = \gamma n, \quad (3)$$

где $\gamma = 1,1 * 10^{-8} \text{ с}^{-1}$ – скорость прилипания электронов к нейтральным молекулам в воздухе нормальной плотности.

Проводимость в этом случае определяется выражением

$$\sigma = \frac{e\mu q}{\gamma} \quad (4)$$

где μ – подвижность электронов, e – заряд электрона.

В соответствии с определением рентгена в воздухе нормальной плотности при мощности дозы, равной 1 Р/с, в одном сантиметре кубическом в секунду образуется $2,08 \cdot 10^9$ электрон-ионных пар. Иными словами, это величина есть скорость плотности ионизации q , выраженная в $\text{см}^{-3} \text{с}^{-1}$, соответствующая мощности дозы в 1 Р/с. Совместное рассмотрение формул (2) и (4) дает сравнительно простую линейную связь мощности дозы W с непосредственно измеряемой величиной – интегральным затуханием электромагнитной волны, проходящей через волновод, заполненный ионизированным излучением воздухом $\Delta\eta$

$$W = K \cdot \frac{c\lambda\gamma}{2\pi e\bar{\lambda}\mu l} \cdot \Delta\eta, \quad (5)$$

где K – коэффициент, зависящий от выбора системы единиц, для мощности дозы в Р/с, равный величине обратной $2,08 \cdot 10^9$. Следует отметить, что все величины, входящие в правую часть (5), кроме $\Delta\eta$, являются известными константами или могут быть предварительно измерены сравнительно с высокой точностью.

Изучению констант, определяющих проводимость ионизированного излучением воздуха, посвящена работа [9]. Для воздуха нормальной плотности подвижность составляет $\mu = 8,8 \cdot 10^5$ ед. СГСЭ, а $\gamma = 1,1 \cdot 10^8 \text{с}^{-1}$.

Однако необходимо отметить, что конечная информация о дозе за импульс в обсуждаемом методе получается с использованием электрофизических констант таких, как частота прилипания электронов к нейтралам в воздухе и их подвижность. Эти константы отсутствуют в базе стандартных справочных данных, а те научные труды, в которых они опубликованы, содержат недостаточно сведений о погрешностях их определений. Эти обстоятельства могут служить препятствием при метрологической аттестации этого метода, как абсолютного для определения дозы за импульс.

В работе [10] научно обоснован метод измерения дозы за однократный мощный импульс ИИ, основанный также на высокочастотном зондировании плазмы, но с использованием объемного резонатора, заполненного

разреженным воздухом. В этом случае доза за импульс связана со сдвигом собственной частоты резонатора посредством известных физических констант. Доза определяется в режиме реального времени в форме, удобной для обработки, передачи и хранения информации. Метод также является абсолютным и позволяет получить сведения о дозе без калибровки в эталонных полях ИИ. Эти два независимых дозиметрических подхода хорошо дополняют друг друга при мониторинге мощных импульсных полей, делая результат определения дозы за импульс надежным с одновременным получением временной зависимости мощности дозы.

В соответствии с теорией малых возмущений электромагнитных колебаний плазмой сдвиг собственной частоты резонатора Δf , вызванный введением плазмы в резонатор, линейно связан с концентрацией свободных электронов n_e , усреднённой по объему резонатора [7].

$$\Delta f = \frac{e^2}{2\pi m f_0} \bar{n}_e F_V \frac{V_p}{V_r}, \quad (6)$$

где e и m – заряд и масса электрона, f_0 – собственная резонансная частота объемного резонатора, V_p и V_r – объём плазмы и общий объём резонатора, соответственно, F_V – коэффициент, характеризующий относительное распределение электрического поля и плазмы в резонаторе.

В предположении о малости потерь электронов в рекомбинационных и диффузионных процессах за время импульса излучения концентрация свободных электронов в полости резонатора однозначно будет характеризовать дозу за импульс. Как выше было упомянуто, ионизационный эффект в воздухе нормальной плотности определяет дозу D в рентгенах. С учетом выражения (6) при равномерном заполнении ионизированным газом полости резонатора доза связана линейным соотношением с непосредственно измеряемой величиной (сдвигом частоты)

$$D = K \cdot \frac{2\pi m f_0}{e^2} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} \cdot \Delta f, \quad (7)$$

где $K = 0,48 \cdot 10^{-9}$ – как и в формуле (5) коэффициент, связывающий концентрацию элект-

трон ионных пар в воздухе нормальной плотности ρ_0 выраженную в см^{-3} и дозу в рентгенах, ρ – плотность разреженного воздуха в полости резонатора.

Результаты исследования

Наиболее перспективной и простой реализацией волноводного метода для измерения мощности дозы по затуханию волны в плазме является схема на проход (рисунок 1).

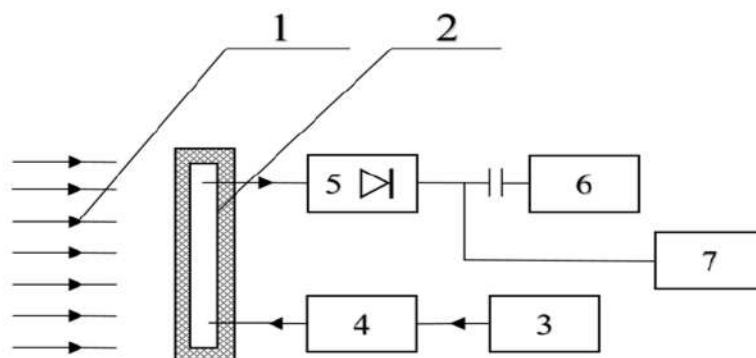


Рисунок 1 – Структура системы контроля мощности дозы

1 – поток ИИ; 2 – волновод с диэлектрическим радиатором и полостью; 3 – СВЧ генератор; 4 – ферритовый вентиль; 5 – детекторная секция; 6 – регистратор импульсов; 7 – милливольтметр

Реализация метода с использованием волновода предполагает распространение зондирующей волны в объеме, заполненном воздухом и ограниченной высокопроводящей поверхностью (чаще всего металлом). Наличие металла вблизи рабочего тела приводит к тому, что вторичные электроны, ионизирующие воздух в волноводе, выбиваются в основном первичным фотонным излучением из металла. Для фотонов с энергией порядка и менее 1 МэВ основными механизмами формирования потоков вторичных электронов в среде, подверженной воздействию фотонного излучения, являются эффект Комптона и внутренний фотоэффект. Как уже упоминалось, интенсивность эффекта Комптона пропорциональна первой степени, а для фотоэффекта – третьей степени атомного номера металла Z . Это, в конечном счете, приводит к существенным искажениям, так как скорость ионизации q формируется лавинами вторичных электронов, рожденных не в воздухе (стандартной среде), а в значительной степени в металле, где $Z_{эф}$ может существенно отличаться от Z воздуха.

В работе [11] предложено схемное решение волноводного дозиметра и излагается научно обоснованное решение конструкции датчика.

Предлагается в качестве стенки волновода использовать воздух эквивалентную пластмассу с $Z_{эф}$, равным Z воздуха, с последующим напылением на нее металла так, чтобы электроны, порожденные фотонным излучением, вылетали преимущественно из воздуха эквивалентной стенки, а не из металла.

Напыление на внешнюю поверхность стенки приводит к необходимости учитывать особенности распространения волны в сложной для анализа среде – диэлектрик и газ. Диэлектрик при этом должен иметь малый тангенс угла потерь на СВЧ частотах, что сильно усложняет задачу выбора материала стенки.

Испытание работоспособности волноводного измерителя может проводиться лишь на мощных электрофизических установках, в которых излучение имеет вид пучка, то есть имеет значительные поперечные градиенты. Это предполагает некоторую компактность чувствительной части первичного волноводного преобразователя.

Разрешение этих трудностей авторы нашли в использовании компактного полоскового волновода, скрученного в спираль, нанесенного методом напыления алюминия в вакууме на цилиндрическую стенку ионизационной камеры из воздух эквивалентной пластмассы.

Волновод был выполнен в виде несимметричной полосковой линии и рассчитан на волновое сопротивление стандартного коаксиального измерительного высокочастотного тракта 50 Ом. Такая конструкция первичного измерительного волноводного преобразователя позволяет при габаритном размере 750 мм получить длину волновода порядка 1-го метра.

При детектировании СВЧ сигналов обычно используются детекторы с квадратичной вольтамперной характеристикой, поэтому реально измеряется не амплитуда поля, а величина, пропорциональная мощности поля, проходящего через волновод. В этом случае интегральное затухание волны, проходящей через волновод, заполненный ионизированным воздухом, дается натуральным логарифмом отношения сигнала на детекторе при отсутствии облучения U_0 к сигналу на детекторе в моменты облучения $U(t)$. При однородном облучении первичного волноводного измерительного преобразователя и с учетом, что в полосковом волноводе распространяется волна ТЕМ, длина волны в волноводе такая же, как и в свободном пространстве. Все это приводит к выражению мощности дозы в соответствии с формулой (5) и значениями соответствующих констант

$$W(t) = 2,86 \cdot 10^9 \frac{1}{l} \ln \frac{U_0}{U(t)}, \text{ Р/с.} \quad (8)$$

При длине волновода $l = 0,1$ м и отношении U_0 к $U(t)$ равному 3, может быть получена верхняя граница динамического диапазона волноводного измерителя $3 \cdot 10^{10}$ Р/с. При больших затуханиях будет проявляться сильная нелинейность, что приведет к увеличению погрешности измерений.

Нижнюю границу диапазона определяют по следующим значениям: логарифм равен 0,01 (такая величина соответствует регистрации импульса в несколько десятков милливольт при постоянной составляющей на ВЧ детекторе в несколько вольт), а протяженность плазмы в волноводе $l = 1$ м. Нижняя граница диапазона оценивается значением МД $3 \cdot 10^7$ Р/с.

Такой диапазон измеряемых значений МД вполне отвечает потребностям практики. Для микросекундных импульсов, например, это соответствует диапазону доз 30 – 30000 Р.

Точное значение дозы за импульс при использовании волноводной методики может быть получено интегрированием временной зависимости мощности дозы информационно-измерительной системой мониторинга. Необходимо отметить, что регистрация мощности дозы имеет свой прикладной смысл при мониторинге импульсных дозовых полей. Высокие пиковые значения МД пагубно влияют на электронное оборудование даже при относительно небольших интегральных дозах. Это объясняется действием тиристорного эффекта в микросхемах при их облучении.

Из всех методов СВЧ диагностики для определения дозы за импульс отдано предпочтение резонаторному методу, который весьма полно описан в монографии [7]. Он обеспечивает относительно хорошую локальность измерений и высокую чувствительность по сравнению с иными методами СВЧ диагностики. Важным обстоятельством является то, что в резонаторном методе непосредственно измеряемой величиной является сдвиг частоты, а частотные измерения в настоящее время являются наиболее точным видом измерений.

В работах [10, 12] обсуждается методика использования объемного резонатора для измерения дозы за однократный мощный импульс ИИ. Показаны пути реализации этой методики для резонаторов различного типа как дециметрового, так и сантиметрового диапазонов длин волн.

В объемном СВЧ резонаторе электронный компонент плазмы взаимодействует лишь с электрической составляющей зондирующего электромагнитного поля, которую можно локализовать в сравнительно небольшой части объема резонатора, тем самым уменьшить размер чувствительной части первичного преобразователя (датчика). Это дает возможность уменьшить объем чувствительной части до нескольких единиц сантиметров кубических даже при использовании длинноволновой части СВЧ диапазона. При этом появляется возможность провести испытания элементов системы мониторинга на электрофизических установках в широком диапазоне параметров дозовых полей.

Наиболее простой и относительно легко реализуемой схемой измерения амплитудно-частотной характеристики резонатора является схема на проход, когда сигнал с СВЧ генератора поступает в резонатор и часть СВЧ энергии из резонатора поступает в измерительную часть СВЧ тракта. Для уменьшения влияния внешней цепи на свойства резонатора петли связи делаются относительно небольшими, чтобы обеспечить режим малой связи.

Режим малой связи предполагает, что только малая часть СВЧ мощности с генератора поступит в резонатор. Это приводит к значительным отражениям, формирующимся на входе в резонатор, что может приводить к срыву генерации СВЧ сигнала. Эту проблему решает ферритовый вентиль, который поглощает отраженный сигнал, что обеспечивает согласование тракта в широком диапазоне частот.

В качестве генератора СВЧ сигнала необходимо использовать генератор с частотой, которая может меняться под действием внешнего сигнала (свип генератор). Это может быть отражательный клистрон или лампа обратной волны (далее — ЛОВ). Вторая предпочтительней ввиду широкой полосы перестройки частоты. В дециметровом диапазоне промышленность выпускает измерители амплитудно-частотных характеристик, в которых встроен свип генератор и анализатор частот.

Для получения достоверных результатов дозы однократных импульсов измерительный СВЧ тракт необходимо дополнить высокоскоростным и достаточно чувствительным датчиком ионизирующего излучения, необходимый для запуска системы импульсной регистрации. В качестве такого элемента измерительного тракта может быть взят высокоско-

ростной преобразователь на основе сцинтиллятора из стибена и фотодиода.

Высокая чувствительность такого индикатора к ИИ может приводить к ложным срабатываниям, например, систем оповещения. Для предотвращения ложных срабатываний измерительный тракт должен содержать схему совпадений двух сигналов одновременно: сигнала от сцинтиллятора и сигнала с анализатора АЧХ. Только в этом случае сигнал с АЧХ резонатора поступает на дальнейшую обработку в информационно-измерительную систему.

Принципиальная схема измерительного тракта приведена на рисунке 2. Импульс ионизирующего излучения 1 воздействует на резонаторный измерительный преобразователь 2, вызывая ионизацию воздуха в полости камеры, что приводит к импульсному сдвигу частоты в резонаторе. В анализаторе 3 формируется АЧХ резонатора с плазмой в моменты окончания импульса ионизации. Запуск развертки частоты свип генератора 4 осуществляется по сигналу от сцинтилляционного датчика ИИ 6. Ранние этапы формирования импульса излучения фиксируются чувствительным высокоскоростным сцинтилляционным датчиком 6. Сигнал с датчика 6 усиливается усилителем формирования 7 и через блок временной задержки 8 (чтобы регистрация частоты резонатора с плазмой происходила по завершению облучения) поступает на вход синхронизации регистратора АЧХ 3, а также и на один из входов схемы совпадений 9. Если на второй вход схемы совпадений 9 поступает одновременно сигнал и с регистратора АЧХ, схема 9 оцифровывает сигнал с регистратора и передает на вход информационно измерительной системы 10 для дальнейшей обработки.

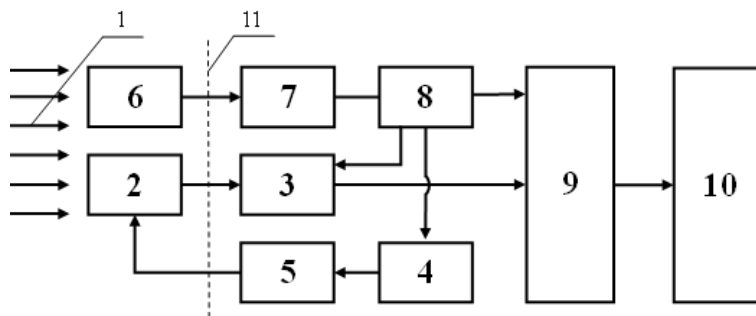


Рисунок 2 – Принципиальная схема измерительного тракта высокочастотного резонаторного дозиметра

1 – поток ИИ; 2 – резонаторный первичный измерительный преобразователь; 3 – регистратор АЧХ; 4 – СВЧ генератор; 5 – ферритовый вентиль; 6 – сцинтилляционный датчик ИИ; 7 – усилитель формирователь; 8 – блок временной задержки; 9 – схема совпадений; 10 – информационно измерительная система; 11 – защита от ИИ

В работе [12] показана эффективность применения цилиндрических резонаторов в задачах мониторинга импульсных дозовых полей высокой интенсивности. Применение таких резонаторов гигагерцового диапазона частот позволяет использовать хорошо выделенные моды колебаний и тем самым на порядок величины расширить динамический диапазон методики измерений дозы без изменения в измерительном тракте. Согласно формуле (7), при заполнении резонатора воздухом давлением 10^3 Па на частоте зондирования 3 ГГц получаем линейную связь дозы с непосредственно измеряемой величиной – сдвигом частоты, вызванным облучением резонатора Δf в Гц

$$D = 3,6 * 10^{-6} * \Delta f, P. \quad (9)$$

Принимая максимальный сдвиг частоты Δf равным $3 * 10^8$ Гц (величина, гарантирующая работу на выбранной моде колебаний), может быть оценена, согласно (9), верхняя граница динамического диапазона методики, равная $1,1 * 10^3$ P.

Нижняя граница определяется добротностью объемного резонатора, которая обычно составляет величину порядка 10^3 и более, что обеспечивает устойчивое измерение частотного сдвига гигагерцового резонатора величиной порядка одного мегагерца. Это видно из эксперимента, приведенного в статье [11]. Формула (9) дает в этом случае оценку нижней границы диапазона, равную 3,6 P.

Необходимо отметить хорошее перекрытие диапазонов измерения по дозе за импульс двумя независимыми методиками, что значительно повышает достоверность мониторинга при его высоком быстродействии.

Заключение

Таким образом, в данной работе приведены основные положения функционирования систем регистрации мощности дозы и интегральной дозы импульсного ионизирующего излучения высокой интенсивности.

Разработанная методика проведения измерений временной зависимости мощности дозы с использованием волноводного преобразователя теоретически позволяет измерять мощность дозы в диапазоне от $3 * 10^7$ до $3 * 10^{10}$ P/с.

Методика измерения дозы за однократный мощный импульс ИИ, основанная на применении в качестве ионизационной камеры объемного высокочастотного резонатора, позволяет измерить дозу в диапазоне от 3,6 до $1,1 * 10^3$ P.

Две независимые методики могут, дополняя друг друга, составлять основу перспективного мониторинга дозовых полей импульсных ИИ высокой интенсивности, делая показания весьма достоверными. Обе методики не нуждаются в калибровке в эталонных полях ИИ, дают сведения об абсолютных значениях измеряемых величин, а также обладают высоким быстродействием, могут давать информацию в реальном времени и в форме удобной для обработки и хранения.

Литература

1. Intercomparison of personal and ambient dosimeters in extremely high-dose-rate pulsed photon fields/ G. Zorloni, I. Ambrozova, P. Carbonez et al. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969806X19308461?via%3Dihub> (дата обращения: 10.04.2021). DOI: 10.1016/j.radphyschem.2020.108764
2. Terasaka Y., Watanabe K., Uritani A. Evaluation of a one-dimensional position-sensitive quartz optical fiber sensor based on the time-of-flight method for high radiation dose rate applications. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168900221352?via%3Dihub> (дата обращения: 10.04.2021). DOI: 10.1016/j.nima.2021.165151
3. Тарасенко Ю.Н. Вторичные эталоны единиц измерения ионизирующих излучений: монография. – М.: Техносфера. 2011. 458 с.
4. Альбиков З.А., Немчинов В.М. Детекторы импульсного ионизирующего излучения. – М.: Издательство НИЯУ МИФИ. 2016. 216 с.
5. Тарасенко Ю.Н. Ионизационные методы дозиметрии высокоинтенсивного ионизирующего излучения. – М.: Техносфера. 2013. 264 с.
6. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений. – М.: Атомиздат. 1976. 503 с.
7. Морозов Н.Н., Евсеев В.Н., Чечеткина Н.В. Метод регистрации интенсивного импульса жесткого излучения в реальном масштабе времени. // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2020. № 3. С. 62 – 69.
8. Голант В.Е. Сверхвысокочастотные методы исследования плазмы. – М.: Издательство «Наука». 1968. 327 с.
9. Вагин Ю.П. и др. Результаты исследования физических констант, характеризующих свойства воздуха, облучаемого импульсами быстрых электронов. // Сб. Метрология быстропротекающих процессов. – М.: НИИФТРИ. 1977. С. 66 – 67.
10. Морозов Н.Н., Мазаник А.И., Акимбаев Е.Ж. Экспресс метод измерения дозы за импульс излучения высокой интенсивности. // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2021., № 2. С. 55 – 60.
11. Морозов Н.Н., Нурмагомедов Т.Н. Измеритель мощности дозы импульсного фотонного излучения высокой интенсивности. // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2022. № 1. С. 27 – 33.
12. Морозов Н.Н., Мазаник А.И. Резонаторный дозиметр для мониторинга дозовых полей излучений высокой интенсивности. // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1. С. 65 – 72.

PROBLEMS OF MONITORING HIGH DOSE PULSED IONIZING RADIATION

Nikolay MOROZOV

doctor of technical sciences, professor,
 professor of the department (physics)
 The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
 named after D.I. Mikhailika
 Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
 md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
 E-mail: n.n.morozov@amchs.ru

Alexander MAZANIK

doctor of military sciences, professor,
 chief researcher of the research center
 The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
 named after D.I. Mikhailika
 Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
 md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
 E-mail: a.mazanik@amchs.ru

Abstract. The article analyzes known methods for measuring dose fields of high-power pulsed radiation. It is shown that the problem of measuring the dose parameters of such fields, despite its relevance, has not been fully solved. Promising projects for solving this problem using microwave diagnostic methods are discussed. In particular, waveguide and resonator methods for diagnosing plasma formations that arise in gases when exposed to intense radiation are considered. These methods can complement each other in monitoring such fields and provide real-time dose and dose rate information without requiring calibration in reference fields.

Keywords: ionizing radiation, high intensity, powerful pulse, waveguide diagnostic method, electromagnetic wave attenuation, resonator method, resonant frequency shift..

Citation: Morozov N.N., Mazanik A.I. Problems of monitoring high dose pulsed ionizing radiation // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. № 3 (58). S. 52 – 61.

References

1. Intercomparison of personal and ambient dosimeters in extremely high-dose-rate pulsed photon fields/ G. Zorloni, I. Ambrozova, P. Carbonez et al. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0969806X19308461?via%3Dihub> (date of access: 10.04.2021). DOI: 10.1016/j.radphyschem.2020.108764
2. Terasaka Y., Watanabe K., Uritani A. Evaluation of a one-dimensional position-sensitive quartz optical fiber sensor based on the time-of-flight method for high radiation dose rate applications. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168900221352?via%3Dihub> (date of access: 10.04.2021). DOI: 10.1016/j.nima.2021.165151
3. Tarasenko Y.N. Secondary standards of units of measurement of ionizing radiation: monograph. – M.: Technosphere. 2011. 458 s.
4. Albikov Z.A., Nemchinov V.M. Detectors of pulsed ionizing radiation. – M.: Publishing house NRNU MEPhI. 2016. 216 s.
5. Tarasenko Y.N. Ionization methods for dosimetry of high-intensity ionizing radiation. – M.: Technosphere. 2013. 264 s.
6. Golubev B.P. Dosimetry and protection against ionizing radiation. – M.: Atomizdat. 1976. 503 s.
7. Morozov N.N., Evseev V.N., Chechetkina N.V. A method for recording an intense pulse of hard radiation in real time. // Scientific and educational problems of civil protection. 2020. No. 3. S. 62 – 69.
8. Golant V.E. Ultrahigh-frequency methods for plasma research. – M.: Publishing house "Science". 1968. 327 s.
9. Vagin Y.P. and others. Results of a study of physical constants characterizing the properties of air irradiated by pulses of fast electrons. // Sat. Metrology of fast processes. – M.: NIIFTRI. 1977. S. 66 – 67.
10. Morozov N.N., Mazanik A.I., Akimbaev E.Z. Express method for measuring dose per pulse of high-intensity radiation. // Scientific and educational problems of civil protection. 2021., No. 2. S. 55 – 60.
11. Morozov N.N., Nurmagomedov T.N. High intensity pulsed photon radiation dose rate meter. // Scientific and educational problems of civil protection. 2022. No. 1. S. 27 – 33.
12. Morozov N.N., Mazanik A.I. Resonator dosimeter for monitoring dose fields of high-intensity radiation. // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. No. 1. S. 65 – 72.

УДК 614.841.2

**ПОСТАНОВКА НАУЧНОЙ ЗАДАЧИ ПО ОБОСНОВАНИЮ РАЦИОНАЛЬНОГО
РАЗМЕРА КЛАСТЕРА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МОДЕЛИ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПО
ПОГОДНЫМ УСЛОВИЯМ**

А.В. Рыбаков

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры (высшей математики)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: a.rybakov@amchs.ru

Е.В. Иванов

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры (аварийно-спасательных работ)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: e.ivanov@amchs.ru

А.В. Дмитриев

научный сотрудник научно-исследовательского
отдела (по проблемам ГО и ЧС)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А
E-mail: a.dmitriev@amchs.ru

Аннотация. В данной статье представлен метод разработки прогностических моделей, нацеленных на предсказание возникновения природных пожаров в Российской Федерации. Для построения этих моделей был использован подход, основанный на методах машинного обучения, включая градиентный бустинг и деревья решений. Математические модели и алгоритмы кластеризации были применены для анализа пространственных данных и выделения характеристик, связанных с вероятностью возникновения природных пожаров. Важным этапом работы является интерполяция данных и уточнение пространственной разбивки, что способствует значительному повышению точности прогнозов и локализации участков, подверженных риску. Основными источниками информации, использованными при разработке моделей, являются базы данных, содержащие информацию о термоточках и метеорологических данных, предоставленные МЧС России. Решение задачи, сформулированной в статье, позволит определить рациональные размеры пространственных кластеров, что, в свою очередь, обеспечит прогнозирование возникновения природного пожара с наибольшей вероятностью при заданной точности.

Ключевые слова: модель прогнозирования природных пожаров, пожарная опасность, мониторинг, модели машинного обучения, кластеризация, метеорологические параметры.

Цитирование: Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Дмитриев А.В. Постановка научной задачи по обоснованию рационального размера кластера при формировании модели прогнозирования природной пожарной опасности по погодным условиям // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 3 (58). С. 62 – 69.

Природные пожары (несмотря на общее
снижение показателей (рисунки 1 и 2)) про-

должают оставаться серьезной опасностью
для ряда регионов нашей страны.

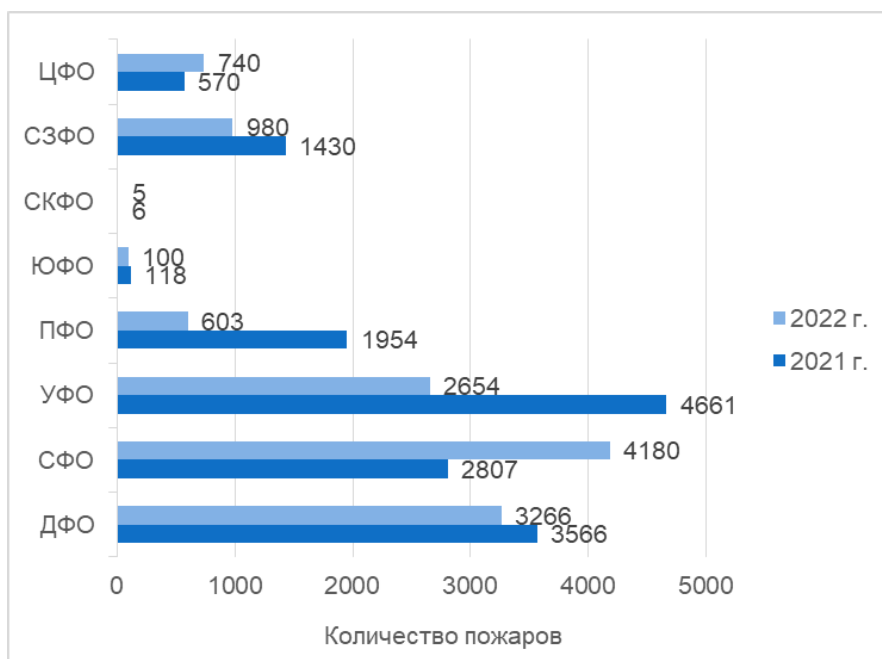


Рисунок 1 – Распределение количества пожаров (в сравнении с 2021 годом) по федеральным округам

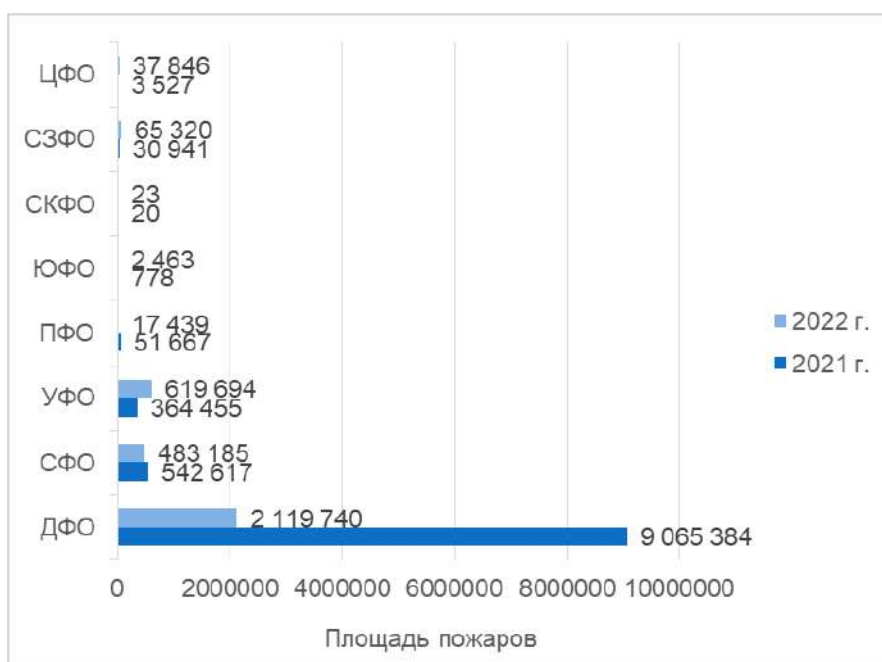


Рисунок 2 – Распределение площади пожаров (в сравнении с 2021 годом) по федеральным округам

Всего в 2022 г. на территории Российской Федерации возникло 12 528 очагов природных пожаров (что ниже показателей 2021 года на 17,1%). Общая площадь, пройденная огнем, составила 3 345 710,71 га.

Следует отметить рост использования современных технологий в практике мониторинга и прогнозирования природных пожаров [1,2]. Применение данных дистанционного зондирования Земли позволило выявить

в 2022 году более 160 тыс. термических точек. Применение беспилотных авиационных систем (в 2022 году применялись для целей подтверждения термоточек свыше тысячи раз) показало высокую эффективность в решении задач для сбора информации на начальном этапе при принятии управленческих решений.

Вместе с тем, практика борьбы с природными пожарами показала, что важнейшей задачей при снижении ущерба является своевременное обнаружение термоточек и идентификация их как очага природного пожара [3]. В свою очередь, решение данной задачи может быть достигнуто только в том случае если есть четкое понимание о географической локализации участка местности, для которого наиболее вероятно возникновение очага природного пожара.

В настоящее время в качестве таких моделей выступают базирующиеся на оценке класса пожарной опасности [4,5], в том числе и зарубежные, такие как The McArthur Forest Fire Danger Index (Австралия), National Fire Danger Rating System (США), Canadian Forest Fire Danger Rating System (Канада). Данные показатели позволяют осуществить ранжирование территорий по пожарной опасности в зависимости от погодных условий, характеристик лесных горючих материалов, антропогенной нагрузки.

Кроме того, значительное распространение в настоящее время приобретают методики, позволяющие производить вероятностную оценку возникновения природного пожара [6,7]. Указанные методы базируются на оценке вероятности возникновения природных пожаров с применением известных законов распределения, на основе обработки статистических данных о зарегистрированных событиях (подтвержденных термоточках) и соответствующих им показателях параметров, определяющих пожарную опасность.

Существенной проблемой всех применяемых методов является определение тех участков местности, для которых пожарная обстановка будет определяться одними и теми же параметрами.

В работе [7] осуществлена постановка задачи формирования модели оценки вероятности правильного предсказания возникновения события (природного пожара ($P(t)$), от факторов (F), оказывающих влияние на пожарную опасность.

$$P = f(F, t), \quad (1)$$

где $F = (f_1; f_2 \dots f_m)$ – совокупность факторов, оказывающих влияние на пожарную опасность (m – общее число значимых факторов); t – временной отрезок на который осуществляется прогноз.

В настоящее время практическое решение, основанное на применении моделей машинного обучения, использующих схему градиентного бустинга (библиотека машинного обучения CatBoost [8]) позволило получить точность прогнозной модели свыше 75% для территории Красноярского края [7].

Учитывая, что алгоритмы градиентного бустинга, реализующие по сути функцию построения суммы деревьев решений, по аналогии с градиентным спуском, осуществляют решение задачи минимизации ошибки [9], то их точность будет обуславливаться объемом выборки статистических данных, подобранных для обучения и верификации модели.

Алгоритм градиентного бустинга в задачах бинарной классификации реализует так называемое обучение с учителем. Суть реализуемого метода состоит в построении дерева решений (рисунок 3) на основе данных выборки о параметрах F и соответствующих им значениях целевой функции N (где N принимает бинарные значения «0» - если термоточка не фиксировалась, «1» – если термоточка фиксировалась).

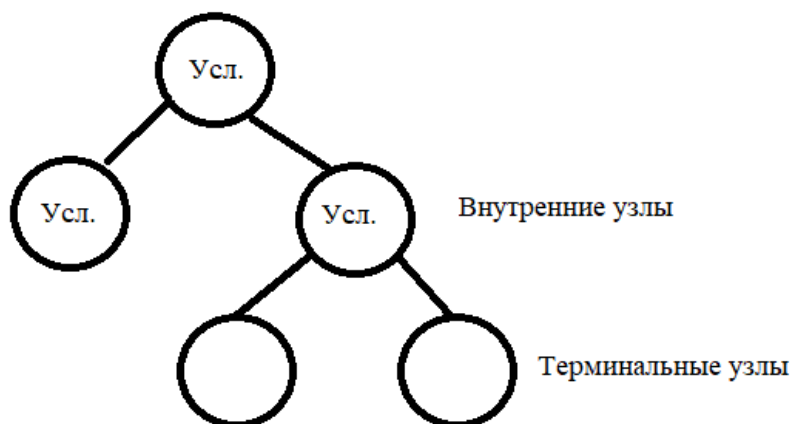


Рисунок 3 – Схематическое изображение дерева решений

Сам алгоритм построения дерева решений включает в себя последовательное определение наиболее значимого критерия (F_j) при разбиении обучающей выборки, дающей наибольшее снижение величины энтропии Шеннона (4)

$$E = - \sum_{i=1}^c p_i \log_2 p_i, \quad (2)$$

где i – определяемый класс (фиксировалась / не фиксировалась термоточка); p – частотная характеристика проявления события; c – объем выборки, для которой проводится обучение дерева.

Величина энтропии Шеннона показывает меру неупорядоченности, полученной на каждом узле системы показателей исходов (фиксация / не фиксация термоточки).

В качестве показателя, характеризующего выгоду «разбиения» выборки по значению показателя F_j выступает связанная с энтропией Шеннона величина прироста информации (Information Gain) [11].

$$I = E_{n-1} - \sum_{i=1}^c \frac{N_i}{N} \cdot E_n, \quad (3)$$

где E_{n-1} – величина энтропии Шеннона на внутреннем узле, предшествующем делению выборки; N_i – число объектов в новой выборке, принадлежащих i -му классу; N – общий объем выборки в узле, образующемся после ветвления.

Значения фактора F_j , приводящие к максимуму значения функции (3), будут являться

условием деления выборки на 2 узла. В качестве величины шага значений фактора F_j выступает величина погрешности его измерений, либо любая другая, задаваемая оператором.

Необходимо отметить, что разбиение выборки может осуществляться сколь угодно точно, вплоть до приведения величины (2) к нулю, то есть ситуации, когда в каждом терминальном узле будет только один исход. С точки зрения практики построения деревьев решений и их применения для решения задач прогноза задают минимально допустимый прирост величины (3), по достижению которого дерево решений считается обученным.

Учитывая, что количество событий, по которым осуществляется построение дерева решений, превышает несколько тысяч, то построение модели идет до заданной оператором точности (частота реализации целевого, предсказываемого события в терминальном узле не ниже заданной).

Основную сложность при реализации методов Big Data составляет необходимость локализовать участки местности, для которых будет осуществляться прогноз [7] и выявление значимых факторов.

Для выявления статистически значимых факторов F_j могут быть применены к методам дисперсионного и ковариационного анализа, но в случае решения задачи, определения оптимального участка местности для построения прогнозной модели, целесообразно применение методов кластерного анализа, таких как DBSCAN [12].

С точки зрения практического применения построенных моделей наименее проработанной в настоящее время задачей, связанной с прогнозированием природной пожарной опасности, является задача повышения достоверности модели прогнозирования вероятности возникновения природного пожара, за счет локализации участков местности со схожими параметрами с точностью не ниже заданной.

Построение модели прогноза осуществляется исходя из допущения о том, что имеющаяся на дату составления вероятностного прогноза t информация определяется значением прогноза, а также значениями условий (влияющих на пожарную обстановку) на период времени $t + n$. Применительно к задаче прогноза модель принимает следующий вид (4)

$$P(t) = f\{(F(t) | F(t + n)); S\}, \quad (4)$$

где S – размеры кластера, для которого осуществляется прогноз.

Рассмотренная постановка задачи предполагает применение статистических методов прогнозирования, суть которых будет сводиться к определению наиболее значимых факторов, влияющих на пожарную опасность (статистические методы), либо логической (физико-статистические методы) зависимости на основе анализа данных многолетних наблюдений для конкретного участка местности.

При этом точность модели (T) будет определяться как отношение числа правильно предсказанных событий (*True Positive*), когда модель предсказывала возникновение термоточки и фактически регистрировался пожар, к сумме правильно предсказанных событий и событий, когда имела места ошибка предсказания, но пожар был зарегистрирован (*False Positive*)

$$T = TP / (TP + FP), \quad (5)$$

где TP – число правильно предсказанных событий; FP – число ложных прогнозов, когда событие не прогнозировалось, но произошло.

Величина S для модели (4) будет определять изменчивость факторов F , что очевидно вытекает из положения о том, что чем меньше величина географической области, для которой осуществляется построение модели,

тем меньше величина изменчивости факторов, влияющих на целевую функцию. Учитывая, что величина N в выражении 3 будет определяться временным отрезком, включающим наблюдения по факторам F , входящим в обучающую выборку, задача обоснования рационального размера кластера при формировании модели прогнозирования природной пожарной опасности по погодным условиям будет иметь следующий вид

$$P = f(F; S; N) \xrightarrow{s} max, \quad (6)$$

В качестве ограничений принимается:

$$N = const, \quad (7)$$

$$T \approx T_{min}.$$

То есть необходимо найти такие размеры кластера (S), для которого прогнозная модель, при известном постоянном объеме обучающей выборки (N) будет способна прогнозировать вероятность возникновения природных пожаров, при заданной точности.

Решение указанной задачи возможно за счет итерационного изменения значений обучающей выборки путем включения / исключения в кластер новых наблюдений, что в конечном итоге приводит к изменению размеров кластера на величину $\Delta S = S_0 - S_1$.

Для случая, когда не соблюдаются условия по ограничению точности и она превышает заданные значения, кластер увеличивается $\Delta S > 0$, в качестве нового наблюдения, включаемого в выборку, рассматривается наиболее близко находящееся к границам кластера S_0 . Затем, по ранее представленному алгоритму осуществляется переобучение модели и сверка ее метрик с ограничениями на точность. В случае если модель не удовлетворяет требованиям к точности, предыдущую операцию повторяют, если удовлетворяет, размер кластера считаем оптимальным.

Напротив, если точность построенной модели намного ниже заданных значений, то поэтапно осуществляется уменьшение размеров кластера $\Delta S < 0$, последовательно убирая из выборки значения, дающие *False Positive* результат. Аналогично предыдущему описанию производится переобучение модели и проверка ее на соблюдение условий по точности.

Определение вероятности возникновения природного пожара в заданной области является задачей, требующей применения математических моделей и методов анализа данных. Для достижения более точной локализации участков, где возможно возникновение природных пожаров, применяется алгоритм кластеризации и интерполяция данных.

Кластеры в данном контексте представляют собой группы термоточек, используемых для обучения модели. Размер кластера определяется количеством входящих в него термоточек, которые имеют географические параметры, такие как долгота и широта. Эти параметры играют важную роль, так как события, подаваемые на обучение, имеют свои географические координаты.

Внутри каждого кластера происходит разбиение на подкластеры с использованием координатной сетки. Метеопараметры, выступающие в роли факторов, предоставляются в виде данных, привязанных к сетке с определенным разрешением, например, 2,5 на 2,5 градуса. Таким образом, на углах квадратов координатной сети будут размещены данные по интересующим параметрам, которые используются для анализа и прогнозирования.

Для более точной локализации участков и определения вероятности возникновения природных пожаров проведена интерполяция данных, в результате чего размер сетки был уменьшен на 0,65 на 0,65. Это позволяет получить более детальные значения и повысить точность предсказаний

$$y = y_1 + ((x-x_1)/(x_2 - x_1) * (y_2 - y_1)) \quad (8)$$

где:

y – искомое параметры в заданной координате;

x – параметры модели (метеоданные);

x_1 – наименьший параметр;

x_2 – наибольший параметр;

y_1 – значение наименьшего параметра;

y_2 – значение наибольшего параметра.

Внутри каждого подкластера 0,65 на 0,65 модель вычисляет вероятность возникновения природного пожара, присваивая ему значение 1 или 0. При этом, если термоточка находится в подкластере, имеющем значение 1 (таким он будет является если на его углах предсказаны значения 1), с точностью в 75% для него будет фиксироваться природный пожар. Это свидетельствует о том, что данная термоточка представляет потенциальный риск пожара.

Таким образом, применение моделей кластеризации, интерполяции данных и вероятностных оценок позволяет более точно локализовать участки местности и определить вероятность возникновения природных пожаров.

Использование математических моделей и алгоритмов кластеризации позволяет провести анализ пространственных данных и выделить характеристики, связанные с возникновением природных пожаров. Интерполяция данных и уточнение пространственной разбивки помогают повысить точность предсказаний и локализации участков с высокой вероятностью пожаров.

Литература

1. Катаргина И.В., Брешина В.Н., Закирова С.В., Завидская М.Г. Космос на службе МЧС России // Актуальные вопросы пожарной безопасности. – 2022. – № 1(11). – С. 47 – 55.
2. Агеев В.Г., Коляда А.Ю., Шиш О.С., Диденко А.А. Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга лесных и степных пожаров // Научный вестник НИИГД Респиратор. – 2019. – № 3(56). – С. 7 – 18.
3. Топкарян А.Х., Белоусов Р.Л., Дрожжин Н.А., Араштаев А.И. Научно-методический аппарат рационального распределения сил и средств РСЧС для подтверждения природных пожаров по данным космического мониторинга // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2022. – № 4(27). – С. 56 – 64.
4. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 5 июля 2011 г. №287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в за-

висимости от условий погоды» [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/902289183>
(дата обращения: 18.05.2023 г.).

5. Губенко И.М., Рубинштейн К.Г. Сравнительный анализ методов расчета индексов пожарной опасности // Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. – 2012. – №347. – С. 207 – 222.
6. Плотникова А.С., Ершов Д.В., Шуляк П.П. Использование закона Пуассона для оценки вероятности возникновения лесных пожаров на территории Иркутской области // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли: материалы международной науч.конф. – Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2014. С. 237 – 241.
7. Иванов Е.В., Рыбаков А.В., Дмитриев А.В., Фукс Э.К. О модели прогнозирования вероятности возникновения природного пожара на основе данных дистанционного зондирования Земли // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2022. – Т. 19, № 3. – С. 77 – 87.
8. Ibrahim, Abdullahi & Raheem, Ridwan & Muhammed, Muhammed & Abdulaziz, Rabiati & Ganiyu, Saheed. (2020). Comparison of the CatBoost Classifier with other Machine Learning Methods. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 11. 11.
9. Салахутдинова К.И., Лебедев И.С., Кривцова И.Е. Алгоритм градиентного бустинга деревьев решений в задаче идентификации программного обеспечения // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2018. – Т. 18, № 6. – С. 1016 – 1022.
10. Дулесов А.С., Карандеев Д.Ю., Кондрат Н.Н. Возможности применения выражения шеннона при определении количества информации // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2016. – № 15. – С. 5 – 7.
11. Nowozin, Sebastian. (2012). Improved Information Gain Estimates for Decision Tree Induction. Proceedings of the 29th International Conference on Machine Learning, ICML 2012. 1.
12. Мазаник А.И., Белоусов Р.Л., Дрожжин Н.А., Араштаев А.И. Пространственная группировка природных пожаров с помощью иерархической кластеризации данных // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 2(45). – С. 85 – 97.

FORMULATION OF A SCIENTIFIC PROBLEM TO JUSTIFY THE RATIONAL SIZE OF A CLUSTER IN THE FORMATION OF A MODEL FOR FORECASTING NATURAL FIRE HAZARD ACCORDING TO WEATHER CONDITIONS

Anatoly RYBAKOV

doctor of technical sciences, professor,
professor of the department (higher mathematics)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: a.rybakov@amchs.ru

Evgeniy IVANOV

candidate of technical sciences, associate professor,
associate professor of the department (rescue work)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: e.ivanov@amchs.ru

Anton DMITRIEV

researcher at the research department
(on civil defense and emergency situations)
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: a.dmitriev@amchs.ru

Abstract. This article presents a method for developing predictive models aimed at predicting the occurrence of wildfires in the Russian Federation. To build these models, an approach based on machine learning methods was used, including gradient boosting and decision trees. Mathematical models and clustering algorithms were applied to analyze spatial data and highlight characteristics associated with the likelihood of wildfires. An important stage of the work is the interpolation of data and refinement of the spatial breakdown, which contributes to a significant increase in the accuracy of forecasts and localization of areas at risk. The main sources of information used in developing the models are databases containing information about thermal points and meteorological data provided by the Russian Ministry of Emergency Situations. The goal of this research work was to achieve the highest accuracy of models, which is considered as the main criterion for optimizing spatial clusters.

Keywords: wildfire forecasting model, fire danger, monitoring, machine learning models, clustering, meteorological parameters.

Citation: Rybakov A.V., Ivanov E.V., Dmitriev A.V. Formulation of a scientific problem to justify the rational size of a cluster in the formation of a model for forecasting natural fire hazard according to weather conditions // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. № 3 (58). S. 62 – 69.

References

1. Katargina I.V., Breshina V.N., Zakirova S.V., Zavidskaya M.G. Space in the service of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Current issues of fire safety. – 2022. – No. 1(11). – S. 47 – 55.
2. Ageev V.G., Kolyada A.Yu., Shish O.S., Didenko A.A. Application of unmanned aerial vehicles for monitoring forest and steppe fires // Scientific Bulletin of NIIGD Respirator. – 2019. – No. 3(56). – S. 7 – 18.
3. Topkaryan A.K., Belousov R.L., Drozhzhin N.A., Arashtaev A.I. Scientific and methodological apparatus for the rational distribution of forces and means of the RSChS for confirming natural fires according to space monitoring data // Siberian Fire and Rescue Bulletin. – 2022. – No. 4(27). – S. 56 – 64.
4. Order of the Federal Forestry Agency of July 5, 2011 No. 287 "On approval of the classification of natural fire danger in forests and the classification of fire danger in forests depending on weather conditions"[Electronic resource] URL: <https://docs.cntd.ru/document/902289183> (date of access: 18.05.2023).
5. Gubenko I.M., Rubinshtein K.G. Comparative analysis of methods for calculating fire danger indices // Proceedings of the Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation. – 2012. – No. 347. – S. 207 – 222.
6. Plotnikova A.S., Ershov D.V., Shulyak P.P. Using Poisson's law to assess the probability of forest fires in the Irkutsk region // Regional problems of remote sensing of the Earth: materials of the international scientific conference. – Krasnoyarsk: Sib.feder. Univ., 2014. S. 237 – 241.
7. Ivanov E.V., Rybakov A.V., Dmitriev A.V., Fuks E.K. On a model for predicting the probability of a natural fire based on data from remote sensing of the Earth // Modern problems of remote sensing of the Earth from space. – 2022. – T. 19, No. 3. – S. 77 – 87.
8. Ibrahim, Abdullahi & Raheem, Ridwan & Muhammed, Muhammed & Abdulaziz, Rabiati & Ganiyu, Saheed. (2020). Comparison of the CatBoost Classifier with other Machine Learning Methods. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 11. 11.
9. Salakhutdinova K.I., Lebedev I.S., Krivtsova I.E. Algorithm for gradient boosting of decision trees in the software identification problem // Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics. – 2018. – T. 18, No. 6. – S. 1016 – 1022.
10. Dulesov A.S., Karandeev D.Y., Kondrat N.N. Possibilities of using the Shannon expression in determining the amount of information // Bulletin of the Khakass State University. N.F. Katanova. – 2016. – No. 15. – S. 5 – 7.
11. Nowozin, Sebastian. (2012). Improved Information Gain Estimates for Decision Tree Induction. Proceedings of the 29th International Conference on Machine Learning, ICML 2012. 1.
12. Mazanik A.I., Belousov R.L., Drozhzhin N.A., Arashtaev A.I. Spatial grouping of natural fires using hierarchical data clustering // Scientific and educational problems of civil protection. – 2020. – No. 2(45). – S. 85 – 97.

УДК 614.8

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА И МЕСТ ДИСЛОКАЦИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ

П. А. Матюшев

ассистент кафедры (промышленной и экологической безопасности)
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
Адрес: 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10
E-mail: ardias@bk.ru

Н. А. Гайнетдинов

магистрант кафедры (систем информационной безопасности)
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
Адрес: 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10
E-mail: niyaz.gainetdinoff@yandex.ru

С. Н. Зарипова

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры (промышленной и экологической безопасности)
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
Адрес: 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10
E-mail: zsn10@mail.ru

С. В. Новикова

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры (прикладной математики и информатики)
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ
Адрес: 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10
E-mail: SVNovikova@kai.ru

Аннотация. В статье представлено описание алгоритма и программной реализации решения задачи определения количества и мест дислокации аварийно-спасательных формирований. Декомпозиция многокритериальной модели с тремя целевыми функциями-критериями и применение Парето-оптимизации при заданном значении максимально возможного расстояния от потенциальных места дислокации спасателей до места аварии или происшествия позволяют определить зоны ответственности аварийно-спасательных формирований.

Ключевые слова: аварийно-спасательные формирования, места дислокации, чрезвычайные ситуации и происшествия, многокритериальная оптимизация.

Цитирование: Матюшев П.А., Гайнетдинов Н.А., Зарипова С.Н., Новикова С.В. Алгоритм решения задачи определения оптимального количества и мест дислокации аварийно-спасательных формирований // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 3 (58). С. 70 – 78.

Решение задач, связанных со спасением людей и материальных ценностей, защитой природной среды в зонах чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС) и происшествий, локализацией и подавлением опасных факторов, возложено на аварийно-спасательные формирования (далее — АСФ), которые в процессе поисковых и аварийно-спасательных работ выполняют множество подзадач различной сложности в зависимости от территории или акватории, где произошли аварии.

Известно, что начало аварийно-спасательных работ в течение одного часа после ЧС или происшествия позволяет уменьшить потери до 40%, повышение темпов работ в два раза – увеличить число спасенных до 35% [1, 2]. В работах [3 – 6] обосновано, что сокращение времени прибытия спасателей к месту ЧС или происшествия может быть достигнуто путем определения оптимального количества АСФ, мест их дислокации и зон

ответственности на территории исследуемого субъекта с учетом социально-экономических и иных характеристик территории.

В работах [5, 7, 8] показано, что для определения места дислокации АСФ необходимо минимизировать суммарное расстояние от потенциального места дислокации до всех потенциально опасных объектов (далее — ПОО).

В соответствии с работами [3 – 6, 7, 8] факторами, которые следует учитывать при выборе мест дислокации АСФ, являются:

1) количество и характеристики ПОО и критически важных объектов (далее — КВО), находящихся в пределах границ населенных пунктов, риски возникновения ЧС и происшествий;

2) географические, климатические и социально-экономические характеристики населенных пунктов в зоне ответственности АСФ.

Решение задачи определения мест дислокации АСФ не может быть осуществлено без учета ограничений на материальные ресурсы. В связи с тем, что существенная часть вопросов в области защиты населения и территорий от ЧС возложена на органы государственной власти субъектов РФ, функционирование АСФ, созданных органами исполнительной власти субъектов РФ, осуществляется за счет средств бюджетов субъектов РФ. По причине недостаточного финансирования АСФ на муниципальном уровне не создаются, за исключением крупных городов, имеющих достаточный уровень финансирования на выполнение мероприятий по защите населения и территорий от ЧС.

Таким образом, определение зон ответственности АСФ на территории субъекта РФ представляет собой процедуру выбора некоторой подсистемы из множества возможных альтернатив на основе следующих целевых критериев с учетом имеющихся финансовых ограничений:

1) минимизация суммарного расстояния от потенциальных мест дислокации АСФ до всех населенных пунктов, в которых размещены ПОО и КВО;

2) максимизация суммарной эффективности размещения АСФ, в том числе повышение уровня безопасности территорий, входящих в зону ответственности АСФ.

В связи с тем, что перечисленные критерии качественно различаются между собой, и они дополняют друг друга в достижении цели исследования, представляется целесообразным решение многокритериальной оптимизационной задачи, нежели поиск одного адекватного критерия [9, 10].

Исходными данными для определения мест дислокации АСФ являются:

P_1, \dots, P_n – множество населенных пунктов в зоне ответственности АСФ, которые рассматриваются в качестве потенциального места дислокации АСФ, n – количество населенных пунктов;

$r_{ij} = r(P_i, P_j)$ – расстояния между населенными пунктами P_i и P_j , где $i, j = 1 \div n, i \neq j$;

R_j – суммарное расстояние от потенциального места дислокации АСФ до всех населенных пунктов с ПОО и КВО: $R_j = \sum_{i=1}^n r_{ji}, j = 1 \div n$;

ε_j – коэффициент эффективности размещения АСФ ($j = 1 \div n$);

z_k^j – значения m факторов для определения эффективности размещения АСФ в населенных пунктах: $k = 1 \div m, j = 1 \div n$;

v_k^j – весовые коэффициенты m факторов, выражающие важность k -го фактора для j -го населенного пункта P_j ($k = 1 \div m, j = 1 \div n$);

c_j – стоимость содержания АСФ в населенном пункте $P_j, c_j \geq 0$ ($j = 1 \div n$);

$G = (V, E)$ – граф с вершинами $V = \{P_1, \dots, P_n\}$ и ребрами (P_i, P_j) ;

$E \subseteq \{(P_i, P_j) \mid i, j = 1 \div n, i \neq j\}$, причем ребро (P_i, P_j) содержится в E , если $R_j \leq R_{max}$;

$A = (a_{ij})$ – матрица смежности графа $G = (V, E), a_{ii} = 1, i = 1 \div n$.

В отношении каждого населенного пункта P_j требуется определить возможность размещения в нем АСФ при соблюдении следующих условий: 1 – суммарное расстояние от потенциального места размещения АСФ до всех остальных населенных пунктов должно быть минимальным и не должно превосходить заданного параметра R_{max} , 2 – суммарная эффективность размещения АСФ должна быть максимальной, 3 – суммарные затраты на содержание АСФ должны быть минимальными

$$\sum_{j=1}^n R_j x_j \rightarrow \min, \sum_{j=1}^n \varepsilon_j x_j \rightarrow \max, \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min \quad (1)$$

при

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq 1, i = 1 \div n, x_j \in \{0,1\},$$

где

$$R_j = \sum_{i=1}^n r_{ji}, \varepsilon_j = \sum_{k=1}^m v_k^j z_k^j, j = 1 \div n.$$

Математическую модель (1) многокритериальной задачи можно представить в виде совокупности трех подзадач, каждая из которых описывает однокритериальную оптимизационную задачу [11].

Подзадача 1 (критерий «минимизация расстояний»)

1.1. Формирование матрицы расстояний $R = \{r_{ij}\}$ между каждым населенным пунктом P_i и населенным пунктом P_j ($i, j = 1 \div n$).

1.2. Замена нулями расстояний r_{ij} , которые превышают максимально допустимое расстояние R_{max} . В результате получается матрица допустимых расстояний $R^* = \{r_{ij}^*\}$, где

$$r_{ij}^* = \begin{cases} r_{ij}, & \text{если } r_{ij} < R_{max}, \\ 0, & \text{если } r_{ij} > R_{max}. \end{cases}$$

1.3. Построение матрицы смежности $A = \{a_{ji}\}$, где

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{если в населенном пункте } P_j \text{ размещается АСФ,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

и описание математической модели минимизации расстояний

$$F_1 = \sum_{j=1}^n R_j x_j \longrightarrow \min \quad (2)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq 1, i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

$$x_j \in \{0, 1\}. \quad (4)$$

Условие (3) является требованием «достижимости», т.е. требованием возможности доехать из населенного пункта P_j в P_i . Если его записать в виде строгого неравенства, тогда зоны ответственности того количества АСФ, которое будет получаться как решение задачи при заданных значениях параметра R_{max} , не будут пересекаться между собой. В случае нестрогого неравенства ряд населенных пунктов из зоны ответственности одного АСФ может войти в зону ответственности другого АСФ, т.е. зоны ответственности АСФ являются пересекающимися множествами. Условие (4) вытекает из физического смысла.

Подзадача 2 (критерий «максимизация эффективности»)

2.1. Формирование матрицы значений факторов

$$a_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{если } r_{ij}^* \neq 0, \\ 0, & \text{если } r_{ij}^* = 0. \end{cases}$$

Если $a_{ji} = 1$, то из населенного пункта P_j можно доехать до населенного пункта P_i . В случае $a_{ji} = 0$ невозможно доехать из населенного пункта P_j в P_i .

1.4. Расчет на основе матрицы $R^* = \{r_{ij}^*\}$ минимально возможных суммарных расстояний R_j от каждого населенного пункта P_j до всех населенных пунктов P_i

$$R_j = \sum_{i=1}^n r_{ij}^*, j = \overline{1, n}.$$

1.5. Введение обозначения

$$Z = \{z_k^j\}, k = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}.$$

2.2. Формирование матрицы весовых коэффициентов $V = \{v_k^j\}$ – матрицы «важности» k -го фактора для j -го населенного пункта P_j , $\sum_{k=1}^m v_k^j = 1$.

2.3. Расчет суммарной эффективности населенного пункта P_j

$$\varepsilon_j = \sum_{k=1}^m v_k^j z_k^j.$$

2.4. Описание математической модели максимизации эффективности

$$F_2 = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j x_j \longrightarrow \max. \quad (5)$$

Без дополнительных условий и ограничений задача (5) имеет тривиальное решение, т.е. АСФ следует размещать в каждом населенном пункте P_j : $x_j = 1, j = \overline{1, n}$.

3. Подзадача 3 (ограничение стоимости размещения АСФ)

3.1. Формирование вектора стоимости содержания АСФ в населенном пункте P_j : c_j , причем $c_j \geq 0, (j = 1 \div n)$.

3.2. Описание математической модели задачи минимизации общей стоимости размещения АСФ в населенном пункте P_j

$$F_3 = \sum_{j=1}^n c_j x_j \longrightarrow \min. \quad (6)$$

Без дополнительных условий и ограничений задача (6) имеет тривиальное решение, т.е. АСФ не следует размещать ни в одном населенном пункте P_j : $x_j = 0, j = \overline{1, n}$.

Модели (2) – (6) представляют собой задачу многокритериальной оптимизации с целевыми функциями-критериями и ограничениями

$$F_1 = \sum_{j=1}^n R_j x_j \longrightarrow \min,$$

$$F_2 = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j x_j \longrightarrow \max,$$

$$F_3 = \sum_{j=1}^n c_j x_j \longrightarrow \min,$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq 1, i = \overline{1, n}, x_j \in \{0, 1\}.$$

Допуская, что критерии имеют одинаковую важность, задачу можно решить методом оптимизации по Парето, суть которого заключается в определении Парето-оптимального множества компромиссных решений в виде упорядоченных троек чисел (F_1, F_2, F_3) .

Решение многокритериальной задачи основывается на данных, описанных в пунктах 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 2.3 и 3.1. С помощью полученных матриц и значений определяются населенные пункты в виде объектов.

Каждому населенному пункту присваивается и инициализируется поле для каждого из значений целевых функций – критериев: минимальное суммарное расстояние (R), эффективность (E) и ограничения по стоимости размещения (C) АСФ.

Далее каждый населенный пункт P_i сравнивается с каждым другим населенным пунктом P_j и, если найдётся хотя бы один объект P_j , для которого $R_j \leq R_i, E_j \geq E_i, C_j \leq C_i$, то населенный пункт P_i определяется как «неоптимальный». «Оптимальными» будут считаться населенные пункты, если в отношении них не будут найдены населенные пункты с более «оптимальными» полями-критериями. После формирования списка из «оптимальных» объектов осуществляется проверка выполнения ограничения (3). Все «оптимальные» населенные пункты априори будут являться «достижимыми». Если в матрице смежности населенному пункту будет соответствовать единица, тогда «неоптимальный» населенный пункт будет также определен как «достижимый».

Если после проверки всех населенных пунктов найдутся «недостижимые», тогда запускается процесс оптимизации для оставшихся «неоптимальных» населенных пунктов. Список «оптимальных» населенных пунктов будет расширяться до тех пор, пока все населенные пункты не будут определены как «достижимые». В этом случае для каждого «оптимального» населенного пункта определится список «достижимых неоптимальных» населенных пунктов. Одни и те же населенные пункты при этом могут находиться одновременно в нескольких списках (в силу нестрого неравенства в ограничении (3)), и каждый «неоптимальный» населенный пункт будет сохраняться хотя бы в одном из списков.

Указав другое значение допустимого расстояния R_{max} , можно повторить расчёты и получить другие результаты, которые будут удовлетворять поставленным условиям задачи размещения АСФ.

Структурная схема алгоритма функционирования программы представлена на рисунке 1.

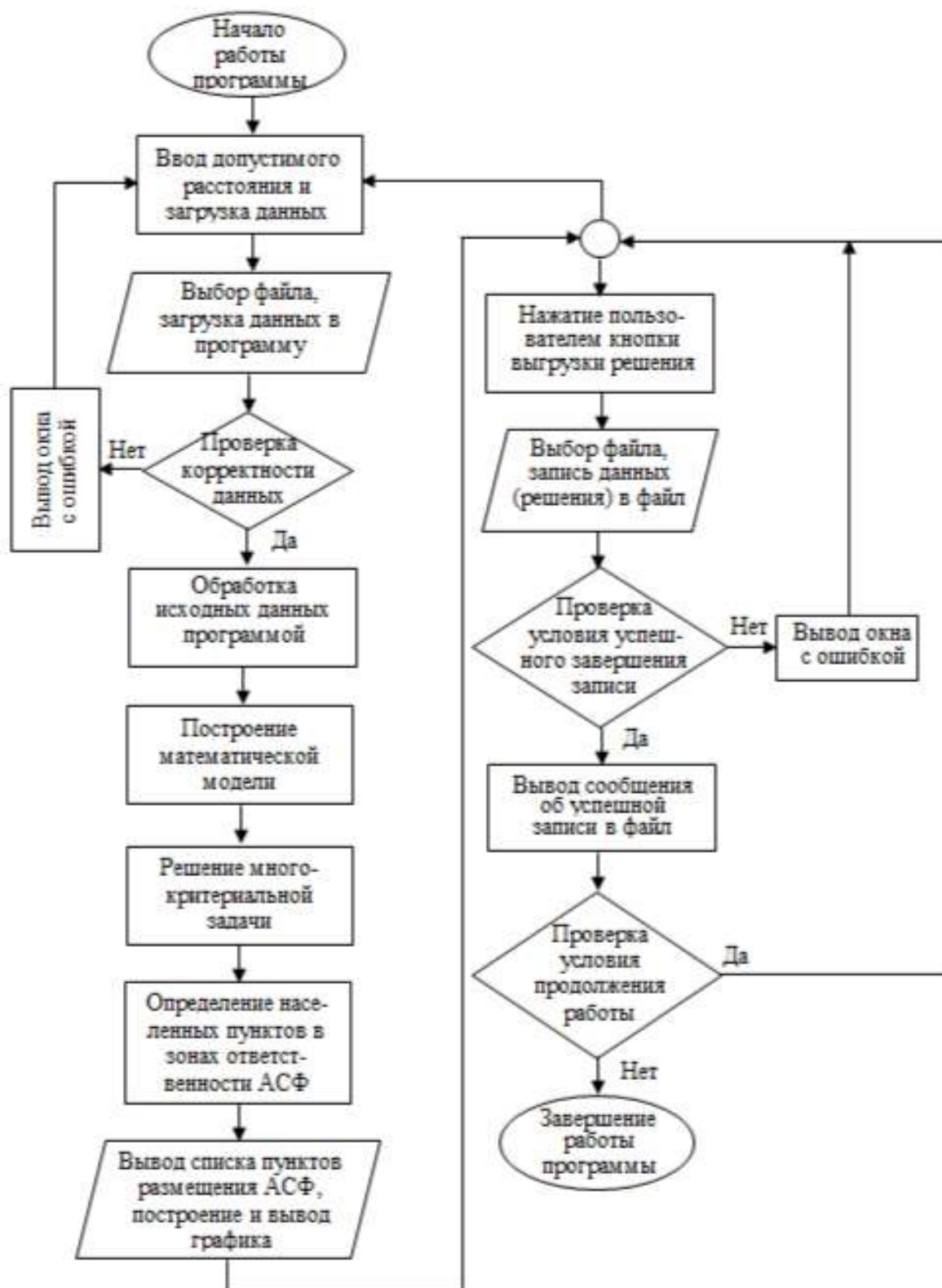


Рисунок 1 – Структурная схема алгоритма функционирования программы

Алгоритм решения задачи реализован на языке программирования *C#*. Программа формирует графический интерфейс приложе-

ния, в котором пользователь вводит в текстовое поле допустимое расстояние от потенциального места размещения АСФ до на-

селённых пунктов R_{max} , загружает исходные данные, характеризующие географические и социально-экономические характеристики населенных пунктов исследуемого субъекта Российской Федерации. Результат работы

программы представляется на главном окне в виде перечня населенных пунктов с дополнительными характеристиками, необходимыми пользователю для принятия решения (рисунок 2).

Допустимое расстояние: 200 км								
Название пункта размещения АСФ	Количество пунктов в зоне ответственности	Названия пунктов	Расстояние от АСФ до пункта	Количество пунктов в зонах пересечения	Названия пунктов в зонах пересечения	Минимальные суммарные расстояния АСФ	Эффективность АСФ	Стоимость размещения АСФ
Старое Дрожжаное	2	Бурск Верный Услон	72 180	2	Бурск Верный Услон	787	0,2	2774
Муслюмово	15	Азнакаево Актамыш Альметьевск Бугульма Елабуга Заниск Ленингорск Мамадыш Менделеевск Мензелинск Нижнекамск Новошешминск Набережные Челны Черемшан Чистополь	64 88 77 106 112 102 119 170 115 80 127 160 96 154 195	15	Азнакаево Актамыш Альметьевск Бугульма Елабуга Заниск Ленингорск Мамадыш Менделеевск Мензелинск Нижнекамск Новошешминск Набережные Челны Черемшан Чистополь	2062	0,2	2342
Апастово	9	Арс Бурск Верный Услон Высокая Гора Зеленодольск Лашеево Пестрецы	176 33 81 130 119 173 161	9	Арс Бурск Верный Услон Высокая Гора Зеленодольск Лашеево Пестрецы	1622	0,2	4525

Рисунок 2 – Формат представления получаемых решений при различных заданных начальных условиях

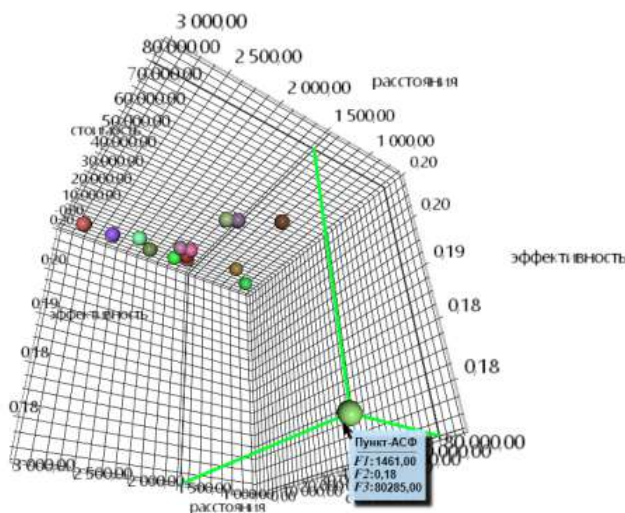


Рисунок 3 – Формат представления Парето-оптимальных точек в трехмерном пространстве

В дополнительном окне программы на основе Парето-оптимального множества строится трёхмерный график с оптимальными точками-конусами (рисунок 3).

Таким образом, описанный алгоритм позволяет получить решение оптимизационной задачи размещения АСФ с целевыми функциями-критериями, минимизирующими расстояния между населенными пунктами и

максимизирующими эффективность размещения АСФ в оптимальных населенных пунктах, и ограничением по стоимости размещения

АСФ в «оптимальных» населенных пунктах. Оптимальное решение выбирается на основе диаграмм Парето.

Литература

1. Федорук В.С., Попов П.А., Федотов С.Б., Тикунов К.Б., Чурсин В.Ф., Козлов А.А., Залозный В.В. Отчет о научно-практической работе «Основные пути повышения эффективности применения аварийно-спасательных служб при ликвидации чрезвычайных ситуаций». – Режим доступа: <https://osnovnye-puti-povysheniya-effektivnosti-primeneniya-avariyno-spatatelnyh-sluzhb-pri-likvidatsii-chrezvychaynyh-situatsiy.pdf> (дата обращения: 15.06.2023).
2. Соколов Ю.И. К вопросу организации оповещения населения при возникновении чрезвычайной ситуации // Проблемы анализа риска. – 2019, № 1. – Том 16. – С. 68 – 85.
3. Матюшев П.А., Афанасьев В.М. Исследование вопроса оптимального размещения аварийно-спасательных формирований на территории субъекта Российской Федерации с учетом его географических, природных, социально-экономических характеристик // Вестник НЦБЖД. – 2018. – № 4 (38). – С. 98 – 101.
4. Матюшев П.А., Кузнецова М.А. Исследование влияния факторов на количество чрезвычайных ситуаций и происшествий на территории Республики Татарстан // XXV Туполевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодёжная научная конференция, 10-11 ноября 2021 года: Материалы конференции. Сборник докладов. – В 6 Т.; Т. 4. – Казань: Изд-во ИП Сагиева А.Р., 2021. – С. 8 – 15.
5. Матюшев П.А., Кузнецова М.А., Зарипова С.Н. Общая постановка задачи определения мест дислокации аварийно-спасательных формирований // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2021. № 3 (50). – С. 68 – 76.
6. Матюшев П.А., Зарипова С.Н. О моделировании оптимального размещения аварийно-спасательных формирований на территории субъекта Российской Федерации // Моделирование сложных процессов и систем: сборник трудов XXXI Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь» по направлению «Моделирование сложных процессов и систем» (секция № 12), 17 марта 2021 года. – ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2021. – С. 5 – 17.
7. Барышев П.Ф. Постановка общей научной задачи определения рационального варианта дислокации спасательного воинского формирования МЧС России // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2015. – № 3. – С. 3 – 7.
8. Барышев П.Ф., Мазаник А.И. Алгоритм выбора рационального маршрута перемещения спасательного воинского формирования МЧС России к потенциально опасному объекту // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2015. – № 4. – С. 24 – 29.
9. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. Подиновский А.В., Ногин В.Д. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 256 с.
10. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.: ил.
11. Еремеев А.В., Заозерская Л.А., Колоколов А.А. Задача о покрытии множества: сложность, алгоритмы, экспериментальные исследования // Дискретный анализ и исследование операций. – 2000, № 2. – Том 7. – С. 22 – 46.

ALGORITHM FOR DETERMINING THE OPTIMAL NUMBER AND LOCATIONS FOR EMERGENCY RESCUE TEAMS

Pavel MARTYUSHEV

assistant department (industrial
and environmental safety)
Kazan National Research University
Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
Address: 420111, Kazan, st. K. Marx, 10
E-mail: ardias@bk.ru

Niyaz GAINUTDINOV

masters student of the department
(systems information security)
Kazan National Research University
Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
Address: 420111, Kazan, st. K. Marx, 10
E-mail: niyaz.gainetdinoff@yandex.ru

Sirena ZARIPOVA

doctor of technical sciences, associate professor,
professor of the department (industrial
and environmental safety)
Kazan National Research University
Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
Address: 420111, Kazan, st. K. Marx, 10
E-mail: zsn10@mail.ru

Svetlana NOVIKOVA

doctor of technical sciences, associate professor,
professor of the department (applied
mathematics and computer science)
Kazan National Research University
Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
Address: 420111, Kazan, st. K. Marx, 10
E-mail: SVNovikova@kai.ru

Abstract. This article presents the algorithm and software implementation for solving the problem of determining the quantity and locations of emergency rescue teams. The decomposition of the multi-objective model with three criteria functions and the application of Pareto optimization, considering a predefined maximum distance between potential rescue team locations and the site of an accident or incident, allow for the determination of the responsibility zones for emergency rescue teams.

Keywords: emergency rescue formations, locations, emergencies and incidents, multi-criteria optimization

Citation: Martyushev P.A., Gainutdinov N.A., Zaripova S.N., Novikova S.V. Algorithm for determining the optimal number and locations for emergency rescue teams // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. № 3 (58). S. 70 – 78.

References

1. Fedoruk V.S., Popov P.A., Fedotov S.B., Tikunov K.B., Chursin V.F., Kozlov A.A., Zalozny V.V. Report on scientific and practical work "The main ways to improve the effectiveness of emergency services in emergency situations". – Access mode: <https://osnovnye-puti-povysheniya-effektivnosti-primeneniya-avariyno-spasatelnyh-sluzhb-pri-likvidatsiichrezvychaynyhsituatsiy.pdf> (date of access: 15.06.2023).
2. Sokolov Y.I. On the issue of the organization of public notification in the event of an emergency // Problems of risk analysis. – 2019, No 1. – Volume 16. – S. 68 – 85.
3. Matyushev P.A., Afanasyev V.M. Investigation of the issue of optimal placement of emergency rescue units on the territory of the subject of the Russian Federation, taking into account its geographical, natural, socio-economic characteristics // Bulletin of the National Railway. – 2018. – No 4 (38). – S. 98 – 101.
4. Matyushev P.A., Kuznetsova M.A. Investigation of the influence of factors on the number of emergencies and their origin on the territory of the Republic of Tatarstan // XXV Tupolev readings (School of Young Scientists): International Youth Scientific Conference, November 10-11, 2021: Conference Materials. Collection of reports. – In 6 t.; Issue 4. – Kazan: Publishing house of IP Sagieva A.R., 2021. – S. 8 – 15.
5. Matyushev P.A., Kuznetsova M.A., Zaripova S.N. General statement of the problem of determining the locations of emergency rescue units // Scientific and educational problems of civil protection. 2021. No 3 (50). – S. 68 – 76.
6. Matyushev P.A., Zaripova S.N. On modeling the optimal placement of emergency rescue units on the territory of the subject of the Russian Federation // Modeling of complex processes and systems: proceedings of the XXXI International Scientific and Practical Conference "Prevention. Salvation. Assistance" in the direction of "Modeling of complex processes and systems" (section No. 12), March 17, 2021. – FGBVOU IN the AGZ of the Ministry of Emergency Situations of Russia. – 2021. – S. 5 – 17.

7. Baryshev P.F. Statement of the general scientific task of determining the rational variant of the deployment of the rescue military formation of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Scientific and educational problems of civil protection. – 2015. – No. 3. – S. 3 – 7.
8. Baryshev P.F., Mazanik A.I. Algorithm for choosing a rational route for moving a rescue military formation of the Ministry of Emergency Situations of Russia to a potentially dangerous object // Scientific and educational problems of civil protection. – 2015. – No. 4. – S. 24 – 29.
9. Pareto-optimal solutions of multicriteria problems. Podinovskiy A.V., Nogin V.D. – M.: Nauka. Main Editorial Office of Physical and Mathematical Literature, 1982. – 256 s.
10. Chernorutskiy I.G. Methods of Decision Making. – SPb: BHV-Peterburg, 2005. – 416 s.: ill.
11. Eremyev A.V., Zaozerskaya L.A., Kolokolov A.A. The problem of set coverage: complexity, algorithms, experimental studies // Discrete Analysis and Operations Research. – 2000, No 2. – Vol. 7. – S. 22 – 46.

УДК 351.862

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ РУКОВОДЯЩЕГО СОСТАВА СПАСАТЕЛЬНЫХ ВОИНСКИХ ФОРМИРОВАНИЙ МЧС РОССИИ

А.Н. Завгородний

адъюнкт

Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика

Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А

E-mail: a.zavgorodny@amchs.ru

А.А. Пономаренко

кандидат военных наук, доцент,

доцент кафедры (организации управления
повседневной деятельности МЧС России)
Академия гражданской защиты МЧС России
имени Д.И. Михайлика

Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А

E-mail: a.ponomarenko@amchs.ru

Д.А. Исаев

начальник цикла (общевоинских дисциплин)

183 Учебный центр

Адрес: 344038, г. Ростов-на-Дону,

пр-т М. Нагибина, д. 24/50

E-mail: 183uc.mil.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные положения научно-методического подхода к обоснованию рациональных параметров дополнительной подготовки руководящего состава спасательных воинских формирований МЧС России в условиях ресурсных ограничений. Сформулирован общий замысел разработки частных методик, последовательное применение которых позволит обосновать рациональные параметры дополнительной подготовки руководящего состава спасательных воинских формирований МЧС России.

Ключевые слова: дополнительная подготовка, параметры дополнительной подготовки, рациональные параметры, руководящий состав спасательных воинских формирований, способ подготовки, учебные темы программы командирской подготовки офицеров, форма подготовки.

Цитирование: Завгородний А.Н., Пономаренко А.А., Исаев Д.А. Методический подход к обоснованию рациональных параметров дополнительной подготовки руководящего состава спасательных воинских формирований МЧС России // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 3 (58). С. 79 – 87.

Напряжённая геополитическая обстановка, вызванная обострением межгосударственных противоречий, ведёт к повышению угрозы использования военной силы, что определяет значимость гражданской обороны в системе обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

Одним из приоритетных направлений государственной политики в области гражданской обороны является повышение готовности сил гражданской обороны к выполнению задач по предназначению [15]. Данное направление реализуется с целью обеспечения необходимого уровня защищённости населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях.

Необходимость поддержания требуемого уровня готовности сил гражданской обороны

обуславливает актуальность направления научных исследований по обоснованию форм и способов подготовки сил, предназначенных для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время.

Спасательные воинские формирования Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее — СВФ МЧС России) являются важной составляющей группировки сил гражданской обороны. Уровень подготовки руководящего состава СВФ МЧС России оказывает существенное влияние на готовность указанных сил к выполнению задач по предназначению, что предопределяет необходимость определения направлений его поддержания на требуемом уровне.

В ходе исследования форм и способов подготовки следует учитывать, что в общепринятом смысле форма представляет собой внешнее выражение содержания рассматриваемого процесса и определяет порядок его протекания [16], а способ является действием или системой действий, применяемых при исполнении какой-нибудь работы, при осуществлении чего-нибудь [11]. Поэтому в настоящей статье

в качестве одной из форм подготовки руководящего состава СВФ МЧС России рассматривается дополнительная подготовка, под которой понимается комплекс мероприятий, проводимых дополнительно к плановым, в целях повышения уровня обученности указанных специалистов. Соответствующая модель подготовки представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Модель подготовки руководящего состава СВФ МЧС России

В статье [3] был сделан вывод о наличии проблемной ситуации, заключающейся в низкой эффективности подготовки руководящего состава СВФ МЧС России, осуществляемой в рамках командирской подготовки офицеров. Данная проблемная ситуация ведёт к снижению уровня подготовки указанных специалистов и, как следствие, снижению степени готовности подразделения к выполнению возложенных на него задач.

На основе анализа возможных направлений разрешения указанной проблемной ситуации выявлено противоречие в рассматриваемой предметной области и сформулирована научная гипотеза исследования, согласно которой уровень обученности руководящего состава СВФ МЧС России можно повысить за счёт решения оптимизационной задачи, заключающейся в выборе и обосновании рацио-

нальных параметров его дополнительной подготовки с учётом ограничений на время, отводимое на её проведение, и количество формируемых учебных групп [3].

Под параметрами дополнительной подготовки руководящего состава СВФ МЧС России понимаются перечень учебных тем программы подготовки и персональный состав учебных групп.

Время, отводимое на изучение определённой учебной темы указанными специалистами в ходе их профессиональной подготовки, установлено соответствующими планирующими документами [13,14]. Оно принимает различные значения в зависимости от предмета обучения и номера учебной темы, входящей в соответствующий предмет. Например, для спасательного центра МЧС России минимальное время, отводимое на изучение учебной

темы, составляет один час, максимальное – шестнадцать часов [13]. Таким образом, задача выбора выносимых на дополнительную подготовку учебных тем программы подготовки при ограничениях на располагаемое время является оптимизационной.

Рациональными параметрами дополнительной подготовки руководящего состава СВФ МЧС России будут такие их значения, которые обеспечат максимальный уровень обученности специалистов к выполнению возложенных задач при ограничениях на время, отводимое на дополнительную подготовку, и количество формируемых учебных групп.

Задача обоснования рациональных параметров дополнительной подготовки руководящего состава СВФ МЧС России может быть сформулирована следующим образом: для заданных исходных данных необходимо определить такой перечень учебных тем и состав учебных групп, при которых будет достигнут максимальный уровень обученности руководящего состава с учётом ограничений на время, отводимое на дополнительную подготовку, и количество формируемых учебных групп.

Возросшая интенсивность применения сил и средств, выполняющих задачи в интересах гражданской обороны, обуславливает повышение интереса к изучению вопросов их подготовки. Данное научное направление в настоящее время разрабатывается с нарастающей активностью. Проведённый анализ известного научно-методического аппарата в рассматриваемой области исследований [5, 6, 8, 9] позволил сделать вывод о том, что он не позволяет решить следующие задачи:

оценка уровня обученности специалистов руководящего состава СВФ МЧС России по учебным темам программы командирской подготовки офицеров в зависимости от времени, прошедшего после завершения обучения;

определение целесообразности включения учебных тем в программу дополнительной подготовки руководящего состава СВФ МЧС России с учётом уровня обученности специалистов и важности соответствующей учебной темы для обеспечения готовности СВФ МЧС России к выполнению задач по предназначению;

выбор рациональных параметров дополнительной подготовки руководящего состава СВФ МЧС России.

Таким образом, разработанные к настоящему времени теоретические положения и практические рекомендации образуют хотя и необходимую, но, вместе с тем, недостаточную основу для решения задачи обоснования рациональных параметров дополнительной подготовки руководящего состава СВФ МЧС России.

В основе решения данной задачи лежит предлагаемый методический подход, в рамках которого определены частные задачи, объединённые единым научно-организационным замыслом.

1. Частная задача № 1 – определение уровня обученности специалистов руководящего состава СВФ МЧС России по учебным темам программы командирской подготовки офицеров

Рассматриваемая частная задача является начальным этапом решения общей задачи обоснования рациональных параметров дополнительной подготовки руководящего состава СВФ МЧС России.

На основе анализа существующего научно-методического аппарата был сделан вывод о том, что для оценки уровня обученности специалиста руководящего состава по учебным темам программы подготовки может быть использована следующая зависимость [12]

$$w_{ab}(t) = w_{ab \text{ min}} + (w_{ab \text{ нач}} - w_{ab \text{ min}})e^{-t/t_3}, \quad (1)$$

где $w_{ab}(t)$ – остаточный уровень подготовки специалиста по изучаемой учебной теме в момент времени t ;

t – промежуток времени, за который проводился учёт остаточного уровня подготовки специалиста;

$w_{ab \text{ нач}}$ – уровень подготовки специалиста по изучаемой учебной теме по окончании обучения;

$w_{ab \text{ min}}$ – минимальный остаточный уровень подготовки специалиста по изучаемой учебной теме;

t_3 – промежуток времени, за которое значение w_{ab} снизится в e раз.

Данная математическая зависимость отражает экспоненциальный характер снижения уровня подготовки у обучаемых с течением времени. Результаты научных иссле-

дований [4, 6, 12] подтверждают её применимость для количественной оценки уровня подготовки специалистов. График функции $w_{ab}(t)$ представлен на рисунке 2.

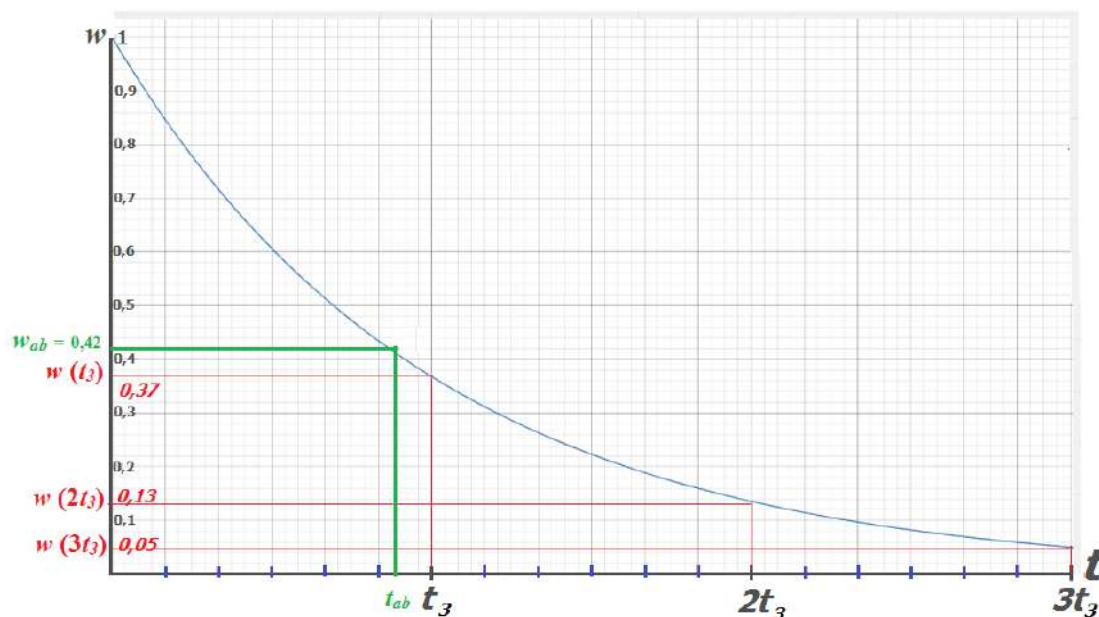


Рисунок 2 – График зависимости остаточного уровня подготовки от времени, прошедшего с момента завершения изучения

На данном графике каждому значению времени, прошедшему с момента завершения подготовки специалиста по учебной теме, соответствует строго определённый остаточный уровень подготовки специалиста.

При расчёте величин остаточного уровня подготовки с использованием функции $w_{ab}(t)$ для промежутка времени, превышающего $3t_3$ учёт данного показателя нецелесообразен из-за низкого абсолютного значения.

Программа командирской подготовки офицеров СВФ МЧС России [13] содержит 108 учебных тем, количество специалистов из числа руководящего состава превышает 50 человек. Расчёт значений остаточного уровня подготовки специалистов по каждой учебной теме потребует большого количества вычислительных операций. В рамках рассматриваемой частной методики для автоматизации расчётов предполагается использование специализированного программного продукта.

Уровень обученности специалиста по учебным темам, входящим в программу командир-

ской подготовки офицеров СВФ МЧС России, вычисляется на основе значений остаточного уровня подготовки

$$u_{ab} = \bar{w}_{ab} J_{ab}, \quad (2)$$

где \bar{w}_{ab} – среднее значение w_{ab} за рассматриваемый промежуток времени t ;

J_{ab} – величина, количественно характеризующая успеваемость специалиста по учебной теме, $0 < J_{ab} \leq 1$.

2. Частная задача № 2 – формирование перечня учебных тем программы, выносимых на дополнительную подготовку специалистов руководящего состава СВФ МЧС России

Перечень выносимых на дополнительную подготовку учебных тем программы подготовки является одним из параметров дополнительной подготовки руководящего состава.

Для решения данной задачи необходимо: определить важность включения конкретной учебной темы в программу дополнительной подготовки;

определить целесообразность включения конкретных учебных тем в программу с учётом остаточного уровня подготовки специалиста и их важности;

сформировать перечень учебных тем, выносимых на дополнительную подготовку, с учётом показателя, характеризующего целесообразность включения соответствующей учебной темы в программу при ограничениях на время, отводимое на обучение;

распределить специалистов между формируемыми учебными группами.

2.1. Задача определения важности учебных тем программы подготовки.

Определение важности учебных тем программы подготовки предполагает проведение процедуры ранжирования учебных тем с учётом их вклада в готовность специалиста к выполнению задач по предназначению.

Важность определённой учебной темы программы командирской подготовки офицеров рассчитывается с учётом следующих показателей:

вклада предмета подготовки, в рамках которого изучается рассматриваемая учебная тема, в готовность специалиста к выполнению задач по предназначению;

вклада учебной темы в уровень подготовки специалиста с учетом важности изучаемого предмета.

Для определения важности учебных тем целесообразно использовать метод анализа иерархий (далее — МАИ). МАИ разработан исследователями Р. Беллманом, Б.Н. Бруком и В.Н. Бурковым, а в дальнейшем уточнён и усовершенствован Т. Саати [7]. Базовым принципом метода является предварительное структурирование критериев оценки в иерархическое дерево, что позволяет произвести декомпозицию поставленной задачи любой сложности и представить её решение в виде последовательного выполнения однотипных операций [10]. МАИ позволяет понятным и рациональным образом сравнивать структурные элементы рассматриваемого объекта между собой и каждому из них присваивать количественную оценку.

Задача определения важности учебных тем программы подготовки может быть сформулирована следующим образом: для задан-

ного перечня учебных тем программы подготовки руководящего состава и перечня подготавливаемых специалистов необходимо составить ранжированный перечень значений важности каждой учебной темы с учётом значимости предметов, входящих в программу подготовки, и задач, возложенных на СВФ МЧС России.

2.2. Задача определения целесообразности включения учебных тем в программу дополнительной подготовки.

Для определения целесообразности включения учебных тем в программу дополнительной подготовки в качестве исходных данных используются значения остаточного уровня подготовки специалистов по учебным темам и значения важности учебных тем.

Данная задача может быть сформулирована на следующем образом: для заданного остаточного уровня подготовки специалиста по каждой учебной теме программы подготовки и важности соответствующей учебной темы, необходимо определить показатель целесообразности включения учебной темы в программу дополнительной подготовки

$$p_{ab} = k_{ab}/w_{ab}, \quad (3)$$

где p_{ab} — показатель, характеризующий целесообразность включения a -ой учебной темы в программу подготовки для b -го специалиста;

k_{ab} — коэффициент важности a -ой учебной темы программы подготовки для b -го специалиста.

Полученные значения показателя, характеризующего целесообразность включения учебной темы в программу дополнительной подготовки специалиста, являются исходными данными для решения задачи формирования перечня учебных тем, выносимых на дополнительную подготовку.

2.3. Задача формирования перечня учебных тем, выносимых на дополнительную подготовку.

Задача формирования перечня учебных тем, выносимых на дополнительную подготовку, может быть сформулирована следующим способом: для заданных перечня учебных тем программы подготовки и перечня значений показателя, характеризующего целесообразность включения учебной темы в програм-

му дополнительной подготовки специалиста, необходимо выбрать такие учебные темы, которые обеспечат максимальный уровень подготовки специалиста с учётом ограничения на время, выделяемое для обучения.

Рассматриваемая задача относится к одному из частных случаев NP -полных задач комбинаторной оптимизации, так называемой задаче о рюкзаке (ранце).

Задача о рюкзаке заключается в том, чтобы собрать рюкзак с максимальной ценностью предметов внутри, соблюдая при этом весовое ограничение рюкзака [1]. Применительно к рассматриваемой задаче, наполнение рюкзака будет соответствовать формированию перечня учебных тем, выносимых на дополнительную подготовку, эквивалентом весового ограничения рюкзака будет являться ограничение на время, выделяемое на подготовку, ценность складываемого в рюкзак предмета определяется значением показателя, характеризующего целесообразность включения учебной темы в программу дополнительной подготовки, а вес помещаемого в рюкзак предмета – количеству часов, необходимому на изучение учебной темы.

Существует ряд методов, позволяющих находить решение задачи о рюкзаке. При выборе алгоритма решения встаёт вопрос выбора между точными алгоритмами, которые неприменимы для рюкзаков большой размерности, и приближенными, которые работают быстро, но не обеспечивают оптимального решения задачи. Учитывая это, наибольший интерес для решения задачи формирования перечня учебных тем программы командирской подготовки офицеров СВФ МЧС России, выносимых на дополнительную подготовку, будут представлять метод полного перебора и метод ветвей и границ [1].

Метод полного перебора при наличии необходимых вычислительных мощностей позволяет найти точное решение задачи о рюкзаке. Для рюкзаков большой вместимости потребуются перебор большого количества вариантов перед тем, как будет найдено оптимальное решение, что накладывает ограничение на применимость метода. Метод ветвей и границ повторяет перебор и применяется в случае, когда размер рюкзака и количество помещаемых

в него предметов велики для располагаемых возможностей вычисления. Метод позволяет найти оптимальное решение за счёт отсеивания «бесполезных» решений (заведомо бессмысленных в контексте решаемой задачи).

2.4. Распределение специалистов между формируемыми учебными группами.

При наличии в СВФ МЧС России необходимых ресурсов, в ходе дополнительной подготовки возможно формирование нескольких учебных групп для проведения занятий по различным учебным темам. В этом случае целесообразно назначать персональный состав для формируемых учебных групп, распределяя обучаемых по группам так, чтобы количество повторяющихся в них учебных тем было минимальным.

Задача распределения специалистов между формируемыми для дополнительной подготовки учебными группами по аналогии с рассмотренной выше задачей формирования перечня учебных тем, выносимых на дополнительную подготовку, относится к задаче комбинаторной оптимизации и может быть решена методом рюкзака. Особенность применения метода рюкзака для решения данной задачи заключается в том, что общее время, отводимое на изучение учебных тем при одновременной подготовке специалистов в нескольких учебных группах, возрастёт из-за роста вместимости рюкзака. В связи с этим, количество операций перебора альтернативных вариантов наполнения рюкзака для нахождения оптимального решения увеличится. Решение рассматриваемой задачи целесообразно проводить с помощью метода ветвей и границ, так как данный метод позволяет находить оптимальные решения в рамках приемлемых вычислительных мощностей [5].

Выводы

В рамках рассмотренного в статье методического подхода дополнительная подготовка руководящего состава СВФ МЧС России рассматривается как одна из форм их подготовки. Данный подход раскрывает механизмы решения оптимизационной задачи по обоснованию рациональных параметров дополнительной подготовки руководящего состава СВФ МЧС России. Основу решения указанной задачи составляют методы анализа иерар-

хий, комбинаторной оптимизации, а также метод ветвей и границ.

Реализация предложенного в статье методического подхода позволит повысить эффективность подготовки руководящего состава, что, в свою очередь, обеспечит требуемый уровень готовности СВФ МЧС России к выполнению задач по предназначению. В

конечном итоге реализация рационального варианта программы подготовки специалистов СВФ МЧС России обеспечит повышение уровня защищенности населения, территорий, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях.

Литература

1. Додонова М.М. Изучение и сравнение методов решения различных модификаций задачи о рюкзаке // Сборник научных трудов XI Международной конференции студентов и молодых учёных. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2014. С. 591 – 593.
2. Завгородний А.Н., Пономаренко А.А. К вопросу о подготовке и обучении личного состава подразделений МЧС России и формирований, выполняющих задачи в интересах гражданской обороны // Педагогическое образование. 2022. Т. 3. № 6. С. 234 – 239.
3. Завгородний А.Н., Пономаренко А.А. Формализованная постановка задачи обоснования рациональных параметров доподготовки руководящего состава спасательного центра МЧС России // Научные и образовательные проблемы гражданской обороны. 2023. 2 (57) Химки: АГЗ МЧС России. С. 15 – 25.
4. Китов А.Г, Китова М.А., Коровай В.И., Явнов С.В. Порядок определения требуемого времени на подготовку обучаемых до заданного уровня обученности // Проблемы технического обеспечения войск в современных условиях. Сборник материалов IV Межвузовской научно-практической конференции. 2019. С. 305 – 308.
5. Князева М.В. Метод ветвей и границ для решения задачи сетевого планирования с ограниченными ресурсами // Известия ЮФУ. Технические науки. 2010. № 7 (108). С. 78 – 94.
6. Куватов В.И., Примакин А.И., Яковлев Д.В. Метод формирования оптимальной последовательности изучения модулей учебной дисциплины на основе кривых забывания // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2013. № 2 (58). С. 172 – 178.
7. Курбанова Э.Р. Метод анализа иерархий: характеристика // Форум молодых учёных. Уфимский государственный авиационный технический университет. Уфа. 2019. № 5 (33). С. 749 – 752.
8. Мазаник А.И., Фрайденберг А.Г., Каирбеков К.К. Методический подход к обоснованию рационального варианта комплектования специальных формирований гражданской обороны резервистами // Техносферная безопасность. 2022. № 3(36). Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России. С. 83 – 88.
9. Мазаник А.И., Белоусов Р.Л., Веселов А.В. Методический подход к обоснованию рациональных параметров программы боевого слаживания специальных формирований гражданской обороны // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2021. № 2 (49). С. 15 – 22.
10. Наумов А.Е., Щенятская М.А. Практические аспекты использования метода анализа иерархий для поликритериального сравнительного анализа портфельных альтернатив. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 223 – 227.
11. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений / Российская академия наук. Институт русского языка им. В.В. Виноградова. – 4-е изд., дополненное. – М.: Азбуковник, 1997. – 944 с.
12. Пиявский С.А. Математическая модель обучения с забыванием // В сборнике: Математические методы и модели в строительстве, архитектуре и дизайне. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара. 2015. С. 155 – 158.
13. Приказ МЧС России от 31.01. 2023 № 67 «Об утверждении Программ подготовки спасательных центров и ФГКУ «Рuzский ЦОПУ МЧС России». Доступ из справ.-правовой системы «ГАРАНТ» (дата обращения: 11.09.2023).

14. Приказ МЧС России от 30.05.2023 № 530 «Об утверждении Программ подготовки военнослужащих спасательных воинских формирований МЧС России, замещающих должности в структурных формированиях центрального аппарата МЧС России и его территориальных органах». Доступ из справ.-правовой системы «ГАРАНТ» (дата обращения: 11.09.2023).
15. Указ Президента Российской Федерации от 20.12.2016 № 696 «Об утверждении основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года». Доступ из справ.-правовой системы «ГАРАНТ» (дата обращения: 10.09.2023).
16. Философский энциклопедический словарь. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 576 с.

METHODOLOGICAL APPROACH TO JUSTIFICATION OF RATIONAL PARAMETERS OF ADDITIONAL TRAINING OF MANAGEMENT STAFF OF RESCUE MILITARY FORMATIONS OF THE EMERCOM OF RUSSIA

Alexey ZAVGORODNIY

adjunct

The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika

Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: a.zavgorodny@amchs.ru

Alexander PONOMARENKO

candidate of military sciences, associate professor,
associate professor of the department (organization of
management of daily activities of EMERCOM of Russia
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia
named after D.I. Mikhailika

Address: 141435, Moscow region, city Khimki,
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A
E-mail: a.ponomarenko@amchs.ru

Dmitriy ISAEV

head of the cycle (combined arms disciplines)

183 Training Center

Address: 344038, Rostov-on-Don,
M. Nagibina Ave., 24/50
E-mail: 183uc.mil.ru

Abstract. The article examines the main provisions of the scientific and methodological approach to substantiating the rational parameters of additional training for the leadership of rescue military units of the EMERCOM of Russia under conditions of resource limitations. The general plan for the development of specific methods has been formulated, the consistent application of which will make it possible to substantiate the rational parameters for additional training of the leadership of rescue military units of the EMERCOM of Russia.

Keywords: additional training, parameters of additional training, rational parameters, leadership of rescue military formations, method of training, educational topics of the officer command training program, form of training.

Citation: Zavgorodniy A.N., Ponomarenko A.A., Isaev D.A. Methodological approach to justification of rational parameters of additional training of management staff of rescue military formations of the EMERCOM of Russia // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. № 3 (58). S. 79 – 87.

References

1. Dodonova M.M. Study and comparison of methods for solving various modifications of the backpack problem // Collection of scientific papers of the XI International Conference of Students and Young Scientists. National Research Tomsk Polytechnic University. 2014. S. 591 – 593.
2. Zavgorodniy A.N., Ponomarenko A.A. On the issue of training and education of personnel of units of the Ministry of Emergency Situations of Russia and formations performing tasks in the interests of civil defense // Pedagogical education. 2022. T. 3. No. 6. S. 234 – 239.
3. Zavgorodniy A.N., Ponomarenko A.A. Formalized formulation of the problem of substantiating rational parameters for additional training of the management staff of the rescue center of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Scientific and educational problems of civil defense. 2023. 2 (57) Khimki: AGZ EMERCOM of Russia. S. 15 – 25.

4. Kitov A.G., Kitova M.A., Korovay V.I., Yavnov S.V. The procedure for determining the required time for training students to a given level of training // Problems of technical support for troops in modern conditions. Collection of materials of the IV Interuniversity scientific and practical conference. 2019. S. 305 – 308.
5. Knyazeva M.V. Branch and bound method for solving the network planning problem with limited resources // Izvestia SFU. Technical science. 2010. No. 7 (108). S. 78 – 94.
6. Kuvatov V.I., Primakin A.I., Yakovlev D.V. Method for forming an optimal sequence for studying modules of an academic discipline based on forgetting curves // Bulletin of the St. Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2013. No. 2 (58). S. 172 – 178.
7. Kurbanova E.R. Method of analyzing hierarchies: characteristics // Forum of young scientists. Ufa State Aviation Technical University. Ufa. 2019. No. 5 (33). S. 749 – 752.
8. Mazanik A.I., Fraidenberg A.G., Kairbekov K.K. A methodological approach to substantiating a rational option for recruiting special civil defense formations with reservists // Technosphere Security. 2022. No. 3(36). Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. S. 83 – 88.
9. Mazanik A.I., Belousov R.L., Veselov A.V. A methodological approach to substantiating the rational parameters of the combat coordination program for special civil defense formations // Scientific and educational problems of civil defense. 2021. No. 2 (49). S. 15 – 22.
10. Naumov A.E., Shchenyatskaya M.A. Practical aspects of using the hierarchy analysis method for polycriteria comparative analysis of portfolio alternatives. Bulletin of Belgorod State Technological University named after. V.G. Shukhova. 2017. No. 1. S. 223 – 227.
11. Ozhegov S.I., Shvedova N.Yu. Explanatory dictionary of the Russian language: 80,000 words and phraseological expressions / Russian Academy of Sciences. Institute of Russian Language named after. V.V. Vinogradova. – 4th ed., supplemented. – M.: Azbukovnik, 1997. – 944 s.
12. Piyavsky S.A. Mathematical model of learning with forgetting // In the collection: Mathematical methods and models in construction, architecture and design. Samara State University of Architecture and Civil Engineering. Samara. 2015. S. 155 – 158.
13. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated January 31. 2023 No. 67 "On approval of the training programs for rescue centers and the Federal State Institution "Ruzsky TsOPU EMERCOM of Russia". Access from the reference legal system "GARANT"(date of access: 11.09.2023).
14. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated May 30. 2023 No. 530 "On approval of training programs for military personnel of the rescue military formations of the Ministry of Emergency Situations of Russia, filling positions in the structural formations of the central apparatus of the Ministry of Emergency Situations of Russia and its territorial bodies". Access from the reference legal system "GARANT"(date of access: 11.09.2023).
15. Decree of the President of the Russian Federation dated December 20, 2016 No. 696 "On approval of the fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the field of civil defense for the period until 2030". Access from the reference legal system "GARANT"(date of access: 10.09.2023).
16. Philosophical encyclopedic dictionary. – M.: INFRA-M, 2002. – 576 s.

Правила направления и опубликования статей

Rules of articles submission and publication

Для опубликования научной статьи в журнале необходимо представить в редакцию журнала следующие материалы: статью, сведения об авторах, заявления от авторов на публикацию и справку о проверке на антиплагиат. Редакция оставляет за собой право потребовать экспертное заключение о возможности опубликования материалов статьи в СМИ.

Направляемые в журнал «Научные и образовательные проблемы гражданской защиты» статьи должны содержать результаты научных исследований и испытаний; описания новых технических устройств и программно-информационных продуктов; обзоры, комментарии к нормативно-техническим документам; справочные материалы и т.п. Остальные численные данные, за исключением общеизвестных величин, следует снабжать ссылками на первоисточник. Научные статьи должны иметь практическую направленность.

Не допускается направление в редакцию работ, которые были опубликованы и (или) приняты к печати в других изданиях.

Редакция просит авторов при подготовке рукописи руководствоваться изложенными ниже правилами.

I. Статья

1. Статья представляется в двух вариантах - **напечатанном** и **электронном**, которые должны полностью совпадать. Статья и сопутствующие ей материалы должны быть направлены в редакцию в **напечатанном** и **электронном** виде по электронному адресу (journal@amchs.ru). Статья должна быть ясно изложена и тщательно отредактирована. Материал статьи должен излагаться в следующем порядке:

1.1. текст располагается на одной стороне листа А4; шрифт Times New Roman, размер 14; межстрочный интервал одинарный; выравнивание основного текста статьи по ширине страницы; поля: верхнее, нижнее – 2 см, правое, левое – 2,5 см; абзацный отступ – 1,25 см, абзацный отступ заголовков – 0; оформление сносок – внутритекстовое (в квадратных скобках). Страницы должны быть **пронумерованы**;

1.2. электронный вариант выполняется в общепринятых текстовых форматах (doc, docx).

2. Статья должна быть написана на русском литературном языке с использованием буквы «ё»:

2.1. рекомендуемый объём статьи - от 5 до 10 страниц.

3. Основные структурные элементы статьи:

3.1. вверху первой страницы статьи размещается классификатор **УДК**;

3.2. фамилия, инициалы автора. Фамилии авторов статьи указываются в алфавитном порядке. Изменения в порядок упоминания фамилий авторов возможно внести при обосновании и только в процессе редакционной подготовки;

3.3. заглавие статьи. Заголовок не должен иметь слишком большого объема (не более 10-12 слов) и должен максимально четко отражать содержание статьи.

3.4. аннотация. Следует кратко отражать следующие аспекты содержания статьи: предмет, цель, методологию, результаты, область применения результатов, выводы. Объем аннотации – от 120 до 250 слов;

3.5. ключевые слова (рекомендуемое количество ключевых слов – 5-7), слова перечислять через запятую. Обращаем внимание, что ключевые слова представляют собой список понятий для поиска статьи в информационном пространстве, а не тезисы или словосочетания из нескольких слов;

3.6. основная часть статьи;

3.7. литература. В списке указываются наиболее значимые работы в соответствии с действующими правилами оформления библиографического списка (ГОСТ 7.1-2003, Р 7.0.5-2008). Не менее половины источников должны быть включены в один из ведущих индексов цитирования: Российский индекс научного цитирования eLibrary, Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, MathSciNet, Springer и др. В случае присвоения публикациям цифрового идентификатора объекта (DOI – в поиске поможет сайт: <http://www.crossref.org>) его необходимо указать, что позволит однозначно идентифицировать объект в базах данных. Если в качестве библиографической ссылки используется URL или DOI – автору следует проверить корректность их написания и доступность ресурса по ссылке. Выполнение данного требования будет свидетельствовать о том, что авторы используют предыдущие научные достижения в необходимой мере. Состав источников должен быть актуальным и содержать **не менее половины современных (не старше 10 лет)** статей из научных журналов или других публикаций.

В списке литературы должно быть не более 30 % источников, автором либо соавтором которых является автор статьи.

Не следует включать в список литературы нормативные документы, приказы, ГОСТ, патенты и т.п., ссылки на них должны быть даны непосредственно по тексту статьи.

Указанная в списке литературы информация (Ф.И.О. автора, название книги или журнала, год издания, том, номер и количество (интервал) страниц) должна быть корректной.

Неопубликованные результаты, проекты документов, личные сообщения и т.п. не следует указывать в списке литературы, но они могут быть упомянуты в тексте.

4. После русскоязычной части статьи в журнале публикуется информация на английском языке. Она включает в себя перевод пунктов 3.2, 3.3, аннотацию на английском языке, 3.5, 3.7.

В редакцию текст аннотации следует представлять на русском языке, после редактирования он переводится на английский язык. Рекомендуемый объём – 120-250 слов. В англоязычной аннотации уместно размещать ключевые фрагменты основной части статьи.

5. При оформлении основных элементов статьи следует соблюдать ряд правил:

5.1. иллюстрации (рисунки, фотоснимки, схемы, графики) представляются в виде отдельных файлов общепринятых графических форматов (jpeg, cdr, eps, pdf). Диаграммы, схемы, графики должны быть доступными для редактирования (Word, Excel, Visio). Изображения должны быть **четкими, контрастными**. Используемые в тексте сканированные изображения должны иметь разрешение не менее 300 dpi.

Обязательны подрисовочные подписи. Иллюстрации нумеруются, если их две или более. Подписи к рисункам должны содержать достаточно полную информацию для того, чтобы приводимые данные могли быть понятны без обращения к тексту (если эта информация уже не дана в другой иллюстрации);

5.2. таблицы должны иметь заголовки и быть пронумерованными, если их две или более;

5.3. формулы выполняются в редакторе **Microsoft Office**. Они располагаются по центру строки. Номер формулы указывается справа в круглых скобках. Нумеруются только формулы, на которые имеется ссылка в тексте;

5.4. ссылки на литературу обозначаются цифрами в квадратных скобках.

II. Сведения об авторах

6. Сведения об авторах для опубликования в журнале представляются в **электронном** виде:

6.1. на русском языке указываются следующие данные:

- фамилия, имя, отчество;
- год рождения;
- учёная степень;
- учёное звание;
- должность;

- место работы (полное наименование учреждения);

- адрес места работы с указанием почтового индекса;

- рабочий телефон;

- адрес электронной почты;

6.2. на английском языке указываются все данные перечисленные в пункте 6.1.

III. Рецензия

7. Поступившая в редакцию рукопись научной статьи рассматривается главным редактором (научным редактором) на предмет соответствия профилю журнала и требованиям к оформлению.

8. Если рукопись научной статьи соответствует тематике журнала и содержит новые актуальные результаты, то она направляется рецензентам для экспертной оценки:

8.1. рецензент оценивает:

- соответствие содержания статьи её названию;

- структуру статьи (предмет исследования, постановка задачи, ход проведения исследований, результаты и выводы);

- наличие в статье научной или технической новизны;

- достоинства и недостатки статьи;

8.2. рецензент даёт заключение о целесообразности публикации статьи:

- принять статью;

- принять статью с незначительной доработкой.

В этом случае автору направляется текст рецензии с предложением внести необходимые изменения и дополнения в статью или аргументированно опровергнуть замечания рецензента;

- рассмотреть статью повторно после серьёзной переработки. В данном случае автору направляется текст рецензии с предложением переработать статью. Переработанная автором статья направляется на повторное рецензирование;

- отклонить статью. Мотивированный отказ опубликования статьи направляется автору, к повторному рассмотрению материалы не принимаются;

8.3. рецензии хранятся в редакции журнала в течение 5 лет.

IV. Подготовка материалов к опубликованию

9. Поступившие в редакцию материалы рассматриваются, после чего принимается решение об их подготовке к публикации, необходимости доработки или отказе. Главный редактор определяет соответствие рукописи статьи профилю журнала и требованиям, предъявляемым к оформлению. Если статья не соответствует профилю журнала, то автору сообщается о невозможности её публикации. О результатах рассмотрения материалов следует узнавать в редакции.

10. В случае положительного решения редакция совместно с автором ведёт подготовку материала к публикации.

11. Рукописи статей, принятых к публикации, автору не возвращаются.

12. Материалы, не соответствующие данным правилам, не рассматриваются.

Публикационная этика

Publication Ethics

Авторы, рецензенты и редакторы, принимающие участие в подготовке материалов к публикации в журнале «Научные и образовательные проблемы гражданской защиты», должны соблюдать нормы публикационной этики. Настоящие нормы соответствуют этическим принципам, принятым Комитетом по публикационной этике (COPE).

Общей задачей авторов, рецензентов и редакторов является публикация материалов, которые представляют интерес с научной точки зрения и заслуживают внимания научного сообщества. В соответствии с этим, статья должна раскрывать актуальную проблему современной науки или (и) образования, обладать новизной и научно-практической значимостью.

I. Авторы

Авторы несут ответственность за содержание своих материалов перед научным сообществом. Грубые нарушения публикационной этики и правил публикации статей могут иметь отрицательные последствия для репутации и карьеры авторов.

Авторы материала обязаны соблюдать нормы авторского права. Авторами статьи могут быть указаны только те лица, кто внёс непосредственный вклад в её создание. Не допускается, чтобы статья была написана лицом, не упомянутым в списке авторов. Если какие-то лица участвовали в проведении исследований или сыграли роль в развитии важных для материала идей, их следует упомянуть в тексте или списке литературы.

Плагиат воспрещён. Статья должна быть оригинальной, не повторять опубликованные ранее материалы. Текст или иллюстрации, принадлежащие другим авторам, могут использоваться с обязательным указанием на авторство в виде ссылок. Существенные для материала источники также могут быть указаны в списке литературы. Авторам следует ограничить количество ссылок на собственные до 1-2.

Воспроизведение авторами собственных положений допустимо в виде их краткого изложения, если это необходимо для обоснования или развития положений в представленном материале.

Авторам следует принять все меры для того, чтобы в их материалах использовались проверенные, точные данные. Если автор обнаружит в опубликованной статье ошибки, он обязан уведомить об этом редакторов.

При упоминании в тексте других исследователей авторам следует проявлять корректность по отношению к ним.

Источники финансирования исследования, как и другие формы поддержки, указываются в тексте материала.

При подготовке материала к опубликованию авторы взаимодействуют с редакторами на основе взаимного уважения, проявляя добросовестность, своевременно представляя необходимую информацию и производя требуемые изменения.

II. Рецензенты

Рецензент гарантирует объективность и беспристрастность рассмотрения представленного для рецензирования материала.

Положения рецензии должны быть изложены четко и аргументированно. По возможности рецензенту следует дать совет автору, как улучшить материал или осуществить дальнейшие шаги в исследовании.

Рецензент не должен показывать представленный для рецензирования материал третьим лицам, обсуждать его с ними, за исключением лиц, обговоренных с редакторами. Рецензенту следует обратить внимание редакторов на сходство или совпадение между рассматриваемым материалом и другими известными ему источниками, а также использование недостоверных сведений.

III. Редакторы

Редакторы гарантируют высокий уровень публикуемых в журнале материалов как с точки зрения содержания, так и их оформления.

Представленные для рассмотрения материалы оцениваются редакторами независимо от расы, пола, сексуальной ориентации, религиозных убеждений, этнического происхождения, гражданства или политических взглядов их авторов. Авторы вправе рассчитывать на аргументированное решение по своему материалу.

Подготовка материалов к опубликованию ведётся совместно авторами и редакторами на основе взаимного уважения и доброжелательности.

Редакторы не раскрывают дополнительные сведения о материале и ходе работы над ним, а также личные данные авторов третьим лицам.

При необходимости в журнале будут опубликованы сообщения о допущенных ошибках, открывшихся после публикации материала существенных фактах и т.д.

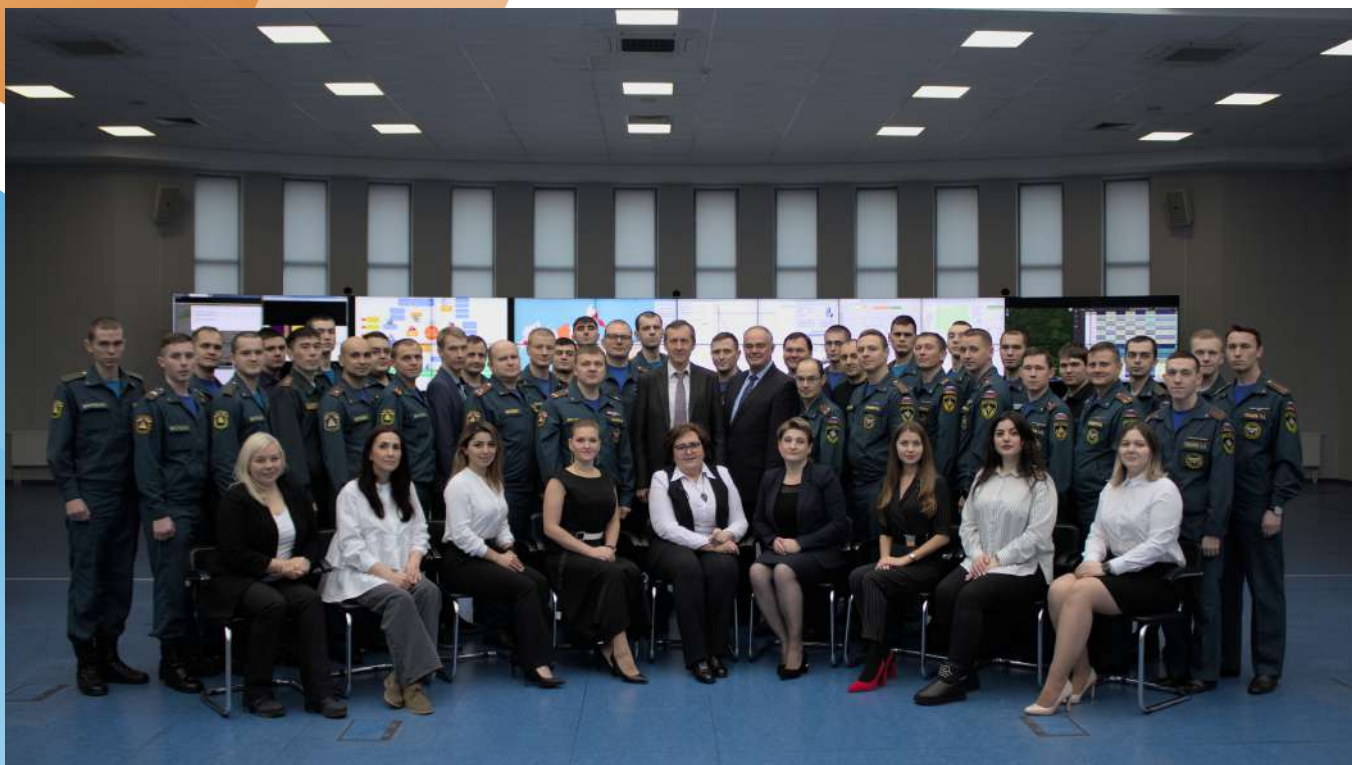
Хроника научных событий Академии

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМУ ЦЕНТРУ ИСПОЛНИЛОСЬ 30 ЛЕТ

23 июля 2023 года очередную годовщину со дня своего образования отметил Научно-исследовательский центр Академии.

Научно-исследовательская работа образовательной организации высшего образования является одной из самых основных задач в области подготовки конкурентоспособного специалиста, разработки наукоемких проектов в интересах защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также создании научной основы обеспечения безопасности страны. Общую координацию научной работы в Академии осуществляет научно-исследовательский центр (далее – Центр).

Центр является научным подразделением, основными направлениями деятельности которого являются организация научной работы Академии и проведение научных исследований, в том числе и организация подготовки научно-педагогических кадров. Существующая структура Центра объединяет в себе все основные виды научной деятельности в образовательном учреждении и позволяет системно выстраивать научную работу Академии.



От всей души поздравляем коллектив и ветеранов Научно-исследовательского центра с очередной годовщиной со дня образования. Желаем крепкого здоровья, творческих и научных достижений, плодотворной работы на благо Академии !!!

ЛАБОРАТОРИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ РСЧС ИСПОЛНИЛОСЬ 10 ЛЕТ

Десятую годовщину со дня образования отметило уникальное подразделение Академии – научная рота МЧС России.

Научная рота неразрывно связана с лабораторией информационного обеспечения населения и технологий информационной поддержки РСЧС. Именно 22 июля 2023 года было образовано данное подразделение, которое отличается смешанным типом комплектования личным составом: здесь проходят службу как военнослужащие по призыву (на должностях операторов), так и офицеры (на должностях научных сотрудников).

Всего за время существования, военную службу по призыву прошли более 100 военнослужащих, востребованных впоследствии как в системе МЧС России (Информационно-аналитический центр МЧС России, Всероссийский научно-исследовательский центр по проблемам ГО и ЧС), так и за ее пределами, прежде всего в сфере информационных технологий и аналитики больших данных.

Несмотря на то, что с 2020 года личный состав лаборатории в полном составе вошел в штат Научно-исследовательского отдела по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, научно-технический задел и традиции подразделения не только не были забыты, но и преумножились, о чем, в частности, свидетельствует значительное число выполненных научно-исследовательских работ, полученных по результатам исследований результатов интеллектуальной деятельности, опубликованных статей.

Основными задачами подразделения являются разработка математических моделей мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера, информационных систем в области антикризисного управления.

Важным направлением в работе отдела является выполнение заданий в рамках цифровой трансформации МЧС России по применению методов и алгоритмов больших данных, искусственного интеллекта в деятельности Министерства. Выполненные работы получают высокую оценку руководства МЧС России и, что несомненно важно, получают внедрение в информационных системах обеспечения комплексной безопасности государства.

От всей души поздравляем коллектив Лаборатории с очередной годовщиной со дня образования. Желаем крепкого здоровья, творческих и научных достижений, плодотворной работы на благо Академии !!!



ПРЕДСТАВИТЕЛИ АКАДЕМИИ ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ В АРКТИЧЕСКОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ КОНКУРСЕ «АРКТЕК-2023»

11 августа 2023 года в рамках Арктического технологического конкурса «АркТек-2023» осуществлялась презентация разработок, направленных на обеспечение устойчивого развития субъектов, входящих в Арктическую зону Российской Федерации. Конкурс проводился в г. Петергоф на базе Высшей школы менеджмента.

Научным коллективом Академии была подана заявка на два раздела конкурса из трех возможных:

«АРКТЕК ДАТА». Проект направленный на внедрение цифровых продуктов в практике обеспечения устойчивого развития регионов Арктической зоны.

«АРКТЕК НАУЧНЫЙ ПИТЧ». Проект направленный на внедрение результатов фундаментальных и прикладных исследований в практику, для развития комфортных условий жизни людей в Арктике и обеспечения успешной работы компаний в регионе.

От Академии очно участвовали Иванов Е.В., начальник научно-исследовательского отдела, научный сотрудник НИЦ – Дмитриев А.В., операторы НИЦ – Илизаров М.И., Макаров М.М. Заочно, с применением дистанционных технологий, начальник научно-исследовательского центра Рыбаков А.В.

Итогом обсуждения проектов с экспертами и представителями компаний-партнеров стали рекомендации по дальнейшему развитию представленных проектов.



ШТАБНАЯ ТРЕНИРОВКА ПО ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЕ

3 октября 2023 года состоялась штабная тренировка по гражданской обороне.

В рамках проведения штабной тренировки к работе исследовательской группы были привлечены сотрудники Академии из состава адъюнктов (Завгородний А.Н., Янышев П.А.).

Группа обучающихся приняла участие в практических показных занятиях по выполнению мероприятий по гражданской обороне. Сотрудниками научно-исследовательского центра была осуществлена демонстрация материалов результатов выполнения научно-исследовательской работы «Научно-методическое обеспечение повышения оперативности проведения эвакуационных мероприятий в системе МЧС России», выполненной в интересах Департамента гражданской обороны МЧС России.



НА БАЗЕ АКАДЕМИИ СОЗДАН НОВЫЙ СПЕЦИАЛЬНЫЙ ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ Д 04.2.004.01

В связи с утверждением новой номенклатуры научных специальностей Академией гражданской защиты МЧС России в текущем году успешно решена задача по созданию нового специального диссертационного совета Д 04.2.004.01 с полномочиями приема к защите и защиты диссертаций по новой специальности – Защита населения, территорий и акваторий от чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время, шифр специальности 6.1.6, наименование отраслей науки, которые представлены в совете – технические и военные науки.

Подводя краткие итоги деятельности диссертационного совета прежнего состава, можно отметить, что за 8 лет его деятельности были защищены 1 докторская и 39 кандидатских диссертаций. При этом со стороны специального экспертного совета по оборонным вопросам Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России не было ни одного замечания к защищенным в Академии диссертационным работам и к представленным аттестационным делам. Конечно, в этом большая заслуга членов диссертационного совета. По этому показателю с нами могут сравниться единицы ВУЗов и НИИ силовых структур и предприятий оборонно-промышленного комплекса.

В соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 692/нк от 11 апреля 2023 года в состав совета вошли 21 человек. Из них, отрасль «военные науки» представляют 11 человек, в том числе 7 сотрудников нашей Академии и 4 представителя внешних организаций. Отрасль «технические науки» представляют 10 человек, в том числе 6 сотрудников нашей Академии и 4 представителя внешних организаций.



По случаю первой защиты диссертации в новом диссертационном совете 13 сентября текущего года была проведена встреча начальника Академии генерал-лейтенанта Панченкова Виктора Владимировича с коллективом диссертационного совета, на котором были подведены итоги работы диссертационного совета прежнего состава и определены основные приоритеты в деятельности на ближайшую перспективу. Ряд членов диссертационного совета были поощрены начальником Академии за значительный вклад в подготовку научно-педагогических кадров высшей квалификации.

*Председатель специального диссертационного совета
доктор военных наук, профессор А.И. Мазаник*

ПРЕДСТАВИТЕЛИ АКАДЕМИИ ПРИНЯЛИ УЧАСТИЕ В ФОРУМЕ «АРМИЯ-2023»

С 14 по 20 августа 2023 года на территории военно-патриотического парка культуры и отдыха Вооруженных Сил Российской Федерации «Патриот» в подмосковной Кубинке прошел традиционный Международный военно-технический форум «АРМИЯ».

Форум «АРМИЯ-2023» включал в себя масштабную выставочную, научно-деловую и демонстрационную программы. Представители Академии посетили множество мероприятий деловой программы форума «АРМИЯ-2023».

В рамках мероприятий форума 17 августа 2023 года состоялось награждение победителей и лауреатов конкурса «Лучший проект в сфере информационных технологий в интересах обороны и безопасности». Работа, представленная коллективом научно-исследовательского центра Академии заняла III место в номинации «Информационные технологии в системах и комплексах военного назначения». Работа была посвящена решению проблем обеспечения безопасности объектов и комплексов военного назначения от природных пожаров на основе своевременно составляемого прогноза.



УЧЕНЫЕ АКАДЕМИИ ЗАНЯЛИ ПЕРВОЕ МЕСТО ВО ВСЕРОССИЙСКОМ КОНКУРСЕ

25 сентября 2023 года в рамках проведения конференции «Искусственные общества и информационные технологии», проводимой на базе Центрального экономико-математического института РАН прошло подведение итогов Всероссийского конкурса на лучшую имитационную модель России 2023.

Работа, выдвинутая авторским коллективом Академии: Рыбаков А.В. (доктор технических наук, профессор), Нестеров В.А. (кандидат технических наук), Иванов Е.В. (кандидат технических наук), заняла первое место в номинации «Лучшая математическая и/или компьютерная модель для решения задач на федеральном уровне».

Ключевая идея работы заключалась в решении задачи обеспечения максимально высокого уровня состояния защищенности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, с учетом специфики рассматриваемых субъектов и в условиях ограничений на финансовые ресурсы.

Конкурс состоялся при содействии рабочей группы Государственной Думы и информационной поддержке Администрации Президента Российской Федерации.



Поздравляем коллективы с заслуженными наградами !!!

ПРЕДСТАВИТЕЛИ АКАДЕМИИ ВЫСТУПИЛИ С ДОКЛАДАМИ НА VI ЗАСЕДАНИИ КОМИТЕТА НОК МОГО

27 сентября 2023 года на территории Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь прошло VI заседание Комитета Научно-образовательного комитета Международной организации гражданской обороны (МОГО).

Мероприятие собрало 26 представителей из четырех иностранных ведомств, научно-образовательных учреждений, гуманитарных центров и международных организаций из России, Алжира, Азербайджана, Казахстана, Кыргызстан и ОАЭ.

В рамках заседания с докладом «Предложения Академии гражданской защиты МЧС России по развитию научно-образовательного комитета МОГО и о мероприятиях для включения в план работы на 2024 год» выступил начальник Института развития МЧС России Симонов В.В., о научных разработках Академии рассказал заместитель начальника Академии (проректор) по научной работе Полевой В.Г.

Кроме этого, в ходе заседания был обсужден промежуточный отчет о деятельности Научно-образовательного комитета МОГО за 2023 год. Участники рассмотрели предложения и инициативы по развитию комитета, а также обсудили текущие и предстоящие международные проекты в области науки и образования в сфере предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

По итогам заседания Научно-образовательного комитета были выработаны инициативы и рекомендации, направленные на совершенствование системы подготовки специалистов для предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.



На сегодняшний день странами-членами Международной организации гражданской обороны являются 60 стран мира, странами-наблюдателями – 16 стран, аффилированными членами – 21 организация.

Результаты патентно-лицензионной деятельности Академии

ПРОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОСТЕКЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВТОРИЧНЫХ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ ВЗРЫВА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Программа представляет собой самостоятельное приложение, позволяющее провести расчеты по определению рациональных параметров остекления для защиты населения от вторичных поражающих факторов взрыва при чрезвычайной ситуации техногенного характера на потенциально опасном объекте и повысить показатель защищенности населения. В программе пользователем задаются известные исходные данные и по результатам вычисления определяются такие параметры стекла, при которых вероятность поражения человека осколками стекла снижается и тем самым повышается показатель защищенности населения. Это позволяет проводить мероприятия по защите населения от вторичных поражающих факторов взрыва при чрезвычайной ситуации техногенного характера на потенциально опасном объекте.

Авторы: Рыбаков А.В., Очетов С.Л., Колобчёнков М.А.



ПРОГРАММА ПО РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ЗНАЧИМОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СФГО С УЧЕТОМ ВАЖНОСТИ ВОЗЛОЖЕННЫХ ЗАДАЧ

Программа реализует алгоритм оценки значимости подразделений СФГО (системы функционального и организационного управления) с учетом важности возложенных задач. Алгоритм основан на анализе роли подразделений в выполнении ключевых задач. Программа позволяет провести анализ организации на уровне подразделений, определить наиболее значимые и ответственные подразделения по критериям, а также выявить узкие места и возможности для оптимизации работы организации в целом.

Авторы: Рыбаков А.В., Фрайденберг А.Г., Макаров М.М., Мазаник А.И., Иванов Е.В.



ПРОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ОБЛАКА АХОВ ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ С УЧЕТОМ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ

Программа представляет собой самостоятельное приложение, позволяющее провести графическое построение облака распространения АХОВ. В программе пользователем задаются известные исходные данные и в дальнейшем графически на карте отображается облако АХОВ при авариях на химически опасных объектах, что позволяет провести заблаговременную эвакуацию населения из районов, подвергаемых загрязнению.

Авторы: Рыбаков А.В., Тимарин А.Н., Колобчёнков М.А., Иванов Е.В., Самигуллин Д.А., Остапчук Е.Е.



Организация подготовки научно-педагогических кадров

В АКАДЕМИИ УСПЕШНО ЗАЩИЩЕНА ДИССЕРТАЦИЯ

В Академии гражданской защиты МЧС России 13 сентября 2023 состоялось заседание специального диссертационного совета, на котором была рассмотрена и успешно защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата военных наук по научной специальности 6.1.6. – «Защита населения, территорий и акваторий от чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время».

Соискатель ученой степени кандидата военных наук,
Фрайденберг Александр Геннадьевич



Научный руководитель –
главный научный сотрудник
научно-исследовательского центра,
доктор военных наук, профессор,
Почетный работник науки и высоких
технологий Российской Федерации
Мазаник Александр Иванович



Диссертация Фрайденберга А.Г. посвящена исследованию вопросов повышения эффективности работы по комплектованию подразделений гражданской защиты.

Поздравляем соискателя с успешной защитой диссертации, желаем ему успехов и новых достижений в будущей профессиональной деятельности!

Анонс научных событий с участием Академии на 4-й квартал 2023 года

Октябрь

Всероссийская научно-практическая конференция посвященная Дню образования гражданской обороны Российской Федерации

Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы подготовки научно-педагогических кадров»

Ноябрь

Ноябрь

Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы оперативного управления мероприятиями РСЧС и ГО в территориальных органах управления и спасательных воинских формированиях МЧС России»

Международная научно-практическая конференция «Техносферная безопасность, проблемы и перспективы»

Ноябрь

НАУЧНЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

16+

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И.Михайлика»

Адрес учредителя:

141435, Московская обл., г.о. Химки, г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А

Свидетельство о регистрации:

ПИ № ФС77-47315 от 17.11.2011
Роскомнадзор

Выпуск №3 (58):

Дата выхода в свет: 12.10.2023 г.
Периодичность выпуска: 4 раза в год
Свободная цена

Адрес типографии:

394052, Воронежская обл., г. Воронеж, ул. Маршала Неделина, д. 27, кв. 56

Адрес издателя и редакции:

141435, Московская обл., г.о. Химки, г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А

Главный редактор:

Мазаник А.И.

Тираж:

150 экз.

Электронная почта:

journal@amchs.ru

Сайт:

<https://amchs.ru/nauka/nauchnyy-zhurnal/>

Подписной индекс:

10587 в Интернет-каталоге
«Пресса России»

Научный журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (<http://elibrary.ru/>) и в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, на соискание ученой степени кандидата наук

Информация предназначена для лиц старше 16 лет

© ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», 2023



АКАДЕМИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ МЧС РОССИИ

СТАТЬИ ВЫПУСКА 2'2023, КОТОРЫЕ НАБРАЛИ НАИБОЛЬШЕЕ КОЛИЧЕСТВО ПРОСМОТРОВ В СИСТЕМЕ ELIBRARY.RU

Оценка пожарной опасности объекта образования на основе термического анализа и определения расчетных величин пожарного риска

В статье представлен результат комплексного исследования по анализу пожарной опасности объекта образования на основе очередности термодеструкции элементов пожарной нагрузки, анализу конструктивных особенностей здания в сочетании с определением расчетных величин пожарного риска. Установлена наименьшая устойчивость к температурному воздействию линолеума с температурой начала деструкции - 219°C, далее начинает разрушаться стеновая панель и краска. С помощью специального программного обеспечения произведен расчет риска, создана 3D-модель объекта. Блокирование происходит на 139,7 с хлористым водородом, выделяющимся при горении линолеума, что не позволяет провести безопасную эвакуацию людей при пожаре. Предлагаются мероприятия по повышению пожарной безопасности объекта, основным из которых является замена напольного покрытия.

Авторы: Будыкина Т.А., Ляшенко С.М., Федотов С.Б.

Постановка научной задачи обоснования рациональных параметров системы защиты зданий и сооружений критически важных объектов в условиях военных конфликтов

В статье представлены результаты исследования, направленного на обоснование рациональной системы защиты зданий и сооружений критически важных объектов в условиях военных конфликтов. По результатам анализа построенных дерева целей и дерева проблем, а также известного научно-методического аппарата в исследуемой области, представлена общая постановка научной задачи в формализованном виде. Выявлены особенности решения задачи определения стойкости структурных элементов критически важного объекта, связанные с множеством неопределенных факторов, на основе анализа которых сделан вывод о целесообразности применения методов нечеткой логики. Разработана структурно-логическая схема проведения научного исследования в рассматриваемой предметной области.

Авторы: Рыжов А.А., Добров А.В., Лебедев А.Ю., Иванченко Д.И.

Анализ проблемной ситуации в области функционирования автоматизированной системы информационной поддержки принятия решений при проведении аварийно-спасательных работ в Арктической зоне Российской Федерации

В статье рассмотрены основные проблемы в области функционирования информационной системы поддержки принятия решений при выполнении задач, возложенных на МЧС России. Выявлено противоречие в практической области применения систем поддержки принятия решений при реагировании на чрезвычайные ситуации и предложены пути его решения. Определены основные параметры функционирования системы, которые необходимо учитывать при решении проблемной ситуации. Сформулирована научная задача исследования и определены основные этапы ее решения.

Авторы: Литвин А.А., Чискидов С.В.



amchs.ru