

**International academy of ecology, man and nature protection sciences  
ECOLOGY AND DEVELOPMENT OF SOCIETY  
№ 1 (35) 2021**

---

*Published since 2011  
Journal "Ecology and development of Society"  
is dissemination in Russia and other countries*

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ:

**Рогалева Л.В.**, к.т.н., президент МАНЭБ  
**Окрепилов В.В.**, д.э.н., проф., акад. РАН, зам. председателя СПб НЦ РАН

**ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА**

<b>Гуткин В.И.</b> , д.б.н., проф.	<b>Лукманов Ю.Х.</b> , д.э.н., проф.
<b>Захарьящев В.И.</b> , к.э.н.	<b>Максимов А.С.</b> , к.т.н., доцент
<b>Иванов М.А.</b> , д.г.-мин.н., проф.	<b>Марин Ю.Б.</b> , д.г.-м.н., проф., чл.-корр.РАН
<b>Игнашов А.М.</b> , д.м.н., проф.	<b>Мелуа А.И.</b> , д.фил.н., проф.
<b>Корчак А. В.</b> , д.т.н., проф.	<b>Пыриков А.Н.</b> , д.т.н., проф.
<b>Лисицин Н. В.</b> , д.т.н., проф.	<b>Шевченко Ю.Л.</b> , д.м.н., проф., академик РАМН

**EDITORIAL COUNCIL**

CO-CHAIRMEN:

**Rogaleva L.V.**, Ph.D. (Tech.), President of IAEMNPS  
**Okrepilov V.V.**, Prof., DSc (Economics), member,  
vice-chairman of Sr. Petersburg Scientific Centre RAS

**MEMBERS OF EDITORIAL COUNCIL**

<b>Gutkin V.I.</b> , Prof., DSc (Biology).	<b>Lukmanov U.H.</b> , Prof., DSc (Economics)
<b>Zahariacshev V.I.</b> , Ph.D.(Economics)	<b>Maksimov A.S.</b> , Ph.D.(Tech.), docent
<b>Ivanov M.A.</b> , Prof., DSc (Geology)	<b>Marin U.B.</b> , Prof., DSc (Geology)
<b>Ignashov A.M.</b> , Prof., DSc (Medical)	<b>Melua A.I.</b> , Prof., DSc (Philosophy)
<b>Korchak A.V.</b> , Prof., DSc (Medical)	<b>Pyrikov A.N.</b> , Prof., DSc (Tech.)
<b>Lisicin N.V.</b> , Prof., DSc (Tech.)	<b>Shevchenko U.L.</b> , Prof., DSc (Medical), member of the Academy RASM

*Публикуется с 2011 года*

*Журнал «Экология и развитие общества»  
распространяется в России и зарубежных странах*

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **Горшков Л.К.**, д.т.н., проф.

Заместитель гл. редактора **Лучкевич В.С.**, д.м.н., проф.

Ответственный секретарь **Иорданишили А.К.**, д.м.н., проф.

### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

**Алфёров И.Н.**, к.т.н., доц.

**Вержанский А.П.**, д.т.н., проф.

**Ивахнюк Г.К.**, д.х.н., проф.

**Коновалов С.С.**, д.м.н., проф.

**Коломиец А.М.**, д.т.н., проф.

**Копейкин Г.К.**, к.э.н., доц.

**Кузионов С.П.**, к.т.н., доц.

**Литвин В.В.**, к.т.н., доц.

**Муратов Э.О.** к.т.н.

**Николаев Н.И.**, д.т.н., проф.

**Потапов А.И.**, д.т.н., проф.

**Семячков А.И.**, д.г.-м.н., проф.

**Тарасов С.П.**, д.т.н., проф.

**Филиппов В.Л.**, д.м.н., проф.

### ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

**Мясников Ю.Н.**, д.т.н., профессор

**Осецкий А.И.**, д.т.н., профессор

**Кобяков Г.М.**, к.т.н.

**Рогачев М.К.**, д.т.н., профессор

**Фридман К.Б.**, д.м.н., профессор

**Сергеева В.Г.**, д.э.н., профессор

**Летучий Ю.А.**, д.т.н., профессор

**Все публикуемые материалы рецензируются**

**International academy of ecology, man and nature protection sciences**  
**ECOLOGY AND DEVELOPMENT OF SOCIETY**  
**№ 1 (35)** **2021**

---

*Published since 2011  
Journal "Ecology and development of Society"  
is dissemination in Russia and other countries*

**EDITORIAL BOARD**

Editor-in-chief **Gorshkov L.K.**,  
Vice of editor-in-chief **Luchkevich V.S.**,  
Executive secretary **Iordanishvili A.K.**,

Professor, DSc. (Tech.)  
Professor, DSc. (Medical)  
Professor, DSc. (Medical)

**MEMBERS OF EDITORIAL BOARD**

**Alferov I.N.**, Ph.D.(Tech.), docent  
**Verzhanski A.P.**, Prof., DSc. (Tech.)  
**Ivakhnuk G.K.**, Prof., DSc (Chemistry)  
**Kolomiets A.M.**, Prof., DSc. (Tech.)  
**Konovalov S.S.**, Prof., DSc. (Medical)  
**Kopeikin G.K.**, Ph.D. (Economics), docent  
**Kuzionov S.P.**, Ph.D. (Tech.)

**Litvin V.V.**, Ph.D.(Tech.), docent  
**Muratov E.O.** Ph.D.(Tech.)  
**Nikolaev N.I.**, Prof., DSc. (Tech.)  
**Potapov A.I.**, Prof., DSc. (Tech.)  
**Semiachkov A.I.**, Prof., DSc. (Geology)  
**Tarasov S.P.**, Prof., DSc. (Tech.)  
**Filippov V.L.**, Prof., DSc. (Medical)

**COUNCIL OF EXPERTS**

**Myasnikov J.N.**, Doctor of Technical Sciences, prof.  
**Osetskiy A.I.**, Doctor of Technical Sciences, prof.  
**Kobyakov G.M.**, Candidate of Technical Sciences  
**Rogachev M.K.**, Doctor of Technical Sciences, prof.  
**Fridman K.B.**, Doctor of Medicine, prof.  
**Sergeeva V.G.**, Doctor of Economics, prof.  
**Letuchiy J.A.**, Doctor of Technical Sciences, prof.

**All published materials are reviewed**

**Журнал «Экология и развитие общества» включён в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук.**

УДК 614.8:574.4: 515.9

ББК 68.10

В очередном выпуске журнала отражены в виде публикаций разного рода научно-практические результаты деятельности членов МАНЭБ и ведущих специалистов в области экологии и безопасности в традиционных рубриках: общие вопросы экологии; инженерная экология; социальная экология и медицинская профилактика; военная и космическая экология; чрезвычайные ситуации и безопасность; образование и культура; краткие сообщения; хроника.

Для широкого круга специалистов в области экологии и безопасности, студентов и курсантов гражданских и военных вузов, магистрантов, аспирантов и адъюнктов всех форм обучения.

Заключение экспертизы постоянно действующей технической комиссии  
от 29.03.2021, протокол № 18

© Авторы публикаций, 2021 г.

ISSN 2312–654X

© МАНЭБ (редакционная подготовка, обложка), 2021 г.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

**Поздравление президента МАНЭБ по случаю юбилея Академии..... 9**

### **ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ**

*Митрофанова Т.Н., Чихонадских Е.А., Сигачёва М.И.* Экологическая экспертиза и особенности её исполнения для Арктической зоны России..... 10

### **ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

*Бондарева М.К., Таракова Е.А., Филатов А.С.* Основные направления применения апостериорных методов калибровки беззапросной навигационной аппаратуры потребителей..... 15  
*Горшков Л.К., Горелов С.К., Сударь Ю.М.* Особенности конструирования волновых зубчатых передач с пластичной смазкой..... 21  
*Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Чебыкина Е.Ю.* Краткие итоги первого этапа научно-исследовательской программы «Плавни Невской губы»..... 25  
*Соколов Д.А., Косырев С.В., Кислицына И.А.* Методика расчёта содержания загрязнителя на подстилающей поверхности с заданной вероятностью его определения..... 31

### **СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ПРОФИЛАКТИКА**

*Иорданишвили А.К.* Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы и здравоохранение: вчера, сегодня, завтра..... 39  
*Свитнев И.В., Харитонова Е.А., Хитяев Д.Г.* Программный комплекс выявления острых респираторных заболеваний в воинских коллективах..... 44

### **ВОЕННАЯ И КОСМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ**

*Горшков Л.К., Софын А.П., Фёдорова Л.А.* К вопросу о решении проблемы создания космических манипуляторов..... 51  
*Косырев С.В., Варющенко С.Б., Лебедев М.Ю.* К вопросу оценивания эффективности системы управления экологической безопасностью воинской части..... 55

### **ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ**

*Вилков А.В., Колесов Д.Г., Макейкин Е.В.* Методика оптимального размещения контрольных точек системы радиационного и химического наблюдений воинских частей ВС РФ..... 61  
*Донцов С.А., Бурак В.Е., Королёва Л.А., Дроздова Л.Ф.* О биодеградации использованных средств индивидуальной защиты органов дыхания в окружающей среде..... 67

### **ОБРАЗОВАНИЕ И КУЛЬТУРА**

*Битов А.Г.* Экология Слова..... 77

### **КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

*Красиков А.В., Тетюхин Д.В., Свириденко А.Д.* Совершенствование реперных спиц для остеосинтеза костей..... 81  
*Об этом спорят учёные. Животные предсказывают землетрясения..... 83*

## ХРОНИКА

Заседание научной секции.....	85
К 75 – летию академика МАНЭБ Гайдара Бориса Всеволодовича.....	87
К 65 – летию академика МАНЭБ Литвиненко Сергея Ивановича.....	89
Правила оформления рукописи статьи для публикации в журнале «Экология и развитие общества».....	90
Порядок рецензирования рукописи.....	91

## CONTENTS

Congratulations of the President of MANEB on the occasion of the anniversary of the Academy.....	9
<b>GENERAL QUESTIONS OF ECOLOGY</b>	
<i>Mitrofanova T.N., Chikhonadskikh E.A., Sigacheva M.I.</i> Environmental expertise and its features in the arctic zone of the Russia .....	10
<b>ENGINEERING ECOLOGY</b>	
<i>Bondareva M.K., Tarasova E.A., Filatov A.S.</i> Main directions of aposterior calibration methods of the undertaken navigation equipment of consumers .....	15
<i>Gorshkov L.K., Gorelov S.K., Sudar Yu.M.</i> Design features of grease-lubricated harmonic drive.....	21
<i>Zhilgulsky V.A., Shuisky V.F., Chebykina E.Yu.</i> Summary of the scientific research programme 1st stage "macrophyte thicket ecosystems of the Neva bay".....	25
<i>Sokolov D.A., Kosyrev S.V., Kislitsyna I.A.</i> Procedure for calculating the contaminant content on the substrate surface with a given probability of its reliable determination.....	31
<b>SOCIAL ECOLOGY AND MEDICAL PREVENTION</b>	
<i>Iordanishvili A.K.</i> International academy of ecology, human and natural safety and healthcare sciences: yesterday, today, tomorrow.....	39
<i>Svitnev I.V., Kharitonova E.A., Khityaev D.G.</i> Software package for the detection of acute respiratory diseases in military collectives based on the ranking of socio-physiological risks.....	44
<b>MILITARY AND SPACE ECOLOGY</b>	
<i>Gorshkov L.K., Sofin A.P., Fedorova L.A.</i> On the issue of solving the problem of creating space manipulators.....	51
<i>Kosyrev S.V., Varyushchenko S.B., Lebedev M.Yu.</i> On the issue of evaluating the effectiveness of the management system ensuring the environmental safety of military unit.....	55
<b>EMERGENCY SITUATIONS AND SECURITY</b>	
<i>Vilkov A.V., Kolesov D.G., Makeikin E.V.</i> Method of optimal placement of control points of the system of radiation and chemical monitoring of military units of the armed forces of the Russia.....	61
<i>Dontsov S.A., Burak V.E., Koroleva L.A., Drozdova L.F.</i> About biodegradation of used personal protective equipment of respiratory organs in the environment.....	67
<b>EDUCATION AND CULTURE</b>	
<i>Bitov A. G.</i> Ecology of Parole.....	77
<b>BRIEF REPORTS</b>	
<i>Krasikov A.V., Tetyukhin D.V., Sviridenko A.D.</i> Improvement of reference spokes for bone osteosynthesis.....	81
<i>Scientists argue about this. Animals predict earthquakes.....</i>	83

## CHRONICLE

Meeting of the scientific section.....	85
<b>75 years of academician MANEB Gaidar B. V.</b> .....	87
<b>65 years of academician MANEB Litvinenko S. I.</b> .....	89
<b>Rules of editing of an article for the publication in the journal “Ecology and society’s development”</b> .....	90
<b>Order of reviewing of a manuscript.....</b>	91



**Уважаемые коллеги, друзья!**

*Поздравляю вас с 25-летним юбилеем Академии!*

*Для общественной организации это значимая дата. За это время мы с вами смогли пройти тернистый путь от становления до заслуженного авторитета не только в научных кругах, но и в обществе в целом.*

*Гордость Академии — это её члены, люди неравнодушные к происходящему на нашей планете Земли.*

*За четверть века Академия сумела собрать в своих рядах целую плеяду авторитетных ученых и экспертов разных специальностей, объединив их усилия в решении проблемы обеспечения безопасности человека и природы в сложное время преодоления мирового финансового и экологического кризиса.*

*Желание не покорять природу, а глубже изучать её законы и следовать им — является приоритетом в нашей деятельности, поэтому, опираясь на науку, мы никогда не забывали о духовности, культуре и образовании, отдавая должное внимание в деле сохранения экологического и духовного равновесия в природе и обществе.*

*Искренне благодарю вас за активную жизненную позицию, умение грамотно использовать свои знания и делиться накопленным опытом.*

*Желаю вам здоровья, неиссякаемой энергии, новых свершений и удачи во всех благих делах!*

# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ

## GENERAL QUESTIONS OF ECOLOGY

УДК 620.97:574.55

**Т.Н. МИТРОФАНОВА**, к.т.н., доцент, *tminr@inbox.ru*

Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург;

**Е.А. ЧИХОНАДСКИХ**, к.т.н., доцент, *Hel.60@mail.ru*

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет;  
**М.И. СИГАЧЕВА**, магистрант, *1337zimbabwe@gmail.com*

Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург

**T. N. MITROFANOVA**, Ph. D., Associate Professor, *tminr@inbox.ru*

Russian state hydrometeorological university; St.Petersburg;

**Е.А. ЧЕКХОНАДСКИХ**, PhD in Techn. Sc., Ass. Professor, *Hel.60@mail.ru*

Saint Petersburg state marine technical university;

**М.И. SIGACHEVA**, graduate student of 2 course, *1337zimbabwe@gmail.com*

Russian state hydrometeorological universit); St.Petersburg

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА И ОСОБЕННОСТИ ЕЕ ИСПОЛНЕНИЯ ДЛЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Рассмотрены вопросы, связанные с оценкой степени воздействия на окружающую среду и внесением предложений по повышению эффективности экологической экспертизы в Арктической зоне Российской Федерации. Показан опыт использования и значимость государственной экологической экспертизы проектов хозяйственной деятельности, обусловленной нарастающей потребностью рационального использования ресурсов Арктики, защитой её уникальной окружающей среды с акцентом на устойчивое развитие арктической территории, что поможет свести к минимуму негативное воздействие на её растительный и животный мир, абиотические компоненты, природные ресурсы, здоровье, безопасность и благополучие человека. Отмечается, что экологическая экспертиза является одним из действенных инструментов обеспечения сохранности экологической обстановки. Исполнение особого подхода к процедуре государственной экологической экспертизы очень важно для обеспечения экологической безопасности арктического региона, для установления приемлемого баланса между защитой окружающей среды и процессом эксплуатации недр Арктической зоны.

**Ключевые слова:** экспертиза, Арктика, природа, климат, условия, демография, экономика, оценка, воздействие, среда, стратегия. экономическое освоение недр, экология окружающей среды.

### ENVIRONMENTAL EXPERTISE AND ITS FEATURES IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIA

The paper deals with issues related to the analysis of the effectiveness of environmental impact assessment and the introduction of proposals to improve the effectiveness of environmental assessment in the Arctic zone of the Russian Federation, which helps to minimize the negative impact on the Arctic environment. The experience of using and the importance of the state environmental expertise of projects of the planned economic activity is shown, due to the growing need for rational use of Arctic resources, protection of its unique environment with an emphasis on the sustainable development of the Arctic territory, taking into account such a state regulatory instrument as environmental expertise. The necessity of analyzing the effectiveness of environmental impact assessment and making proposals to improve the effectiveness of environmental assessment in the Arctic zone of the Russian Federation, which helps to minimize the negative impact on the Arctic environment, including the entire flora and fauna, abiotic components, natural resources, human health, safety and well-being, is indicated. One of the tools to ensure the preservation of the environmental situation in the Arctic region is environmental expertise. The implementation of a special approach to the state environmental assessment procedure is very important for ensuring the environmental safety of the Arctic region, for establishing a healthy balance between environmental protection and the process of exploitation of the subsurface resources of the Arctic zone of the Russian Federation.

**Key words:** expertise, Arctic, Russian Federation, nature, climate, conditions, demography, economy, assessment, impact, environment, strategy, ecology of environment.

Арктическая зона Российской Федерации — это территория, которая находится на севере Европейской и Азиатской частей России. Она омывается морями Северного Ледовитого

океана, такими как Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское. Протяженность морской границы составляет 19724,1 км. Сухопутная часть занимает

3,1 млн. км<sup>2</sup> (18% от территории России). Площадь континентальной части — 4,9 млн. км<sup>2</sup>, из которых 0,2 млн. км<sup>2</sup> — это площадь островов, а 4 млн. км<sup>2</sup> — площади шельфовых и внутренних морей. Население Арктической зоны на 2017 год составляет 2,37 млн. чел. [6]. Отличительными особенностями Арктической зоны РФ являются природные, климатические, демографические и экономические условия. Они значительно отличаются от других регионов России своими специфическими особенностями (Указ Президента РФ № 164 от 05.03.2020):

- экстремальные природно-климатические условия, включая постоянный ледовый покров или дрейфующие льды в морях Арктики; очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территорий; низкая плотность населения (1–2 чел. на 10 км<sup>2</sup>);

- удаленность от основных промышленных центров, высокая ресурсоемкость и зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других регионов России;

- чувствительность природы к техногенным и чрезвычайным ситуациям и производственной деятельности человека.

В соответствии с Указом Президента РФ № 296 от 02.05.2014, в состав Арктической зоны входят территории следующих субъектов РФ: Мурманская область; территории семи муниципальных образований Архангельской области; Ненецкий автономный округ; муниципальное образование городского округа «Воркута» Республики Коми; Ямало-Ненецкий автономный округ; городской округ города Норильск, Таймырский и Туруханский районы Красноярского края; тринадцать улусов (районов) Республики Саха (Якутия); Чукотский автономный округ; земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, указанные в постановлении Президиума ЦИК СССР от 15 апреля 1926 г. и других актах СССР.

Экологическая экспертиза — установление соответствия документов и (или) документации, обосновывающих намечаемую в связи с реализацией объекта экологической экспертизы хозяйственную и иную деятельность, экологическим требованиям, установленным техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды, в целях

предотвращения негативного воздействия такой деятельности на окружающую среду (Федеральный закон № 174-ФЗ от 23.11.1995).

Значимость государственной экологической экспертизы проектов намечаемой хозяйственной деятельности обусловлена нарастающей потребностью рационального использования ресурсов Арктики, защитой её уникальной окружающей среды с упором на устойчивое развитие её территории, с учетом такого государственного инструмента регулирования, как *экологическая экспертиза*.

Анализ эффективности применения оценки воздействия на окружающую среду и внесение предложений по повышению эффективности экологической экспертизы в Арктической зоне Российской Федерации помогает свести к минимуму негативное воздействие на арктическую среду, включая весь растительный и животный мир, абиотические компоненты, природные ресурсы, здоровье, безопасность и благополучие человека (Приказ Госкомэкологии РФ № 372 от 16.05.2000).

Цели ОВОС в Арктике не могут быть достигнуты без учета особенностей Арктики. Хотя Арктика не является единым районом с точки зрения топографии, плотности населения, землепользования или политики, многие общие черты могут наблюдаться в климате, социокультурных условиях и функционировании экосистем. Они влияют на проводимые исследования, выбор методов и подходов и продолжительность оценок. Например, простые экосистемы и медленный распад загрязняющих веществ могут влиять на фундаментальные предположения в прогнозировании судьбы загрязняющих веществ. Отсутствие базовой информации может удлинить процесс ОВОС по сравнению с таковым в регионах с умеренным климатом, а важность учёта традиционных знаний Арктики требует новых способов сбора информации. ОВОС в Арктике должна основываться на тех же принципах и включать в себя те же элементы, которые характеризуют ОВОС в других частях мира. Элементы, которые имеют особое значение в арктических условиях, включают следующее: ОВОС обычно охватывает множество различных областей исследований, и такой подход еще более важен в Арктике, где связь между природной средой и социально-экономическими особенностями может быть проявлена сильнее, чем в других регионах.

Использование множества различных типов информации также включает в себя принятие традиционных знаний в качестве важного источника информации при оценке потенциальных воздействий. Процесс ОВОС предусматривает участие широкого круга заинтересованных сторон, которые часто придерживаются разных взглядов и имеют разные ценности, включая неденежные ценности Арктики и ее окружающей среды. Многие жители Арктики живут в малонаселенных районах, и большинство из них по-прежнему имеют средства к существованию, которые зависят от крупных географических районов. Россия — самая сложная из арктических стран в том смысле, что в ней проживает большое количество очень разных коренных групп населения, каждая из которых говорит на своем уникальном языке. В Арктике кумулятивные воздействия вызывают особую озабоченность из-за чувствительности района и длительного времени восстановления. Поэтому природоохранный принцип является важной частью проведения ОВОС.

Такой подход имеет особую актуальность на территории Арктики, где базовые данные недостаточны и существуют пробелы в понимании важных экологических функций в арктических системах. Исходя из этого, необходимо стимулировать и поощрять осторожный подход при проведении ОВОС в Арктике. Оценка этих планов, часто называемая стратегической экологической оценкой, включает задачи, аналогичные тем, которые используются при оценке воздействия на окружающую среду отдельных проектов [1]. В то же время эти планы могут служить основой для оценки отдельных проектов и определять условия, которым должен соответствовать проект, чтобы избежать значительных негативных воздействий.

Многие коренные жители Арктики обладают накопленными знаниями об окружающей среде и устойчивом использовании арктических ресурсов. Их знание местных культурных, социальных и экологических систем и изменений в этих системах с течением времени, включая последние тенденции, могут быть существенным дополнением к научным наблюдениям. Сообщества и отдельные лица, владеющие этими знаниями об окружающей среде, могут быть отмечены на этапе определения ОВОС. Важным моментом является то, что оценка воздействия

должна учитывать все возможные кумулятивные воздействия. Помимо этого, учёту подлежат все виды деятельности, которые каким-либо образом оказывают воздействие на компоненты окружающей среды при условии учета компонентов, которые действуют за пределами непосредственной территории, затронутой проектом. Ведь область поражения, вследствие особых природных условий Арктического региона, часто имеет большую площадь, нежели объекты, расположенные на других умеренных регионах мира. Понимание сложных взаимодействий последствий особенно важно в Арктике из-за ее медленных, нелинейных и потенциально необратимых экологических и физических процессов. Несколько арктических характеристик играют главную роль в прогнозировании воздействия: например, влияние температуры на химические вещества, скорость восстановления растительности после строительства и изменения в постоянной погоде и т.п.

Мониторинг воздействия деятельности на окружающую среду может предложить новые или пересмотренные меры по их смягчению. Для оценки эффективности мер по смягчению информации об окружающей среде должна быть собрана в четко определенную базовую линию до реализации проекта. После осуществления реализации, проведение измерения изменений условий и состояния окружающей среды относительно стартовых условий может дать представление об эффективности предлагаемых и применяемых смягчающих мер для предотвращения или уменьшения степени воздействий.

Озабоченность общественности проектами часто включает вопросы о последующих действиях по реализации проектной деятельности после принятия проекта, а также о необходимости обеспечения уверенности в том, что проблемы будут выявлены и устранены. Адаптированная программа мониторинга, разработанная в процессе ОВОС, может стать важным шагом для эффективного решения этой проблемы.

Арктика является культурно- и социально-экономически неоднородной и сложной территорией. Поэтому участие арктических сообществ необходимо для разрешения конфликтов и споров между людьми с разными ценностями, восприятием и целями и часто демонстрирующими отсутствие взаимного доверия и понимания. Успешный процесс ОВОС должен справедливо

учитывать различные мнения, восприятия и точки зрения, чтобы способствовать общему пониманию проблемы.

Традиционные знания признаются Арктическим советом в качестве ключевого элемента устойчивого развития арктических ресурсов и быстро получают глобальное признание в качестве важнейшего компонента в управлении природными ресурсами.

За период с 2015 по 2019 гг. были проведены 672 государственные экологические экспертизы федерального уровня по всем регионам Российской Федерации. Из них 141 экспертиза проводилась по объектам, расположенным в арктической зоне, что составляет 21% от общего количества. 119 экспертиз арктических объектов получили положительное заключение экспертной комиссии (84%), 22 экспертизы — отрицательное, что явилось причиной запрета на реализацию представленной проектной документации. Экосистемы Арктики нуждаются в установлении собственного допустимого уровня антропогенного воздействия.

В современном мире создание эффективной модели правового регулирования природоохранной деятельности в Арктике играет всё большую роль. Это касается как общемирового уровня, так и регионального. Созданию такой повестки способствует развитие экономической деятельности в арктическом регионе (добыча и переработка полезных ископаемых, промысел рыбы, судоходство и т.д.) [3,4]. Для обеспечения экологической безопасности от увеличения объёмов использования ресурсов Арктической зоны важно обеспечить соблюдение экологической нормативной правовой базы и регулирование экономического и экологического развития [2].

Одним из предложений по повышению эффективности экологической экспертизы является создание нормативного правового акта по аналогии с уже существующими законами об особом порядке проведения государственной экологической экспертизы, выделяющего Арктическую зону как отдельный субъект со своими особенностями, с которыми надо считаться при планировании и реализации проектов. Арктическая зона — регион, серьёзно отличающийся от остальных природно-климатических зон. Однако даже рассмотрение Арктики как единого по различным параметрам региона не является полноценным

ввиду географической обширности региона [5]. Важно не только выделить Арктическую зону как объект с особым порядком проведения экологической экспертизы, но и разделить его по регионам для более тщательного подхода к проведению экспертизы, произвести делегирование полномочий на проведение экспертизы экологически безопасных объектов органам местной власти. Такой процесс передачи полномочий несет в себе сопутствующие масштабные программы, например, программа повышения квалификации сотрудников местного самоуправления. Но насколько это целесообразно для Арктической зоны? Возможно, конкретно для этих территорий будет более эффективной норма об обязательной государственной экологической экспертизе для всех видов документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, планируемую к осуществлению на арктической территории, то есть любой вид деятельности имеет право на существование только в случае получения положительного заключения.

Освоение Арктического региона является одним из приоритетных направлений государственной политики России как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективах. В связи с этим быстрыми темпами растет антропогенная нагрузка на регион. Но хрупкая и экологически неустойчивая экосистема Арктики со своими природно-климатическими особенностями нуждается в охране окружающей среды и соблюдении норм экологической безопасности. Одним из инструментов обеспечения сохранности экологической обстановки в Арктическом регионе является экологическая экспертиза.

Учитывая огромный потенциал Арктики, трудно представить, что этот регион останется нетронутым глобальными процессами освоения и развития всех отраслей промышленности. Поэтому очень важно обратить внимание на уже существующие проблемы, на пути их решения. Исходя из уровня интенсивности работ, необходимо обеспечить формирование и исполнение особого подхода к процедуре государственной экологической экспертизы, к обеспечению экологической безопасности арктического региона с целью установления оптимального баланса между защитой окружающей среды и процессом эксплуатации недр Арктической зоны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ардаева И.А. Сравнительный анализ процедуры проведения экологической экспертизы в ведущих экономически развитых странах / И.А. Ардаева, В.В. Одабай-Фард // ГИАБ, 2013, № 4 (1). — С. 44–50.
2. Барамидзе Д.Д. Эколого-правовой режим арктической зоны Российской Федерации: современное состояние и перспективы развития / Автореф. дисс. ... канд. юрид. наук. — Саратов, 2018. — 26 с.
3. Павленко В.И. Арктическая зона Российской Федерации в системе обеспечения национальных интересов страны // Арктика: экология и экономика, 2013, № 4 (12). — С. 16–25
4. Сапрыкина К.М. Современное экологическое состояние Арктической зоны РФ и возможная динамика развития // Территория «НЕФТЕГАЗ», 2015, № 5. — С. 86–90.
5. Смирнова О.О. Особые режимы хозяйственной деятельности: перспективы применения в Арктической зоне Российской Федерации / О.О. Смирнова, С.А. Липина, Л.К. Бочарова // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие), 2017, т. 8, № 3. — С. 357–367.
6. Мордвинова Т.Б. Полярное право / Т.Б Мордвинова, А.С. Скаридов, М.А. Скаридова. — М.: Юстиция, 2017. — 398 с.

## REFERENCES

1. Ardeva I.A. Comparative analysis of procedures providentially-tion expertise in leading developed countries / I.A. Ardeva, V. V. Odaba-Fard //GORN, 2013, № 4 (1). — P. 44–50
2. Baramidze D. D. Ecological and legal regime of the Arctic zone of the Russian Federation: current state and prospects of development/ Abstract of the disse for the degree ... Cand. of Legal Sc. — Saratov, 2018. — 26 p.
- 3 Pavlenko V. I. The Arctic zone of the Russian Federation in the system of ensuring the national interests of the country //Arctic: Ecology and Economics, 2013, № 4 (12). — P. 16–25.
4. Saprykina K. M. The current ecological state of the Arctic zone of the Russian Federation and possible dynamics of development. // NEFTEGAZ Territory”, 2015, № 5. — P. 86–90.
- 5 Smirnova O. O. Special modes of economic activity: prospects of application in the Arctic zone of the Russian Federation /O.O. Smirnova, S. A Lipina, L. K Bocharova // MIR (Modernization. Innovation. Development), 2017, vol.8, № 3. — P. 357–367.
6. Mordvinova T. B. Polar law / T. B. Mordvinova, A.S. Skaridov, M.A. Skaridova. — Moscow: Justice, 2017. — 398 p.

# ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОЛОГИЯ

## ENGINEERING ECOLOGY

УДК 929.6

**М.К. БОНДАРЕВА**, д.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник, *mkbond@mail.ru*

Главный испытательный космический центр МО РФ им. Г.С. Титова,  
г. Краснознаменск, Московской обл.:

**Е.А. ТАРАСОВА**, инженер, *gabustik@gmail.ru*

Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения», Москва;

**А.С. ФИЛАТОВ**, советник, *filatovas2018@yandex.ru*

Войсковая часть 33949, Москва

**М.К. BONDAREVA**, Doct. in Eng., associate Professor, *mkbond@mail.ru*

Leading researcher of Main test space center named after G.S. Titov.

Krasnoznamensk, Moscow region;

**Е.А. TARASOVA**, engineer, *gabustik@gmail.ru*

SPC «Systems Precision Instrument». Moscow;

**A.S. FILATOV**, advisor, *filatovas2018@yandex.ru*

Military unit. 33949, Moscow

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ АПОСТЕРИОРНЫХ МЕТОДОВ КАЛИБРОВКИ БЕЗЗАПРОСНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Аппаратурные задержки сигналов ГЛОНАСС в навигационных приемниках потребителей могут существенно снижать точность определения места. В целях выявления этих задержек предусмотрены технологические процессы калибровки навигационной аппаратуры потребителей (НАП). Калибровка проводится для повышения точности оперативного координатно-временного обеспечения потребителей за счёт компенсации аппаратурной погрешности, обусловленной отличием заводских калибровок от их фактических значений. Рассмотрены основные методы, применяемые для калибровки НАП. Описываются характеристики и возможности новой подсистемы непосредственной калибровки бортовых и наземных радиотехнических средств, создаваемой для предоставления потребителям данных для калибровки НАП.

**Ключевые слова:** глобальная навигационная спутниковая система, навигационная аппаратура потребителя, калибровочные поправки, имитатор навигационных сигналов, экологическая безопасность.

### MAIN DIRECTIONS OF APOSTERIOR CALIBRATION METHODS OF THE UNDERTAKED NAVIGATION EQUIPMENT OF CONSUMERS

The hardware delays of the GLONASS signals in the navigation receivers can significantly reduce the positioning accuracy. For identifying these delays, technological processes for calibrating the navigation equipment of consumers are used. Calibration is carried out to improve the accuracy of the operational coordinate-time support of consumers, by compensating for the hardware error caused by the difference between factory calibrations from their actual values. The article discusses the main existing methods used to calibrate the navigation equipment of consumers. The characteristics and capabilities of a new subsystem for calibration of airborne and ground radio equipment are described. This subsystem is developed to provide users with data for calibrating navigation equipment.

**Key words:** global navigation satellite system GLONASS, high-precision navigation, navigation equipment of consumers, calibration correction, navigation signal simulator, ecological safety.

Отрасль навигационных технологий является одной из самых динамично развивающихся отраслей экономики как в России, так и во всем мире и представляет одно из передовых направлений инновационного развития страны. В настоящее время проводятся работы по развитию и широкому применению Глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС) российского производства с целью массового

внедрения отечественных спутниковых навигационных технологий и услуг в интересах неограниченного числа пользователей наземного, морского, воздушного и космического базирования, военных, специальных и гражданских потребителей. Особая востребованность использования ГЛОНАСС актуальна для решения задач оперативного мониторинга [6] Министерства чрезвычайных ситуаций РФ. Созданная «Систе-

ма космического мониторинга чрезвычайных ситуаций (ЧС) МЧС России» (СКМ ЧС) находится в постоянном развитии, в том числе в части повышения требований к точности навигации космических аппаратов наблюдения за ЧС.

Важным направлением работ является создание конкурентоспособной НАП, работающей с сигналами российской спутниковой навигационной системы и обеспечивающей потребности потребителей. Наряду с космическим сегментом, развиваются и наземный и пользовательский сегменты. В пользовательский сегмент входит НАП, предназначенная для приема сигналов от навигационных космических аппаратов (НКА), измерения навигационных параметров и их обработки.

В ГЛОНАСС используется частотное разделение сигналов [2], поэтому аппаратурные задержки (смещения) сигналов от разных НКА в НАП имеют существенное различие. Это заметно ухудшает точность определения места. Для достижения требуемых характеристик системы ГЛОНАСС в части определения местоположения потребителей необходимо проведение калибровки беззапросных измерительных средств (БИС) и НАП на предмет определения и дальнейшего учета при проведении измерений калибровочных поправок, обусловленных линерной зависимостью приемных каналов при работе по сигналам системы ГЛОНАСС с частотным разделением [4].

Инструментальная погрешность измерения псевдодальности с помощью НАП обусловлена существованием зависимости группового времени запаздывания (ГВЗ) навигационных сигналов ГЛОНАСС в приёмном тракте аппаратуры от несущей частоты и типа данного сигнала. Сигнал может быть как с открытым, так и с закрытым доступом [2]. Следовательно, навигационные сигналы ГЛОНАСС на разных несущих частотах имеют неодинаковые значения ГВЗ в приёмном тракте НАП, и эти значения вносят вклад в погрешность измерения псевдодальности. Данная погрешность может достигать единиц метров для сигналов ГЛОНАСС в пределах одного частотного диапазона и превышать десятки метров для сигналов из различных частотных диапазонов. Такая погрешность носит преимущественно систематический характер и её можно определить по результатам калибровки. При этом калибровать необходимо все частотно-зависи-

мые элементы НАП [5]. Приёмно-измерительные устройства НАП калибруют с применением специализированного оборудования — имитаторов сигналов глобальной навигационной спутниковой системы [3]. Такой вид калибровки является основным для данных устройств. Имитаторы сигналов используют в качестве источников эталонных навигационных сигналов с известными параметрами.

В настоящее время имитаторы сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) калибруют двумя способами: с использованием опорного приёмника сигналов ГНСС и с помощью цифрового запоминающего осциллографа [6]. Первый метод характеризуется малыми материальными затратами, обеспечивает неопределенность калибровки порядка 0,3 м. Надо заметить, что разные производители применяют для калибровки различные опорные приёмники сигналов ГНСС, что порождает расходжение систематических погрешностей формирования псевдодальностей между имитаторами сигналов неодинаковых типов.

При втором методе выполняется так называемая «абсолютная калибровка». Однако при этом необходимо дорогостоящее оборудование, точность которого ниже требуемой, поскольку неопределенность калибровки составляет не менее 0,15 м. К тому же метод используют только при навигационных сигналах с одной квадратурной составляющей, что ограничивает возможность его применения, так как сигналы действующих ГНСС имеют, как минимум, две квадратурные составляющие [6].

В рамках мероприятий Федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» для предоставления специальным потребителям данных для калибровки НАП создается Подсистема калибровки бортовых и наземных радиотехнических средств (ПНКИ), входящая в состав Системы прецизионной навигации Министерства обороны (СПН МО) РФ.

ПНКИ состоит из двух основных частей: аппаратно-программных средств калибровки с использованием имитатора навигационного сигнала (АПС КИНС) и аппаратно-программных средств дистанционной калибровки измерителей (АПС ДКИ).

АПС КИНС предназначены для непосредственной калибровки наземных радиотехниче-

ских БИС и НАП на основе применения имитатора навигационного сигнала и выдачи измерительной информации от эталонных БИС в Центр обработки прецизионной информации по данным международных средств (ЦПИ-М) системы СПН МО для дистанционной калибровки наземных и бортовых радиотехнических измерительных средств.

АПС КИНС имеет две основные области применения. Во-первых, это оценка калибровочных поправок БИС и НАП, обусловленных линейной зависимостью приемных каналов при работе по сигналам системы ГЛОНАСС с частотным разделением, а также междиапазонными временными задержками, обусловленными приемом сигналов в разных частотных диапазонах (L1 и L2), с использованием имитатора навигационного сигнала. Во-вторых, обеспечение дистанционной калибровки наземных и бортовых радиотехнических измерительных средств, привязки шкал времени комплексов геодезического обеспечения (КГМ) к шкале времени UTC(SU) с заданными требованиями путем представления эталонной измерительной информации.

В качестве эталонных многочастотных приемников сигналов ГНСС в составе АПС КИНС используются прецизионные приемники сигналов ГНСС, для которых погрешности калибровочных поправок к измерениям псевдодальности по навигационным сигналам системы ГЛОНАСС с частотным разделением составляют не более 0,06 м (с уровнем вероятности, равным 0,95). Приемники обеспечивают возможность проведения абсолютной калибровки беззапросных измерительных средств, применяемых в интересах частотно-временного обеспечения системы ГЛОНАСС, работающей с привязкой к внешней шкале времени, например, к шкале времени центрального синхронизатора или к шкале времени, формируемой внешним стандартом частоты. Кроме этого, приемники дополнительно обеспечивают проведение измерений текущих навигационных параметров по сигналам системы GPS в частотном диапазоне L5 и по сигналам системы Galileo в частотных диапазонах E1, E5.

Специальное программное обеспечение из состава АПС КИНС выполняет расчет калибровочных поправок БИС при работе по сигналам, формируемым имитатором навигационного сигнала (абсолютных калибровочных поправок)

и расчет калибровочных поправок между двумя находящимися в непосредственной близости БИС, работающими по сигналам, излучаемыми НКА (относительных калибровочных поправок), формирует текстовые файлы с результатами расчета, выводит отображение значений калибровочных поправок по выбранному пользователем НКА в виде графиков зависимости значений калибровочных поправок от времени.

Технология функционирования АПС КИНС при проведении непосредственной калибровки БИС и НАП с использованием имитатора навигационного сигнала заключается в реализации соответствующей схемы измерений (рис. 1) и методики калибровки. Непосредственной калибровке подвергается приемно-измерительное устройство из состава БИС или НАП. Особенностью функционирования АПС КИНС при реализации непосредственной калибровки БИС и НАП является проведение периодической калибровки самого имитатора навигационного сигнала на предмет контроля характеристики погрешности передачи времени между импульсным сигналом времени 1Гц и соответствующему ему событию в навигационном сигнале, которая должна быть в пределах  $\pm 0,2$  нс. В настоящее время при опытной эксплуатации СНКИ периодическая калибровка имитатора навигационного сигнала осуществляется с использованием средств, разработанных ФГУП «ВНИИФТРИ» в рамках ОКР «Метрология» (2007–2011 гг.) федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система» по заказу Росстандарта.

Технологией функционирования АПС КИНС предусматривается использование опорного комплекта эталонного ГНСС приемника для решения задач обеспечения реализации дистанционной калибровки наземных и бортовых радиотехнических измерительных средств. С этой целью опорный комплект проводит непрерывные измерения текущих навигационных параметров по сигналам ГНСС, но периодически выключается для доставки к месту эксплуатации имитатора навигационного сигнала АПС КИНС и подвергается непосредственной калибровке. Периодичность калибровки (1 раз в месяц) может уточняться по результатам опытной эксплуатации. Перед проведением непосредственной калибровки опорного комплекта сам имитатор навигационного сигнала также подвергается процедуре калибровки.



Рис. 1. Схема измерений при реализации непосредственной калибровки

В случае, если значения калибровочных поправок опорного комплекта эталонного ГНСС приемника по результатам калибровки изменились в пределах допускаемой при калибровке погрешности измерений, то значения калибровочных поправок опорного комплекта не изменяются. В случае, если значения калибровочных поправок опорного комплекта эталонного ГНСС приемника по результатам калибровки выходят за установленные пределы, то опорному комплекту присваиваются новые значения калибровочных поправок.

При этом технологией функционирования АПС КИНС предусматривается использование резервного комплекта эталонного ГНСС приемника для решения задач обеспечения привязки шкал времени КГМ к шкале времени UTC(SU). С этой целью резервный комплект проводит непрерывные круглосуточные измерения текущих навигационных параметров по сигналам ГНСС с привязкой к шкале времени UTC(SU), без выключения. Калибровка резервного комплекта эталонного ГНСС приемника осуществляется относительно опорного комплекта дифференциальным способом.

АПС ДКИ предназначены для проведения работ по калибровке измерительных средств ГЛОНАСС (БИС), НАП, бортовой аппаратуры межспутниковых измерений (БАМИ), наземных станций контроля и управления (НСКУ) БАМИ с использованием измерений опорной БИС (ОБИСр) и данных её калибровки эталонным

имитатором навигационного сигнала, которые предоставляются АПС КИНС.

В основу технологии функционирования АПС ДКИ были положены технологии калибровки отдельных типов измерительных средств ГЛОНАСС (БИС и НАП, НСКУ БАМИ и БАМИ).

Все технологии работы ДКИ можно разделить на две группы по составу привлекаемой входной информации:

1. С использованием исходных данных АПС КИНС, когда непосредственно привлекаются измерения ОБИСр и данные о её калибровке имитатором, в этом случае калибровка осуществляется в следующей последовательности:

- накопление на заданном интервале измерительной информации ОБИСр (включая ее калибровочные поправки от эталонного имитатора), БИС и апостериорной ЭВИ ГЛОНАСС;

- фильтрация аномальных измерений ОБИСр и БИС;

- расчет калибровочных поправок к ИТНП БИС с уточнением параметров расхождения собственной шкалы времени БИС относительно ШВ, рассчитанной в центре апостериорного расчета ЭВИ ГЛОНАСС с использованием ИТНП ОБИСр.

2. Без использования исходных данных АПС КИНС (с учётом уже вычисленных ЭВИ СПН МО, рассчитанных с использованием данных АПС КИНС):

- накопление измерений НСКУ-Н и БАМИ, а также апостериорной ЭВИ ГЛОНАСС;

- формирование и фильтрация суммарных и разностных измерений;
- расчет калибровочных поправок для всех пар НСКУ-Н и БАМИ при использовании суммарных и разностных измерений.

**Методика калибровки БИС.** Проведение калибровки БИС возможно при наличии двухчастотных кодовых измерений, сглаженных фазовыми измерениями, от калибруемой БИС и ОБИСр на интервале не менее 5 сут по всем штатно функционирующем НКА ГЛОНАСС, при наличии высокоточной апостериорной ЭВИ НКА ГЛОНАСС на интервале калибровки, калибровочных поправок ОБИСр, рассчитанных с использованием эталонного комплекта имитатора навигационных сигналов на интервале калибровки и высокоточных исходных геодезических данных мест установки ОБИСр и БИС [5].

Расчет калибровочных данных осуществляется в следующем порядке:

- накопление измерительной информации ОБИСр (включая ее калибровочные поправки от эталонного имитатора), БИСр и апостериорной эфемеридно-временной информации (ЭВИ) ГЛОНАСС на заданном интервале времени;
- фильтрация аномальных измерений ОБИСр и БИС;

– расчет калибровочных поправок к изменениям текущих навигационных параметров (ИТНП) ОБИСр, БИСр с уточнением параметров расхождения собственной ШВ ОБИСр, БИСр относительно ШВ, рассчитанной в центре апостериорного расчета ЭВИ ГЛОНАСС.

Расчет калибровочных поправок к ИТНП БИСр (ОБИСр) с учетом калибровочных поправок от эталонного имитатора относительно апостериорных эфемеридных-временных данных НКА ГЛОНАСС проводится методом наименьших квадратов [1].

**Результаты расчетов калибровочных поправок.** На рис.2 представлены среднеквадратические погрешности навигации потребителя, полученные с 1 по 26 июля 2020 года (26 осредненных на суточном интервале реализаций) для навигационной аппаратуры из состава НКУ ГЛОНАСС (пос. Щелково Московской области), без учета калибровочных поправок (верхний ряд цифр) и с учетом калибровочных поправок (нижний ряд цифр). Значения погрешности НАП без учета калибровочных поправок составляют значения от 7 до 8,1 м, в то время как с учетом калибровочных поправок — от 0,2 до 1 м, т.е. эффект повышения точности навигации для стационарного НАП составил почти в 8 раз.



Рис. 2. Значения погрешности НАП с учетом (верхняя часть рисунка) и без учета (нижняя часть) калибровочных поправок (опорный пункт Щелково)

Для перспективных орбитальных потребителей оперативного наблюдения за ЧС наиболее значимы результаты экспериментальной калибровки навигационной аппаратуры, полученные по «сырой» измерительной схеме недельного интервала по КА «Ресурс-П». Анализ представленных данных показывает для некоторых литер

(НКА) наличие существенных значений погрешностей (до 12–15 м), неучет которых при автономной навигации перспективных КА СКМ ЧС может существенно ограничить возможности координатной достоверности оперативного контроля чрезвычайных ситуаций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: Т. 1. — М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2005. — 334 с.
2. Глобальная навигационная система ГЛОНАСС. Система высокоточного определения эфемерид и временных поправок (СВОЭВП) Интерфейсный контрольный документ (проект редакции 3.0). — М: ОАО «НПК «СПП», 2011. — 82 с.
3. Денисенко О.В. Основные направления развития комплекса средств метрологического обеспечения радиотехнических средств измерений и средств измерений длины в рамках системы ГЛОНАСС / О.В. Денисенко, В.Н. Федотов, И.С. Сильвестров // Вестник метролога, 2013, № 4. — С. 14–16.
4. Жуков А.Н. Повышение точности навигационных определений потребителей ГЛОНАСС с использованием калибровочных поправок к измерениям псевдорельности, рассчитанных в системе высокоточного определения эфемерид и временных поправок. Радионавигационные технологии / А.Н. Жуков, С.М. Зотов, И.Н. Тупицын, Д.Ю. Ченин. — М.: Радиотехника, 2016. — 146 с.
5. Жиганов К.А. Об одном из путей существенного повышения точности навигационной аппаратуры потребителей системы ГЛОНАСС / К.А. Жиганов, В.Е. Яковлев, С.А. Катков // Двойные технологии, 2012, № 4(61). — С. 48–51.
6. Малышев В.В. Спутниковые системы мониторинга. Анализ, синтез и управление / В.В. Малышев, М.Н. Красильщиков, В.Т. Бобронников и др. — М.: МАИ, 2000. — 568 с.

## REFERENCES

1. Antonovich K.M. The use of satellite radio navigation systems in geodesy. Vol. 1. — Moscow: Federal state unitary enterprise «KartGEOcentre», 2005. — 334 p.
2. Global navigation system GLONASS. The system of high-accuracy determination of ephemeris and time corrections (SWAMP) // The interface control document (revision draft 3.0). — M., «RPC «SPL», 2011.— 82 p.
3. Denisenko O.V. The main directions of development of a complex of metrological support for radio-technical measuring instruments and length measuring instruments within the GLONASS system / O.V. Denisenko, V.N. Fedotov, I.S. Silvestrov // Metrologist Bulletin, 2013, № 4. — P. 14–16.
4. Zhukov A.N. Improving the accuracy of navigation definitions of GLONASS consumers using calibration corrections to pseudorange measurements calculated in the system for high-precision determination of ephemeris and time corrections. Radio navigation technology / A.N. Zhukov, S.M. Zотов, I.N. Tupicin, D.U. Chenin. — Moscow: Radio Engineering, 2016. — 146 p.
5. Zhiganov K.A. On one of the ways to significantly improve the accuracy of the navigation equipment of the GLONAS system consumers / K.A. Zhiganov, E.V. Yakovlev, S.A. Katkov // Dual technologies, 2012, № 4 (61). — P. 48–51.
6. Malyshev V.V. Satellite monitoring systems. Analysis, synthesis and control/ V.V. Malyshev, M.N. Krasilschikov, V.T. Bobronnikov and oth. — Moscow: MAI, 2000. — 568 p.

**Л.К. ГОРШКОВ, д.т.н., профессор, vka@mil.ru;**

**С.К. ГОРЕЛОВ, доцент, vka@mil.ru;**

**Ю.М. СУДАРЬ, к.т.н., vka@mil.ru**

*Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург*

**L.K. GORSHKOV, Doct. of Tech. Sciences, Professor, vka@mil.ru;**

**S.K. GORELOV, Associate Prof., vka@mil.ru;**

**Yu.M. SUDAR, Doctor of Engineering, vka@mil.ru**

*Military Space academy named after A.F. Mozhaisky, St. Petersburg*

## **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ВОЛНОВЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ С ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКОЙ**

Предложены варианты конструктивных решений с целью повышения ресурса волновых зубчатых передач с пластичной смазкой. Представлены результаты исследования параметров трения для различных сочетаний материалов трущихся пар и видов используемых смазочных материалов в волновой зубчатой передаче.

**Ключевые слова:** волновая зубчатая передача, генератор волн, гибкий подшипник, пара трения, пластичная смазка, твердое смазочное покрытие, контактное уплотнение, инженерная экология, безопасность.

### **DESIGN FEATURES OF GREASE-LUBRICATED HARMONIC DRIVE**

Variants of design solutions that provide an increase in the service life of wave gears with grease are proposed. The results of the study of friction parameters for various combinations of materials of rubbing pairs and types of lubricants used in harmonic drive are presented.

**Keywords:** harmonicdrive, wave generator, flexible bearing, friction pair, lubricating grease, solid lubricant coatings, contact seal, ecology of engineering, safety.

В последнее время наметилась тенденция к ужесточению требований к надежности, долговечности, безопасности, точности приводов машин, промышленных роботов и систем автоматического управления в ракетно-космической технике. Для большинства потребителей удается создать редукторы общего назначения, входящие в состав приводов и обладающие достаточно высокими эксплуатационными характеристиками. Однако для специального машиностроения при индивидуальном и мелкосерийном производстве, где к редукторам могут предъявляться особые требования по габаритам, массе, компоновке, надежности и т.д., использование редукторов общего назначения в большинстве случаев оказывается малоэффективным. В этом случае проектировщики используют свои, редко повторяющиеся конструкции редукторов, проектирование и доводка которых требует значительных затрат времени и средств. К числу таких конструкций относятся редукторы приводов исполнительных механизмов систем автоматики и робототехники. Отличительной особенностью приводов таких систем является широкий диапазон применяемых передаточных отношений и нагрузочных характеристик редукторов, входящих в состав приводов. Уменьшение числа ступеней в редукторах может быть достигнуто за счет применения в качестве выходных ступеней

волновых зубчатых передач (ВЗП). Среди механических передач, используемых в современной приводной технике, ВЗП обладают наименьшими габаритами и материалоемкостью при высоком коэффициенте полезного действия.

В работах [1–3] предложена методика проектирования и рассмотрены возможные конструктивные решения многоступенчатых электромеханических приводов с ВЗП, используемыми в выходных ступенях. Отмечено, что замена традиционных зубчатых и планетарных редукторов может сократить габариты на 20%, металлоемкость до 3 раз и повысить нагружочную способность в 1,5 раза.

В технической литературе весьма мало данных о работоспособности ВЗП с пластичными смазками. Особо нагруженными местами в ВЗП с кулачковым генератором волн, требующими особого внимания при конструировании, являются: зубчатое зацепление гибкого колеса с жестким; соединение гибкого колеса с наружным кольцом гибкого подшипника и муфтовое соединение гибкого колеса с корпусом или выходным валом (в зависимости от того, какое звено является стойкой (звено, принимаемое за неподвижное) в ВЗП).

Предварительные попытки применения в ВЗП с кулачковым генератором волн пластичных смазок показали, что, в первую очередь,

пластичная смазка вырабатывается в сочленении гибкого колеса с наружным кольцом гибкого подшипника. Вследствие взаимодействия сил упругости контактирующих деталей и сил трения в таком сочленении имеет место относительное скольжение с малыми скоростями. Осевая составляющая суммарных сил взаимодействия вызывает колебательное движение наружного кольца гибкого подшипника относительно гибкого звена в пределах осевых люфтов ведущего звена ВЗП. При выработке смазочного материала коэффициент трения возрастает, растут силы взаимодействия между гибким колесом и наружным кольцом гибкого подшипника, КПД падает, передача перегревается. При выработке смазочного материала в зацеплении гибкого колеса с жестким колесом увеличивается интенсивность износа зубьев. Подобная картина наблюдается и в муфтовом соединении гибкого колеса с корпусом. В последнем соединении, кроме того, может произойти заклинивание гибкого колеса вследствие фреттинг-коррозии и разложения смазочного материала под действием перегрева.

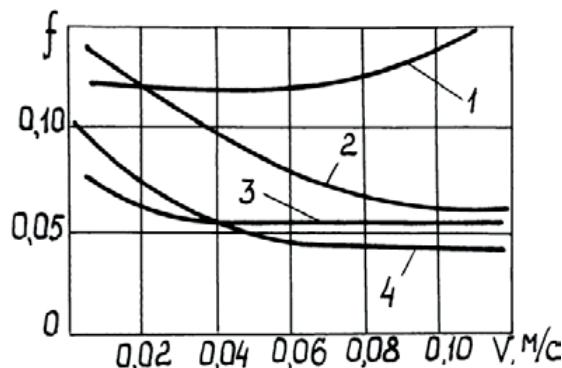


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от скорости скольжения образцов из стали при давлении 25 МПа для пластичных смазок: 1 — ЦИАТИМ-202; 2 — ЦИАТИМ-221; 3 — ЦИАТИМ-203; 4 — ВНИИ НП-220

Наименьший коэффициент трения для всех пар трения наблюдался при пластичной смазке ВНИИ НП-220 (ТУ 38 101475-74), при этом из пар трения он оказался минимальным для образцов из алюминиевого сплава В95Т1 по стали и равнялся 0,02 при скорости скольжения более 0,05 м/с и давлении 25 МПа.

Наименьший износ имел место для пары трения сталь по стали с твердым смазочным покрытием  $\text{MoS}_2$ . Коэффициент трения этих образцов

Таким образом, ресурс ВЗП с кулачковым генератором волн определяется, в первую очередь, временем выработки смазочного материала из сочленения гибкого колеса с гибким подшипником, а затем из зацепления колес и муфтового соединения.

С целью обоснования выбора вида требуемого смазочного материала для этих соединений были проведены опыты на модернизированной машине трения типа МИ по схеме «вал-неполный вкладыш». Испытывались пары трения: сталь (07Х21Г7АН5 с твердостью НВ 320...350) по стали; титановый сплав ВТ14 с твердостью НВ 285...310 по стали и титановому сплаву; алюминиевый сплав В95Т1 по стали. Из пластичных смазок были исследованы ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-203, ЦИАТИМ-221 и ВНИИ НП-220. Кроме этого, исследовалась пара трения сталь по стали с твердым смазочным покрытием  $\text{MoS}_2$  обоих образцов.

Некоторые результаты этих исследований представлены на рис. 1–4.

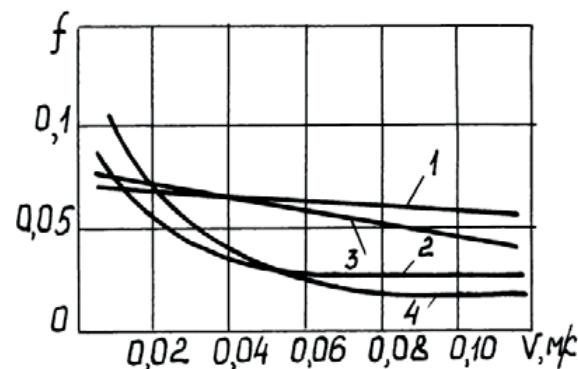


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от скорости скольжения образцов из алюминиевого сплава по образцу из стали при давлении 25 МПа для пластичных смазок: 1 — ЦИАТИМ-202; 2 — ЦИАТИМ-221; 3 — ЦИАТИМ-203; 4 — ВНИИ НП-220

при увеличении давления с 25 до 100 МПа уменьшается с 0,05 до 0,03. Срок службы твердого смазочного покрытия толщиной 30...50 мкм при давлении 40 МПа и скорости скольжения 0,05 м/с составил 6 ч. Для дальнейших исследований ВЗП была принята пластичная смазка ВНИИ НП-220.

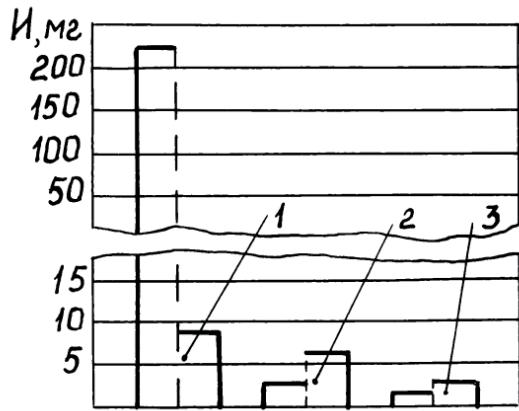


Рис. 3. Диаграмма износа образцов на пути трения  $S=0,115$  км: 1 – «титановый сплав – сталь» с пластичной смазкой ВНИИ НП-220; 2 – «сталь – сталь»; 3 – «сталь с покрытием MoS<sub>2</sub> – сталь с покрытием MoS<sub>2</sub>»

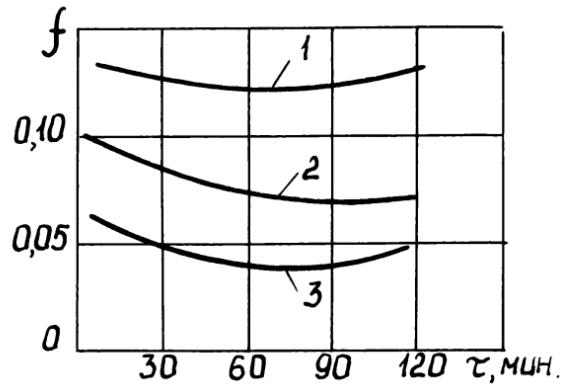


Рис. 4. Зависимость коэффициента трения от продолжительности испытания при скорости скольжения  $v = 0,05$  м/с и давлении  $p = 25$  МПа для пар трения: 1 – «титановый сплав – сталь» с пластичной смазкой ВНИИ НП-220; 2 – «сталь – сталь» с пластичной смазкой ВНИИ НП-220; 3 – сталь по стали с покрытием MoS<sub>2</sub>

Для увеличения ресурса работы ВЗП с кулачковым генератором волн в условиях нормальной смазки без добавления смазочного материала в процессе эксплуатации предлагаются следующие конструктивные решения.

1. ВЗП снабжается контактными уплотнениями, которые способствуют удержанию пластичной смазки в зоне зацепления (рис. 5).

Контактные уплотнения 5 крепятся к торцам жесткого колеса 1 крышками 4 и контактируют с гибким колесом 2 по обеим сторонам от зубчатого венца. В качестве уплотняющего элемента может быть использована резиновая

манжета или войлочное кольцо. Кроме того, на внешней поверхности наружного кольца гибкого подшипника 3 выполняются 4...6 кольцевых канавок глубиной 0,3...0,5 мм. Ширина каждой канавки составляет 5...10% от ширины гибкого подшипника. Ширина перемычек равна ширине канавок. В средней части кольца над дорожкой качения оставлена перемычка, шире обычной в 3...5 раз, что предотвращает разрушение кольца подшипника по плоскости симметрии, перпендикулярной оси вращения. При сборке кольцевые канавки заполняются пластичной смазкой.

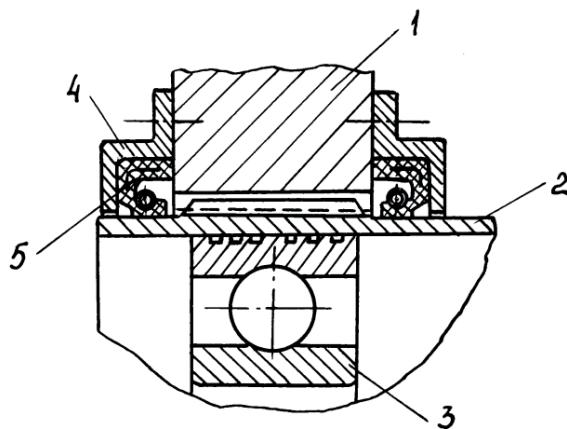


Рис. 5. Конструкция узла зацепления ВЗП с торцевыми уплотнениями и канавками на наружном кольце гибкого подшипника (позиции в тексте)

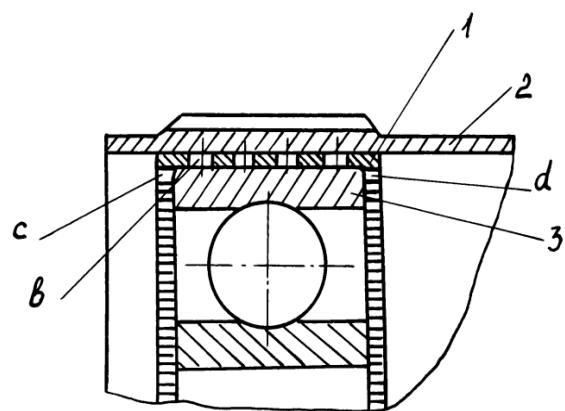


Рис. 6. Конструкция с промежуточным кольцом для соединения гибкого колеса с гибким подшипником (позиции в тексте)

2. Другой вариант (рис. 6) сочленения гибкого колеса 2 с гибким подшипником 3 предусматривает установку между ними гибкого кольца 1 толщиной, примерно равной толщине гибкого колеса в его гладкой части. Кольцо фиксируется в осевом направлении на наружном кольце гибкого подшипника зубчатой отбортовкой *c*. Это кольцо имеет по всей поверхности отверстия *b*, расположенные в шахматном порядке (рис. 7). При сборке передачи полости отверстий заполняются пластичной смазкой.

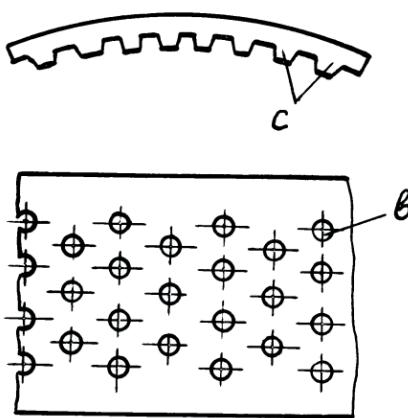


Рис. 7. Промежуточное кольцо

В обоих вариантах сочленения гибкого колеса с гибким подшипником количество смазочного материала в нем увеличивается, время работы сочленения в условиях достаточной смазки становится больше. Так, например, в редукторе с внешним диаметром гибкого подшипника 100 мм использование канавок на наружном кольце гибкого подшипника увеличивает ресурс работы редуктора в 4...5 раз по сравнению с ресурсом редуктора, имеющего обычный подшипник.

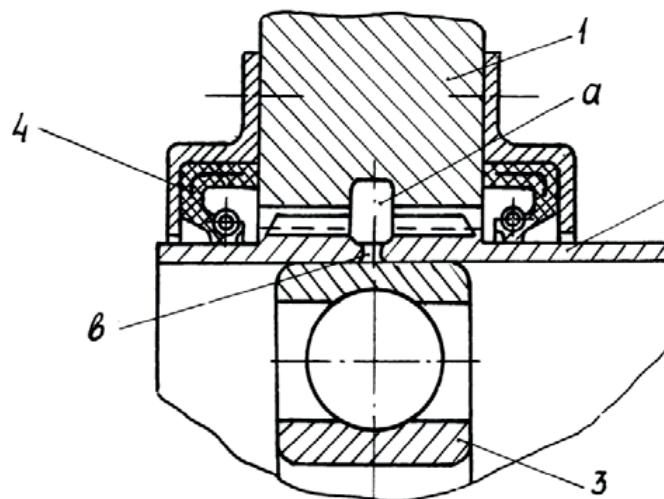


Рис. 8. Конструкция узла зацепления ВЗП с дополнительной полостью для пластичной смазки и отверстиями для подпитки пластичной смазкой сочленения гибкого колеса с гибким подшипником (позиции в тексте)

3. В средней части зубчатых венцов гибкого 2 и жесткого колес 1 (рис. 8) выполняются взаимно совпадающие кольцевые проточки *a*, образующие кольцевую полость для пластичной смазки, а в гибком колесе по дну проточки выполняются сквозные отверстия *b* диаметром

$(1,6 \dots 2,0) \delta_0$ , где  $\delta_0$  — толщина гибкого колеса в области проточки, равная толщине гибкого колеса в гладкой части. Число отверстий должно

быть таким, чтобы уменьшение площади поперечного сечения гибкого колеса по дну проточки не превышало 8...10%. По этим отверстиям осуществляется подпитка смазочным материалом сочленения гибкого колеса с гибким подшипником 3 из полости зацепления.

Все вышеуказанные варианты конструкций, обеспечивающие повышение ресурса работы ВЗП с пластичной смазкой, признаны изобретениями [5–7].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеев Г.А. Волновые зубчатые передачи. Теория и практика / Г.А. Тимофеев, Ю.В. Костиков, Е.О. Подчасов // Изв. вузов. Машиностроение, 2018, № 5. — С. 36–43.

2. Костиков Ю.В. Новое в проектировании волновых зубчатых передач / Ю.В. Костиков,

Г.А. Тимофеев, Ф.И. Фурсяк // Изв.вузов. Машиностроение, 2012, № 12. — С. 42–49.

3. Тимофеев Г.А. Сравнительный анализ схемных решений приводов с волновыми зубчатыми передачами для следящих систем / Г.А. Тимофеев, М.В. Самойлов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана.

- Сер. Машиностроение, 2015, № 4. — С. 109–118.
4. Люминарский И.Е. Теоретические исследования влияния различных параметров на предельный момент волновой зубчатой передачи / И.Е. Люминарский, С.Е. Люминарский // Изв. вузов. Машиностроение, 2016, № 19. — С. 3–9.
  5. Горелов К.М. Волновая зубчатая передача / К.М. Горелов, С.К. Горелов, А.С. СССР, № 1420271. — Бюл., 1988, № 32.
  6. Горелов К.М. Волновая зубчатая передача. СССР, № 1321962. — Бюл., 1987, № 25.
  7. Горелов К.М. Волновая зубчатая передача. СССР, № 1165831. — Бюл., 1985, № 25.

## REFERENCES

1. Timofeev G.A. Wavegears. Theory and practice / G.A. Timofeev, Yu.V. Kostikov, E.O. Podchasov // News of higher educational institutions. Mechanical Engineering, 2018, № 5. — P. 36–43.
2. Kostikov Yu. V. New in the design of wave gears / Yu.V. Kostikov, G.A. Timofeev, F.I. Fursyak // News of higher educational institutions. Mechanical Engineering, 2012, № 12. — P. 42–49.
3. Timofeev G.A. Comparative analysis of circuit solutions of drives with wave gears for tracking systems / G.A. Timofeev, M.V. Samoylov // Bulletin of the Bauman Moscow state technical University. Ser. Mechanical Engineering, 2015, № 4. — P. 109–118.
4. Luminarsky I.E. Theoretical studies of the influence of various parameters on the limiting moment of wave gear transmission / I.E. Luminarsky, S.E. Luminarsky // News of higher educational institutions. Mechanical Engineering, 2016, № 19. — P. 3–9.
5. Gorelov K.M. Wave gear transmission / K.M. Gorelov, S.K. Gorelov, USSR, № 1420271. — Bul., 1988, no. 32.
6. Gorelov K.M. Wave gear transmission. USSR, № 1321962. — Bul., 1987, no. 25.
7. Gorelov K.M. Wave gear transmission. USSR, № 1165831. — Bul., 1985, no. 25.

**ЖИГУЛЬСКИЙ В.А.** к.т.н., директор, *ecoplus@ecoexp.ru*;  
**ШУЙСКИЙ В.Ф.** д.б.н., начальник отдела, *shuisky.v@mail.ru*;  
**ЧЕБЫКИНА Е.Ю.** к.б.н., заместитель начальника отдела, *e.maximova@ecoexp.ru*  
 ООО «Эко-Экспресс-Сервис», Санкт-Петербург  
**ZHIGULSKY V.A.** Ph. D. in Eng. Sc., director, *ecoplus@ecoexp.ru*;  
**SHUISKY V.F.** Dr. Habil. (Biology), head of department, *shuisky.v@mail.ru*;  
**CHEBYKINA E.YU.** Ph.D. in Biology, deputy head of department, *e.maximova@ecoexp.ru*  
 Eco-Express-Service LLC, St. Petersburg

## КРАТКИЕ ИТОГИ ПЕРВОГО ЭТАПА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРОГРАММЫ «ПЛАВНИ НЕВСКОЙ ГУБЫ»

Представлена комплексная научно-исследовательская программа «Плавни Невской губы», показаны результаты первого этапа (2016–2020 гг.). Даётся сравнительная оценка состояния экосистем, формируемых прибрежными зарослями макрофитов разного возраста при различных уровнях воздействия гидротехнических работ в Невской губе и сопредельной акватории.

**Ключевые слова:** заросли макрофитов, плавни, Невская губа, восточная часть Финского залива, гидротехнические работы, аэрофотосъемка, экология окружающей среды.

## SUMMARY OF THE SCIENTIFIC RESEARCH PROGRAMME 1ST STAGE “MACROPHYTE THICKET ECOSYSTEMS OF THE NEVA BAY”

A complex research programme “Macrophyte thicket ecosystems of the Neva bay” is presented in the article, it describes a progress of its implementation and shows the first results (2016–2020). A comparative assessment of ecosystems formed by coastal macrophytes thickets of different age at different levels of hydraulic works impact in the Neva Bay and adjacent water area is given.

**Keywords:** macrophyte thicket ecosystems, Neva Bay, Eastern Gulf of Finland, hydraulic works, aerial survey, ecology of environment.

**Введение.** Заросли высшей водной растительности на мелководьях Невской губы и восточной части Финского залива формируют

особые экосистемы — так называемые плавни. Водная растительность играет важную и многогранную роль: она укрепляет берег, очищает

воду, формирует особые условия жизни, предоставляя водным организмам пищу и убежище. У многих видов рыб здесь, в плавнях, проходит нерест, а затем тут же подрастает и молодь [1, 3, 5].

Плавни используются водоплавающими и околоводными птицами как места обитания, гнездования и миграционных стоянок [4, 6]. Невская губа Финского залива — одно из важнейших мест скопления водоплавающих и околоводных птиц на Северо-Западе России как в период их гнездования (в мае-июне), так и во время сезонных миграций (прежде всего, весной). Невская губа и Санкт-Петербург расположены на Беломорско-Балтийском миграционном пути, основные ветви которого пролегают вдоль берегов Финского залива. Поэтому мелководные участки побережья восточной части залива так важны для охраны перелётных птиц, в первую очередь, водоплавающих и околоводных. Для них значение стоянок в плавнях весной жизненно важно. Именно здесь им предоставляется последняя возможность остановиться и отдохнуть в комфортных условиях мягкого морского климата Балтики, прежде чем совершить трудный бросок на север и северо-запад Европейской части России. Не случайно к зарослям высшей водной растительности Невской губы примыкает так много прибрежных особо охраняемых природных территорий (ООПТ), основная задача которых — охрана перелётных птиц.

В последние десятилетия в восточной части Финского залива активно ведутся гидростроительные работы: построен Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС), созданы или строятся новые портовые комплексы, возникло множество искусственных земельных участков, сооружены подходные каналы. Кроме того, как старые, так и новые судоходные каналы регулярно углубляются, чтобы их не занесло грунтом.

Все эти гидротехнические работы в той или иной степени вредно влияют на морскую среду вообще и на состояние плавней — в частности. Наблюдаются значительное нарушение морского дна и временное замутнение вод, что ведёт к гибели или угнетению жизнедеятельности и самой водной растительности, и её разнообразного населения. В результате плавни в зоне воздействия гидротехнических работ утрачивают свои важнейшие функции: теряют продуктивность заи-

ленные нерестилища, страдает кормовая база рыб, местные условия становятся непригодными для миграционных стоянок и гнездования птиц, нарушается и механизм самоочищения морских вод [2].

Однако создание некоторых гидротехнических сооружений может и стимулировать развитие плавней, создавая пригодные для них субстраты и особые гидрологические условия. Так, создание КЗС изменило местный гидрологический режим и привело к активному разрастанию зарослей макрофитов [1].

Таким образом, система стоящихся и действующих гидротехнических сооружений Невской губы и окрестной морской акватории влияет на плавни неоднозначно. Антропогенное разрастание плавней в какой-то мере компенсирует их убыль вследствие ведения гидротехнических работ. Но каков баланс этих процессов — пока неизвестно. Поэтому исключительно важно оценить качество ресурсов петербургских плавней и их устойчивость к внешнему воздействию и, соответственно, ранжировать их (выявить наиболее ценные и менее важные участки) и учесть полученные результаты при планировании рационального комплексного использования береговой линии Санкт-Петербурга.

Для выяснения закономерностей качественных и количественных изменений плавней в системе создаваемых и действующих гидротехнических сооружений Невской губы и окрестной акватории эколого-проектной компанией «Эко-Экспресс-Сервис» с участием специалистов из ведущих научных организаций Санкт-Петербурга была разработана, координируется и осуществляется комплексная научно-исследовательская программа «Плавни Невской губы» («Плавни НГ»). Задачами настоящей программы являются:

- выявление местоположения наиболее значимых и продуктивных нерестилищ и нерестово-выростных участков фитофильных видов рыб (до настоящего времени такого картирования не проводилось);
- выявление основных мест миграционных стоянок и размножения водоплавающих и околоводных птиц в петербургских плавнях (на настоящий момент эти сведения отрывочны и имеют слишком общий характер);
- изучение сравнительной ценности и устойчивости к воздействию плавней, примыкающих

- к прибрежным ООПТ Санкт-Петербурга;
- оценка гидролого-гидрохимического и гидробиологического режима разнотипных петербургских плавней для оценки их роли в регулировании качества прибрежных вод;
  - изучение роли разнотипных плавней в укреплении береговой линии;
  - выявление и описание основных закономерностей реакции плавней разного возраста на антропогенное воздействие;
  - изучение и описание количественных закономерностей влияния КЗС на систему петербургских плавней.

В дальнейшей перспективе к задачам программы относятся: оценка баланса динамики зарослевых экосистем в этой акватории; определение необходимости и состава мер по их восстановлению; подготовка предложений по соответствующей корректировке нормативной природоохранной базы.

**Материалы и методы.** Очевидно, что осуществить в настоящее время детальное изучение всех зарослевых участков всего морского побережья Санкт-Петербурга невозможно. Поэтому были выбраны и изучены эталонные участки зарослей ВВР при всех возможных сочетаниях основных градаций значений трёх основных факторов:

- возраст зарослей,
- степень воздействия гидротехнических работ,
- положение относительно КЗС.

Система эталонных зарослевых участков

отражает разные сочетания возраста зарослей, уровня воздействия на них и положения относительно КЗС. По возрасту заросли подразделяются на 3 градации:

- возникшие до строительства КЗС («старовозрастные», или «старые»);
- образовавшиеся в ходе строительства КЗС (с 1979 по 2011 гг.) («средневозрастные»);
- появившиеся уже после завершения строительства КЗС («новые», или «молодые»).

По уровню воздействия гидротехнических работ и их последствий также вводятся три градации:

- «сильное» — в зоне прямого влияния работ или их недавних последствий;
- «умеренное» (непрямое);
- «фоновое».

Наконец, маркировка участков, расположенных в удалении от КЗС и возле него, включает прописные буквы А и В соответственно.

Наблюдения ведутся ежегодно с августа 2016 г. на эталонных участках, каждый площадью около 1 км<sup>2</sup>. Участки охватывают все реальные сочетания трёх градаций возраста и трёх градаций уровня воздействия, причём в двух вариантах — вдали от КЗС и около КЗС. Оказалось, что из теоретически возможных 18 таких комбинаций в природе существуют 14. Есть ещё два дополнительных (внесистемных) участка, которые были выбраны в зарослях с наивысшим разнообразием биоты. Итого система регулярных наблюдений включила 16 участков (таблица).

Матрица обнаруженных 14 реализованных комбинаций выделяемых градаций возраста водных зарослей(1-3), уровня воздействия гидротехнических работ (а-с) и местоположения относительно КЗС (А, В)

A	a	b	c
1	A1a	A1b	A1c
2	A2a	A2b	A2c
3	A3a	A3b	A3c

B	a	b	c
1	—	B1b	—
2	—	B2b	—
3	B3a	B3b	B3c

В ячейках таблицы указаны маркировки установленных эталонных участков; прочерки свидетельствуют, что данная гипотетическая комбинация не реализована.

Комплексный экологический мониторинг выделенных эталонных участков ведется по единой программе (включающей все ключевые характеристики плавней, определяющие степень их ценности: гидролого-гидрохимические,

фитоценологические, орнитологические, ихтиологические, гидробиологические и т.д.) 3 раза в год. Наряду с этим, с применением квадрокоптера ведётся также и количественный учёт плавней разного возраста и состава, определяется занимаемая ими площадь, отслеживаются их сезонные изменения (главным образом на участках площадью более 35 км<sup>2</sup>).

**Результаты и обсуждение.** На данном этапе выполнения программы большинство собранных материалов ещё находится на различных стадиях обработки, но уже получены важные предварительные результаты о водной растительности, орнитофауне и ранней молоди фитофильных видов рыб.

#### **Водная растительность.**

«Старовозрастные» заросли макрофитов (возникшие ещё до начала сооружения КЗС) обладают чётко выраженной зональностью. Обычно они сформированы одноярусными и многоярусными группировками макрофитов с преобладанием 2–3-ярусных зон зарастаний. Преимущественно это заросли – плотные, стабильные. Возможности их дальнейшего расширения исчерпаны.

Эти заросли характеризуются наибольшим проективным покрытием поверхностей воды ( $\text{ОПП}_\text{в}$ ) (вдали от КЗС – до 71%, у КЗС – до 66%). При этом вдали от КЗС погруженная растительность в основном сближается с растительностью полупогруженной и с плавающими листьями и дополнительной площади занимает немного. Однако, возле КЗС проективное покрытие площади дна ( $\text{ОПП}_\text{д}$ ) дополняется за счёт погруженной растительности существенно, локально превышая 98%. Дополнительное покрытие дна одной лишь погруженной растительностью ( $\text{ОПП}_\text{доп} = \text{ОПП}_\text{д} - \text{ОПП}_\text{в}$ ) вдали от КЗС – максимум до 25%, у КЗС – до 33%.

Площади проективного покрытия (как  $\text{ОПП}_\text{в}$ , так и  $\text{ОПП}_\text{д}$ ) у «старовозрастных» сообществ наиболее стабильны, относительные диапазоны временных изменений проективного покрытия за весь период наблюдений минимальны. Следует отметить также их неожиданно высокую устойчивость к техногенному воздействию, за исключением прямого механического уничтожения: видно, что показатели покрытия растительностью биотопов практически не зависят от уровня нагрузки.

«Средневозрастные» заросли (возникшие в период строительства КЗС) являются многолетними равновесно-сменными сообществами макрофитов с преобладанием простых 1–2-ярусных группировок. Обычно это менее плотные заросли, они продолжают постепенно расширяться и уплотняться.

По величине проективного покрытия при несущественном («фоновом») уровне техноген-

ного воздействия сопоставимы со «старовозрастными» ( $\text{ОПП}_\text{в}$  до 65%), однако при «умеренном» и «сильном» воздействии заметно уступают «старым» (вдали от КЗС  $\text{ОПП}_\text{в}$  не более 31%).

Погруженная растительность распространяется довольно далеко за пространственные пределы растительности полупогруженной и с плавающими листьями и занимает большую дополнительную площадь, чем «старовозрастные» ( $\text{ОПП}_\text{в}$  и  $\text{ОПП}_\text{д}$  отличаются более существенно). Дополнительное покрытие дна одной лишь погруженной растительностью ( $\text{ОПП}_\text{доп}$ ) вдали от КЗС – до +16%, а у КЗС – местами до 73%.

Временная стабильность площади проективного покрытия значительно меньше, чем у «старовозрастных» зарослей, относительные же диапазоны изменений проективного покрытия – выше.

«Новые» (или «молодые») заросли (образовавшиеся уже после завершения строительства КЗС) представляют собой многолетние пионерные сообщества макрофитов с преобладанием простых одноярусных группировок. Они занимают пока малую долю подходящих им биотопов и активно разрастаются. Отличаются наименьшим проективным покрытием как доминантами (набор которых здесь скучен), так и общим.

$\text{ОПП}_\text{в}$  минимально – вдали от КЗС оно варьирует от 2 до 12%, у КЗС – от 2 до 25%.

Распространение погруженной растительности здесь значительно превышает таковое для растительности полупогруженной ( $\text{ОПП}_\text{д}$  превышает  $\text{ОПП}_\text{в}$  в 1,5–4 раза вдали от КЗС и в 2–7 раз возле КЗС). Дополнительное покрытие дна одной лишь погруженной растительностью ( $\text{ОПП}_\text{доп}$ ) вдали от КЗС местами достигает +29%, у КЗС – до +23%. Временная вариабельность проективного покрытия у «новой» растительности максимальна (размах колебаний  $\text{ОПП}_\text{д}$  равен или превышает средние значения). По отношению к последствиям воздействия ГТР погруженная растительность менее чувствительна, чем полупогруженная, и быстрее восстанавливается. Более того, для «молодой» растительности свойственна даже слабо выраженная прямая зависимость от уровня последействия ГТР. В целом проективное покрытие воды растительностью ( $\text{ОПП}_\text{в}$ ) находится в достаточно чёткой прямой зависимости от возраста зарослей.

Дополнительное проективное покрытие погруженной растительностью площади дна де-

монстрирует обратную зависимость от возраста зарослей и прямую — от близости к КЗС.

#### **Ранняя молодь рыб.**

Выявлены, картированы и изучены наиболее продуктивные нерестилища фитофильных видов в районе Стрельны, Знаменки, Петродворца, Лимузи, в устьевой части бухты у станции Горская и на о-ве Котлин, заросли на северо-западном побережье о-ва Котлин и в районе 1-го Северного Форта, а также участок зарослевого примыкающего водоема в Александровской бухте.

Среди факторов, обуславливающих распределение относительной численности ранней молоди в пределах участков зарослей и между разнотипными массивами, наибольшее влияние могут оказывать тип донных осадков, наличие в растительном комплексе кубышки, телореза и нитчатых водорослей, возраст и величина проективного покрытия зарослей, а также расположение участков относительно степени воздействия гидротехнических работ.

Для нереста фитофильных видов рыб оказались наиболее привлекательными «старые» и «средневозрастные» заросли макрофитов. «Средневозрастные» характеризуются большей доступностью внутренней части растительно-го массива, дают наибольшую нерестовую поверхность и достаточно эффективные убежища для молоди. В более плотных «старых» зарослях в основном используется для нереста лишь периферийная зона. «Новые» разреженные заросли в большей мере используются для нагула молоди рыб. Установлен ряд закономерностей распределения характеристик нереста и нагула ранней молоди у различных фитофильных видов рыб по зарослям различного возраста, структуры и разного уровня антропогенной нагрузки. Обрабатываются результаты работ по изучению зависимости показателей нереста от состава грунта и характеристик зарослей.

#### **Орнитофауна.**

На основании четырёхлетних результатов наблюдений можно сделать некоторые выводы. Их предварительный характер обусловливается значительными межгодовыми различиями, пространственно-временной динамичностью сообществ птиц и вероятностным характером результатов дискретных наблюдений.

К сожалению, в силу антропогенной трансформации акватории побережий Невской губы, она постепенно теряет свое значение в качестве

места одной из важнейших миграционных стоянок водоплавающих и околоводных птиц на Беломорско-Балтийском пролетном пути. Численность птиц весной здесь постепенно продолжает снижаться. Осенью, по всей вероятности, в последние десятилетия она никогда не была очень высокой. В то же время весенние стоянки по-прежнему имеют важное значение для птиц, совершающих миграцию в таежные и арктические районы России. Весенние стоянки остаются более многочисленными и богатыми в видовом отношении по сравнению с осенними.

В летний период прибрежные заросли высших водных растений остаются важнейшим местом гнездования многих видов околоводных птиц. Видовое разнообразие размножающихся в плавнях птиц велико, причем в Невской губе (в том числе на эталонных участках) выводят птенцов многие редкие и охраняемые виды.

На всех этапах годового цикла (как в период гнездования, так и во время сезонных миграций) «старовозрастные» участки плавней были наиболее привлекательными для птиц. Заросли «среднего» возраста также использовались водно-болотными птицами и по ряду показателей оказались уже вполне сопоставимы со «старыми». Их преимуществом, по-видимому, является меньшая плотность и наличие в них лакун с открытой водой, что делает их более удобными для взлета и посадки птиц, а также для добывания пищи. «Молодые», недавно возникшие заросли почти не привлекали водоплавающих птиц.

Эталонный участок, прилегающий к порту Бронка, по всем показателям значительно уступает другим «старовозрастным» и «средневозрастным» участкам. Воздействие ММПК «Бронка» на птиц имеет локальный характер: в той или иной степени проявляется в пределах до 200 м от его границ и требует специального дальнейшего исследования. Дамба КЗС и хозяйственная активность на ней негативного влияния на птиц не оказывают.

**Заключение.** В целом, по предварительным результатам выполнения программы, складывается впечатление, что заросли, возникшие во время строительства КЗС, по основным экологическим функциям уже мало уступают более старым зарослям, а по некоторым даже лидируют. Экологическая роль новых зарослей, возникших после создания КЗС, пока менее существенна, но у них большой потенциал.

Итоги выполнения комплексной научно-исследовательской программы ожидаются по следующим трём направлениям.

1) Научные результаты: познание важных закономерностей динамики плавней и их системной экологии, а также основание комплексного банка соответствующих экологических данных.

2) Экологический мониторинг плавней: создание и доработка отлаженной системы долговременного экологического мониторинга плавней, учитывающего все их основные экологические функции и особенности, а также ведение этого мониторинга и эффективное использование его результатов.

3) Улучшение нормативно-методической природоохранной базы, в частности:

– создание и улучшение методов оценки воздействия гидротехнических работ и сооружений на плавни;

– разработка инженерных мероприятий по защите плавней от вредных воздействий;

– подготовка рекомендаций по восстановлению особо ценных зарослевых прибрежных участков, пострадавших от техногенных воздействий.

В заключение отметим ещё один существенный результат. В сущности, создан очень важный прецедент: большая, комплексная научно-исследовательская экологическая программа самостоятельно предложена, разработана и выполняется негосударственной компанией с привлечением ведущих специалистов из профильных государственных организаций. Хочется надеяться, что это послужит полезным примером экологически ответственному бизнесу и привлечёт своих последователей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алимов А.Ф., Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы /А.Ф.Алимов, С.М. Голубков. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. — 477 с.
2. Жигульский В.А. Результаты экологического мониторинга техногенной сукцессии Лужской губы при строительстве морского торгового порта «Усть-Луга» / В.А. Жигульский, Н.С Царькова, Т.С. Былина и др. // Гидротехника, 2014, № 1 (34). — С. 72–84.
3. Bried J.T. Potential vegetation criteria for identifying reference-quality wetlands in the south-central United States / J.T. Bried, S.K. Jog, A.R. Dzialowski, C.A. Davis // Wetlands, 2014, № 34. — P. 1159–1169.

4. Hierl L.A. A multivariate assessment of changes in wetland habitat for waterbirds at Moosehorn National Wildlife Refuge, Maine, USA / L.A. Hierl, C.S. Loftin, J.R. Longcore and oth. // Wetlands, 2007, vol. 27, No. 1. — P. 141–152.

5. Schummer M.L. Comparisons of bird, aquatic macroinvertebrate, and plant communities among dredged ponds and natural wetland habitats at long point, lake Erie, Ontario /M. L. Schummer, J. Palframan, E. McNaughton and oth. // Wetlands, 2012, № 32. — P. 945–953.

6. Tian K. Ecological effects of dam impoundment on closed and half-closed wetlands in China / K.Tian, G. Liu., D. Xiao and oth. // Wetlands, 2015, № 35. — P. 889–898.

## REFERENCES

1. Alimov A.F. Ecosystem of the Neva river estuary: biodiversity and environmental problem /A.F.Alimov, S.M. Golubkov. — Moskow: Scientific Press Ltd KMK, 2008. — 477 p.
2. Zhigulsky V.A. The results of the Luga Bay technogenic environmental monitoring during the Ust-Luga commercial seaport construction /V.A.Zhilgulsky, N.S Carkova., T.S Bylina and oth. // Hydrotehnika, 2014, No. 1 (34). — P. 72–84.
3. Bried J.T. Potential vegetation criteria

- for identifying reference-quality wetlands in the south-central United States / J.T.Bried, S.K.Jog, A.R.Dzialowski and oth. // Wetlands, 2014, No. 34. — P. 1159–1169.

4. Hierl L.A. A multivariate assessment of changes in wetland habitat for waterbirds at Moosehorn National Wildlife Refuge, Maine, USA / L.A.Hierl, C.S. Loftin, J.R. Longcore and oth. // Wetlands, 2007, vol. 27, No. 1. — P. 141–152.

5. Schummer M.L. Comparisons of bird, aquat-

ic macroinvertebrate, and plant communities among dredged ponds and natural wetland habitats at long point, lake Erie, Ontario / M.L.Schummer, J. Palframan, E. McNaughton and oth. // Wetlands, 2012, № 32. — P. 945–953.

6. Tian K. Ecological effects of dam impoundment on closed and half-closed wetlands in China / K.Tian., G. Liu, D. Xiao and oth. // Wetlands, 2015, № 35. — P. 889–898.

УДК 504.064/51-74

**Д.А. СОКОЛОВ**, преподаватель, vka@mil.ru;

**С.В. КОСЫРЕВ**, д.в.н., профессор, vka@mil.ru

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург;

**И.А. КИСЛИЦЫНА**, к.т.н., научный сотрудник, rtc@rtc.ru

Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики, Санкт-Петербург

**D.A. SOKOLOV**, University lecturer, vka@mil.ru;

**S.V. KOSYREV**, Doct. of Mil. Sc, Professor, vka@mil.ru;

Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky, St. Petersburg

**I.A. KISLITSYNA**, Cand. Of Tech. Sc., Collab. scientific, rtc@rtc.ru

Central Research and Development Institute of Robotics and Technical Cybernetics,  
St. Petersburg

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯ НА ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ С ЗАДАННОЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Представлена методика расчета содержания загрязнителя на подстилающей поверхности с заданной вероятностью его определения. Она предназначена для интерпретации значений, полученных при проведении экологического мониторинга с применением дистанционного обнаружения загрязнений подстилающей поверхности путем регистрации обратно рассеянного ионизирующего излучения. Разработанная методика позволяет определить значения интервалов плотности загрязнения, при которых с необходимой достоверностью определяется наличие (отсутствие) загрязнителя. Практическая значимость методики заключается в том, что она позволяет провести расчет параметров содержания загрязнителей на поверхностях различных типов.

**Ключевые слова:** обратно рассеянное ионизирующее излучение, загрязнение подстилающей поверхности, шкала Харрингтона, экологический мониторинг.

## PROCEDURE FOR CALCULATING THE CONTAMINANT CONTENT ON THE SUBSTRATE SURFACE WITH A GIVEN PROBABILITY OF ITS RELIABLE DETERMINATION

The article presents a technique for calculating the content of a pollutant on the underlying surface with a given probability of its reliable determination. It is designed to interpret values obtained during environmental monitoring using the method of remote detection of underlying surface contamination by registering backscattered ionizing radiation. The developed technique makes it possible to determine the values of the intervals of pollution density at which the presence (absence) of the pollutant is determined with the necessary reliability. The practical significance of the technique lies in the fact that it allows calculating the parameters of the content of pollutants on surfaces of various types.

**Keywords:** backscattered ionizing radiation, contamination of the underlying surface, Harrington scale, environmental monitoring.

В настоящее время одним из основных механизмов реализации государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности является повышение эффективности экологического контроля в области охраны окружающей среды и экологического мониторинга (ЭМ), в том числе в отношении земельных ресурсов и территорий. Приоритетными направлениями при этом являются повышение технического потенциала и оснащенности коллективов, участвующих в мероприятиях по предотвраще-

нию и ликвидации негативных экологических последствий, а также сокращение площади земель, нарушенных в результате хозяйственной деятельности (Указ Президента РФ № 176 от 19.04.2017).

В Вооруженных Силах (ВС) РФ основной формой контроля выполнения природоохранных мероприятий являются плановые и внеплановые инспекционные проверки, в рамках которых экологическое состояние территорий оценивают преимущественно путем визуального осмотра

с использованием, при необходимости, средств инструментального контроля.

Такой подход обуславливает наличие ряда объективных обстоятельств, которые ограничивают возможности органов военного управления, отвечающих за контрольно-надзорную деятельность. С одной стороны, это наличие большого количества подведомственных объектов и территорий, в том числе труднодоступных и значительных по площади, на фоне возрастаания угроз экологической безопасности при наличии накопленного вреда окружающей среды. С другой стороны — необходимость контроля этих территорий при условии, что сбор данных, подлежащих анализу и учету, характеризующих их экологическое состояние, является достаточно трудоемким.

Раскрытие данного противоречия при решении задач ЭМ территорий возможно путем привлечения средств аэрокосмической съемки, работа которых, как правило, основана на визуальных методах [1]. Они позволяют охватить значительные и труднодоступные территории, но автоматизация обработки получаемых изображений относится к весьма нетривиальной задаче. Дешифрирование полученной информации осуществляется вручную специалистом-десифровщиком. Кроме того, применение этих средств довольно ограничено уровнем видимости, метеорологическими условиями и требованиями к безопасности полетов, что напрямую влияет на качество получаемых материалов. На результат мониторинга значительное влияние оказывает и профессионализм десифровщика.

Для проведения ЭМ в условиях, ограничивающих применение существующих дистанционных средств, был предложен метод обнаружения загрязнений подстилающей поверхности (ЗПП), основанный на регистрации обратно рассеянного ионизирующего излучения (ОРИИ) [2]. Его суть заключается в облучении исследуемой поверхности пучком ионизирующего излучения с последующей регистрацией ОРИИ, возникающего в результате комптоновского взаимодействия. Регистрируемая интенсивность данного излучения, помимо расстояния от точки рассеяния и угла регистрации, зависит от интенсивности первоначального излучения и химического состава подстилающей поверхности [3]. Таким образом, предложенный подход заключается в определении наличия загрязнителя по значени-

ям интенсивностей ОРИИ. Для интерпретации этих значений служит методика расчета содержания загрязнителя на подстилающей поверхности с заданной вероятностью его определения.

Исходя из цели ЭМ, основным показателем результативности выполнения данного мероприятия является вероятность достоверного обнаружения ЗПП, либо отсутствие такого. Очевидно, что значение данного показателя находится в области от 0 до 1 и должно стремиться к верхней границе. В то же время четкие требования к значениям вероятности достоверного обнаружения ЗПП отсутствуют. Исходя из этого, для конкретизации числовых характеристик вероятности воспользуемся универсальной вербально-числовой шкалой Харрингтона.

Для решения многокритериальных задач используют различные методы построения обобщенного показателя. При этом обобщенная функция желательности Харрингтона является удобным способом расчета такого показателя. В основе построения обобщенной функции лежит идея преобразования натуральных значений частных показателей в безразмерную шкалу желательности (предпочтительности). Эта шкала относится к психофизическим шкалам. Ее используют при установлении соответствия между натуральными значениями частных показателей и психологическими параметрами [4].

Численные значения градации шкалы Харрингтона получены по результатам анализа большого массива статистических данных. Благодаря этому она универсальна и может использоваться для оценки многих модификаций качественных показателей.

Среди частных показателей могут быть эстетические и даже статистические параметры, а под психологическими параметрами понимают чисто субъективные оценки желательности (предпочтительности) экспериментатора того или иного значения показателя.

Функция желательности возникла в результате наблюдений за реальными решениями экспериментаторов и обладает такими полезными свойствами, как непрерывность, монотонность и гладкость. Кроме того, соответствующая кривая удовлетворительно передает то, что находится в областях желательностей, близких к 0 и 1, хотя «чувствительность» ее существенно ниже, чем в средней зоне. По сути, она является логистической *S* – образной кривой, отражаю-

щей объективно действующие законы развития систем.

Значение частного отклика, переведенное в безразмерную шкалу желательности, называется *частной желательностью*. Шкала желательности имеет интервал от 0 до 1. Значение, равное 0, соответствует абсолютно неприемлемому уровню данного свойства, а значение, равное 1, — самому предпочтительному значению свойства. Выбор отметок на шкале желательности 0,63 и 0,37 объясняется удобством вычислений:  $0,63 = 1 - (1/e)$  и  $0,37 = 1/e$  [5] (рис. 1), где  $e = 2,72$ (основание натурального логарифма)

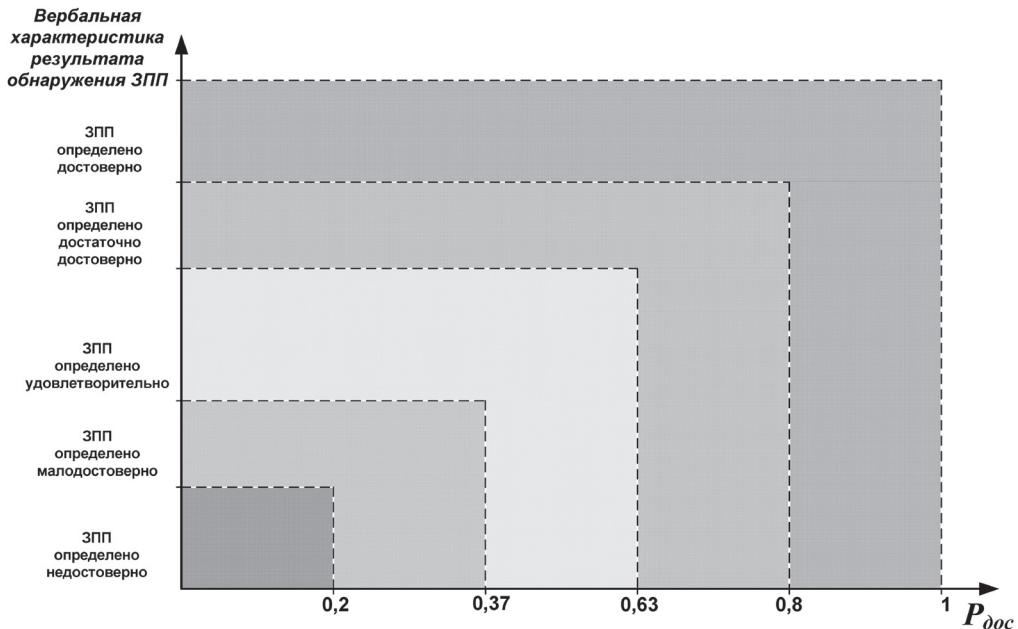


Рис.1. Зависимость вербальной характеристики результата обнаружения ЗПП от вероятности достоверного обнаружения наличия (отсутствия) загрязнителя

Таким образом, можно сделать вывод, что методика должна обеспечивать обнаружения ЗПП на уровне вероятности не ниже 0,8. В этом случае можно утверждать, что наличие ЗПП определено достоверно.

Вероятность достоверного определения наличия (отсутствия) загрязнителя на подстилающей поверхности по интенсивности ОРИИ зависит от уровня погрешности измерительных средств. Предел же допускаемой относительной основной погрешности зависит от тактико-технических характеристик дозиметрических и радиометрических средств измерений. На рис. 2 представлена схема последовательности оценивания пригодности методики расчета содержания загрязнителя на подстилающей поверхности.

На первом этапе вводят исходные данные, которыми являются значения интенсивности ОРИИ от чистой подстилающей поверхности  $I^{cle}$  и загрязнителя  $I^{pol}$ , а также относительная погрешность средства измерения.

На втором этапе, зная исходные данные,

переходят к абсолютным погрешностям измерений и рассчитывают доверительные интервалы значений ОРИИ от чистой поверхности и загрязнителя, то есть интервалы значений, которые может принимать  $I_\theta^{sys}$  с учетом погрешности измерения (рис. 3,4). Так, для чистой подстилающей поверхности абсолютная погрешность измерения ОРИИ будет составлять  $\Delta I^{cle}$ , а для загрязнителя, соответственно,  $-\Delta I^{pol}$ .

Таким образом, доверительные интервалы измерений ОРИИ для чистой подстилающей поверхности составят

$$[I^{cle} - \Delta I^{cle}; I^{cle} + \Delta I^{cle}];$$

для загрязнителя

$$[I^{pol} - \Delta I^{pol}; I^{pol} + \Delta I^{pol}].$$

При проведении измерений, с учетом погрешности измерения детектора, интенсивность ОРИИ может принять одно из значений в указанных интервалах.

**Схема оценивания пригодности методики расчета содержания загрязнителя на подстилающей поверхности с заданной вероятностью его достоверного определения**

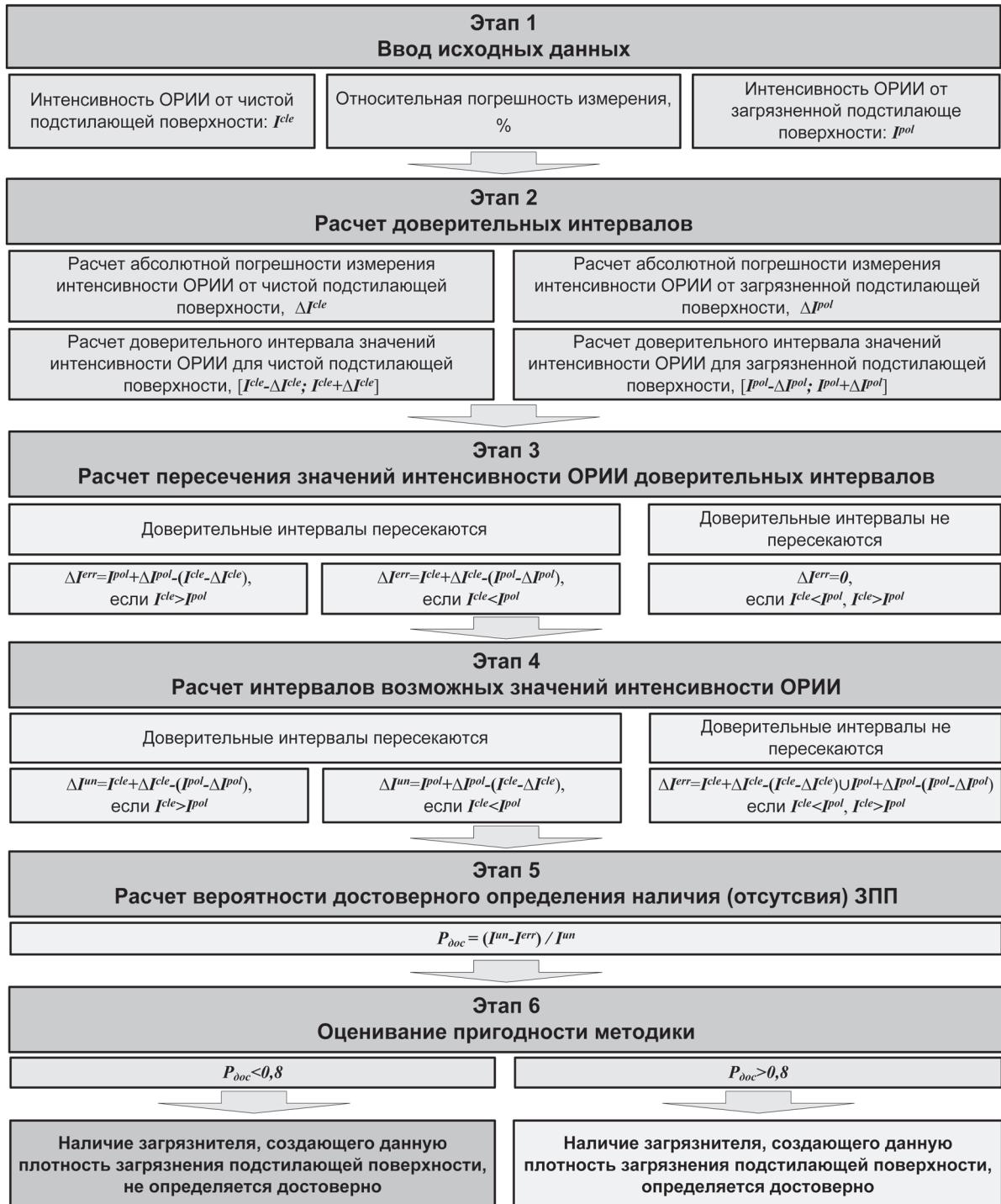


Рис. 2. Структурная схема оценивания пригодности методики расчета содержания загрязнителя на подстилающей поверхности с заданной вероятностью его определения

Доверительные интервалы могут пересекаться (рис. 3). Возможен случай, когда  $I^{cle} > I^{pol}$ , тогда пересечение расчетных доверительных интервалов будет составлять от  $[I^{cle} - \Delta I^{cle}]$  до  $[I^{pol} + \Delta I^{pol}]$ . В случае, когда  $I^{cle} < I^{pol}$ , пересечение доверительных интервалов будет составлять от  $[I^{pol} - \Delta I^{pol}]$  до  $[I^{cle} + \Delta I^{cle}]$ .

Полученное детектором значение интенсивности в указанных интервалах может говорить как о наличии загрязнителя на подстилающей поверхности, если  $I_{\theta}^{sys} \in [I^{pol} - \Delta I^{pol}; I^{pol} + \Delta I^{pol}]$ , так и об его

отсутствии — при соблюдении условия, что  $I_{\theta}^{sys} \notin [I^{cle} - \Delta I^{cle}; I^{cle} + \Delta I^{cle}]$ .

Так же возможен случай, когда расчетные значения доверительных интервалов ОРИИ отличной подстилающей поверхности и загрязнителя не пересекаются (рис. 4). В этом случае значение интенсивности ОРИИ так же принимает одно из значений  $I_{\theta}^{sys} \in [I^{pol} - \Delta I^{pol}; I^{pol} + \Delta I^{pol}]$  или  $I_{\theta}^{sys} \notin [I^{cle} - \Delta I^{cle}; I^{cle} + \Delta I^{cle}]$ .

При этом, по причине отсутствия пересечения доверительных интервалов, вероятность достоверного обнаружения наличия (отсутствия) загрязнителя равна 1.

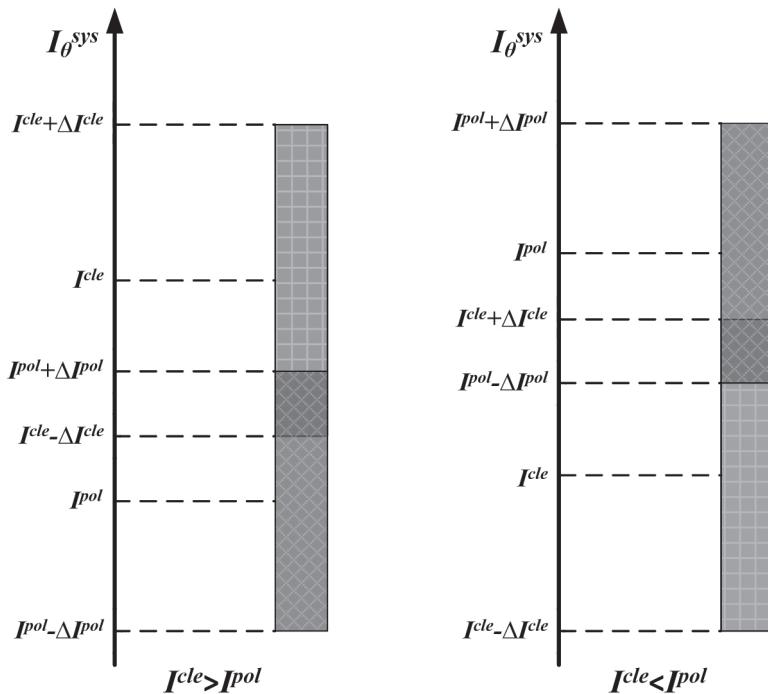


Рис.3. Схема пересечения доверительных интервалов интенсивностей ОРИИ от чистой подстилающей поверхности и загрязнителя

Таким образом, достоверность обнаружения наличия (отсутствия) ЗПП будет зависеть от того, с какой вероятностью значение интенсивности ОРИИ  $I_{\theta}^{sys}$  примет одно из следующих значений:

$$I_{\theta}^{sys} \in [I^{pol} - \Delta I^{pol}; I^{cle} - \Delta I^{cle}] \cup ; \\ \cup [I^{pol} + \Delta I^{pol}; I^{cle} + \Delta I^{cle}]$$

при пересечении доверительных интервалов расчетных интенсивностей ОРИИ при  $I^{cle} > I^{pol}$  (рис. 3);

$$I_{\theta}^{sys} \in [I^{cle} - \Delta I^{cle}; I^{pol} - \Delta I^{pol}] \cup ; \\ \cup [I^{cle} + \Delta I^{cle}; I^{pol} + \Delta I^{pol}]$$

при пересечении доверительных интервалов расчетных интенсивностей ОРИИ при  $I^{cle} < I^{pol}$  (см. рис. 3);

$$I_{\theta}^{sys} \in [I^{pol} - \Delta I^{pol}; I^{pol} + \Delta I^{pol}] \cup ; \\ \cup [I^{cle} - \Delta I^{cle}; I^{cle} + \Delta I^{cle}]$$

при отсутствии пересечения доверительных интервалов расчетных интенсивностей ОРИИ при  $I^{cle} < I^{pol}$  или  $I^{cle} > I^{pol}$  (рис. 4).

Для расчета вероятности достоверного обнаружения наличия (отсутствия) загрязнителя принимаем, что  $I_{\theta}^{sys}$  по результатам проведенного измерения равновероятно примет одно из значений на интервале  $[I^{pol} - \Delta I^{pol}; I^{cle} + \Delta I^{cle}]$ ,

если  $I^{cle} > I^{pol}$  или  $[I^{cle} - \Delta I^{cle}; I^{pol} + \Delta I^{pol}]$ , если  $I^{cle} < I^{pol}$  (рис. 3). Либо для случая, когда доверительные интервалы не пересекаются,  $I_{\theta}^{sys}$  примет значение в интервале

от  $[I^{pol} - \Delta I^{pol}; I^{pol} + \Delta I^{pol}] \cup$  до  $\cup [I^{cle} - \Delta I^{cle}; I^{cle} + \Delta I^{cle}]$  (рис. 4).

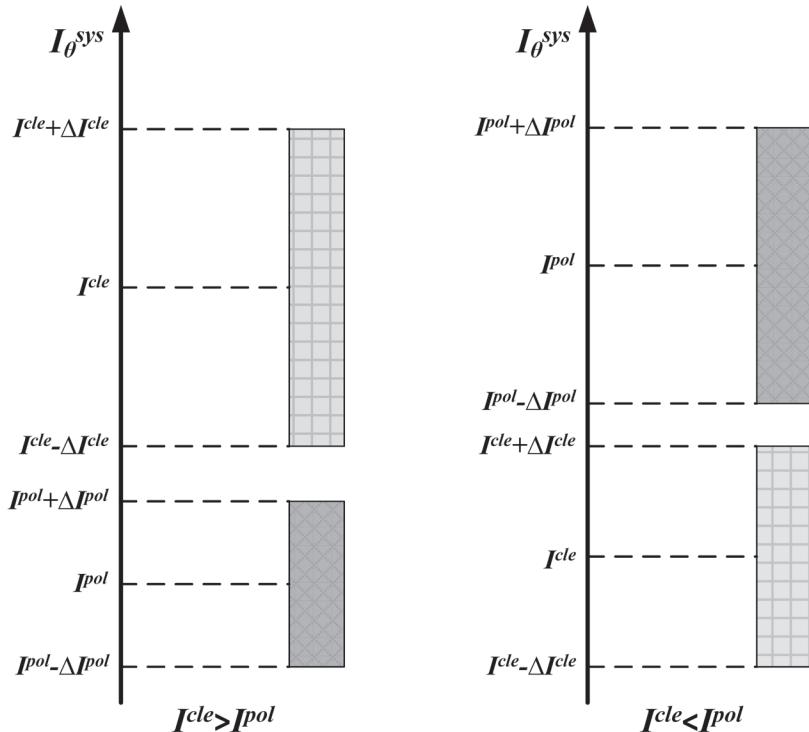


Рис.4. Доверительные интервалы расчетных интенсивностей ОИИ от чистой подстилающей поверхности и загрязнителя не пересекаются

На третьем этапе рассчитываем области пересечения доверительных интервалов для всех случаев. При попадании значения интенсивности  $I_{\theta}^{sys}$  ОИИ по результатам измерения в данную область, которая относится к доверительным интервалам, как чистой подстилающей поверхности, так и загрязнителя, невозможно определить к какому именно интервалу это значение относится.

Для случая пересекающихся доверительных интервалов при  $I^{cle} > I^{pol}$  (рис. 3) область пересечения рассчитывают следующим образом:

$$\begin{aligned}\Delta I^{err} &= I^{pol} + \Delta I^{pol} - (I^{cle} - \Delta I^{cle}) = \\ &= I^{pol} + \Delta I^{pol} - I^{cle} + \Delta I^{cle},\end{aligned}$$

где  $\Delta I^{err}$  — область пересечения доверительных интервалов, при попадании значения интенсивности ОИИ  $I_{\theta}^{sys}$  в которую наличие (отсутствие) ЗПП достоверно не определяется.

Для случая пересекающихся доверительных интервалов при  $I^{cle} < I^{pol}$  (рис. 3) область пересечения рассчитывают следующим образом:

$$\begin{aligned}\Delta I^{err} &= I^{cle} + \Delta I^{cle} - (I^{pol} - \Delta I^{pol}) = \\ &= I^{cle} + \Delta I^{cle} - I^{pol} + \Delta I^{pol}.\end{aligned}$$

Очевидно, что при отсутствии пересечения доверительных интервалов (рис. 4) интервал их пересечения  $\Delta I^{err} = 0$ .

На четвертом этапе, с учетом условия, что  $I_{\theta}^{sys}$  принимает любое значение из области доверительных интервалов, рассчитаем области возможных значений интенсивности.

Для случая пересекающихся доверительных интервалов и при  $I^{cle} > I^{pol}$  (рис. 3) область возможных значений рассчитывают выражением:

$$\begin{aligned}\Delta I^{un} &= I^{cle} + \Delta I^{cle} - (I^{pol} - \Delta I^{pol}) = \\ &= I^{cle} + \Delta I^{cle} - I^{pol} + \Delta I^{pol},\end{aligned}$$

где  $\Delta I^{un}$  — область возможных значений  $I_\theta^{sys}$ .

Для случая пересекающихся доверительных интервалов и при  $I^{cle} < I^{pol}$  (рис. 3) последнее выражение примет вид:

$$\begin{aligned}\Delta I^{un} &= I^{pol} + \Delta I^{pol} - (I^{cle} - \Delta I^{cle}) = \\ &= I^{pol} + \Delta I^{pol} - I^{cle} + \Delta I^{cle}.\end{aligned}$$

Для случая непересекающихся доверительных интервалов (рис. 4) область возможных значений интенсивности  $I_\theta^{sys}$  составит:

$$\begin{aligned}\Delta I^{un} &= I^{cle} + \Delta I^{cle} - (I^{cle} - \Delta I^{cle}) \cup \div \\ &\div \cup I^{pol} + \Delta I^{pol} - (I^{pol} - \Delta I^{pol}).\end{aligned}$$

Исходя из условия, что  $I_\theta^{sys}$  по результатам проведенного измерения равновероятно примет одно из значений в указанных интервалах, полагаем, что вероятность того, что значение  $I_\theta^{sys}$  попадет в тот или иной интервал пропорциональна размеру этих интервалов. Вероятность достоверного обнаружения наличия (отсутствия) загрязнителя будет пропорциональна вероятности того, что значение  $I_\theta^{sys}$  примет одно из значений в интервалах  $[I^{pol} - \Delta I^{pol}; I^{cle} - \Delta I^{cle}] \cup [I^{pol} + \Delta I^{pol}; I^{cle} + \Delta I^{cle}]$  или  $[I^{cle} - \Delta I^{cle}; I^{pol} - \Delta I^{pol}] \cup [I^{cle} + \Delta I^{cle}; I^{pol} + \Delta I^{pol}]$  при пересечении доверительных интервалов (рис. 3), или в интервалах  $[I^{pol} - \Delta I^{pol}; I^{pol} + \Delta I^{pol}] \cup [I^{cle} - \Delta I^{cle}; I^{cle} + \Delta I^{cle}]$  при отсутствии их пересечения (рис. 4).

Зная области возможных значений  $\Delta I^{un}$ , которые может принимать  $I_\theta^{sys}$  области пересечения доверительных интервалов  $\Delta I^{err}$ , при попадании  $I_\theta^{sys}$  в которые наличие (отсутствие) загрязнения не определяется, а также исходя их

пропорциональности вероятности попадания значения  $I_\theta^{sys}$  в эти интервалы их размеру, на пятом этапе перейдем к вероятности достоверного определения наличия (отсутствия) ЗПП:

$$P_{doc} = \frac{\Delta I^{un} - \Delta I^{err}}{\Delta I^{un}}.$$

На заключительном шестом этапе оценивают соответствие полученных значений вероятности обнаружения ЗПП критериальным: если  $P_{doc} < 0,8$ , то наличие загрязнителя, создающего данную плотность ЗПП, не определяется достоверно; если же  $P_{doc} > 0,8$ , то наличие загрязнителя, создающего данную плотность ЗПП, определяется достоверно.

Представленный методический аппарат позволяет оценивать пригодность методики обнаружения загрязнителей при их различном содержании на подстилающей поверхности. При этом вероятность достоверного определения задается исследователем.

Таким образом, разработанная методика позволяет определить значения интервалов плотности ЗПП, при которых, с использованием методики дистанционного обнаружения ЗПП, основанной на регистрации ОРИИ, с необходимой достоверностью определяется наличие (отсутствие) загрязнителя. Практическая значимость методики заключается в возможности создания базы данных параметров содержания загрязнителей на подстилающих поверхностях различных типов, необходимой для реализации разработанной методики обнаружения ЗПП.

## ЛИТЕРАТУРА

- Горелик Д.О. Экологический мониторинг. Оптико-электронные приборы и системы: В 2-х т. / Д.О. Горелик, Л.А. Конопелько, Э.Д. Панков // СПб.: Кристмас+, 1998, т. I. — 735 с.; т. II. — 592 с.
- Кулганов В.А. Метод обнаружения загрязнений подстилающей поверхности по характеристикам обратно рассеянного ионизирующего излучения / В.А Кулганов, И.В.Свитнев, Д.А Соколов, Р.А. Нигматуллин // Материалы IV Всероссийской научной конференции «Экология и космос» имени академика К.Я. Кондратьева. — СПб.: ВКА им. А.Ф.Можайского, 2020. — С. 206–212.
- Кислицына И.А. Моделирование системы измерения параметров движения спускаемого аппарата в условиях неопределенности состава лунной поверхности / И.А. Кислицына, Г.Ф. Малыхина // Научно-технические ведомости СПбГПУ: Физико-математические науки, 2017, т. 10, № 3. — С. 38–51.
- Любушин Н.П. Использование обобщенной функции желательности Харрингтона в многопараметрических экономических задачах / Н.П. Любушин, Г.Е. Брикач // Экономический анализ: теория и практика, 2014, № 18(369). — С. 2–10.

## REFERENCES

1. Gorelik D. O. Environmental monitoring. Optoelectronic devices and systems: In 2 volumes / D. O. Gorelik, L. A. Konopelko, E. D. Pankov // St. Petersburg: Kristmas+, 1998, vol. I. —735 p.; vol. II.— 592 p.
2. Kulganov V.A., Svitnev IV., Sokolov D.A., Nigmatullin R.A. Method for detecting contamination of the underlying surface by the characteristics of backscattered ionizing radiation // Proceedings of the IV All-Russian Scientific Conference "Ecology and Space" named after Academician K.Ya. Kondratiev. — SPb.: VKA im. A. F. Mozhaiskogo, 2020.—P.206–212.
3. Kislitsyna I. A. Modeling of the system for measuring the parameters of the movement of the lander in the conditions of uncertainty of the composition of the lunar surface / I. A. Kislitsyna, G.F.Malykhina//Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbSPU. — 2017, vol. 10, no.3. — P. 38–51.
4. Lyubushin N.P. Use of the generalized Harrington desirability function in multiparametric economic problems / N.P. Lyubushin, G. E. Brikach // Economic analysis: theory and practice, 2014, № 18(369). — P. 2–10.

# СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И МЕДИЦИНСКАЯ ПРОФИЛАКТИКА

## SOCIAL ECOLOGY AND MEDICAL PREVENTION

УДК 616.217:92

**А.К. ИОРДАНИШВИЛИ**, д.мед.н., профессор, *mdgrey@bk.ru*  
Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург  
**А.К. IORDANISHVILI**, Doct. of Med. Sc., Professor, *mdgrey@bk.ru*  
Military Medical Academy after named S.M. Kirov, St. Petersburg

### МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ЭКОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

В год 25-летия деятельности Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ) представлена краткая историческая справка и основные направления исследований и работы членов научной секции «Окружающая среда и здоровье».

**Ключевые слова:** МАНЭБ, здравоохранение, медицина, инновационная деятельность, общественное здоровье, профилактика, экопатогенные факторы, социальная экология.

### INTERNATIONAL ACADEMY OF ECOLOGY, HUMAN AND NATURAL SAFETY AND HEALTHCARE SCIENCES: YESTERDAY, TODAY, TOMORROW

In the year of the 25th anniversary of the International Academy of Sciences of Ecology, Human Safety and Nature, a brief historical background and main directions of research and work of members of the scientific section of the Academy "Environment and Health" are presented.

**Key words:** international academy of ecology, human and nature safety, health care, medicine, innovation activity, public health, prevention, ecopathogenic factors, ecology social.

В современном мире как никогда важен учет антропогенных факторов, которые по размаху и глобальности своего воздействия на экологию и человека приобретают основополагающее значение. Поэтому объединение всех заинтересованных людей и организаций, имеющих общность интересов в области экологии, безопасности человека и природы, защиты здоровья людей от естественных и антропогенных явлений, представляющих опасность для человечества и окружающей среды, крайне необходимо и позволяет развивать междисциплинарный подход в современной экологии. Такой подход на протяжении 25 лет реализует в своей работе Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ), которая является общественным объединением, организованным в результате свободного волеизъявления граждан и юридических лиц — общественных объединений и организаций, имеющих общность интересов в области экологии, безопасности человека и природы [1,2].

За 25 лет функционирования МАНЭБ удалось добиться уникальной профессиональной консолидации учёных разных специальностей,

что позволило осуществлять перспективные инновационные исследования и разработки в различных областях экологии, безопасности, медицины, биологии, защиты здоровья и жизни людей от экопатогенных естественных и антропогенных факторов и явлений, представляющих реальную угрозу для человека и человечества, а также окружающей и производственной среды [1, с. 7–11].

Особо следует сказать о научной секции МАНЭБ «Окружающая среда и здоровье» и её деятельности, которую высоко ценил первый Президент МАНЭБ, заслуженный эколог РФ, доктор технических наук, профессор В.А. Рогалев и придает особое значение нынешний Президент Академии Л.В. Рогалева, так как на протяжении своего существования секция является наиболее многочисленной в Академии и вносящей существенный вклад в развитие лечебной деятельности, гигиены, медицинской экологии, биологии, нормальной и патологической физиологии по ряду современных научных направлений: экспериментальной медицины, медико-экономического анализа и оценки эффективности экологических программ,

социально-гигиенического мониторинга, оценки социально-психологического статуса различных групп населения, — а также выступающей инициирующей формирование новых научных и прикладных направлений, концепций и государственных программ в области сохранения окружающей среды и здоровья нации [1, с. 15–17]. Её бессменными научными руководителями являются вице-президенты МАНЭБ заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор В.С. Лучкович и доктор медицинских наук, профессор В.Л. Филиппов, чьи имена известны далеко за пределами России как ученых и организаторов здравоохранения.

Особо следует отметить работу, проводимую членами секции по медико-экологической экспертизе разных крупных российских и международных проектов, выполняемых на самом высоком междисциплинарном уровне, благодаря квалификации и профессионализму специалистов, работающих в различных областях экологии и медицины, а также по разработке методологических и методических основ системной профилактики воздействия факторов риска окружающей среды на здоровье различных групп населения.

На протяжении четверти века члены научной секции постоянно принимают активное участие в разработке новых санитарных правил и предельно-допустимых концентраций при использовании нового технологического оборудования, химических соединений и веществ, выбросов промышленных отходов в почву и водоёмы. С участием членов МАНЭБ, работающих в Государственной Думе и Законодательных собраниях Санкт-Петербурга и Ленинградской области, разрабатываются и корректируются нормативно-правовые документы по охране здоровья населения от воздействия факторов окружающей среды на разных административных территориях, особенно в регионах, где крупные промышленные предприятия являются основными градообразующими факторами.

Постоянно членами этой научной секции выполняются работы по изучению медико-социальных проблем охраны здоровья населения. Подчеркнём, что с участием членов МАНЭБ разработаны «Концепция развития здравоохранения России» и «Концепция развития здравоохранения Санкт-Петербурга», благодаря которым осуществляется реформирование раз-

личных направлений медицинской помощи на административных территориях Северо-Запада РФ, а также выполнено важное исследование, связанное с эколого-гигиенической оценкой водоисточников и системы питьевого водоснабжения Санкт-Петербурга. Проводится работа по изучению здоровья детского населения при воздействии факторов риска окружающей среды, изучены экологические факторы, влияющие на нарушение репродуктивного здоровья женщин, материнскую и детскую смертности, а также в области гериатрии [3,4].

В МАНЭБ была научно обоснована экономическая целесообразность фторирования питьевой воды, рассмотрен вопрос о наличии фтораторных установок в крупных жилых комплексах мегаполисов и научно обоснован социально-экономический аспект этого вопроса, а также окупаемость необходимой техники и персонала для её обслуживания [5].

Особо хочется отметить работу действительного члена (академика) МАНЭБ, заслуженного деятеля науки РФ, доктора медицинских наук, профессора И.В. Полякова (1938–2010), который работал в разных направлениях по развитию нашего и зарубежного здравоохранения. Его разработки и предложения оказали существенное влияние на формирование здравоохранения в нашей стране. Именно И.В. Поляковым была предложена методика зонирования мегаполисов и крупных городов, что использовалось при организации и планировании медицинской помощи. Предложенная им методика организации всеобщей диспансеризации населения страны была удостоена серебряной медали Выставки достижений народного хозяйства (ВДНХ) страны. И.В. Поляковым была предложена система паллиативной помощи. Он придавал большую важность математико-экономическому анализу и логистике в здравоохранении, обозначил пути перехода к системе медицинского страхования. Он явился создателем института контроля качества медицинской помощи (внутренний контроль качества), теории «демографических переходов» и др. Профессор И.В. Поляков был известным специалистом — экспертом Правительства РФ по вопросам демографии. При его непосредственном участии была реализована международная программа по борьбе с наркотиками на транспортном флоте и среди курсантов. В 2007 г. под его научным руководством

была создана программа медико-психологической и социальной реабилитации пострадавших от преступлений на почве расовой, этнической и религиозной нетерпимости. Следует отметить, что до сих пор аналогов подобным исследованием нет в мире. Памяти профессора И.В. Полякова в Санкт-Петербургском государственном университете ежегодно проходят конференции с международным участием на тему: «Реформы здравоохранения Российской Федерации. Современное состояние, перспективы развития».

МАНЭБ ежегодно поощряет молодых ученых, работающих в области здравоохранения и выполнивших наиболее значимые в научном и прикладном аспектах исследования в интересах здоровья и экологической безопасности. Научно-практические исследования по совершенствованию стоматологической реабилитации пациентов в государственных учреждениях здравоохранения, выполненная молодым специалистом, членом-корреспондентом МАНЭБ, кандидатом медицинских наук И.В. Жданюком, были удостоены Серебряной медали на XIII Международном салоне промышленной собственности (Москва, 2011), а автору работы в 2014 г. была вручена медаль МАНЭБ имени Н.К. Рериха за большой вклад в дело развития академии и науки в области экологии. Выводы и практические рекомендации научного исследования И.В. Жданюка нашли практическую реализацию на уровне Комитета по здравоохранению Правительства Санкт-Петербурга, а также в методических рекомендациях для врачей-стоматологов «Прогнозирование адаптационных возможностей пациентов старческого возраста при зубном протезировании» (2014).

Медали МАНЭБ им. Н.К. Рериха в 2014 г. был удостоен молодой специалист, член-корреспондент МАНЭБ, кандидат медицинских наук, майор медицинской службы А.А. Сериков за цикл работ в области геронтостоматологии. Подчеркнем, что его научная работа, выполненная по проблеме «Экология антропогена» и посвященная возрастным предпосылкам болевой дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, по решению Президиума Геронтологического общества РАН заняла в 2013 г. первое место в конкурсе научных работ молодых ученых России по клинической геронтологии и гериатрии, а автору работы вручена первая премия.

В 2014 г. было отмечено научное иссле-

дование «Стоматологическая заболеваемость рабочих производства синтетических моющих средств», автор которого молодой специалист, член-корреспондент МАНЭБ, кандидат медицинских наук В.В. Пирожинский был удостоен ордена МАНЭБ «Почетный эколог» за умелую организацию профилактических мероприятий на одном из заводов Ленинградской области, производящим современные синтетические моющие средства.

Следует отметить, что благодаря усилиям и стараниям руководителей МАНЭБ Академия проводила и проводит в настоящее время большую работу по пропаганде научных открытий, в том числе на страницах журнала «Экология и развитие общества», других изданиях МАНЭБ, а также на семинарах, конференциях и симпозиумах. Не случайно в рядах МАНЭБ работал автор более 1200 изобретений Виктор Иванович Дикарев — действительный член МАНЭБ. Большие успехи членов МАНЭБ в научном инновационном творчестве стали возможны благодаря сотрудничеству МАНЭБ с Международной академией авторов научных открытий и изобретений (МААНОИ), Президентом которой является академик МАНЭБ В.В. Потоцкий. В уставную деятельность МААНОИ входит регистрация научных открытий на основе широкой общественно-коллективной экспертизы [6]. При этом авторы научных открытий — члены МАНЭБ — часто выступают в роли квалифицированных экспертов, заключения которых являются определяющими при оценке выдвигаемого в качестве научного открытия положения. Отметим, что благодаря инновационной деятельности членов МАНЭБ последовал целый ряд научных открытий, относящихся к различным областям науки: медицине, биологии, химии, физике, теории информатизации, геомеханики, кристаллооптики и др.

Среди первых авторов научных открытий были известные учёные — активные члены МАНЭБ: В.А. Рогалёв, Л.К. Горшков, Г.А. Денисов, Л.В. Шмаков, В.Г. Кондратьев, В.И. Лебедев, В.А. Василенко, В.В.Игнатьев, Г.Е. Зайцев, Т.Н. Роцина и многие другие члены МАНЭБ, инновационный творческий труд которых во многом определил достигнутые на уровне научных открытий результаты научных исследований. Например, в научном открытии «Явление возникновения нескомпенсированного отрица-

тельного электрического заряда движущихся относительно эндотелия кровеносных сосудов эритроцитов» (авторы В.В. Игнатьев, П.П. Рымкевич, А.М. Ковалевский, А.К. Иорданишвили, Т.Н. Роцина, Г.Е. Зайцев, А.В. Цимбалистов, А.Л. Чижевский, диплом № 284, приоритет от 27 октября 1959 г.) в части формулировки научной гипотезы и экспериментального подтверждения открытия установлено, что часть внешних относительно эритроцита положительно заряженных ионов плазмы крови переносится посредством активного транспорта через эндотелиальные клетки в интерстициальную жидкость, неподвижную относительно движущейся крови. Это явилось доказательством справедливости явления возникновения нескомпенсированного отрицательного электрического заряда эритроцитов, движущихся относительно эндотелия кровеносных сосудов и получено авторами путём сопоставления выводов теоретических исследований с результатами экспериментов по откликам на воздействие внешнего электромагнитного поля как самих движущихся эритроцитов *in vivo*, так и кровеносных сосудов, наполненных движущейся кровью. Данное научное открытие позволяет объяснить механизмы развития некоторых патологических состояний и пути их коррекции. Посмертно в число авторов научного открытия, с разрешения родственников, включен всемирно известный выдающийся учёный А.Л. Чижевский, научные положения которого, изложенные в монографии «Структурный анализ движущейся крови» (М.: Изд-во АН СССР, 1959), использованы в формулировке названия данного открытия.

Доклад В.В. Игнатьева и соавторов на Научно-техническом совете МАНЭБ 16 июня 2003 г. в Санкт-Петербурге явился экспериментальным подтверждением данного научного открытия.

Следует отметить, что В.В. Игнатьевым, в соавторстве с П.П. Рымкевичем, А.М. Ковалевским, А.К. Иорданишвили, Т.Н. Роциной, Г.Е. Зайцевым также установлено неизвестное ранее явление сорбции компонентов плазмы крови в движущихся по магистральным сосудам безъядерных эритроцитах, что явилось научным открытием (диплом № 264, приоритет открытия 4 августа 2003 г.). Данное открытие уточнило закономерность функционирования эритроцитов, что, в свою очередь, даёт возможность более эффективно осуществлять хемосорбцию крови и создавать новые способы лечения и профилактики ряда заболеваний.

Сегодня под эгидой МАНЭБ работают Экологический институт (генеральный директор — президент МАНЭБ Л.В. Рогалева) и Институт информационной медицины (директор — доктор медицинских наук, профессор С.С. Коновалов). Под научным руководством профессора С.С. Коновалова разрабатывается информационно-энергетическая теория, являющаяся основой информационной медицины, открывающую возможность расширения представлений о реальностях за пределами физического мира [1, с. 92–97].

Спустя 25 лет от момента создания МАНЭБ члены Академии и секции «Окружающая среда и здоровье» по-прежнему активно работают на благо этой общественной организации и России, что послужит залогом её дальнейшего развития.



Президент МАНЭБ Л.В. Рогалева (в центре) и члены Президиума и научной секции «Окружающая среда и здоровье» Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Экология и развитие общества, 2019, № 2 (29), приложение. — 96 с.
2. Алферов Ж.И. Роль Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы в развитии фундаментальных исследований /Ж.И. Алфёров, А.К. Иорданишвили // Материалы IV ежегодной научно-практической «Декабрьские чтения по судебной медицине в РУДН: актуальные вопросы судебной медицины и общей патологии». — М.: РУДН, 2020. — С. 8–13.
3. Иорданишвили А.К. Медицинские, социальные, экономические и юридические аспекты стоматологического лечения людей старших возрастных групп / А.К. Иорданишвили, Е.А. Вертенко, А.Н. Мироненко // Экология и развитие общества, 2015, № 3 (14). — С. 63–65.
4. Иорданишвили А.К. Медицина и современная экологическая доктрина // Стоматологический научно-образовательный журнал, 2020, № 1–2. — С. 57–61.
5. Иорданишвили А.К. Фториды: их значение для здоровья человека в современных условиях и перспективы использования // Человек и его здоровье, 2019, № 2. — С. 66–73.
6. Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы. 10 лет. Научные открытия (1995–2005). — М.: МААНОИ, 2006. — 64 с.

## REFERENCES

- 1.Ecology and development of society, 2019, № 2 (29), supplement. — 96 p.
2. Alferov Zh.I., Iordanishvili A.K. The role of the International Academy of Sciences of Ecology, Human Safety and Nature in the Development of Fundamental Research // Materials of the IV Annual Scientific and Practical Conference “December Readings on Forensic Medicine at RUDN: Topical Issues of Forensic Medicine and General Pathology”. — M.: RUDN, 2020. — P. 8–13.
- 3.Iordanishvili A.K. Medical, social, economic and legal aspects of dental treatment of people of older age groups / A.K. Iordanishvili, E.A. Veretenko, A.N. Mironenko // Ecology and development of society, 2015, No. 3 (14).—P. 63–65.
4. Jordaniishvili A.K. Medicine and modern ecological doctrine // Dental scientific alordannnd educational journal, 2020, №1–2. — P. 57–61.
- 5.Iordanishvili A.K. Fluorides: their importance for human health in modern conditions and prospects for use // Man and his health, 2019, № 2.— P. 66–73.
6. International Academy of Sciences of Ecology, Human Security and Nature. 10 years. Scientific discoveries (1995–2005). — M.: MAANOI, 2006. — 64 p.

**И.В. СВИТНЕВ, к.в.н., доцент, isvitnev@mil.ru;**  
**Е.А. ХАРИТОНОВА, к.мед.н., старший преподаватель, xaritonova\_ea@mil.ru;**  
**Д.Г. ХИТЯЕВ, к.т.н., преподаватель, denis.ket@mil.ru;**  
Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург,  
**I.V. SVITNEV, PhD, Associate Professor, isvitnev@mil.ru;**  
**E.A. KHARITONova, PhD, Senior lecturer, xaritonova\_ea@mil.ru;**  
**D.G. KHITYAEV, Ph. D., teacher, denis.ket@mil.ru;**  
Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky, St. Petersburg

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ВЫЯВЛЕНИЯ ОСТРЫХ РЕСПИРАТОРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ВОИНСКИХ КОЛЛЕКТИВАХ НА ОСНОВЕ РАНЖИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

Рассматривается автоматизация выявления больных на ранней стадии для того, чтобы не допустить дальнейшего распространения остroго респираторного заболевания (ОРЗ).

**Ключевые слова:** заболевание, автоматизация, безопасность, риски, ранг, социальная экология.

## SOFTWARE PACKAGE FOR THE DETECTION OF ACUTE RESPIRATORY DISEASES IN MILITARY COLLECTIVES BASED ON THE RANKING OF SOCIO-PHYSIOLOGICAL RISKS

The article discusses the automation of the identification of patients at an early stage in order to prevent the further spread of a acute respiratory disease (ARI).  
**Keywords:** disease, automation, safety, risks, rank, ecology sociale.

Проблема улучшения качества обнаружения заболеваемости у военнослужащих на ранней стадии привлекает все более пристальное внимание в связи с эпидемиологической обстановкой в мире, поэтому нужно искать новые, наиболее эффективные решения данной задачи. В настоящее время целесообразно использовать технологический подход.

При создании соответствующего программного комплекса были определены следующие условия:

- работа с комплексом должна быть максимально проста и доступна (рис. 1);

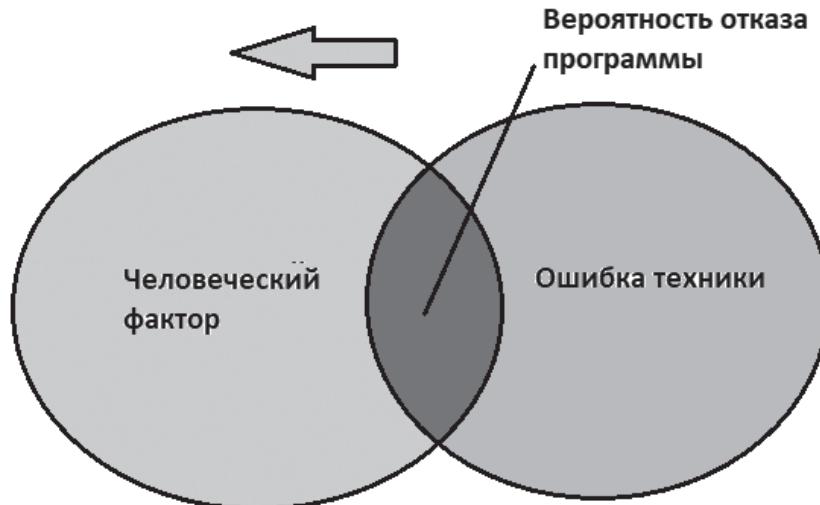


Рис. 1. Принцип снижения вероятности отказа

- в системе должны быть данные всего личного состава подразделения;
- доступ к ЭВМ, с помощью которой будет производится анализ, должен быть четко разграничен, во избежание утечки данных военнослу-

жащих, а также ЭВМ не должна иметь доступ к глобальной сети «Интернет» (рис. 2);

— программа должна быть модульной, для того чтобы добавлять новые факторы или удалять старые (рис. 3).



Рис. 2. Принцип снижения вероятности получения доступа к данным



Рис. 3. Взаимосвязь факторов и структуры отказов

Принцип работы программного комплекса заключается в идентификации военнослужащего по его биометрическим данным (портрету) и сравнивании считанной температуры через инфракрасный датчик с критической температурой, определяемой рангом, который устанавливается в соответствии с его психическими и социально-физиологическими особенностями, а также степенью влияния на организм внешних факторов окружающей среды.

Первым блоком программы является идентификация военнослужащего, алгоритм его

идентификации представлен ниже.

#### **Алгоритм идентификации военнослужащего:**

1. Ввод данных (температура тела, портрет человека).
2. Запрос к базе данных с присвоенными рангами.
3. Получение ранга идентифицированного человека.
4. Сравнивание полученных данных с диапазоном температур.

### Имитационная модель работы комплекса.

Комплекс необходим для того, чтобы была возможность получить контрольный срез состояния заболеваемости в воинских коллективах. Располагать его следует в местах большого скопления людей (столовые, фойе, лестницы, контрольно-пропускные пункты).

**Операция:** Проверка подразделения на наличие потенциально заболевших людей.

**Участвовали в операции:** Оператор, военнослужащие подразделения, действующие согласно программному комплексу, оценке вероятности заболевания на основе ранжирования социально-физиологических рисков.

### Входные данные:

- биометрические данные всех военнослужащих (портреты);
- социально-физиологические факторы у каждого военнослужащего, корректные или не имеющие критического отклонения с действительностью;
- погрешность определения температуры инфракрасной камерой не более 0,1 градуса;
- определение военнослужащего в базе данных составляет не более 3-х секунд, количество людей, которое система может определить одновременно: четыре (рис. 4, 5).

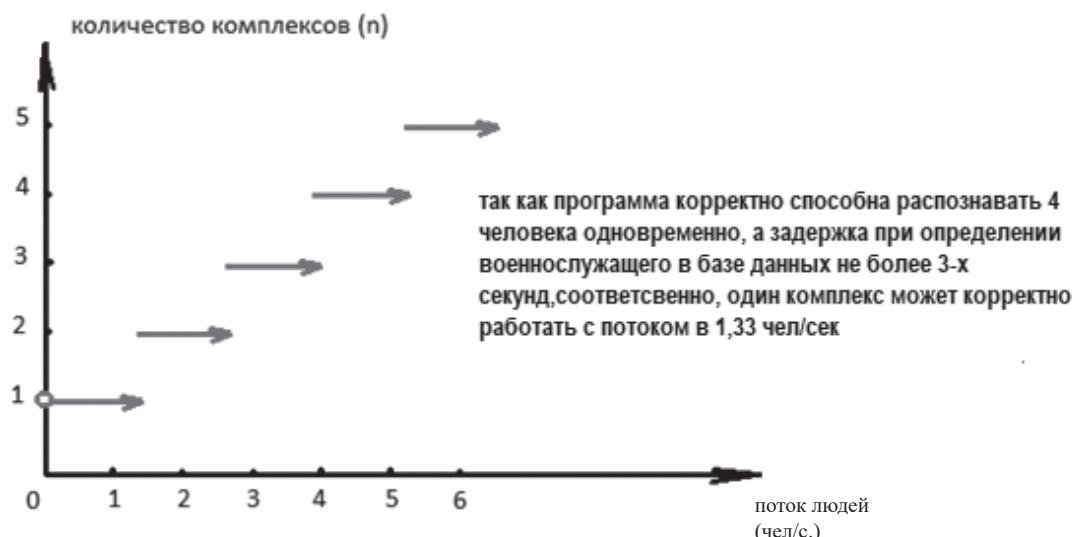


Рис. 4. График движения потока людей

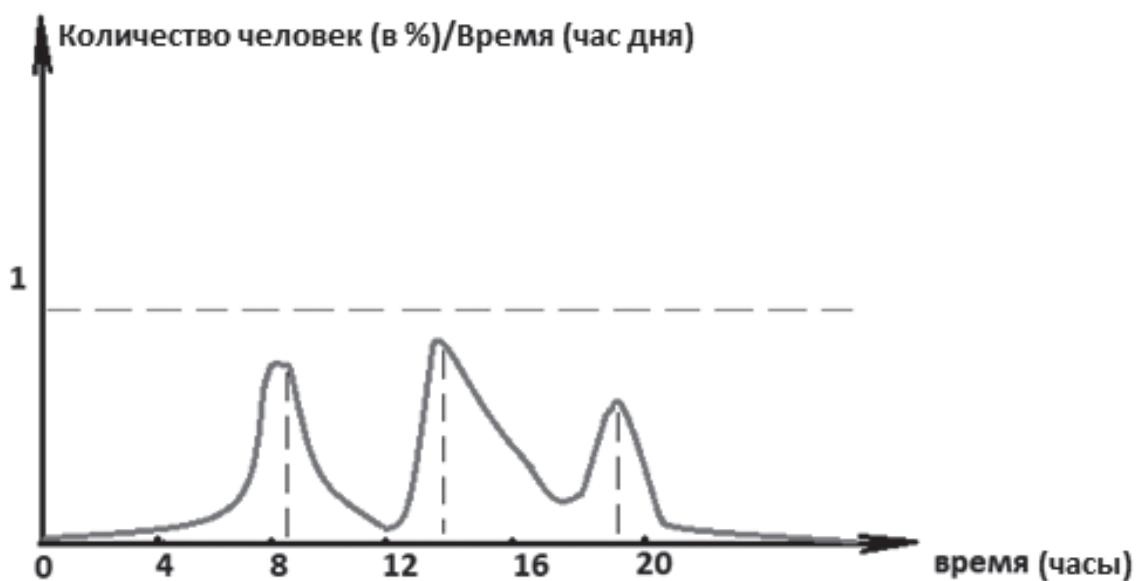


Рис. 5. График уровня прохождения потока

## Реализация алгоритма идентификации заболевшего:

1. Подразделение выстраивается в строй (до 4 колонн) с сохранением социальной дистанции и с заданной скоростью проходит мимо аппарата (при необходимости получения статистической информации не о конкретном подразделении, аппарат устанавливается в места большого скопления людей).

2. Система определяет ранг и температуру каждого военнослужащего.

3. Оператор анализирует данные и принимает решение в каждом случае отклонения от ранга и при необходимости отправляет военнослужащего на медицинский осмотр.

В качестве ранга принимается условный коэффициент от 1 до  $n$ , присвоенный человеку, соответствующий некоторому диапазону температур, зависящий от психологического поведения человека (социально физиологических факторов).

### Принцип присваивания ранга.

Так как влияние различных факторов на организм до конца не изучено, говорить с высокой вероятностью о том, что какой-либо из факторов будет оказывать конкретное влияние на температуру тела человека определенным образом мы не можем [1]. Поэтому разбиение на ранг следует брать условно. Предпочтительнее брать нечетное число рангов для того, чтобы всегда существовал ранг среднего нормального человека, так как нормальная температура тела человека  $36,6^{\circ}\text{C}$ , а температура тела человека при различных факторах варьируется от  $36,4\text{--}36,9^{\circ}\text{C}$ , то есть диапазон не

позволяет выбрать большое количество рангов (измерительная аппаратура также имеет свой класс точности и может ошибаться на  $0.1\text{--}0.3^{\circ}\text{C}$ ), соответственно предпочтительно взять 3 ранга: для низкого, среднего и высокого диапазона температур (каждый диапазон имеет длину, равную  $0.2^{\circ}\text{C}$ ) [2].

Каждый фактор несет определенный характер своего влияния, то есть имеются факторы, снижающие температуру, а также имеются факторы, ее завышающие, причем некоторые в сравнении с другими могут оказывать либо большее влияние, либо меньшее. Степень влияния конкретного фактора берем из статистики Росстата, так, к примеру, до 60% людей, которые чаще болеют простудными заболеваниями, не занимаются спортом, соответственно присваиваем условно занятию спортом как фактору коэффициент  $60/10 = +6$  и при не регулярном занятии спортом – 6. Каждому фактору будет присвоен коэффициент со знаком плюс или минус, далее, просуммировав все коэффициенты, мы получаем значение ранга [3].

Для того, чтобы понять, какие значения можно отнести к какому рангу, необходимо составить выборку, как минимум, из 25 таких значений и составить гистограмму, благодаря которой получим полигон частот (эмпирический путь нахождения диапазона значений сумм коэффициентов для соответствующего ранга).

Из теории и статистики гистограмма (полигон) частот будет выглядеть следующим образом (рис. 6):

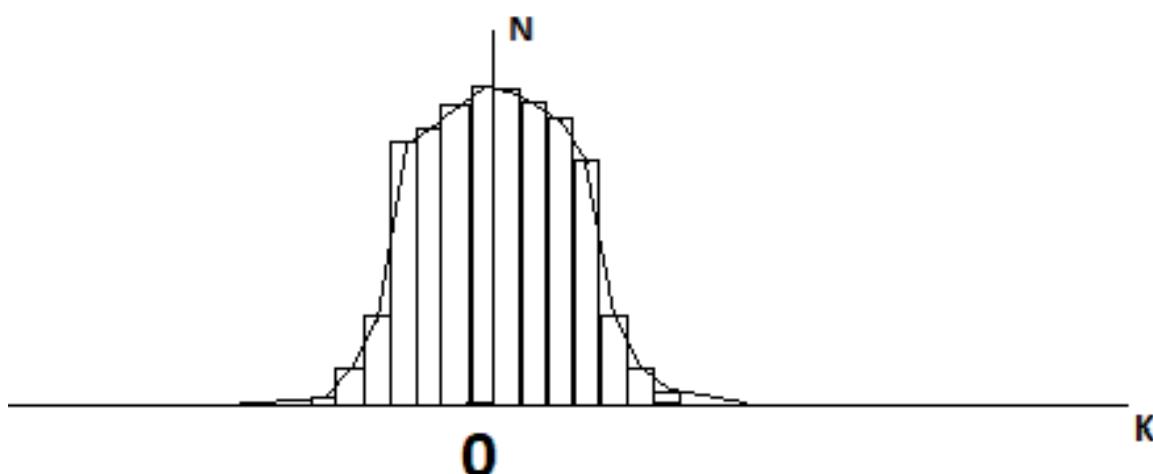


Рис. 6. Гистограмма частот

Распределение функции будет нормальным, поскольку подавляющее большинство людей имеют второй ранг (соответствующий нормальному температуре тела 36,5–36,6 °C). Так как распределение нормальное и боковые склоны по-

лигона частот довольно крутые, аппроксимируя данную функцию в многочлен, находим 2 точки (K1, K2) (рис. 7). На данных «склонах», функция убывает наиболее быстро и, практически вертикально.

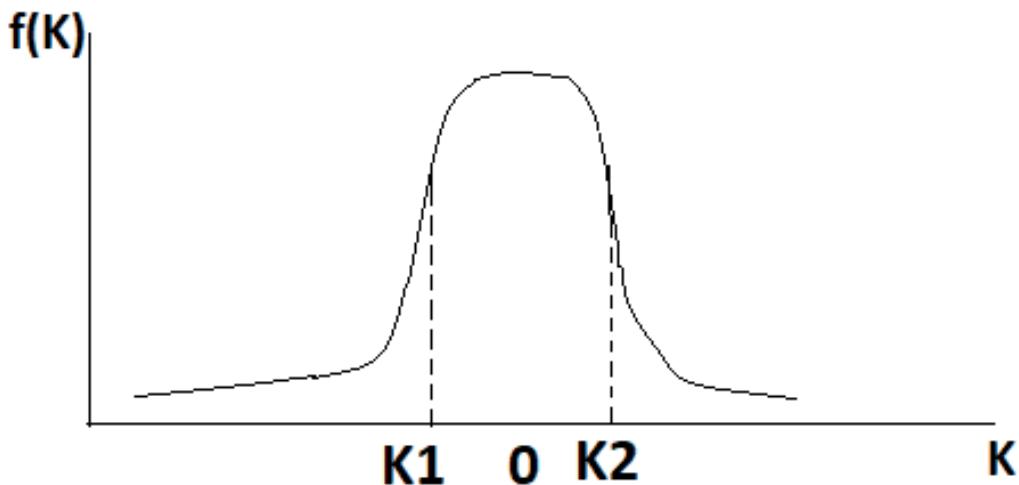


Рис. 7. Аппроксимируемая функция распределения

Далее определяем границу допустимых значений диапазона для нормального ранга (значения которые стоят слева и справа данного диапазона будут соответствовать 1 и 3 рангу). Коэффициенты K1 и K2 границ диапазона частот и аппроксимирующую функцию  $F_a(R)$  связаны зависимостью:

$$K_1 = \max_{[-\infty; 0]} F'_a, \quad K_2 = \max_{[0; +\infty]} F'_a.$$

Таким образом, математически объяснен принцип присваивания ранга. Сами ранги будут находиться через специальный алгоритм. Алгоритм будет представлен отдельной программой, включающей в себя социальный эксперимент, которой присвоит коэффициентам K1 и K2 расчетные значения [4].

**Принцип работы алгоритма для присваивания ранга.** По имеющимся факторам и присвоенным к каждому фактору значению алгоритм будет суммировать значения и присваивать каждому военнослужащему соответствующий коэффициент, указанный в таблице. После сбора данных, минимум от 25 различных людей (суть социального эксперимента), при помощи среды разработки Matlab будет постро-

ена гистограмма и, определены значения коэффициентов K1 и K2 [5].

Следует отметить, что таблица представлена в виде базы данных, с удобным добавлением/удалением коэффициентов по каждому фактору. Это позволяет динамически определять коэффициенты K1 и K2 и расставлять ранги при изменение определенных условий [6].

При исследовании проблемы выявления заболевания в условиях пандемии, были определены факторы, влияющие на температуру тела военнослужащих, был разработан алгоритм ранжирования по влиянию различных социально-физиологических, психических факторов [10].

Данный комплекс направлен на автоматизацию и улучшение качества выявления острых респираторных заболеваний у военнослужащих на ранней стадии [7].

Программный комплекс даёт возможность легко и быстро выявить военнослужащего с начальными признаками заболевания с последующим изолированием данного человека в целях недопущения заболевания всего личного состава подразделения.

**Коэффициенты социально-физиологических факторов военнослужащих**

№ п/п	Факторы воздействие на температуру тела человека	Значение, если фактор имеет место быть	Значение, если фактор не имеет место быть
1	Вредные привычки, при которых непроизвольно происходит контакт с лицом и слизистыми оболочками.	2	0
2	Умственная и физическая активность (можно записать активность: регулярное занятие спортом (посещение УФЗ или спортивно-массовой работы, или уровень успеваемости, занятие в ВНО и т.п.)).	1,7	-1,4
3	История болезни, иммунитет (Часто ли человек обращается в мед. пункт, часто ли болеет, по данным статистики не более 1 тяжелой болезни за год (пневмония, бронхит, менингит, синусит и т.д.) и не более 10 легких (заложенность носа, насморк)).	-4,6	3,4
4	Личная гигиена (моет ли руки перед каждым приемом пищи или после посещения улицы).	3	-3
5	Психическое и физическое состояние (Как человек относится к происходящему, если он постоянно в депрессиях или в расстройстве это может отрицательно отразиться на его самочувствии, имеется ли физическая перетренированность).	5	-5
6	Округ, с которого приехал человек (При переезде с южных районов, да и в принципе с любого, у человека наступает акклиматизация, у некоторых она проходит недели через 2–3, у некоторых переезд оказывается на состоянии человека на постоянной основе).	5	-5
7	Телосложение человека, объем жировых запасов (если ИМТ выходит из «зеленой зоны»).	-7	3
8	Наличие хронических заболеваний, при которых наблюдается повышение или понижение температуры).	Если имеется хроническое заболевание, повышающее или понижающее температуру тела, ставить коэффициент 7,2 и -7,2 соответственно.	
9	Уровень метаболизма (у высокого уровня температура тела завышена на 0,1–0,2 С° от нормы, соответственно у низкого занижена) и т.д.	Если уровень метаболизма высокий (нагрузки даются легко, отсутствие сильного потоотделения), ставить +6,7. Если уровень метаболизма низкий (нагрузки даются тяжело, сильное потоотделение), ставить -7,4.	

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ширко Д.И. Гигиеническая оценка уровня здоровья курсантов / Д.И. Ширко, В.И. Дорошевич, В.В. Зенькович — Спб., 2017.
2. Бака Р. Физическая подготовленность как отражение сформированности физической культуры студентов // Физическое воспитание студентов, 2010, № 2. — С. 14–17.
3. Бриллиантова О.О. Темпы прироста физической подготовленности студентов в течение года с учетом сезонных периодов / О.О. Бриллиантова, В. А. Баландин // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта, 2008, № 7 (41). — С. 14–19.
4. Druz V. Individualization factors of students' physical education at modern stage of its realization / V. Druz, S. Iermakov, G. Artemyeva, Y. Puhach, R. Muszkieta // Physical Education of Students, 2017, vol. 21, № 1. — P. 10–16.
5. Agorastos A. Developmental Trajectories of Early Life Stress and Trauma: A Narrative Review on Neurobiological Aspects Beyond Stress System Dysregulation / A. Agorastos, P. Pervanidou, G.P. Chrousos, D.G. Baker // Frontiers in Psychiatry, 2019, vol. 10. — P. 118.
6. Fotynyuk V. On health protection and health related physical culture trainings of first year students // Physical Education of Students, 2017, vol. 21, № 1. — P. 17–21.
7. Gonzales R. Relationship Between Meal Plan, Dietary Intake, Body Mass Index, and Appetitive Responsiveness in College Students / R. Gonzales, J. S. Laurent, R. K. Johnson // Journal of Pediatric Health Care, 2017, vol. 31, issue 3. — P. 320–326.

## REFERENCES

1. Shirko D. I. Hygienic assessment of the level of health of cadets / D. I. Shirko, V. I. Doroshevich, V. V. Zenkovich — St. Petersburg., 2017.
2. Tank R. Physical fitness as a reflection of the development of physical culture of students // Physical education of students], 2010, No. 2. — P. 14-17.
3. Brilliantova O. The rate of growth of physical preparedness of students throughout the year with seasonal periods / O. Brilliantova, V. A. Balandin // Uchenye Zapiski universiteta im. P. F. Lesgaft, 2008, № 7 (41). — P. 14-19.
4. Druz V. Individualization factors of students' physical education at modern stage of its realization / V. Druz, S. Iermakov, G. Artemyeva, Y. Puhach, R. Muszkieta // Physical Education of Students, 2017, vol. 21, № 1. — P. 10–16.
5. Agorastos A. Developmental Trajectories of Early Life Stress and Trauma: A Narrative Review on Neurobiological Aspects Beyond Stress System Dysregulation / A. Agorastos, P. Pervanidou, G.P. Chrousos, D.G. Baker // Frontiers in Psychiatry, 2019, vol. 10. — P. 118.
6. Fotynyuk V. On health protection and health related physical culture trainings of first year students // Physical Education of Students, 2017, vol. 21, № 1. — P. 17–21.
7. Gonzales R. Relationship Between Meal Plan, Dietary Intake, Body Mass Index, and Appetitive Responsiveness in College Students / R. Gonzales, J. S. Laurent, R. K. Johnson // Journal of Pediatric Health Care, 2017, vol. 31, issue 3. — P. 320–326.

# ВОЕННАЯ И КОСМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

## MILITARY AND SPACE ECOLOGY

УДК 504:535

**Л.К. ГОРШКОВ**, д.т.н., профессор, *VKA@mil.ru*;

**А.П. СОФЬИН**, к. т. н., доцент, *VKA@mil.ru*;

**Л.А. ФЕДОРОВА**, к.т.н., доцент, *VKA@mil.ru*

Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург

**L.K. GORSHKOV**, Doct. of Sc., Professor, *VKA@mil.ru*;

**A.P. SOFIN**, Doct. of Eng., Ass. professor, *VKA@mil.ru*;

**L.A. FEDOROVA**, Doct. of Eng., Ass. professor, *VKA@mil.ru*

*Military Space academy named after A.F. Mozhaisky, St. Petersburg*

### К ВОПРОСУ О РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ МАНИПУЛЯТОРОВ

Рассмотрены вопросы, касающиеся решения проблемы создания экологически чистых манипуляторов, предназначенных для работы в космическом пространстве. Широкое применение данных устройств потребует создания соответствующей производственной и испытательной базы для расчета и проектирования отдельных узлов и систем манипуляторов.

**Ключевые слова:** *робот, манипулятор, цепь, звено, шарнир, космическая экология.*

### ON THE ISSUE OF SOLVING THE PROBLEM OF CREATING SPACE MANIPULATORS

Issues related to solving the problem of creating environmentally friendly manipulators designed to work in outer space are considered. Widespread use of these devices will require the creation of an appropriate production and testing base for the calculation and design of individual components and systems of manipulators.

**Key words:** *robot, manipulator, chain, link, hinge, space ecology.*

**Введение.** В последние годы обеспечение экологической безопасности космического пространства во многом связано с решением ряда проблем, связанных с загрязнением последнего. Вопросы удаления космического мусора из зон пролегания орбит космических аппаратов становятся настоящей и приоритетной задачей в рамках международного сотрудничества в области изучения и практического освоения космоса. Направления решения этой задачи могут быть следующими:

– контроль за физическим состоянием движущихся в космическом пространстве тел, представляющих угрозу для успешного и безаварийного функционирования официально зарегистрированных космических аппаратов;

– очистка космического пространства от мусора и утилизация отработавших орбитальных объектов.

Только комплексная реализация мер по снижению техногенного засорения космического пространства позволит продолжать успешное и активное освоение космоса в будущем. Но сегодня опасное засорение практически исключа-

ет возможность активного участия человека при выполнении работ в открытом космосе. В связи с этим технические манипуляторы можно рассматривать в качестве средств профилактики загрязнений, с одной стороны, а также с целью безопасного развёртывания специальных устройств для улавливания некрупных обломков и очистки тем самым космического пространства от механического мусора — с другой стороны.

Имеющиеся данные о достаточно специфических условиях космического пространства показывают, что перспективным направлением развития роботов является создание манипуляторов различных типов, размеров и назначения. В настоящее время считается, что развитие роботизированных систем в космосе, в первую очередь, связано с уточнением диапазона операций, которые необходимо проводить с орбитальными средствами, — объектами, грузами и аппаратурой. К примеру, в последние годы появились новые функции и за манипуляторами закрепились изначально не свойственные им функции выявления, захвата и швартовки летательных аппаратов.

Если определить основные условия функционирования космических роботов, то они тесно связаны с влиянием:

- глубокого вакуума;
- электромагнитной и корпускулярной радиации;
- метеорной опасности и возможности столкновения с космическим мусором;
- своеобразного теплового режима, широкого диапазона статических и вибрационных перегрузок [1, 2].

В связи с этим создание технических устройств для работы в космосе связано с реализацией основных общих требований:

- возможности технологической и экономической реализации;
- необходимости дальнейшего развития и модификации конструкции;
- обеспечения необходимого уровня унификации элементов изделий;
- компактности и малой массы конструкций;
- соответствия эксплуатационных параметров заданному или другому определённому набору технологических задач, решаемых с помощью манипуляторов;
- полного или частичного сопротивления действию негативных внешних факторов.

**Основной текст.** Необходимо отметить, что создание любого космического манипулятора потребует однозначного решения комплекса вопросов, связанных с выбранным обликом технического устройства, адаптированным для выполнения тех или иных функций в чрезвычайно специфических условиях. В свою очередь, функциональность космического робота обеспечивается, главным образом, правильным выбором типа кинематических цепей и параметров их элементов. Напомним, что именно кинематическая цепь позволяет обеспечить перемещение звеньев как самого манипулятора, так и его исполнительного органа.

Очевидно, что специфика космоса потребует создания специальной защиты конструкции от влияния множества различных факторов. В связи с этим выбор типа кинематической цепи может быть реализован в следующих направлениях:

- анализ возможности создания и использования средств противодействия негативным факторам согласно выбранному перечню;
- создание специальной конструкции, спо-

собной выдержать действия всех внешних факторов без снижения уровня работоспособности;

- проектирование достаточно дешевой и легко заменяемой конструкции, способной функционировать в течение установленного периода времени.

В общем случае создание космического манипулятора должно обеспечивать:

- исключение или уменьшение испарения смазывающих материалов;
- оптимальный тепловой режим работы конструктивных элементов;
- монтаж и использование шарниров, обеспечивающих низкое энергопотребление при относительном движении звеньев в установленном диапазоне перемещений и реализацию приемлемой точности позиционирования выбранного выходного звена;
- использование достаточного для обеспечения функциональности числа звеньев манипулятора;
- наличие защитных устройства от действия силового и теплового внешнего воздействий.

Очевидный диктат комплекса космических условий подтверждается тем фактом, что во всех наиболее известных космических манипуляторах прослеживаются единые принципы их исполнения. Даже при отсутствии однозначных пояснений и обоснований разработчиков можно выявить наличие общих направлений проектирования. Поясним это на примере решения проблемы выбора типа кинематических пар и вида относительного движения звеньев путем сравнительного анализа уровня потребления энергии для вращательного и поступательного видов движения.

Как известно, изменение кинетической энергии движущегося звена за любой промежуток времени равно сумме работ задаваемых сил ( $A$ ), действующих в течение того же промежутка времени:

$$A = E_k - E_o,$$

где  $E_o$  — кинетическая энергия в начале движения;  $E_k$  — та же энергия в конце участка движения.

При рассмотрении поступательного и вращательного вариантов движения введем допущения: все точки подвижных звеньев в соответствующей паре двигаются одинаково (имеют одинаковые траектории); движение рассматри-

ваем как установившееся; кинетическая энергия в начале движения равна нулю.

В этом случае кинетическая энергия на фиксированном перемещении будет определяться следующими выражениями:

— для вращательного движения

$$E_{\text{вр}} = \frac{J_{\text{n}} \omega_{\text{вр}}^2}{2},$$

где  $J_{\text{n}}$  — момент инерции тела вращения относительно оси;  $\omega_{\text{вр}}$  — угловая скорость вращения тела;

— для поступательного движения

$$E_{\text{n}} = \frac{m_{\text{n}} v_n^2}{2},$$

где  $m_{\text{n}}$  — масса тела,двигающегося поступательно; для объективности выкладок принято, что она равна массе тела для случая вращательного движения;  $v_n$  — скорость поступательного движения полюса тела.

Тогда на выделенном для рассмотрения промежутке времени ( $\Delta t$ ) развивающую при перемещениях мощность можно определить следующим образом:

— при вращательном движении

$$P_{\text{вр}} = \frac{J_{\text{n}} \omega_{\text{вр}}^2}{2\tau} = \frac{J_{\text{n}} v_n^2}{2\tau R_{\text{вр}}^2} = \frac{m r_{\text{ин}}^2 v_n^2}{2\tau R_{\text{вр}}^2},$$

где  $r_{\text{ин}}$  — радиус инерции тела;  $R_{\text{вр}}$  — радиус окружности, описываемой концом звена 1;

— при поступательном движении

$$P_{\text{n}} = \frac{m_{\text{n}} v_n^2}{2\Delta t}.$$

Очевидно, что простейшими конструктивными мероприятиями можно обеспечить выполнение условия  $r_{\text{ин}} \ll R_{\text{вр}}$ . Таким образом, на одном и том же промежутке рабочего времени можно использовать более низкий уровень рабочей мощности привода для реализации вращательного движения по сравнению с поступательным движением. Это вполне объясняет известный в космической технике факт, что именно шарнирные цепи с кинематическими парами вращательного типа получили наиболее широкое распространение в космосе.

Среди типичных устройств следует отметить дистанционно-управляемый манипулятор *Can-*

*adarm*, который устанавливался на корабле *Space Shuttle*. Манипулятор эффективно защищён многослойным покрытием, обеспечивающим реализацию принципа пассивной теплоизоляции. Кроме того, в его конструкции использована активная система подогрева для функционально важных узлов (и механических, и электронных). Кинематическая цепь манипулятора *Canadarm* выполнена из нескольких сегментов, то есть она была построена по принципу функционирования человеческой руки. Дальнейшим эволюционным развитием манипулятора «*Canadarm*» является разработанный для МКС манипулятор «*Canadarm-2*», также изготовленный в Канаде.

Разработанный для космического корабля «Буран» манипулятор имел сходные с манипулятором *Canadarm* кинематическую схему и внешний облик. Конструкция данного манипулятора [2] представлялась достаточно типовой по составу и устройству (рис. 1). Он состоял из трех звеньев — плечевого 3, локтевого 4, кистевого 5 и захватного устройства 6. Относительные движения звеньев в кинематических парах обеспечивались установкой шарниров, реализующих вращательные кинематические пары.

Анализ приведенных систем манипуляторов показывает, что наиболее характерный для космических устройств тип — «механическая рука». Современные манипуляторы (например, робот-манипулятор *ERA*, а также манипулятор японского блока «*KIBO*») выполняют роль человеческой руки в процессе проведения работ в космосе. Среди космических манипуляторов преобладает трехзвенная манипуляционная система шарнирного типа, основанная на использовании сложных шарниров, которые обеспечивают вращение в двух плоскостях (таблица).

Необходимо иметь также в виду, что влияние и последующее уточнение условий космоса объясняют появление дополнительных задач:

1. Условия космоса достаточно сложно смоделировать в земных условиях, поэтому испытания космических манипуляторов требуют разработки соответствующих методик, определяющих объективность информации при оценке работоспособности манипулятора в космических условиях. При этом необходимо учитывать, что грузоподъемность манипулятора как устройства определяется уровнем гравитации.

## Космические манипуляторы

Наименование	<i>Canadarm</i> (SRMS) — Канада	<i>Canadarm-2</i> (SSRMS)	<i>JEMR MS</i> — Япония	<i>ERA</i> — Нидерланды	«Аист» — СССР
Место применения	«Спейс Шаттл»	МКС	МКС	МКС	не использовался
Функциональное число степеней подвижности	6	7	6	6	6

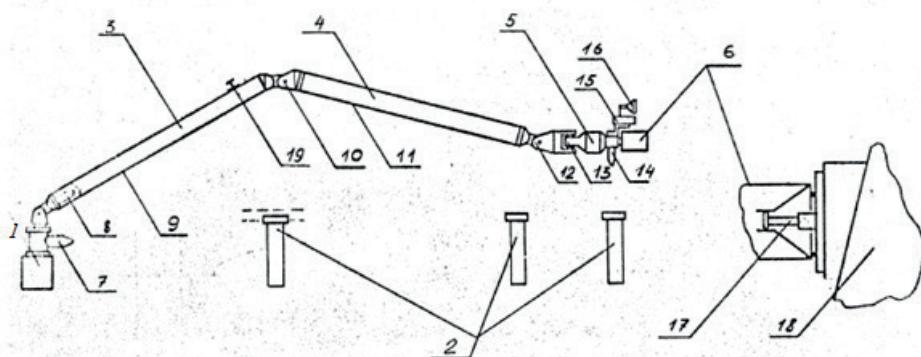


Рис. 1. Типовая схема манипулятора: 1 — корень манипулятора; 2 — ложементы; 3 — плечевое звено; 4 — локтевое звено; 5 — кистевое звено; 6 — захватное устройство; 7 — шарнир рыскания плеча; 8 — шарнир тангажа плеча; 9 — соединительная труба; 10 — шарнир тангажа локтя; 11 — соединительная труба; 12 — шарнир тангажа кисти; 13 — шарнир рыскания кисти; 14 — шарнир ротации кисти; 15 — телекамера; 16 — светильник; 17 — такелажный элемент; 18 — объект манипулирования; 19 — такелажный элемент плечевого звена.

2. Обеспечение условий непрерывного контакта манипулятора и обслуживаемого аппарата. Необходимо иметь в виду, что передача малейшего импульса силы при нарушении связи между вступающими в контакт объектами приведет к расталкиванию тел, удалению их друг от друга и срыву выполнения задач. Одновременно в связи с этим отметим возрастающую роль точности позиционирования схватов (исполнительного органа) и устранения колебаний в конце его движения.

3. При изменении уровня гравитации изменяются и условия взаимодействия трущихся поверхностей, что влияет на управляемость как отдельных звеньев, так и самого манипулятора.

**Заключение.** Можно утверждать, что подход к единой методологии при создании космических роботов заключается в необходимости решения наиболее значимых проблем и реализа-

ции отдельных вопросов, связанных с непостоянством условий функционирования, таких как разработка конструкции шарниров, в том числе совмещенного типа; создание защитных средств для конструктивных элементов; применение (выбор) достаточно компактного привода.

К настоящему времени приобретает все большее значение создание системы оценки работоспособности манипуляторов перед его применением. Выбор кинематической цепи следует, в первую очередь, связать с трудоемкой проработкой большого числа заданных показателей (признаков) и принятых к использованию вариантов кинематических цепей (рис. 2).

Реальный облик и размеры манипулятора могут дополнительно лимитироваться техническими параметрами используемых конструкций (например, предельным углом поворота разработанных шарнирных элементов и т.д.).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сасункевич А.А. Факторы космического пространства и защита космических роботов от внешнего воздействия / А.А. Сасункевич, А.П. Софын, Л.А. Федорова // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского, вып. 656. — СПб.: ВКА им. А.Ф.Можайского, 2017. — С. 170–175.
2. Гущин В.Н. Основы устройства космических аппаратов. — М.: Машиностроение, 2003. — 272 с.

## REFERENCES

1. Sasunkevich A. A. Factors of space and protection of space robots from external influence/ A. A. Sasunkevich, A. P. Sofyin, L. A. Fedorova // Proceedings of the military space Academy named after A. F. Mozhaisky, issue 656. — St. Petersburg: VKA named A. F. Mozhaisky, 2017. — P. 170–175.
2. Gushchin V. N. Fundamentals of spacecraft design. — M.: Machinostroenie, 2003. — 272 p.

УДК 502/504.06

**С.В. КОСЫРЕВ**, д.в.н., профессор, vka@mil.ru;  
**С.Б. ВАРЮЩЕНКО**, д.в.н., профессор, vka@mil.ru;  
**М.Ю. ЛЕБЕДЕВ**, аспирант, vka@mil.ru

Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Санкт-Петербург  
S.V. KOSYREV, Doct. of Mil. Sciences, Professor, vka@mil.ru;  
S.B. VARYUSHCHENKO, Doct. of Mil. Sciences, Professor, vka@mil.ru;  
M.Y. LEBEDEV, Adjunct, vka@mil.ru  
Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky, St. Petersburg

## К ВОПРОСУ ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ВОИНСКОЙ ЧАСТИ

Представлен вариант решения задачи комплексной оценки состояния экологической безопасности воинской части, организуемой в целях защиты жизненно важных интересов военнослужащих, гражданского персонала и окружающей среды от возможного негативного воздействия деятельности Вооруженных Сил (ВС) РФ. Рассматривается подход к обобщению результатов оценивания состояния экологической безопасности воинской части на основании современных ведомственных требований и принципов определения эффективности функционирования системы управления.

**Ключевые слова:** воинская часть, критерий, показатель, свертка, система управления, эффективность, экологическая безопасность.

## ON THE ISSUE OF EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF THE MANAGEMENT SYSTEM ENSURING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF MILITARY UNIT

The article presents a solution to the problem of a comprehensive assessment of the state of environmental security of military unit, organized in order to protect the vital interests of military personnel, civilian personnel and the environment from the possible negative impact of the activities of the Armed Forces of the Russian Federation. An approach to generalizing the results of assessing the state of environmental security of a military unit based on modern departmental requirements and approaches to determining the effectiveness of the management system is considered.

**Keywords:** military unit, criteria, indicators, convolution, the management system, efficiency, the environmental safety.

В настоящее время вопросам обеспечения экологической безопасности (ОЭБ) различных объектов, включая военные, уделяется самое пристальное внимание по причине сложности и многообразия предъявляемых требований. Порядок оценки состояния экологической безопасности на территории страны и приоритетные направления решения основных задач в области ОЭБ определены Указом Президента РФ от

19.04.2017, № 176 «О стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года», в соответствии с которым Министерством обороны Российской Федерации активизирована работа по снижению (предотвращению) негативного воздействия повседневной деятельности войск и повышению защищенности населения от антропогенных факторов.

Оценивание состояния ОЭБ воинских частей организуется в соответствии с требованиями приказа Министра обороны РФ от 05.04.2018, № 176 (далее — Приказ). Приказ устанавливает порядок контроля качества проведения мероприятий ОЭБ, определяет элементы проверки и требуемые значения показателей, характеризующих экологическую безопасность объектов. Синтез значительного количества требований различных нормативных правовых актов в области ОЭБ определил сложность структуры положений Приказа, включающих более тридцати индикаторов (показателей) оценки, что, в свою очередь, затрудняет его применение. Также положения приказа не позволяют сделать непосредственный вывод о степени решения задачи по формированию эффективной системы управления ОЭБ, сформулированной в приказе № 530 от 14.09.2015 Министра обороны РФ.

Анализ совокупности показателей, определенных Приказом, руководствуясь принципами теоретико-множественного подхода [1], позволяет сформировать структуру оценивания состояния ОЭБ (рис. 1) и на основе теории эффективности целенаправленных процессов [3] произвести логическое свертывание показателей в комплексный. Физический смысл такого показателя характеризует, насколько достигнутый уровень ОЭБ соответствует требованиям ведомственной экологической политики (1 — абсолютное соответствие, 0 — несоответствие) установленным нормам. Положения Приказа, которые сформулированы таким образом, что показатели могут быть объединены в группы, а несоответствие допустимого качества ОЭБ в любом из показателей означает общее состояние ОЭБ как «неудовлетворительное», что позволяет сформулировать условие равновесной значимости показателей при их обобщении. Исходя из этого, агрегирование показателей состояния ОЭБ может быть осуществлено на основе мультиплексивной свертки.

Математически обобщение результатов оценивания состояния ОЭБ отдельной воинской части может быть представлено следующим образом

$$\Omega^{\text{вч}} = \mathfrak{A} \times \mathfrak{B} \times \mathfrak{C} \times \mathfrak{D},$$

где  $\mathfrak{A}$  — обобщенный показатель группы показателей, характеризующих полноту и качество укомплектованности личным составом службы (экологической безопасности);  $\mathfrak{B}$  — обобщенный показатель группы показателей, характеризующих качество состояния учета по вопросам ОЭБ;  $\mathfrak{C}$  — обобщенный показатель группы показателей, характеризующих качество состояния отчетности по вопросам ОЭБ;  $\mathfrak{D}$  — обобщенный показатель группы показателей, характеризующих выполнение функций по предназначению.

Любой из показателей можно классифицировать как принципиальный (характеризуется исключительно суждением) —  $x$ , либо мерный (имеет численный признак) —  $y$ . Для определения значений  $i(j, k, r)$ -го показателя сопоставляются объективно истинное (фактическое) состояние оцениваемых показателей (элементов) ОЭБ ( $x_i, y_i$ ) с оптимальным (требуемым) его значением, то есть —  $x_{\text{тр}}, y_{\text{тр}}$ .

В первом случае  $x_i$  сравнивается с эксплицированными утверждениями положений Приказа:

$$x_i(\alpha_i; \beta_j; \gamma_k; \delta_r) = \begin{cases} 1 & \text{при } x_i = x_{\text{тр}} \\ 0 & \text{при } x_i \neq x_{\text{тр}} \end{cases}.$$

Во втором случае вычисление отношения  $y_i$  к нормированным требованиям  $y_{\text{тр}}$  позволяет уйти от разных единиц измерения и стандартизировать процедуру оценивания показателей, сравнивая величину отклонения  $y_i$  с допустимыми порядковыми или интервальными характеристиками (рис.1):

$$y_i(\delta_r) = \frac{y_i}{y_{\text{тр}}}.$$



Рис. 1. Формализация требований [5] по оцениванию экологической безопасности воинской части

Кроме того, следует учитывать, что при недостижении требуемого состояния ОЭБ по отдельным показателям предусматривается возможность улучшения качества (устранение выявленных недостатков) в течение нормированного промежутка времени, тогда для оценивания фактическим принимается состояние ОЭБ на конечный момент этого интервала.

Положения Приказа устанавливают две системы оценки показателей: двухбалльную и четырехбалльную. Обобщение показателей должно производиться с учетом соблюдения требований доступности, измеримости соответствия, достаточности, комплексности, достоверности и сопоставимости. Исходя из этих соображений, устанавливается правило присвоения значений показателям:

а) при двухбалльной системе оценки:

1 — объективное соответствие состояния оцениваемого элемента эталонному;

0 — признак, указывающий на отличие оцениваемого элемента от оптимального состояния;

б) при четырехбалльной системе дополнительно:

0,8 — соответствие состояния оцениваемого элемента требованиям оценки «хорошо»;

0,5 — соответствие состояния оцениваемо-

го элемента требованиям оценки «удовлетворительно».

Обобщение 12-ти показателей первых трех групп, учитывая, что показатели, в них входящие, оцениваются по двухбалльной системе, осуществляется их перемножением:

$$\Omega^{\text{вч}}(\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \mathfrak{D}) = \prod_{n=1}^{12} (\alpha_i, \beta_j, \gamma_k) \times \mathfrak{D},$$

где  $\alpha_i \in \mathfrak{A}; \beta_j \in \mathfrak{B}; \gamma_k \in \mathfrak{C}$ .

Четвертая группа показателей включает 19 показателей, в том числе оцениваемых по двухбалльной и четырехбалльной шкалам. Следует отметить, что в Приказе большинство показателей этой группы объединены в 3 подгруппы  $\{\delta_1, \dots, \delta_7\} \in D_1, \{\delta_8, \dots, \delta_{10}\} \in D_2, \{\delta_{11}, \dots, \delta_{19}\} \in D_3$ , каждая из которых включает два показателя, имеющих четыре категории оценки, а остальные оцениваются бинарно.

Поскольку установлено правило для обобщения результатов оценивания четвертой группы показателей: «вычисление среднего арифметического значения при условии, что все показатели оценены положительно», следует определить порядок агрегирования показателей. Очевидно, что показатели  $\delta_{11}, \delta_{12}, \delta_{13}$ , не вошедшие в подгруппы, имея две категории оценки, не должны учитываться при расчете среднего ариф-

метического значения показателей. Исходя из этого, расчет значения обобщенного показателя, характеризующего выполнение функций по предназначению, можно представить выражением:

$$\mathfrak{D} = \left\{ D_1 \times D_2 \times \delta_{11} \times \delta_{12} \times \delta_{13} \times D_3 \times \left[ \frac{1}{3} \sum_{n=1}^3 D_n \right] \mid D_n = \prod \delta_r \right\}, \quad (1)$$

где значения показателей  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ , определяются как произведение значений показателей  $\delta_r$  входящих в их состав. Среднее арифметическое значений  $D_n$ , перемножается со значениями показателей  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  и не вошедших в их состав показателей  $\delta_{11}$ ,  $\delta_{12}$ ,  $\delta_{13}$ , чтобы в случае, когда качество состояния ОЭБ по любому из показателей  $\delta$  не отвечает экологическим нормам (значение показателя принимается равным нулю) значение обобщенного показателя  $\mathfrak{D}$ , рассчитанного в соответствии с выражением (1), стало равно нулю (то есть признается неудовлетворительным).

Руководствуясь положениями Приказа по

оцениванию подгрупп показателей (оценка «отлично» выставляется, если показатели оценены на «отлично», хорошо — если показатели оценены не ниже «хорошо», «удовлетворительно» — если показатели оценены не ниже «удовлетворительно»), критериальное значение для оценки «хорошо» рассчитывается формулой:  $D_1 = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,8 \times 1 \times 0,8 = 0,64$  (также — для  $D_2$  и  $D_3$ ).

В формализованном виде правило обобщения показателей подгрупп имеет вид:

$$D_n = \begin{cases} 1, & \prod \delta_r = 1 \\ 0,8, & 0,64 \leq \prod \delta_r \leq 0,8 \\ 0,5, & 0,25 \leq \prod \delta_r \leq 0,5 \\ 0, & \prod \delta_r = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, присваивая возможные варианты значений (1; 0,8; 0,5; 0) показателям  $\delta_r$  в выражении  $D_n$  (1) и в соответствии с правилом (2), можно определить критериальные значения показателя выполнения функций по предназначению, учитывая которые, далее определяется качественный уровень состояния ОЭБ (табл. 1).

Таблица 1

Критериальные значения показателя выполнения функций попредназначению

Показатель	Отлично		Хорошо				Удовлетворительно			Неудовлетворительно	
	$\delta_r = 1$	$D_1 = 0,8, (\delta_r \notin D_1) = 1$	$D_{1,2} = 0,8, (\delta_r \notin D_{1,2}) = 1$	$D_1 = 0,5, (\delta_r \notin D_1) = 1$	$D_n = 0,8, \delta_{11,12,13} = 1$	$D_1 = 0,8, D_2 = 0,5, (\delta_r \notin D_{1,2}) = 1$	$D_{1,2} = 0,8, D_3 = 0,5, \delta_{11,12,13} = 1$	$D_{1,2} = 0,5, (\delta_r \notin D_{1,2}) = 1$	$D_1 = 0,8, D_{2,3} = 0,5, \delta_{11,12,13} = 1$	$D_n = 0,5, \delta_{11,12,13} = 1$	
$\mathfrak{D}$	1	0,75	0,55	0,42	0,41	0,31	0,22	0,17	0,12	0,06	0

Пример:

1) пусть  $\delta_5 = 0,8$ , а остальные показатели равны 1, следовательно,  $D_2 = 0,8 \times 1 \times 1 = 0,8$  исходя из правила: ( $2 D_2 = 0,8$ , тогда  $\mathfrak{D} = 1 \times 0,8 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 \approx 0,75$  (значение показателя соответствует оценке «отлично»);

2) пусть  $\delta_5 = 0,5$ ,  $\delta_7 = 0,8$ , а остальные показатели равны 1, следовательно,  $D_1 = 1 \times 1 \times 1 \times 0,5 \times 1 \times 0,8 = 0,4$ , исходя из правила

(2),  $D_1 = 0,5$ , тогда  $\mathfrak{D} = 0,5 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,83 \approx 0,41$  (значение показателя соответствует оценке «хорошо»);

3) пусть  $\delta_5 = 0,5$ ,  $\delta_7 = 0,8$ ,  $\delta_8 = 0,5$ ,  $\delta_{10} = 0,5$ , а остальные показатели равны 1, следовательно,  $D_1 = 1 \times 1 \times 1 \times 0,5 \times 1 \times 0,8 = 0,4$ ;  $D_2 = 0,5 \times 1 \times 0,5 = 0,25$ , исходя из правила (2),  $D_{1,2} = 0,5$ , тогда  $\mathfrak{D} = 0,5 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,66 \approx 0,17$  (значение показателя соответствует оценке «удовлетворительно»).

Все выше показанное позволяет определить значение комплексного показателя состояния ОЭБ воинской части на основе 31 частного показателя, при этом очевидно, что показатель выполнения функций по предназначению, имея четыре альтернативы оценивания, обуславливает критериальные значения комплексного показателя, при которых состояния ОЭБ воинской части считается пригодным (оценивается «отлично», «хорошо», «удовлетворительно»).

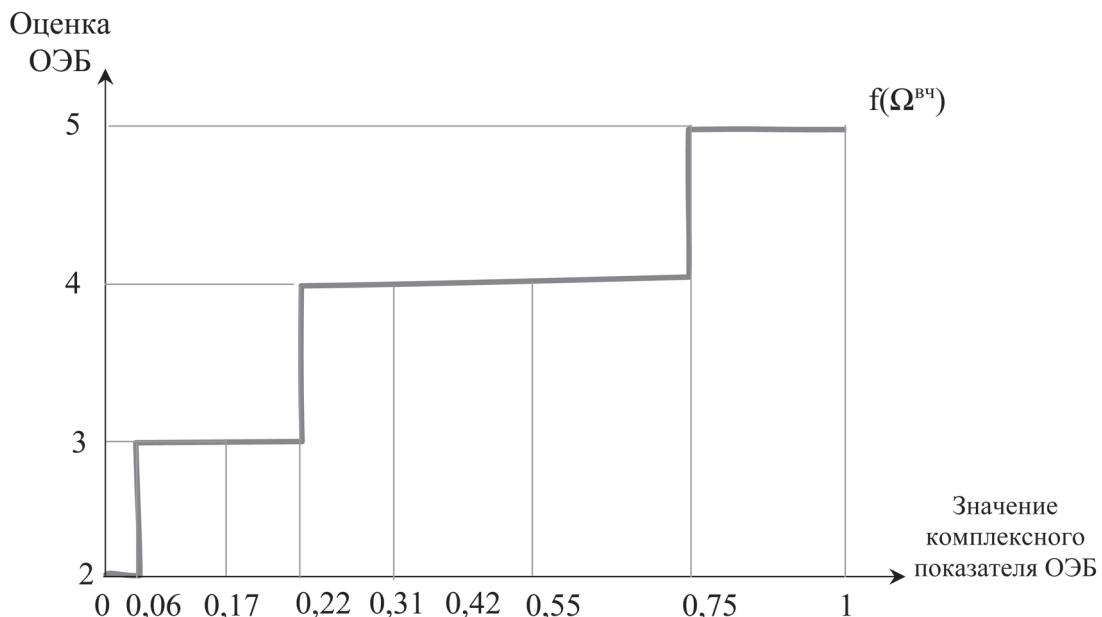
Используя данные табл. 1, итоговую оценку состояния ОЭБ воинской части можно представить как проекцию на ступенчатом графике  $f(\Omega^{вч})$ , где значение показателя  $\Omega^{вч}$ , относится к одному из интервалов, характеризующих качество состояния ОЭБ на оси абсцисс (рис. 2):

- 0,75 и более соответствует оценке «отлично»;
- от 0,55 до 0,22 включительно соответствует оценке «хорошо»;

– от 0,17 до 0,06 соответствует оценке «удовлетворительно»

– ноль, как показатель, свидетельствует о том, что в существующем состоянии; экологическая безопасность не обеспечена.

Переходя от значения комплексного показателя оценки состояния ОЭБ к формулированию выводов о эффективности функционирования системы управления, за основу принимается главный принцип теории эффективности целенаправленных процессов, согласно которому критерием определения эффективности следует считать степень соответствия результата намеченным целям [3].



*Rис. 2. Оценка ОЭБ воинской части в зависимости от значения показателя состояния.*

Таким образом, рассматривая достигнутое качество состояния ОЭБ как основную характеристику (результат) функционирования системы управления ОЭБ воинской части, ее эффективность можно интерпретировать соответственно:

- оценке «отлично» — высоко эффективной системе управления;
- «хорошо» — достаточно эффективной системе управления;
- «удовлетворительно» — мало эффективной системе управления;

– «неудовлетворительно» свидетельством отсутствия организованного управления.

Предложенный подход к определению эффективности отвечает следующим общим требованиям:

- представительности (адекватности) — оценка качества достижения цели осуществляется через прямой (конкретный) показатель;
- критичности (чувствительности) — чувствителен к изменениям исследуемых элементов (характеристик);

- комплексности (полноте) — решает задачу без привлечения других характеристик;
- простоты при необходимой комплексности
- анализируется в приемлемые сроки и имеет наглядность.

Рассмотренный подход представляет собой основу для дальнейшей разработки программы оценки состояния ОЭБ воинской части, использование которой способствует повышению оперативности и объективности контрольно-надзорной деятельности. При этом, с учетом совершенствования порядка оценивания состояния ОЭБ воинских частей, в математическую структуру могут интегрироваться дополнительные показатели при условии определения их относительной важности.

Синтезирование программы оценки состояния ОЭБ, содержания требований более 30 нормативных правовых актов, регламентирующих ОЭБ воинских частей и организаций ВС РФ, а также информации о способах и технических средствах снижения (предотвращения) и ликвидации последствий негативного воздействия [1–3] позволяет создать информационную систему поддержки принятия решений, использование которой будет способствовать обеспечению защиты жизненно важных интересов военнослужащих, гражданского персонала и населения от возможного негативного воздействия деятельности войск, предотвращения и ликвидации экологических последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин В.Н. Теоретические основы системных исследований — СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2016. — 293 с.
2. Ажгиревич А.И. Организация экологической безопасности военной деятельности /А.И.Ажгиревич, В.А. Грачев, В.В. Гутенев и др. — М.: МО РФ, 2007. — 636 с.
3. Петухов Г.Б. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремленных систем / Г.Б. Петухов, В.И. Якунин. — М.: ACT, 2006. — 504 с.

## REFERENCES

1. Kalinin V.N. Theoretical foundations of system research — St. Petersburg: A.F. Mozhaiskii VKA, 2016. — 293 p.
2. Azhgirevich A.I. Organization of ecological safety of military activity /A.I. Azhgirevich, V.A. Grachev, V.V. Gutenev — Moscow: MD RF, 2007. — 636 p.
3. Petukhov G.B. Methodological bases of external design of purposeful processes and purposeful systems / G.B. Petukhov, V.I. Yakunin. — M.: AST, 2006 — 504 p.

# ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ

## EMERGENCY SITUATIONS AND SECURITY

УДК 504.064.36

**А.В. ВИЛКОВ**, преподаватель, *vka@mil.ru*;  
**Д.Г. КОЛЕСОВ**, к.в.н., доцент, заместитель начальника кафедры, *vka@mil.ru*  
Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского, Санкт-Петербург;  
**Е.В. МАКЕЙКИН**, к.в.н, старший научный сотрудник, *27nc\_1@mail.ru*  
27 научный центр МО РФ, Москва  
**A.V. VILKOV**, teacher, *vka@mil.ru*;  
**D.G. KOLESOV**, Ph.D., docent, deputy head of the department, *vka@mil.ru*  
Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky, St. Petersburg;  
**E.V. MAKEIKIN**, Ph.D., senior researcher, *27nc\_1@mail.ru*  
27 scientific center of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow

### МЕТОДИКА ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО И ХИМИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ВОИНСКИХ ЧАСТЕЙ (ОРГАНИЗАЦИЙ) ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИИ

Представлена методика оптимального размещения контрольных точек системы радиационного и химического наблюдения, которая учитывает распределение личного состава по объектам воинской части в соответствии направление ветра, определённого по розе ветров.

**Ключевые слова:** контрольные точки, направление ветра, роза ветров, объекты массового пребывания людей, радиоактивное и химическое заражение, система радиационного и химического наблюдения, радиационно-химическая безопасность.

### METHOD OF OPTIMAL PLACEMENT OF CONTROL POINTS OF THE SYSTEM OF RADIATION AND CHEMICAL MONITORING OF MILITARY UNITS (ORGANIZATIONS) OF THE ARMED FORCES OF THE RUSSIA

The article presents the method of optimal placement of control points of radiation and chemical monitoring, which takes into account the distribution of personnel on the objects of the military unit and the wind direction on the wind rose.

**Keywords:** control points, wind direction, the wind rose, objects of mass stay of people, radioactive and chemical contamination, radiation and chemical monitoring system, safety of radio-chemistry.

На сегодняшний день одной из главных угроз существующему миропорядку является распространение международного терроризма. Как показывают события последних лет, количество террористических организаций неустанно растет, а их техническое оснащение может уже сравняться с таковым армий отдельных государств. Терроризм в любых проявлениях превратился в одну из самых опасных угроз человечеству. При этом особую угрозу представляет использование в террористических целях радиоактивных и токсических химических веществ (Военная доктрина РФ: Указ Президента РФ № Пр-2976), а также работы [1,2].

Растущий спрос на энергию и экологические выгоды от получения чистой энергии создают основу для повышения интереса к атомной

энергии. В настоящее время на территории России действует более 200 радиационно опасных объектов. Причинами чрезвычайных ситуаций с масштабным радиационным загрязнением могут быть: удары противника по этим объектам с использованием как ядерного, так и обычного вооружения, отказы оборудования, нарушение правил эксплуатации, а также диверсии или террористические акты.

Функционирование около 2,4 тыс. химически опасных объектов (промышленные предприятия с химически опасным производственным циклом, нефтеперерабатывающие заводы, средства транспортировки и хранения опасных химических веществ), из которых 262 объекта относятся к 1 и 2 классам опасности, в Российской Федерации в настоящее время не исключаются

ется при неблагоприятных условиях вероятность их разрушения или аварий, чemu способствует размещение предприятий химического комплекса практически во всех федеральных округах и субъектах Российской Федерации.

Применение радиоактивных или токсичных химических веществ в террористических целях, разрушение радиационно и химически опасных объектов, нарушение правил их эксплуатации, иногда и непосредственная эксплуатация этих объектов будут представлять реальную угрозу жизни и здоровью личного состава, а также негативно влиять на экологическую обстановку на объектах дислокаций воинских частей (организаций) Вооруженных Сил (ВС) РФ вследствие ухудшения радиационной и химической обстановки. Поэтому для своевременного обнаружения радиоактивного и химического заражения в настоящее время в ВС РФ функционирует система радиационного, химического и биологического (РХБ) наблюдения.

Согласно требованиям методических указаний по организации данного мероприятия [3], наблюдателями соответствующих постов с помощью приборов периодического действия проводятся измерения мощности дозы гамма-излучения не реже 4 раз в сутки в контрольных точках. Количество контрольных точек назначается от 4 до 6 в зависимости от размеров территории воинской части. Однако в этих методических указаниях не определено, по какому правилу выбираются места их размещения. Кроме того, предлагаемое количество контрольных точек является недостаточным для своевременного обнаружения локальных зон радиоактивного и химического заражения, которые могут образовываться вследствие применения радиоактивных и токсичных химических веществ в террористических целях.

Оптимальное построение системы радиационного и химического (РХ) наблюдения заключается выбором количества и мест размещения контрольных точек, обеспечивающих требуемые вероятности обнаружения радиоактивного и химического заражения:

$$n_{opt}^{ph} = f(P_{ph}) \rightarrow \min, P_{ph} \geq P_{ph}^{\text{треб}},$$

$$n_{opt}^{xh} = f(P_{xh}) \rightarrow \min, P_{xh} \geq P_{xh}^{\text{треб}},$$

где  $n_{opt}^{ph}$ ,  $n_{opt}^{xh}$  — оптимальное количество контрольных точек наблюдения за радиационной и химической обстановкой, соответственно;  $P_{ph}$ ,  $P_{xh}$  — вероятности обнаружения радиоактивного и химического заражения, соответственно;  $P_{ph}^{\text{треб}}$ ,  $P_{xh}^{\text{треб}}$  — требуемые уровни вероятностей обнаружения радиоактивного и химического заражения.

Выбор мест размещения точек контроля за РХ — обстановкой является не тривиальной задачей и поэтому должен учитывать множество факторов, основными из которых являются: наличие объектов воинских частей с наибольшим количеством людей; среднее направление ветра за год (месяц). Практически все воинские части занимают достаточно большую территорию. Распределение людей по территории воинской части, как правило, носит вероятностный характер и зависит от времени пребывания личного состава в той или иной точке в течение суток.

Таким образом, проводя параллель между обеспечением боеспособности воинского формирования и ведением РХ — наблюдения, одним из оптимальных подходов выбора мест размещения контрольных точек является применение метода ранжирования. Сущность данного метода заключается в выборе объектов воинских частей, зависящих от количества людей и времени их пребывания на этих объектах, нормированных к общей численности, и придании им весовых коэффициентов. Исходя из этого подхода, на первом этапе выбираются объекты с массовым пребыванием людей (ОМПЛ)  $O_{\text{МПЛ}}$ :

$$O_{\text{МПЛ}} = \langle O_i \rangle, i = 1, 2, \dots, m,$$

где  $O_i$  — множество параметров  $i$ -го ОМПЛ;  $m$  — количество ОМПЛ.

На втором этапе проводится расчет весового коэффициента, учитывающего количество людей на каждом объекте в течение суток  $k_i^{\text{МПЛ}}$ :

$$k_i^{\text{МПЛ}} = \frac{\sum_l L_{il} \bar{\tau}_{il}}{24 L_{\text{общ}}},$$

где  $L_{il}$  — количество людей в группе на  $i$ -ом объекте;  $\bar{\tau}_{il}$  — среднее время нахождения  $l$ -группы на  $i$ -ом объекте в течение суток;  $L_{\text{общ}}$  — общее количество людей в воинской части (штатная численность), с записью данных расчётов (табл. 1).

Таблица 1

Форма для записи результатов расчета коэффициента  $k_i^{\text{МПЛ}}$

$i$	1	2	...	$N_{\text{мпл}}$
$k_i^{\text{МПЛ}}$	$k_1^{\text{МПЛ}}$	$k_2^{\text{МПЛ}}$	...	$k_{N_{\text{мпл}}}^{\text{МПЛ}}$

Другим фактором, влияющим на выбор мест размещения контрольных точек для наблюдения за РХ — обстановкой, является учет метеорологических условий, которые влияют на распространение облака примесей в атмосфере. При этом особую важность имеет распределение направлений ветра. Для учета данного фактора необходимо территорию воинской части поделить на сектора в соответствии с розой ветров с центром, совпадающим с геометрическим центром воинской части, или местом расположения поста РХБ — наблюдения (у дежурного по воинской части или на командном пункте). На рис. 1 показано примерное деление территории воинской части на сектора с учетом розы ветров, где цифрами обозначены номера секторов.

После деления территории на сектора осуществляется определение важности каждого из них путем нахождения весовых коэффициентов, учитывающих массовость пребывания людей в данном секторе в зависимости от расположения в них ОМПЛ  $v_j^{\text{МПЛ}}, j=1, \dots, 8$  ( $j$  — номер сектора).

При попадании объекта  $O_i$  в два (или более) секторов, коэффициент  $v_j^{\text{МПЛ}}$  рассчитывается с учетом доли этого объекта в каждом секторе  $v_{ij}^{\text{МПЛ}}$  (рис. 2):

$$v_{ij}^{\text{МПЛ}} = \frac{\varphi_1}{\varphi_1 + \varphi_2} \cdot k_i^{\text{МПЛ}},$$

где  $\varphi_1, \varphi_2$  — углы секторов наложения объекта на  $j$ -й и смежный сектора, соответственно.



Рис. 1. Деление территории воинской части на сектора с учетом розы ветров

Для каждого сектора рассчитывается коэффици-

ент  $v_j^{\text{МПЛ}}$ :  $v_j^{\text{МПЛ}} = \sum_{i=1}^m v_{ij}^{\text{МПЛ}}$ ; при этом  $\sum_{j=1}^8 v_j^{\text{МПЛ}} = 1$ .

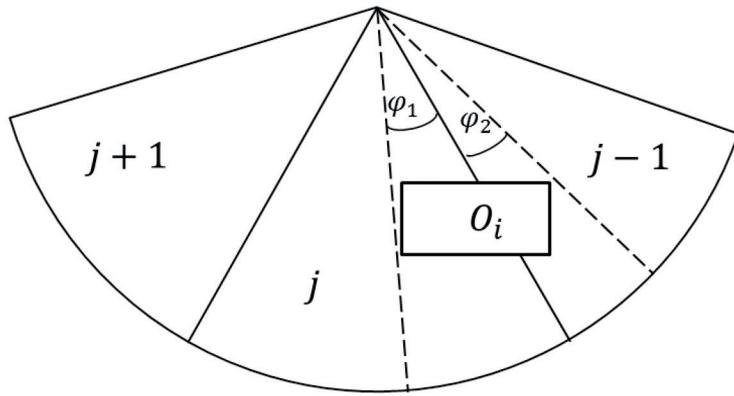


Рис.2. К определению  $v_{ij}^{\text{МПЛ}}$  для  $j$ -го сектора при наложении объекта на два сектора

При этом все рассчитанные коэффициенты  $| v_{ij}^{\text{МПЛ}} \text{ и } v_j^{\text{МПЛ}}$  вносятся в форму, показанную в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчета коэффициентов  $v_{ij}^{\text{МПЛ}}$  и  $v_j^{\text{МПЛ}}$

		$j$ -й сектор			
$i$ -й объект		1	2	...	8
1		$v_{11}^{\text{МПЛ}}$	$v_{12}^{\text{МПЛ}}$	...	$v_{18}^{\text{МПЛ}}$
2		$v_{21}^{\text{МПЛ}}$	$v_{22}^{\text{МПЛ}}$	...	$v_{28}^{\text{МПЛ}}$
...		...	...	...	...
$m$		$v_{m1}^{\text{МПЛ}}$	$v_{m2}^{\text{МПЛ}}$	...	$v_{m8}^{\text{МПЛ}}$
$v_j$		$v_1^{\text{МПЛ}}$	$v_2^{\text{МПЛ}}$	...	$v_8^{\text{МПЛ}}$

Как было отмечено ранее, одним из важных факторов, влияющих на выбор мест размещения контрольных точек, является распределение направлений ветра. Для различных мест они непрерывно меняются [4]. В одних местах ветры различных направлений имеют за длительное время почти равную повторяемость, в других — хорошо выраженное преобладание одних направлений ветра над другими в течение всего сезона или года. Для определения преобладающего направления ветра строится диаграмма, представляющая собой распределение повторяемости направлений ветра за определенный период в виде розы ветров (диаграммы, характеризующей режим ветра в данном пункте, по многолетним данным).

С целью выбора преобладающего направления ветра в каждом секторе необходимо сопоставить соответствующие статистические данные из диаграммы розы ветров [4]:

эм  $v_{(8)}^\alpha = \langle v_j^\alpha \rangle, j = 1, \dots, 8, \sum_{j=1}^8 v_j^\alpha = 1$ , где  $v_{(8)}^\alpha$  — вектор статистических значений преобладающего направления ветра по розе ветров;  $v_j^\alpha$  — статистическое значение преобладания (коэффициент) ветра в  $j$ -м направлении.

Таким образом, рассчитав коэффициенты  $v_j^{\text{МПЛ}}$  и  $v_j^\alpha$  для каждого сектора, находим средневзвешенные значения коэффициентов важности секторов:

$$G_{(8)}^{\text{сек}} = \langle g_j^{\text{сек}} \rangle, g_j^{\text{сек}} = \frac{v_j^{\text{МПЛ}} + v_j^\alpha}{2},$$

где  $G_{(8)}^{\text{сек}}$  — вектор коэффициентов важности секторов;  $g_j^{\text{сек}}$  — коэффициент важности  $j$ -го сектора.

Коэффициенты важности секторов, учитывающие ОМПЛ и долю преобладающего направления ветра в этих секторах, определяют целесообразность усиления в них РХ — наблюдения. Для обеспечения боеспособного состояния по укомплектованности личным составом доста-

точно иметь вероятность обнаружения РХ заражения на уровне не ниже  $P_{\text{обн}}^{\text{треб}}$ .

Однако, учитывая наличие секторов с минимальным количеством людей, а также минимальным коэффициентом преобладающего направления ветра в них, можно сделать обоснованный вывод, что снижение вероятности обнаружения РХ — заражения по этим направлениям не приведет за собой существенного снижения боеспособности. В противных случаях вероятность обнаружения РХ — заражения должна быть не

менее  $P_{\text{обн}}^{\text{треб}}$ . Критерием для принятия решения для снижения допустимой вероятности обнаружения радиоактивного или химического заражения ниже требуемой является усредненный по всем восьми секторам коэффициент важности  $\bar{g}_{\text{в}} = 1/8$ . Тогда, в связи с выше изложенным, выведем выражение для определения допустимой вероятности обнаружения радиоактивного или химического заражения  $P_{\text{обн}j}^{\text{доп}}$  для каждого сектора:

$$P_{\text{обн.Р3}j}^{\text{доп}} = \begin{cases} \frac{g_j^{\text{сек}}}{\bar{g}_{\text{в}}} \cdot P_{\text{обн.Р3}}^{\text{треб}}, & g_j^{\text{сек}} < \bar{g}_{\text{в}}, \\ P_{\text{обн.Р3}}^{\text{треб}}, & g_j^{\text{сек}} \geq \bar{g}_{\text{в}} \end{cases} \text{ или } P_{\text{обн.Р3}j}^{\text{доп}} = \begin{cases} 8g_j^{\text{сек}} \cdot P_{\text{обн.Р3}}^{\text{треб}}, & g_j^{\text{сек}} < \frac{1}{8}, \\ P_{\text{обн.Р3}}^{\text{треб}}, & g_j^{\text{сек}} \geq \frac{1}{8}. \end{cases}$$

$$P_{\text{обн.Х3}j}^{\text{доп}} = \begin{cases} \frac{g_j^{\text{сек}}}{\bar{g}_{\text{в}}} \cdot P_{\text{обн.Х3}}^{\text{треб}}, & g_j^{\text{сек}} < \bar{g}_{\text{в}}, \\ P_{\text{обн.Х3}}^{\text{треб}}, & g_j^{\text{сек}} \geq \bar{g}_{\text{в}} \end{cases} \text{ или } P_{\text{обн.Х3}j}^{\text{доп}} = \begin{cases} 8g_j^{\text{сек}} \cdot P_{\text{обн.Х3}}^{\text{треб}}, & g_j^{\text{сек}} < \frac{1}{8}, \\ P_{\text{обн.Х3}}^{\text{треб}}, & g_j^{\text{сек}} \geq \frac{1}{8}. \end{cases}$$

Получив распределение допустимых вероятностей обнаружения радиоактивного и химического заражения по секторам, необходимо сопоставить эти значения с соответствующим количеством контрольных точек. Для этого находятся функции зависимости количества контрольных точек по радиационной и химической составляющей от вероятности обнаружения:

$$n^{\text{РН}} = [f(P_{\text{обн.Р3}})], \quad n^{\text{ХН}} = [f(P_{\text{обн.Х3}})],$$

где  $n^{\text{РН}}, n^{\text{ХН}}$  — количество контрольных точек по радиационной и химической составляющей, соответственно;  $P_{\text{обн.Х3}}$  — вероятности обнаружения радиоактивного и химического заражения, соответственно.

Данные зависимости находятся путем моделирования процессов обнаружения радиоактивного и химического заражения. Как правило,

более точные результаты получаются при использовании метода статистических испытаний (метод Монте-Карло) [5]. Суть данного моделирования сводится к тому, что по периметру воинской части равномерно распределяются контрольные точки, после чего моделируются наиболее вероятные сценарии локального радиоактивного или химического заражения. При этом наихудшим сценарием считается формирование зон радиоактивного или химического заражения от источников с содержанием минимального количества радиоактивных или токсических химических веществ. Такое моделирование позволяет осуществлять последовательный расчет зависимостей вида (рис. 3):

$$P_{\text{обн.Р3}} = f(n^{\text{РН}}), \quad P_{\text{обн.Х3}} = f(n^{\text{ХН}}).$$

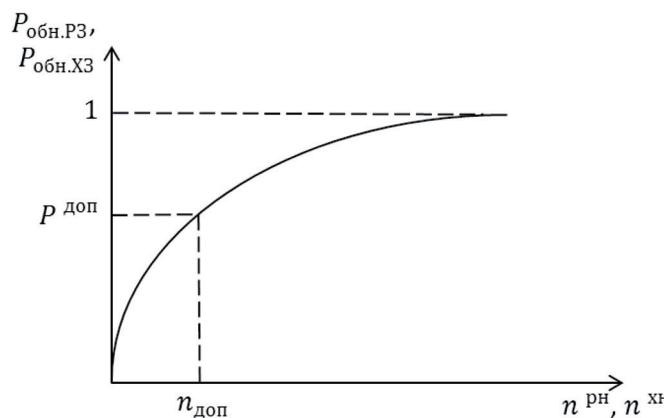


Рис. 3. График зависимости вероятности обнаружения от количества контрольных точек

Далее графическим методом (рис. 3) переходим к зависимостям для определения допустимой вероятности и получаем допустимое расчётное количество контрольных точек в каждом секторе, нормированное к общему количеству секторов:

$$\bar{n}_j^{\text{рн}} = \frac{n^{\text{рн}}(P_{\text{обн.Р3}j}^{\text{доп}})}{8}, \quad \bar{n}_j^{\text{хн}} = \frac{n^{\text{хн}}(P_{\text{обн.Х3}j}^{\text{доп}})}{8},$$

где  $\bar{n}_j^{\text{рн}}$ ,  $\bar{n}_j^{\text{хн}}$  — среднее количество контрольных точек в каждом секторе по радиационной

и химической составляющей, соответственно, рассчитываемое по правилу математического округления, при этом значение 1 принимается в диапазоне (0;1,5).

Все вычисления сводятся в специальную форму (табл. 3) и далее определяется количество контрольных точек:

$$n_{\text{opt}}^{\text{рн}} = \sum_j \bar{n}_j^{\text{рн}},$$

$$n_{\text{opt}}^{\text{хн}} = \sum_j \bar{n}_j^{\text{хн}}.$$

Таблица 3

Результаты расчета оптимального количества контрольных точек

		<i>j</i> -й сектор				
		1	2	...	8	$\Sigma$
$P_{\text{обн.Р3}j}^{\text{доп}}$						
$\bar{n}_j^{\text{рн}}$						
$P_{\text{обн.Х3}j}^{\text{доп}}$						
$\bar{n}_j^{\text{хн}}$						

Таким образом, предложенная методика позволит снизить количество контрольных точек до минимального уровня, необходимого для обеспечения боеспособности личного состава воинских частей не ниже требуемого. Это обеспечивается за счет оптимизации мест размещения контрольных точек системы РХ-на-

бллюдения с учетом объектов воинских частей с массовым пребыванием людей и распределении направления ветра за год (месяц). При этом последнее предоставляет возможность перераспределять контрольные точки по территории воинской части для ведения РХ-наблюдения с более высоким качеством.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вильданов М. Ядерный терроризм — угроза современности / М. Вильданов, Н. Башкиров // Зарубежное военное обозрение, 2018, № 4 (853). — С. 3–14.
2. Антипов В.Б. Распространение оружия массового поражения — угроза безопасности государства. Химическое оружие / В.Б.Антипов, В.А. Ковтун, С.В. Новичков // Военная мысль, 2018, № 8. — С. 5–14.
3. Методические указания по организации радиационного, химического и биологического наблюдения (разведки). — М.: МО РФ, 2014. — 120 с.
4. Букатов А.Е. Атлас структуры поля ветра / А.Е. Букатов, М.В. Бабий, А.А. Букатов. — Севастополь: ФГБУНМГИ, 2017. — 298 с.
5. Бусленко Н.П. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) / Н.П. Бусленко, Д.И.Голенко, И.М.Соболь и др. — М.: Гос. изд. физ.-мат. лит.-ры, 1962. — 332 с.

## REFERENCES

1. Vildanov M., Bashkirov N. Nuclear terrorism — a threat to modernity // Zarubegnoe voennoe obozrenie, 2018, 4(853). — P. 3–14.
2. Antipov V.B. The proliferation of weapons of mass destruction is a threat to the security of the state. Chemical weapon / V.B. Antipov, V.A. Kovtun, S.V. Novichkov // Voennaia mysl, 2018, № 8. — P. 5–14.
3. Methodical instructions on the organization

of radiation, chemical and biological supervision (investigation). — Moscow: Ministry of Defence of the RF, 2014. — 120 p.

4. Bukatov A.E. Atlas of wind field structure /A.E. Bukatov, M.V. Babii., A.A. Bukatov. — Sev-

astopol: FGBUNMGI, 2017. — 298 p.

5. Buslenko N.P. Statistical test method (Monte-Carlo method) / N.P. Buslenko, D.I. Golenko, I.M. Sobol and oth. Moscow: Gos. izd. fiz.-mat. lit., 1962. — 332 p.

УДК 502.3.7

**С.А. ДОНЦОВ**, к.т.н., доцент, *sdonzov@rambler.ru*;

**В.Е. БУРАК**, к.с/х н., доцент, *web\_b@rambler.ru*

Российский университет транспорта (МИИТ), Москва;

**Л.А. КОРОЛЕВА**, к.т.н., доцент, *lyudamil@mail.ru*

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;

**Л.Ф. ДРОЗДОВА**, к.т.н., профессор, *drozdovalf@yandex.ru*

Балтийский государственный технический университет («ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова).

Санкт-Петербург

**S. A. DONTSOV**, Ph. D. of Tech. Sc., Associate Professor, *sdonzov@rambler.ru*;

**V.E. BURAK**, Cand. of Agr. Sc., Associate Professor, *web\_b@rambler.ru*

Russian University of Transport (MIIT), Moscow;

**L.A. KOROLEVA**, Ph. D. of Tech. Sc., Associate Professor, *lyudamil@mail.ru*

Saint Petersburg State Fire Service University of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergency Situations and Elimination of Consequences of Natural Disasters;

**L.F. DROZDOVA**, Ph. D. of Tech. Sc., Professor, *drozdovalf@yandex.ru*

Baltic State Technical University (“VOENMEKH” named after D. F. Ustinov), St.Petersburg

## О БИОДЕГРАДАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Приведен ретроспективный анализ развития новой коронавирусной инфекции, рассмотрены эколого-технологические характеристики материалов, применяемых для производства средств индивидуальной защиты (СИЗ) органов дыхания. Для оценки биодеструкции нетканых материалов в почвенном биогеоценозе предложен модернизированный метод «льняных» полотен. Выполнены полевой и лабораторный эксперименты по оценке степени разложения медицинских и гигиенических масок на примере дерново-среднеподзолистых почв Московской агломерации, спрогнозировано дальнейшее развитие методологии исследований. Выполнен расчет фактической нагрузки отработанных СИЗ на окружающую среду. Рассмотрена существующая правовая коллизия по сбору использованных полипропиленовых масок от гражданских и юридических лиц, требующая совершенствования нормативно-правовой базы в области обращения медицинских отходов.

**Ключевые слова:** коронавирус, средства индивидуальной защиты, медицинские маски, биодеструкция, почва, биогеоценоз, экология, окружающая среда.

## ABOUT BIODEGRADATION OF USED PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT OF RESPIRATORY ORGANS IN THE ENVIRONMENT

A retrospective analysis of the development of a new coronavirus infection is given, and the ecological and technological characteristics of materials used for the production of personal protective equipment (PPE) of the respiratory system are considered. To assess the biodegradation of nonwovens in the soil biogeocenosis, a modernized method of “linen” cloths is proposed. A field and laboratory experiment was performed to assess the degree of decomposition of medical and hygienic masks on the example of sod-medium podzolic soils of the Moscow agglomeration, and further development of the research methodology was predicted. The actual load of spent PPE on the environment is calculated.

The existing legal conflict on the collection of used polypropylene masks from civil and legal entities, which requires improvement of the regulatory framework in the field of medical waste management, is considered.

**Keywords:** coronavirus, personal protective equipment, medical masks, biodegradation, soil, biogeocenosis, environment.

Появление нового вида респираторного заболевания в провинции Хубэй (Китай) привлекло внимание мировой общественности в конце 2019 г. [5,6]. Новая инфекция получила название *CoronaVirus Disease 2019 (COVID-19)*, вызываемая коронавирусом — 2, а уже 30.01.2020 Все-

мирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила эту вспышку чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение. Правительство РФ Постановлением № 66, п. 4.16 (B34.2) внесло «коронавирусную инфекцию (2019-nCoV) в пе-

речень заболеваний, представляющих опасность для окружающих [1], а 11.03.2020 ВОЗ объявило мировую пандемию [7,8].

На основе рекомендаций ВОЗ национальными центрами общественного здравоохранения были разработаны превентивные меры безопасности, включающие в себя закрытие национальных границ для передвижения туристов, мигрантов и других категорий граждан, использование средств индивидуальной защиты органов дыхания и др. [2,3].

В условиях пандемии коронавируса *COVID-19* особо остро встал вопрос о переработке и утилизации использованных гигиенических и медицинских масок (ММ). В соответствии с определением и классификацией ГОСТ ИСО 10993–1–2011 медицинская маска представляет собой изделие кратковременного контакта.

В настоящее время в РФ ежедневно производится порядка 6 млн. в сутки ММ, а по данным Комитета по экологии и охране окружающей среды Государственной Думы Федерального собрания РФ [6], в стране ежедневно выбрасывается порядка 10 млн. использованных средств индивидуальной защиты (СИЗ), включая и маски, что является колossalной нагрузкой на окружающую среду (ОС).

По экспертной оценке (Блумберг, 2020), в настоящее время в мире использовано более 190 млрд. ММ и защитных масок. «Классическая» ММ изготавливается из полипропилена и является трехслойной. Наружные слои представляют собой спанбонд, а внутренние — мельтблаун. Выбор спанбонда, мельтблауна и их композиций в качестве основных материалов производителями был обусловлен способностью этих материалов препятствовать распространению бактерий и инфекций и отличными антистатическими и фильтрующими качествами, а по тактильным ощущениям эти композиты близки к хлопковым тканям, так как не вызывают аллергических реакций и раздражений кожи.

Спанбонд — нетканый материал с низким влагопоглощением — производится фильтрным способом, при этом технология объединяет в одной линии процесс получения волокон, холстобразование, а также изготовление готового полотна путем скрепления волокон между собой.

Нетканые материалы, производимые по технологии мельтблаун, также предполагают фи-

льтрный способ формирования волокон путем раздува расплавленного полимера горячим воздухом непосредственно на приемную поверхность. Главное отличие технологии мельтблаун от спанбонд состоит в том, что волокна имеют ограниченную длину и укладываются на приемный конвейер без вытягивания. Технология мельтблаун позволяет получать нетканые материалы с наиболее тонкими волокнами и их равномерным расположением на холсте. Эти характеристики придают материалу повышенные фильтрационные и абсорбционные характеристики.

Соединением материалов между собой получают многослойные нетканые материалы, которые объединяют санитарно-гигиенические преимущества обеих технологий, но представляют проблему для ОС. Использованные СИЗ таят в себе двойную опасность:

1. Нетканые материалы гигиенических и ММ являются чуждыми экосистеме, обладают высокой биологической инертностью, устойчивостью к влаге и любым средам органического содержания, кроме того, в природе у них отсутствуют естественные «враги» и биодеструкторы, поэтому самостоятельно эти материалы вряд ли способны биодеградировать в ОС, либо для этого необходимо значительное время. Наряду с уже известными проблемами загрязнения речных и морских экосистем пластиком и полиэтиленом, в мировой океан уже поступает огромное количество средств защиты и профилактики от пандемии *COVID-19*.

2. При использовании СИЗ, инфицированным человеком, на поверхности использованных изделий возможно нахождение коронавируса, что будет опасным для дальнейшей ручной сортировки отходов сотрудниками операторских компаний и/или коммунальных служб.

Целью настоящего исследования явился натурный эксперимент и создание методики по биодеструкции использованных СИЗ, применяемых в условиях пандемии коронавируса. Для исследования возможной биодеградации использованных СИЗ в почве с июля по октябрь 2020 г. был проведен натурный полевой эксперимент. Использованные гигиенические и ММ, а также полумаски шести отечественных и зарубежных производителей были размещены на специально выбранном полигоне — участке смешанного дубово-берёзового леса, травяной ярус которого представлен многолетними видами (клевер

красный, герань лесная и др.), расположенным в Московской агломерации (пос. Коммунарка Троицкого и Новомосковского округа Москвы). Тип почвы на полигоне — дерново-среднеподзолистый, водородный показатель pH = 6,7–6,8.

Традиционно методы биологического мониторинга подразделяются на биоиндикационные, биотестирование и оценку компонентов биоразнообразия.. С течением времени обычно один ряд из них расширяет свои возможности за счёт совершенствования технических возможностей эксперимента и включения в сферу исследований новых объектов, каковым является метод «льняных полотен».

Поскольку методы исследования отдельных свойств почвы и выделение существующих видов микроорганизмов есть процесс непростой, длительный и дорогостоящий, были предприняты попытки разработки корректного, простого в исполнении и надёжного метода, позволяющего в комплексе оценить биологическую активность почв и (или) их токсичность [1, 6].

Для закладки и проведения эксперимента использовался модернизированный метод «льня-

ных» полотен, позволяющий оценить активность почвенной микрофлоры по степени разложения исследуемых объектов, в нашем случае — использованных ММ и полумасок. Схема эксперимента следующая: предварительно взвешенные и разглаженные ММ и полумаски с помощью промышленного степлера прикреплялись к одинаковым отрезкам (11x18 см) полиэтилена высокого давления, толщиной 40 мкм, затем на выбранных участках полигона подготавливались небольшие траншеи прямоугольной формы на расстоянии 30 см. С помощью ручного инструмента на глубину 20 см были заложены прикрепленные полотна образцов. Места закладки полотен были обозначены индикаторными стикерами. Экспозиция длится 3 мес.

Оценка биодеструкции осуществлялась качественно (экспертная оценка) и количественно (взвешивание).

Для экспертной оценки была разработана качественно-количественная шкала, характеризующая визуальную степень биодеструкции — (табл. 1).

Экспертная шкала

Таблица 1

Численная характеристика, баллы				
Отсутствие видимых изменений	Начальная стадия изменений	Слабая стадия изменений	Средняя стадия изменений	Значительная стадия изменений
1	2	3	4	5

Балльная оценка биодеструкции приведена в (табл. 2). Полученные данные свидетельствуют о том, что самым чувствительным к разложению оказался образец № 1 — маска защитная производства ООО «Тхань Дат», что объясняется наличием хлопчатобумажной ткани в её составе. Из «классических» масок (полипропиленовых), наивысший балл (9) приходится на образец № 3 ММ «SENSE» (производства ООО «Маска»), вследствие меньшей толщины материалов и их особой прокатки. Наименее разлагаемым оказался образец № 6 — маскаре-спиратор защитная одноразовая KN95 (производства Ханьдан Гуаньтин Байотекнолоджи энд Ко Лтд, Китай), имеющая пятислойную структуру. Наиболее информативным признаком способности к биоразложению оказался показатель «наличие повреждений корневой системы», набравший 16 баллов, а наименее — «изменение окраски» (8 баллов).

Количественно скорость распада «льняного полотна» определяли по убыли его массы в сухом состоянии, для этого образцы извлекались из грунта (рис. 1), уже отделенные от полиэтилена высокого давления, тщательно промывались проточной водой и высушивались до воздушно-сухого состояния (рис. 2), после чего взвешивались. Для проведения измерений массы образцов использовались весы лабораторные ВЛ-124В, заводской номер F83-056, свидетельство о поверке № СП 2871026, срок действия поверки — до 22.06.2021, погрешность измерений массы  $\pm 0,5$  мг. Соответствие метеорологических условий требованиям паспорта весов на условия эксплуатации устанавливались измерителем параметров микроклимата «Метеоскоп-М», заводской номер 356719, свидетельство о поверке № 207/19-129п, срок действия поверки — до 24.04.2021, погрешность измерений по температуре  $\pm 0,2$  °C, по относительной влажности  $\pm 3\%$ .

Таблица 2

## Балльная оценка биодеструкции анализируемых образцов

№	Наименование и производитель	Соответствие стандартам, материал изготовления	Визуальный показатель биодеструкции, баллы					Итоговая оценка по изделию
			Внешняя целостность	Изменение окраски	Наличие повреждений корневой системой	Наличие повреждений почвенной микробиотой		
1	Маска защитная, ООО «Хань Дат», РФ	ТУ 32.50.50-008-27127702-2020 Полипропилен, хлопок	2	2	3	3	10	
2	Маска медицинская, ФГУП «Московский эндокринный завод», РФ	ТУ 9398-001-64260744-2010 Полипропилен	1	1	3	2	7	
3	Маска медицинская SENSE, ООО «Маска», РФ	ТУ 9398-001-64260744-2010, EN 149:2001 Полипропилен	2	2	3	2	9	
4	Маска медицинская, Кэрстон Медикал энд Протектив Продактс КО. ЛТД, Китай	ТУ 9398-001-64260744-2010, EN 149:2001 Полипропилен	2	1	3	2	8	
5	Маскамедицинская, WUHAN LIPHARMA CHEMICALS CO, Китай	ТУ 9398-001-64260744-2010, EN 149:2001 Полипропилен	1	1	3	2	7	
6	Маска-респиратор защитная одноразовая KN95, Ханьдан-ГуаньтинБайотек-нолоджи Ко, Лтд., Китай	KN95, GB 2626-2006 Полипропилен	1	1	1	1	4	
	Итоговая оценка по признакам		9	8	16	12	45	

Измерение массы образцов осуществлялось по методу, изложенному в руководстве по эксплуатации весов лабораторных ВЛ-12В НПП0.005.010 РЭ, измерение параметров микроклимата по методу, изложенному в руководстве по эксплуатации измерителя параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М» БВЕК.43.1110.04РЭ.

Статистическая обработка полученных экспериментальных данных осуществлялась традиционным математическим инструментарием, графическая интерпретация приведена на (рис. 3).



Рис. 1. Медицинские маски, извлеченные из почвы и отделенные от полиэтиленового полотна



Рис. 2. Предварительная просушка отмытых от почвы образцов

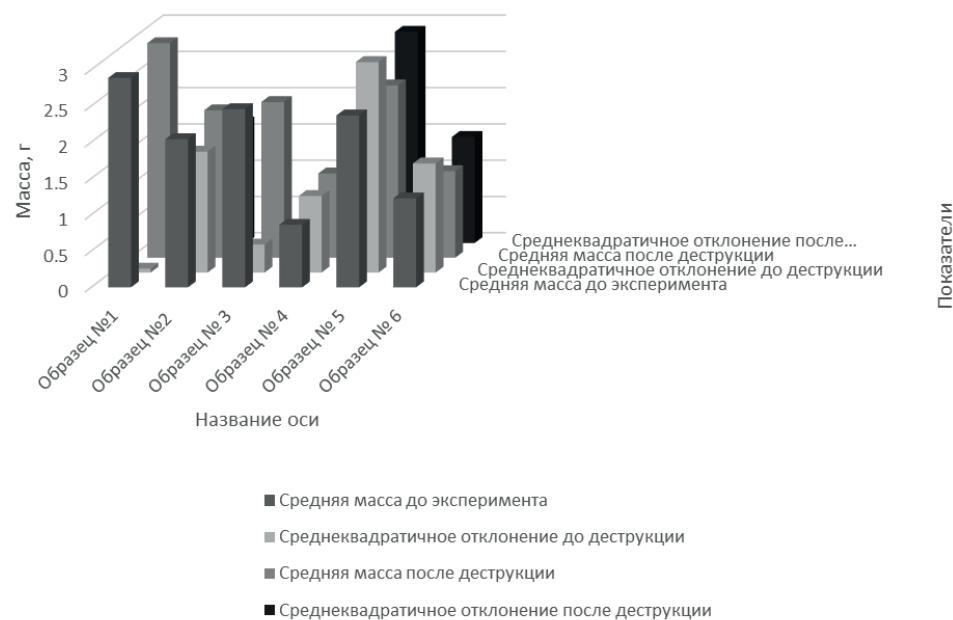
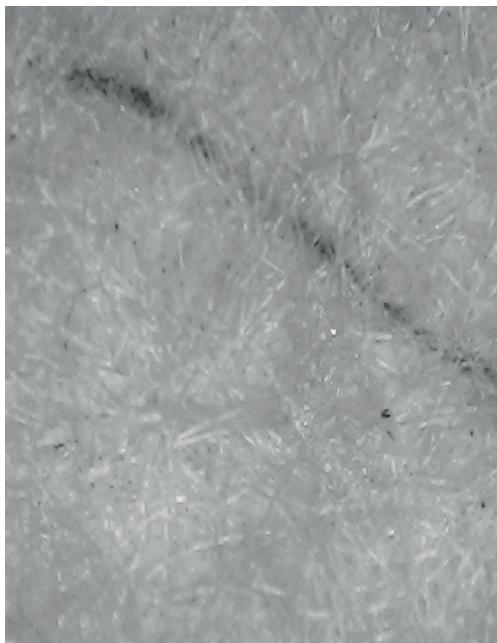


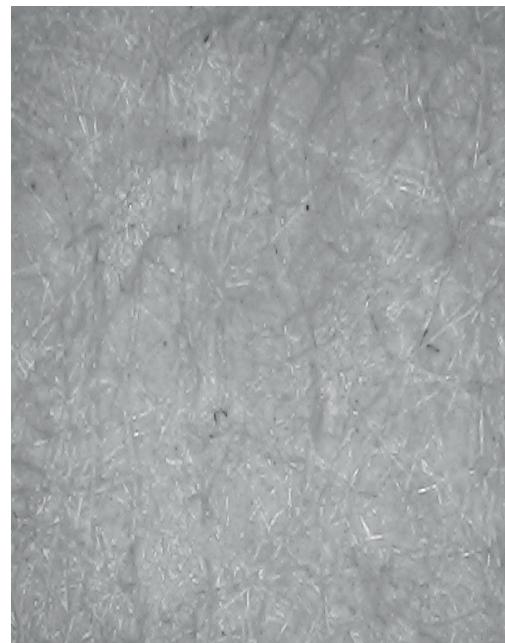
Рис. 3. Изменение массы опытных образцов в результате воздействия почвенной микробиоты

В результате математической обработки результатов взвешивания было установлено: достоверные различия изменения массы по всем образцам за период эксперимента отсутствуют.

Для проверки высказанной гипотезы взвешенные образцы гигиенических и ММ (№ 1–5) подверглись исследованию под микроскопом (рис. 4–8).

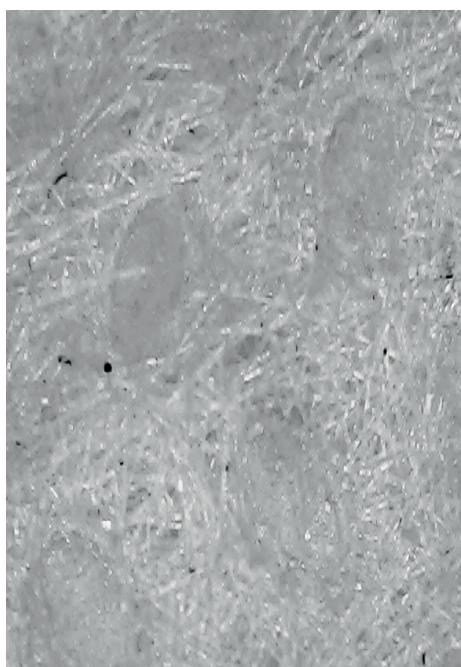


а)

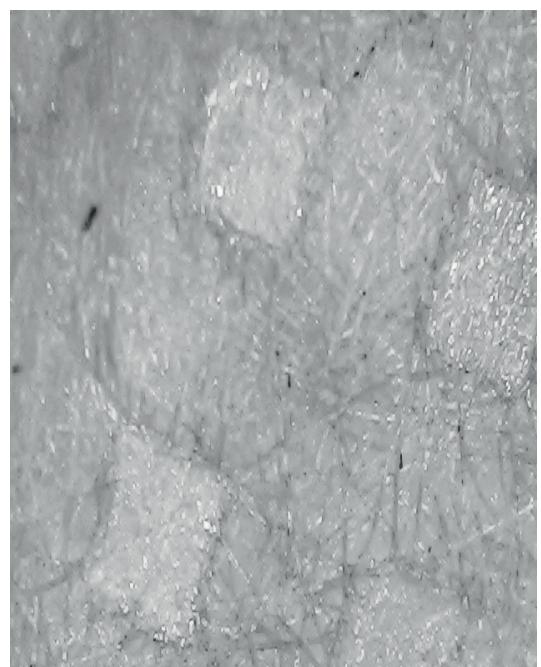


б)

*Рис. 4. Наличие элементов корневой системы и иных включений в образце № 1 (маска защитная, ООО «Тхань Дат»): а – наружный слой; б – внутренний слой*

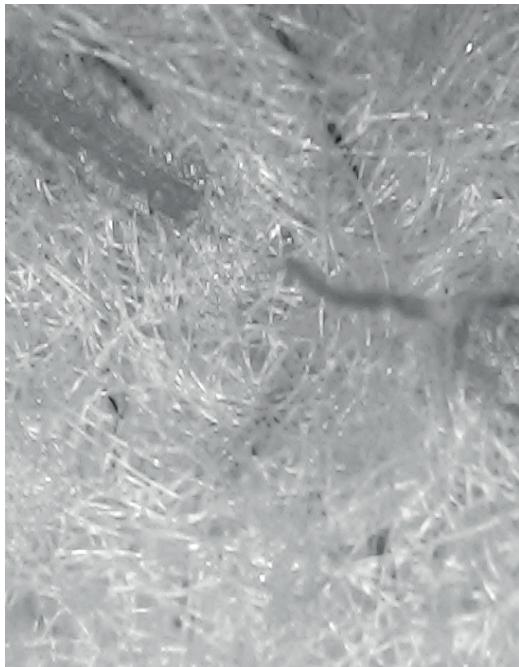


а)

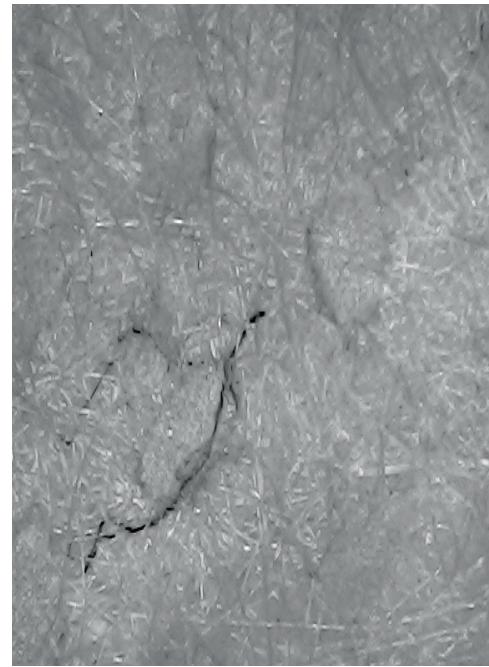


б)

*Рис. 5. Наличие элементов корневой системы и иных включений в образце № 2 (ММФГУП «Московский эндокринный завод»): а – наружный слой; б – внутренний слой*

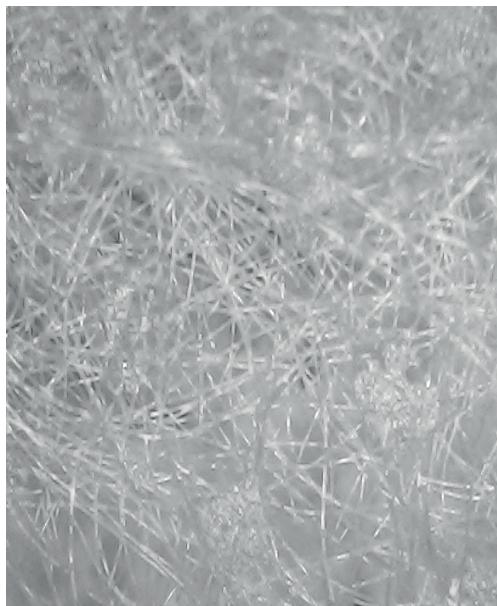


а)

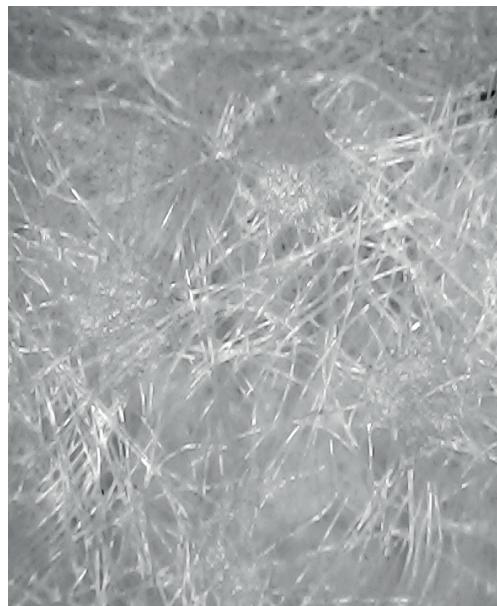


б)

Рис. 6. Наличие элементов корневой системы и иных включений в образце № 3 (ММ «SENSE»):  
а – наружный слой; б – внутренний слой

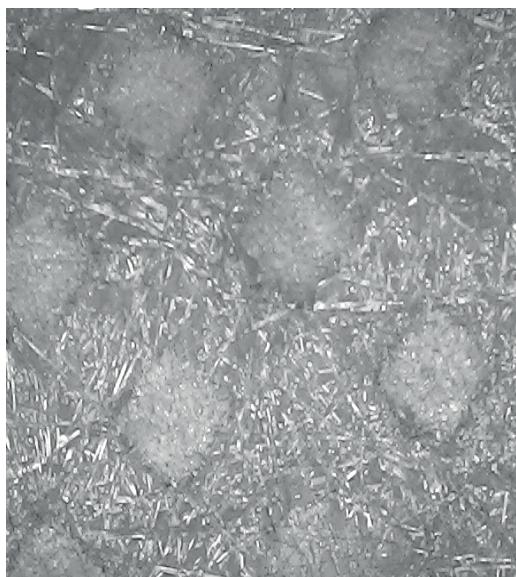


а)

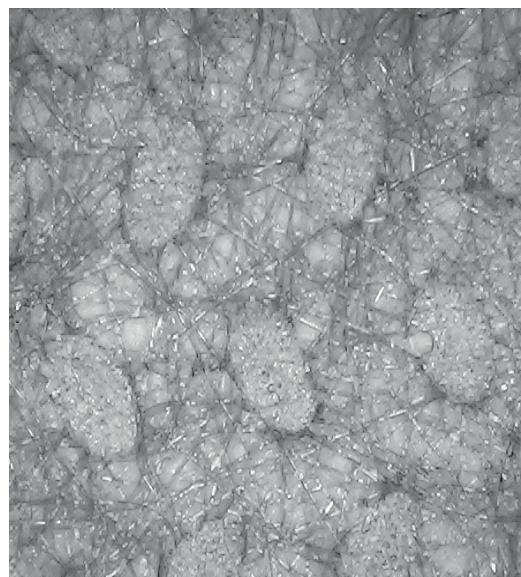


б)

Рис. 7. Наличие элементов корневой системы и иных включений в образце № 4 ММ  
«Кэрстон Медикал энд Протектив Продактс»: а – наружный слой; б – внутренний слой



а)



б)

Рис. 8. Наличие элементов корневой системы и иных включений в образце № 5 ММ «WUHANLI-PHARMACHEMICALSCO»: а – наружный слой; б – внутренний слой

Микроскопирование показало наличие ино-родных включений (элементов боковых корней) во всех исследуемых образцах защитных и ММ. Проведенное исследование подтверждает высокую биологическую инертность и устойчивость полипропиленовых ММ. Возможное снижение массы образцов в результате биодеструкции сниз-велировано массой почвенных включений, или деструкция за период эксперимента (90 дней) от-сутствовала и /или была в пределах погрешности эксперимента.

С целью определения фактической нагрузки на ОС (количество использованных в стране ММ) были предложены ниже следующие рас-четные зависимости:

Для работающего населения:

$$КММ_{pb} = (Ч_{ph} \cdot НММ_{pb} \cdot НММ_{t} \cdot N \cdot k),$$

где  $КММ_{pb}$  — количество использованных ме-дицинских масок на рабочем месте, шт/месяц;  $Ч_{ph}$  — численность работающего населения в РФ, принимается, согласно официальной статистике Росстата РФ, и составляет 82 678 тыс. чел.;  $НММ_{pb}$  — норматив использования одной медицинской маски на рабочем месте, прини-мается 4 шт.на одну рабочую смену;  $НММ_{pb}$  — норматив использования одной медицинской маски для проезда в общественном транспорте, принимается 1 шт. на рабочую смену;  $N$  — ко-личество рабочих дней в месяце, принимается

— 17–23 дня;  $k$  — коэффициент использования ММ из общей доли СИЗ органов дыхания, при-нимается равным 0,65.

Для неработающего населения:

$$КММ_{nc} = (Ч_{nh} \cdot НММ_{nc} \cdot НММ_{t} \cdot N \cdot k),$$

где  $КММ_{nc}$  — количество использованных меди-цинских масок для неработающего гражданина (безработные, моложе и старше трудоспособного возраста), шт./мес.;  $Ч_{nh}$  — численность нерабо-тающего населения в РФ, принимается согласно официальной статистике Росстата РФ и составля-ет: безработные — 4 321 тыс. чел.; моложе трудо-способного возраста — 27 442 тыс. чел.; старше трудоспособного возраста — 36 629 тыс. чел.;  $НММ_{nc}$  — норматив использования одной меди-цинской маски для неработающего гражданина, принимается: безработные — 2 шт./день; моло-же трудоспособного возраста 1 шт./день; стар-ше трудоспособного возраста — 0,5 шт./день.;  $НММ_{nc}$  — норматив использования одной медицин-ской маски для проезда в общественном транс-порте, принимается: безработные — 1 шт./день; моложе трудоспособного возраста 1 шт./день; старше трудоспособного возраста 0,25 шт./день.  $N$  — количество дней в соответствующем месяце;  $k$  — коэффициент использования ММ из общей доли СИЗ органов дыхания, принимается равным 0,5.

При численной подстановке данных получено на примере декабря 2020 г для работающего населения:

$$КММ_{\text{pb}} = (82678 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 23 \cdot 0,65) = 4\,944\,144 \text{ тыс.шт/мес.};$$

Для неработающего населения: безработные

$$КММ_{\text{бп}} = (4321 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 31 \cdot 0,5) = 133\,951 \text{ тыс.шт/мес.};$$

моложе трудоспособного возраста

$$КММ_{\text{мтн}} = (27442 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 31 \cdot 0,5) = 425\,351 \text{ тыс.шт/мес.};$$

старше трудоспособного возраста

$$КММ_{\text{бп}} = (36629 \cdot 0,5 \cdot 0,25 \cdot 31 \cdot 0,5) = 70\,968,69 \text{ тыс.шт/мес.};$$

Итого для неработающего населения: 630 270,68 тыс. шт./мес. В целом для населения РФ 5 574 414, 68 тыс. шт./мес. При усредненной массе ММ в 3,30 г нагрузка на ОС составила 18 395,56 тыс. т ежемесячно.

Острой проблемой, стоящей перед коммунальными службами и операторскими компаниями, является оборот использованных СИЗ: так, согласно действующему нормативному документу Сан Пин 2.1.7.2790–10, использованные гигиенические и ММ являются медицинскими отходами класса Б, эпидемиологически опасными отходами (СИЗ для здоровых граждан), и класса В — чрезвычайно эпидемиологически опасными отходами (СИЗ для больных коронавирусной инфекцией).

Система сбора, временного накопления (хранения) и транспортирования этих изделий для юридических лиц предусматривает несколько этапов:

- сбор отходов внутри организаций, осуществляющих медицинскую и/или фармацевтическую деятельность;
- перемещение отходов из подразделений и временное хранение отходов на территории организации, образующей отходы;
- обеззараживание/обезвреживание;
- транспортирование отходов с территории организации, образующей (накапливающей) отходы;
- захоронение или уничтожение медицинских отходов.

В отличие от юридических лиц, для граждан отсутствует механизм оборота использованных средств и их защиты в принципе.

Рекомендации Роспотребнадзора по складированию использованных масок в полиэти-

леновые пакеты и дальнейшему перемещению их в контейнеры для смешанных отходов противоречит действующему законодательству. В частности, согласно положениям Сан Пин 2.1.7.2790–10, запрещается: смешение отходов различных классов опасности в одном контейнере; ручное перемещение отходов от мест образования к местам временного хранения многоразовых контейнеров; привлечение лиц, не прошедших предварительный инструктаж по безопасному обращению с этими видами отходов.

Не вносит ясности и продолжающаяся «мусорная реформа» с установкой отдельных контейнеров для селективного сбора отходов [4]. Стремление экологически ответственных граждан размещать использованные СИЗ в накопительных емкостях для пластика и/или смешанных отходов делают эти субстанции потенциально опасными для персонала сортировочных станций.

В условиях дальнейшей пандемии новой коронавирусной инфекции необходимо совершенствование нормативно-правовой базы в области обращения медицинских отходов как для граждан, так и для юридических лиц. Для этого необходимо следующее:

- доработка методики качественно-количественной оценки биодеструкции использованных медицинских масок в окружающей среде в условиях пандемии;
- продолжение изучения способности корневой системы высших растений дезинтегрировать и использовать для закрепления в почве синтетические и композитные материалы в качестве инертного субстрата, что может явиться свидетельством больших, но не бесконечных возможностей природы по нейтрализации и воздействию отходов жизнедеятельности человека;
- дальнейшие исследования должны содействовать увеличению экспозиции и совершенствованию действующей методики, в том числе с целью учета разнонаправленных действий биотических и абиотических факторов при использовании сплошных и волокнистых материалов из полипропилена.
- выбор и обоснование конкретной технологии переработки ММ должен определяться биологическими и физико-химическими показателями рециклируемости полиолефинов для обеспечения защиты окружающей среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бурак В.Е. Влияние агротехнических приемов на урожайность озимой ржи на серых лесных почвах юго-западной части Нечерноземной зоны/ Дис. ... канд. сельхоз.наук; специальность 06.01.09. — Немчиновка, Московской обл., 1988. — 186 с.
2. Временные методические рекомендации: Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 8 (03.09.2020) Минздравсоцразвития РФ. — М., 2020. — 218 с.
3. Heymann David L. COVID-19: what is next for public health? / David L. Heymann, Shindo Nahoo // The Lancet. — Elsevier, 2020.
4. Донцов С.А. Проблема обращения использованных индивидуальных средств защиты в условиях пандемии коронавируса COVID-19 / Наука. Исследования. Практика / Сб. статей по материалам Международной научной конференции. — СПб.: Изд. Гуманитарного национального исследовательского института «Нацразвитие», 2020. — С. 53–55.
5. H Harapan. Coronavirusdisease 2019 (COVID-19): Aliteraturereview / H. Harapan, N. Itoh, A. Yufika and oth. //J. Infect. Public. Health. 2020, № 13 (5). — P. 667 – 673.
6. Пегова Н.А. Повышение продуктивности дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы за счет биологизации и противоэррозионной обработки почвы/ Дис. ... канд. сельхоз. наук; специальность 06.01.01. — Пермь, 2008—148 с.
7. Chaolin Huang. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China /Huang Chaolin, Yeming Wang, Xingwang Li and oth.// The Lancet. — Elsevier, 2020, vol. 395, iss. 10223. — P. 497–506.
- 8.Nzediegwu C. Improper solid waste management increases potential for COVID-19 spread in developing countries / C. Nzediegwu, S.X. Chang //Resour. Conserv. Recycl, 2020, iss. 161.

# ОБРАЗОВАНИЕ И КУЛЬТУРА

## EDUCATION AND CULTURE

**А.Г. БИТОВ,** писатель,  
Российский ПЕН-центр, Москва

**A.G. BITOV,** writer  
PEN-centre of Russia, Moscow

### ЭКОЛОГИЯ СЛОВА\*

Публикуется статья классика русской литературы советского и постсоветского периодов, в которой прослеживается озабоченность автора обеднением современного русского языка, правда, пока без смыслового ослабления текстов. Экология слова – термин, введённый в обращение автором статьи.

**Ключевые слова:** литературный язык, естественная речь, современность, языковые смыслы, словари, обеднение лексикона, экология слова.

### ECOLOGY OF PAROLE

Russian literature classics of the Soviet and post-Soviet periods, which traces the author's concern about the impoverishment of the modern Russian language, although so far without semantic weakening of the texts, is published. Ecology of the word is a term introduced by the author of the article.

**Keywords:** literary language, natural speech, modernity, linguistic meanings, dictionaries, lexicon depletion, word ecology.

Ни тенденция осовременить литературный язык; ни тенденция реставрировать его по-своему не точны. Язык — таинство естественное и природное. Он вбирает в себя, он истончает; он сохраняет свою общую, недоступную усилию одного человека цельность, он своим состоянием, даже повергающим кого-то в тревогу и отчаяние, отражает именно современную жизнь многое больше, чем способен и самый лучший и славный писатель. Поэтому огорчаться следует тем, что вас огорчило, а не языком, который меняется, нашу жизнь отражая. И усилия нужны прежде всего в жизни, а не в языке. Он не получшеет отдельно. Если естественно было Тургеневу, Толстому, Бунину знать имена (потому что эти замечательные подлинно русские слова стали, за редкостью, именно именами...) птиц, деревьев, трав, то...

А вот и то. Снимали фильм в заповеднике, восхищались чистотою и первозданностью леса... «Браконьерили» потихонечку насчитывали (грибов), черники. А лесничий поведал мне, что совсем не так хорош стал лес, как нам кажется. Где муравейники? (А и впрямь, спохватился я, давно что-то их не видел... а сколько их было в детстве, после войны!). Где мхи и лишайники? Ну, мхи и лишайники были налицо.

Однако оказалось, что против тридцати, скажем, видов, положенных здоровому (просто здоровому, а не заповедному) лесу, здесь их было уже лишь восемнадцать... Количество муравейников, мхов и лишайников — один из основных определителей лесного здоровья. А сколько же их в лесу обычном? А теперь, спустя шесть лет, сколько осталось — в заповедном — против тех восемнадцати? Учтите, что все эти мхи и лишайники тоже называются по отдельности словами, не все даже ботаническими — специальными, многие — исконными русскими.

Состояние современного языка — проблема вполне экологическая. Язык не виноват. Если в словаре Горожанина почти не осталось имён для живого, кроме самых общих: дерево, куст, трава, птица, то не в этой ли перспективе мы живём, когда каждый день (день!) на Земле исчезает один вид (вид!) животных, а каждую неделю один вид растений. Дерево, куст, трава, птица — суть не только самые общие слова; они обретут индивидуальность, когда обозначат последнее. Видовое разнообразие живого стремительно тает, впереди этой трагедии отмирают слова, они погибают раньше. Сетовать ли на обеднение словаря или воспринимать его как предупреждение, следующее с опережением, а не хладно

\* Печатается по изданию: Андрей Битов, Статьи из романа. — М.: Советский писатель, 1986. — С. 43–48.

констатирующее, уже факт? Словарь Даля, наконец переизданный, словарь ЖИВАГО русского языка... Насколько «живаго»? Он есть памятник языку, бывшему при Дале ж и вы м. Он противостоит расхожим и пошлым суждениям о том, что в нашем языке не так уж много собственно русских слов (корней). («Назовите хоть одно русское слово на А?» — «Авось»). Словарь пахаря, охотника, плотника... Умерли — то как раз все русские слова. Но есть ещё и лес с деревьями, и луг с травами, встречается и лошадь, вся, от чёлки до хвоста, состоящая из забытых русских слов, ставших в лучшем случае «специальными». Что ж, мы не живём с лошадью, не живём и в лесу. Несущественные различия марок «Жигулей» нам куда более известны. Они выражены не в словах, а в аббревиатурах и рублях. Слова исчезли из живого языка раньше, чем из жизни, — что они означали. Может быть, это заповедно? Нельзя стало рвать ландыш, запрещено торговать на птичьем рынке певчими птицами. Дети наши стали ещё ближе, чтобы не знать, как ещё мы знаем, их имена. Заповедное — это неизвестное всем, сохраняемое знающими. Словари — область заповедания. Усилие культуры сегодня не столько просвещение, сколько сохранение. Культурность, музейность писательского усилия в слове проявились в книге В.Белова «Лад», в котором с о временно учителю объяснены умершие для него слова как живые. И В.Белов в этой книге — очень современный писатель. Это уже не только ностальгия, это реальное усилие, необходимое нашей жизни.

Словарь можно читать, можно дышать словарём, но вряд ли современный писатель может им пользоваться. Может, это характерно лишь для нашего поколения, может, это усугублено моими личными свойствами, но моё убеждение, что просвещение писателя (тут важен эпитет — современного...) есть прежде всего устное просвещение, а не письменное и тем более — не книжное. Я и до сих пор читаю книги, шевеля губами, мысленно — вслух (читаю, как слышу, а пишу, как говорю). И до сих пор обучение наше происходит через ухо, устами учителя и лектора, никак не заменённое учебником, который мог бы сочинить наиболее умный и просвещённый из учителей и лекторов. Однако именно простотивые и далековатые коллеги учёных втолковали каждому из нас то, что мы знаем. Остальное зависело от нас самих, от постижения.

Писатель прежде всего человек, который ставит все свои слова, постигнув их смысл. Пусть их будет сто, но ни одного приблизительного. Писатель всё-таки пишет смыслами, а не словами. (Рассказывают, в Ереване люди, требовательности которых можно доверять, что англоязычный У. Сароян, не изучая армянский язык, а постигнув за время посещений исторической родины сотню важных ему слов, выражал по-армянски очень тонкие, точные и глубокие смыслы). Став слов, конечно, маловато, но один из самых богатых по языку прозаиков советского времени, Андрей Платонов, безусловно не богат по словарю; это для него естественно, но это и вполне осознанно. Один из самых трудных в своих смыслах для чтения, Андрей Платонов выражал эти смыслы самыми «бедными» словами, словами, которые поймёт каждый, — смыслы, которые лишь м о ж е т понять каждый, если взойдёт на духовное усилие, которое, увы, не каждый на себя берёт. Современную литературу надо читать без словаря, — следовательно, и писать без словаря. В пушкинское время (внутри самого Пушкина же) отошли Персефоны Аониды, хотя вовсе не были бессмысленны для просвещённых авторов, сокращали им путь выражения безотказными моделями.

Зияющая рана классического образования во мне, скажем, всегда саднит и никогда не зарастёт, но вряд ли я бы мог как современный автор воспользоваться им в прозе иначе, как выразив пусть и древние смыслы, но на своей почве и своим опыте и лишь тогда постигнув единство многих символов от древности до наших дней. Как бы ни был образован писатель, он по признанию неуч, впервые подходящий к жизни и опыту. В результате прорицания сквозь попытку выразить он необходимо становится человеком просвещённым, но вряд ли образованным. Я наблюдал примерышибко образованных людей, бравшихся за перо; как писатели — они, если в них было для этого, неизбежно низвергались внутри себя на уровень самоучки. Писатель, по моему разумению, создатель т е к с т а, прежде всего полного единства употреблённых им слов. Поэтому подспорье записных книжек и словарей кажется мне хотя и полезным человеку — писателю, но вряд ли практически применимым, потому что в текст как в единство ничего не вставишь, и в отдельности найденное удачное выражение, как правило, бывает вытеснено течением естественной речи, сна-

чала «невспомиенно», а потом «невставляемо». Жалеть об этом не следует.

Текст всегда располагается на плоскости, но он объёмен, в нём с бесконечной частотой и точностью меняется параметр, на бумаге не отражённый, — иерархия слов. В этом третьем измерении каждое слово отрывается от листа, помещается от него на различном расстоянии. То приближаясь, то отлетая вдаль, то прилипая к бумаге, оно не просто что-то значит (информация...) — оно *ж и в ё т* в контексте этих «расстояний».

Иерархия, порядок слов — не алфавитны. Если бы возможно было составить словарь по иерархии, мы бы писали такими иероглифами, перед которыми померкла бы сложность китайского письма.

Язык, живущий сегодня, в этот час, в этот миг, — это живой, пульсирующий объём, тело, как бы единый текст, никому в полноте недоступный, непосильный, текст, который завтра изменится, которого не станет. Текст этот — слишком огромен для индивидуального сознания, но он вполне ограничен, не безмерен. Его — столько и такого. Его не успеешь прочесть — его можно лишь уловить как общий гул, а то и общую музыку. В этом смысле живой язык можно уподобить особо сложному музыкальному инструменту, вместившему в себя самый большой оркестр, — некому немыслимому органу, где каждую секунду все слова находятся в живой и трепетной взаимосвязи, соотношении, соподчинении. И, надо полагать, никакой инструмент сам не звучит — он звучит в *нашем* исполнении. И самый фальшивый или неуместный звук извлечён не в отдельности и частности, а всё из того же, каждому доступного, но одного на всех величайшего инструмента. Текст пишущего — часть этой общенациональной речи, крошечное подобие целого, и чем точнее он воспроизводит объёмную модель современного языка (на другом не сыграешь, другого — не дано), на милли долю не ошибаясь в «расстоянии» до каждого слова. Именно тогда каждое слово текста звучит в контексте, то есть несёт не только так называемую информацию, но и уподобляется самой жизни, её состоянию. И бесхитростная мелодия, которую предлагает нам современный автор, подразумевает в нём абсолютный слух. Играя свою небольшую музыку, мы играем её и на *нашем* органе...

Ещё и в том деле, что умершее в нашей общей сегодняшней речи слово — не мертвое. Как абсолютно жив как книга Далев словарь, как жива речь Шергина, как вечно так давно не переизданные Далевы же «Пословицы русского народа» (вполне современная, вполне настольная книга)... Но вот и ещё один словарь, как всякий труд такого рода, приветственно раскрываемый ревнителем родной речи, — «Словарь эпитетов русского литературного языка» (М.: Наука, 1979).

Трудно заподозрить составителей в чём-либо, кроме добросовестности. Не знаю, какие у них были методы подсчёта употребимости тех или иных слов. Безусловно, методы были. По возможности — точные. Научные. Беспристрастные. В длинном столбце эпитетов изредка попадаются в скобочках примечания типа: (поэт.) — поэтический, (шутл.) — шутливый или (устар.) — устаревший. Так вот — устар...

Из 28 эпитетов к слову ДОМ «устар.» — три: отчий, добропорядочный и честный. Причём «добропорядочный дом» даже больше, чем «устар.», — он «устар.» и «шутл.». Из нескольких сот эпитетов к слову РАБОТА «устар.» — два: духовная и изрядная. Из 58 эпитетов к слову МЕСТО «устар.» одно лишь живое. Из 78 к слову СМЫСЛ «устар.» только — существенный.

Что за слово, однако, УСТАР — и устал, и умер!

Подобный ряд из этого словаря можно было бы низать бесконечно. Вы не найдёте в нём ни одного эпитета к слову СОВЕСТЬ или к слову ЧЕЛОВЕК, потому что этих слов в словаре нет. Поскольку невозможно считать, что и они УСТАР, следует осторечься измерять жизнь слов одной лишь их сегодняшней употребимостью.

Иерархия, порядок слов — не алфавитны.

Трудно пользоваться записной книжкой, но легко тем, что само идёт в нужный момент в руку. Под машинку я подстелил газету «Советский спорт» (22.05.83) — вот каким углом она сквозь текст торчит: «Мы шагаем в XXI век, в век ещё более напряжённый и спрессованный человеческим мышлением, прогрессом науки и разума. У нас сейчас нет времени на самосозерцание и копание в собственных ощущениях. В будущем его будет еще меньше». Лихие слова<sup>1</sup>

Слова умирают, слова замирают... Говорить же надо в прозе естественным, органичным, сегодняшним языком, но говорить смыслы не

ниже тех, что были сказаны и в древности, но — *с о в р е м е н ы е*, то есть никем до сего дня не выраженные смыслы. Умирают слова, прекрасные, русские, за неупотребимостью...но никак не умирает русская речь, её течение, её способ выражать и осмысливать явление. Беднеет словарь с утратой и исчезновением тех разностей, для которых когда-то язык находил достойные их слова, но ещё хуже, если утрачивается сама способность понимать и постигать написанное, когда обеднённый язык начинает идти в поводу им же воспитанного читателя. Искусственное расцвечивание прозы словами, вышедшими из современного словоупотребления, не обогатит её необходимым ей смыслом. Но это отнюдь не означает, что и явления, прозой выражаемые и отражаемые, становятся беднее и проще. Пусть сегодняшним языком, но не ниже мыслью... И если бы не было обратной связи между словом и жизнью, если бы нельзя было каждый

раз не только надеяться, но и верить, что слово — действительно, что, побуждённое жизнью, оно само побуждает жизнь истинную, замерло бы наше старинное и неистребимое (*писательское*. — Л.Г.) ремесло.

Публикация Л.К. Горшкова

**Биографическая справка.** Битов Андрей Георгиевич (1937–2018) родился в Ленинграде. В 1962 г. окончил геологоразведочный факультет Ленинградского горного института. После окончания вуза некоторое время проработал в ПГО «Севзапгеология», затем, после принятия в Союз писателей, занимался только литературным трудом. Окончил Высшие сценарные курсы в Москве. Снискал уважение читателей и критики как крупнейший русский писатель — прозаик и эссеист советского и постсоветского периодов, основатель русского постмодернизма в современной литературе.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

## BRIEF REPORTS

УДК 616.355:92

**А.В. КРАСИКОВ**, старший преподаватель, *301ak@mail.ru*  
Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург;  
**Д.В. ТЕТЮХИН**, генеральный директор, *dvt@conmet.ru*  
ООО «Конмет», Санкт-Петербург;  
**А.Д. СВИРИДЕНКО**, аспирант, *temygreen@gmail.com*  
Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург  
**A.V.KRASIKOV**, senior lecturer, *301ak@mail.ru*  
S.M. Kirov Military Medical Academy, St.Petersburg;  
**D.V. TETYUKHIN**, general director, *dvt@conmet.ru*  
ООО «Conmet», St.Petersburg;  
**A.D. SVIRIDENKO**, postgraduate, *temygreen@gmail.com*  
S.M. Kirov Military Medical Academy, St.Petersburg

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕПЕРНЫХ СПИЦ ДЛЯ ОСТЕОСИНТЕЗА КОСТЕЙ

Представлены результаты стендовых испытаний трех новых конструкций спиц для остеосинтеза костей, отличающихся формой и резьбовой частью.

**Ключевые слова:** травмы, остеосинтез, спица для остеосинтеза, блок-имитатор, динамическая испытательная машина, безопасность жизнедеятельности.

### IMPROVEMENT OF REFERENCE SPOKES FOR BONE OSTEOSYNTHESIS

Presents the results of bench tests of three new constructions of spokes for bone osteosynthesis, which differ in shape and threaded part.

**Keywords:** traumas: *osteosynthesis, spoke for osteosynthesis, block-simulator, dynamic testing machine, safety of vital functions.*

В настоящее время увеличилось количество сложных травм, в том числе челюстно-лицевой области, требующие хирургического вмешательства для репозиции и иммобилизации отломков. Одним из простых и эффективных методов хирургического лечения травм костей челюстно-лицевой области является внеочаговый остеосинтез металлическими спицами.

Целью настоящего исследования явилось совершенствование металлических спиц для остеосинтеза с целью более эффективного и длительного удержания отломков костей лицевого скелета после их репозиции.

**Материал и методы.** Были созданы 3 новых образца титановых спиц (реперных) для остеосинтеза костей:

- 1) спица с острой заточкой (Э5613.001, рис. а);
- 2) спица с самосверлящей резьбовой частью и метчиковым зарезом (Э5612.001, рис. б);
- 3) спица с самосверлящей резьбовой частью

и без метчикового зареза (Э5612.002, (рис. в)).

Для испытаний использовали следующее оборудование: универсальную динамическую испытательную машину серво-гидравлического типа Walter+BayAGLFV 10–50T, а также станок вертикально-сверлильный с универсальным кулачковым патроном.

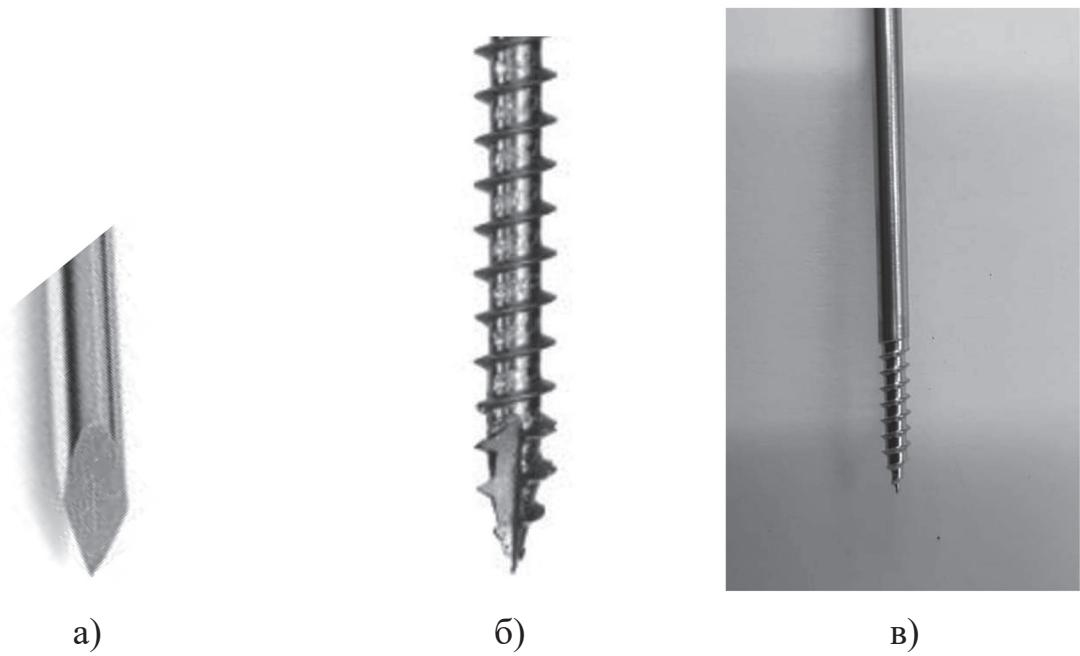
С помощью вертикально-сверлильного станка в блоке-имитаторе кости из вспененного полиуретана с плотностью 4,5 г/см<sup>3</sup> (механические свойства соответствуют Grade 30 стандарта ASTM F1839 США «Технические условия для жесткого пенополиуретана, используемого в качестве стандартного материала при испытании ортопедических изделий и инструментов»), устанавливался образец до полного погружения резьбовой части. Цилиндрический конец спицы фиксировался в цанговом патроне штока испытательной машины, а блок-имитатор зажимался в тисках,

установленных на рабочем столе испытательной машины.

Запускалась программа статического нагружения со скоростью вертикального перемещения штока, равного 5 мм/мин. Программное обеспечение испытательной машины фиксиро-

вало осевое нагружение до момента извлечения спицы из блока-имитатора кости.

Испытания проводились в нормальных условиях при комнатной температуре окружающей среды (21–23 °C).



Образцы титановых спиц: а) с острой заточкой; б) с самосверлящей резьбовой частью и метчиковым зарезом; в) с самосверлящей резьбовой частью без метчикового зареза

**Результаты исследования.** В ниже следующей таблице представлены результаты испытаний по определению максимального осевого усилия при вырывании спицы из блока-Установлено, что среднее значение максимального осевого усилия при вырывании спиц с самосверлящей резьбовой частью и без метчикового зареза

(Э5612.002) на 44% превышает среднее значение максимального осевого усилия спиц с острой заточкой (Э5613.001). Разница между средними значениями максимального осевого усилия при вырывании спиц с зарезом и без такового составляла 14% для имитатора кости.

#### Результаты испытаний по определению максимального осевого усилия при вырывании спицы из блока-имитатора, (Н)

Тип образца	Максимальное осевое усилие при вырыве спицы, [Н]	Среднее значение максимального осевого усилия при вырыве спицы, [Н]
Спика с острой заточкой (Э5613.001)	259	255
	262	
	245	

Спица с самосверляющей резьбовой частью и метчиковым зарезом (Э5612.001)	328	322
	320	
	318	
Спица с самосверляющей резьбовой частью без метчикового зареза (Э5612.002)	356	367
	370	
	368	

**Заключение.** Проведенное исследование показало эффективность новых конструкций титановых спиц для остеосинтеза, а именно — спицы с самосверляющей резьбовой частью и метчиковым зарезом (Э5612.001) и спицы с самосверля-

ющей резьбовой частью, но без метчикового зареза (Э5612.002), что предполагает их использование в клинических испытаниях после получения соответствующих разрешительных документов.

### **ОБ ЭТОМ СПОРЯТ УЧЁНЫЕ: ЖИВОТНЫЕ ПРЕДСКАЗЫВАЮТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ\***

Высказывается возможность предсказывать природные катастрофы, например, землетрясения, наблюдая за аномалиями в поведении животных в преддверии их возникновения. Приводятся реальные случаи и соответствующие комментарии специалистов. Делается осторожный вывод в пользу таких прогнозов.

**Ключевые слова:** природные катастрофы, сейсмология, землетрясения, животные — прогнозисты, аномалии поведения животных, их кратковременное использование, положительные результаты, профилактика безопасности.

В общих работах по зоологии бесполезно искать какие-либо сведения о состоянии животных перед землетрясениями. Наука о поведении животных — зоопсихология, оформившаяся в самостоятельную дисциплину, также ничего об этом не сообщает.

Но пришло время, и на поведение животных обратили внимание и учёные. Уже в 1923 году Д.Хантинг, уверовав в способность животных предчувствовать приближающуюся катастрофу, суммировал известные ему факты по Западной Европе за прошлые годы.

Затем в очень осторожной форме о животных — прогнозистах заговорил японский сейсмолог Т. Рикитаки. В книге «Предвидения землетрясений» (М., 1978) он привёл описания случаев необычного поведения животных перед землетрясением. Проанализировав 157 случаев, он сообщил: «Было бы справедливым ввести правило исследования предвестников по живот-

ным, хотя строгих научных доказательств нет».

Главным препятствием на пути признания способности животных предугадывать приближение землетрясений являлось то обстоятельство, что никто из учёных перед катастрофой их не зафиксировал с необходимой точностью. Конечно, сделать это трудно: землетрясения случаются неожиданно и достаточно редко. Поэтому сведения по аномалии поведения животных приходилось собирать после свершившейся трагедии, так называемым *ретроспективным* путём. Надёжность такого способа далека от желаемой: чем дальше отодвигалось событие, тем недостовернее оказывались сообщённые о нём сведения. Однако данные о необычном поведении животных перед землетрясением, тем не менее, продолжали накапливаться.

В 1975 году произошло знаменательное событие в истории сейсмологии. По необычному поведению животных было предсказано насту-

\* Публикуется по изданию: Непомнящий Н., Курушин М. Великая книга катастроф. Кн.2. От землетрясения в Мессине до наших дней, — М.: ОЛМА Медиа Групп, 2007. — С. 105–110.

пление сильного землетрясения в Китае, в провинции Хайченг. При этом население вывезли из опасного района за 6 часов до катастрофы, предотвратив гибель множества людей.

Лёд тронулся. Учёные стали исследовать биологические предвестники катастроф. В США одна за другой (в 1976 и 1979 гг.) были созваны две международные конференции по этому вопросу, изданы два тома научных сообщений о необычном поведении животных. Многие биофизики и экологи заинтересовались этой проблемой. На сегодня учёными разных стран зарегистрированы десятки достоверных случаев аномального поведения животных перед землетрясениями.

В Китае и Японии за последние 100 лет описано 20 землетрясений, перед которыми отмечено неадекватное поведение животных. В СССР геофизик А.А.Никонов, просмотрев отечественную литературу, также выделил 20 землетрясений, предварявшихся странным поведением животных.

В специальной литературе вошёл в практику термин «*аномальное поведение животных*». В действительности оно вполне нормально, поскольку выражает защитную реакцию на приближающуюся катастрофу и направлено на сохранение своей жизни. Вообще же было бы более правильно оценивать поведение животных перед землетрясением как проявление *биологических предвестников*. Этот термин и стали чаще всего использовать в литературе.

Учёные, строго следующие достоверности и убедительности многократно проверенных фактов, подсчитали, что сейчас известно более

300 случаев, когда поведение животных служило предвестником землетрясений. Число их, конечно, очень приблизительно и сильно занижено.

Почти все сведения о животных — предвестниках собраны людьми, не имеющими отношения к зоологии. Большей частью необычное поведение животных замечено сельскими жителями. Их наблюдения относились к домашним животным. Между тем дикие животные остались вне наблюдений: если кто из них и обратил на себя внимание, то о нём было сказано по-обыкновельски, вроде «мыши и крысы», «ящерицы», «змеи», «чайки», «утки», «муравьи» и т.п. Какова, к примеру, ценность определения «мыши», «крысы», когда эти грызуны принадлежат к нескольким видам, каждый из которых имеет свои биологические особенности.

Таким образом, все сведения о диких животных без точного указания вида в какой-то мере теряют свою ценность, кроме того, могут внести путаницу, так как не исключена возможность, что один вид реагирует на землетрясения, тогда как другой лишён этой способности.

Дикие животные должны быть гораздо более чувствительными, чем домашние. Их инстинкты не утрачены, не притуплены и не изменены, как у домашних животных в результате их длительного содержания под опекой человека.

Теперь, когда способность животных предсказывать грозное наступление стихии стало общепризнанной и получила свои законные права в сейсмологии, к использованию животных для краткосрочного прогноза землетрясений будут относиться серьёзнее, а главное — профессиональнее.

# ХРОНИКА

## CHRONICLE

### ЗАСЕДАНИЕ НАУЧНОЙ СЕКЦИИ

20 ноября 2020 г. в зале Президиума МАНЭБ состоялось заседание секции «Военная и космическая экология» с участием Президента Академии Л. Рогалёвой и вице-президента Л. Горшкова. Обсуждалась монография членов секции А. Байдукова, Ю. Летучего и В. Лобынцева «Экологическая безопасность военно-морской деятельности». С презентацией книги выступили один из её авторов В. Лобынцев и рецензент книги В. Гаенко. В ходе представления монографии своё мнение о ней выразили Л. Рогалёва, Л. Горшков, авторы. Далее среди членов секции прошла дискуссия, в которой отмечены достоинства книги, её значение в решении современных проблем экологической безопасности в зонах ответственности Военно-морского флота России, названы организации, где книга может быть особенно полезна в практической деятельности.

После окончания дискуссии было принято **СООБЩЕНИЕ**, в котором кратко обобщено содержание монографии.

Военно-морская деятельность — это целенаправленная общественно — полезная деятельность государства по обеспечению благоприятных условий в Мировом океане для устойчивого развития и реализации основных приоритетов национальной безопасности Российской Федерации.

Эта совместная деятельность государства и общества, вплоть до начала XXI в., предопределялась технократической парадигмой и, естественно, была ориентирована на достижение максимально полезного эффекта, что привело к росту и обострению ряда экологических проблем в различных сферах общества. Это в полной мере характерно и для экологических проблем, сопровождающих военно-морскую деятельность, которые связаны, в первую очередь, с загрязнением морской среды вредными веществами техногенного про-исхождения, что представляет реальную и серьезную опасность для здоровья и благополучия нынешнего и будущих поколений.

Современная техногенная деятельность в условиях роста нагрузки на природу, разви-

вающихся процессов деградации окружающей среды, печального опыта техногенных аварий и катастроф, растущего дефицита ресурсов требует переориентации на обеспечение экологической безопасности. Сегодня ведущими учеными мира и его политической элитой осознана необходимость ориентации на путь «устойчивого развития общества» и определения таких видов целенаправленной общественно -полезной деятельности, какие, прежде всего, обеспечивают безопасность не только современного человека, но и будущих поколений, и только после этого — необходимый полезный эффект.

Россия входит в число великих морских держав мира и, наряду с другими государствами, отвечает за экологическое состояние окружающей среды в зонах ответственности своего Военно-морского флота. В морях, омывающих Россию, качество воды изменяется от «умеренно загрязненной» до «загрязненной».

Военно-морская деятельность относится к экологически опасным видам деятельности человека. Очевидно, что сегодня решать сложные проблемы обеспечения экологической безопасности военно-морской деятельности страны можно только комплексно, опираясь на современную нормативную и правовую базу, достижения системных исследований в различных отраслях фундаментальной и прикладной экологической науки, имея в своем распоряжении необходимые ресурсы, специализированные организационные структуры и подразделения в военном ведомстве.

Представленная монография является фундаментальной работой, в которой впервые комплексно рассмотрены основные концептуальные, нормативно-правовые, системные, методологические, организационные и организационно-технические аспекты проблемы обеспечения экологической безопасности военно-морской деятельности.

В работе проведен актуальный анализ современной экологической обстановки с оценкой тенденций ее изменения на акваториях в зонах ответственности Военно-морского флота Рос-

ции, проанализированы основные виды воздействия военно-морской деятельности на окружающую среду, в том числе на личный состав флота и население.

Для более эффективного и оперативного решения возникающих сложных задач обеспечения экологической безопасности в зонах ответственности Военно-морского флота авторами обосновывается необходимость разработки и реализации региональной военно-экологической политики как базового элемента (то есть элемента нижнего иерархического уровня) системы обеспечения экологической безопасности деятельности Вооруженных Сил (ВС) Российской Федерации.

Основная цель обеспечения экологической безопасности военно-морской деятельности в работе формулируется как защита сил и средств Военно-морского флота от вредного воздействия экологических факторов природного и техногенного характера, предотвращение или сведение к минимуму наносимого ущерба окружающей среде, жизни, здоровью и имуществу военнослужащих и гражданского персонала ВС России.

Решение проблемы обеспечения экологической безопасности предусматривает разрешение комплекса противоречий, главное из которых — противоречие между техносферой и природой, предполагающее поиск сбалансированной стратегии развития Военно-морского флота и окружающей его среды.

Обеспечение экологической безопасности военно-морской деятельности представляет собой весьма сложную проблему. Рассматриваемая проблема относится к классу организационно-технических задач, эффективное решение которых базируется на достижениях специальных исследований (системный и комплексный подходы, системный анализ, исследование операций, алгоритмы принятия решений и др.).

В работе на основе реализации системного подхода показаны разработки методологических основ обеспечения безопасности военно-морской деятельности, научно-практические основы выбора и аргументации методических подходов и соответствующего инструментария, а также моделирования (формализованного представле-

ния) базовых элементов, в частности, на основе теории графов.

В целом система обеспечения экологической безопасности рассматривается как иерархическая организационно-техническая система управления безопасностью, основными компонентами которой являются:

- субъекты управления (управляющие элементы) — центральные органы военного управления: главнокомандующий Военно-морским Флотом, экологические службы или отделы, командование отдельных объектов Флота;

- объекты управления (управляемые элементы) — организации, стационарные и подвижные объекты Военно-морского Флота, окружающая среда;

- органы контроля и мониторинга — экологические подразделения, инспекторы и структурные подразделения в организациях, осуществляющих контроль состояния экологической безопасности;

- рабочие органы системы — организации (подразделения), осуществляющие обеспечение функционирования системы.

В монографии рассмотрены цель, основные задачи, методы и средства комплексного экологического мониторинга военно-морской деятельности в различных условиях обстановки (повседневной, условиях возникновения и ликвидации последствий аварий), а также даны практические рекомендации по оценке экологической обстановки на военно-морских объектах.

Монография содержит обширный справочно-информационный материал и несомненно представляет интерес для руководителей и специалистов в области военной экологии, охраны окружающей среды, разработки вооружения, военной и специальной техники, технических средств мониторинга и защиты окружающей среды, слушателей и адъюнктов военно-учебных заведений.

Книга будет также способствовать повышению качества экологического образования и воспитания военнослужащих и населения, изменению их миропонимания и отношения к природной среде.

## К 75-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА МАНЭБ ГАЙДАРА БОРИСА ВСЕВОЛОДОВИЧА



19 января 2021 г. исполнилось 75 лет со дня рождения известного российского ученого, одного из ведущих специалистов страны в области лечения боевых повреждений центральной нервной системы, сосудистой нейрохирургии и нейроонкологии, заслуженного деятеля науки РФ, лауреата Государственной премии России, доктора медицинских наук, профессора, академика Российской академии наук, генерал-лейтенанта медицинской службы, действительного члена (академика) МАНЭБ по научной секции «Окружающая среда и здоровье» Бориса Всееволодовича Гайдара.

Б.В. Гайдар родился 19.01.1946 в г. Запорожье Украинской ССР.

С 1969 г., после завершения учёбы в Алма-Атинском государственном медицинском институте, он работал врачом-нейрохирургом в городской клинической больнице, в 1972 г. был призван в Вооруженные Силы СССР, где проходил военную службу в должности командира медицинской роты медико-санитарного батальона. В 1974 г. он был назначен на должность старшего ординатора нейрохирургического отделения окружного военного госпиталя.

В 1983 г. Б.В. Гайдар успешно окончил альянтуру Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (ВМедА) и защитил диссертацию

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, после чего был назначен на должность преподавателя, а затем старшего преподавателя (1985) кафедры нейрохирургии ВМедА.

В 1990 г. Б.В. Гайдар успешно защитил докторскую диссертацию. В 1992 г. ему было присвоено ученое звание профессора, а в 1995 г. — почетное звание заслуженного деятеля науки РФ.

В 1992 г. Б.В. Гайдар был назначен начальником кафедры и клиники нейрохирургии — главным нейрохирургом Министерства обороны РФ, которую возглавлял на протяжении 8 лет. За эти годы на кафедре и в клинике нейрохирургии получили развитие ряд важных направлений специальности, а именно: хирургия артериальных аневризм, артериовенозных мальформаций, каротидно-кавернозных соустий, нейроэндоскопия, стереотаксическая биопсия и криодеструкция при новообразованиях головного мозга.

Б.В. Гайдар внес существенный вклад в оптимизацию специализированной нейрохирургической помощи, а в 2003 г. как руководитель авторского коллектива за работу «Острые внутричерепные кровоизлияния: изучение патогенеза, разработка и внедрение новых технологий в диагностику и хирургическое лечение» был удостоен Государственной премии РФ.

В декабре 2000 г. Б.В. Гайдар был назначен начальником ВМедА.

За пять лет руководства Военно-медицинской академией Б.В. Гайдар инициировал и реализовал Президентскую программу реконструкции и переоснащения академии, которая передовым специализированным многопрофильным лечебным, учебным и научным учреждением в России, было оснащено новейшими инновационными диагностической и лечебной техникой, специалисты которой использовали в своей профессиональной деятельности новые достижения мировой медицины. Необходимо отметить и его вклад в организацию капитального ремонта и переоборудования многих кафедр, клиник и лабораторий, а также открытие межклинических лабораторий, благоустройство военных городков ВМедА.

В 2002 г. Б.В. Гайдар был избран чле-

ном-корреспондентом, а в 2005 г. — действительным членом (академиком) Российской академии медицинских наук (ныне Российской академии наук) по специальности «нейрохирургия». Он создал научную школу нейрохирургов, подготовив 7 докторов и 13 кандидатов медицинских наук.

В 2005 г. впервые в истории России на базе ВМедА успешно прошел XXXVI Всемирный конгресс по военной медицине, на котором присутствовали делегаты из 74 стран.

Профессор Б.В. Гайдар является автором более 350 научных работ, в том числе учебников, пособий и монографий, а также автором и редактором учебников «Военная нейрохирургия» (1998) и «Нейрохирургия» (2002). Б.В. Гайдар является членом экспертного совета Высшей аттестационной комиссии РФ, а также председателем диссертационного совета Д215.002.04 при Военно-медицинской академии, член секции нейрохирургии Ученого медицинского совета МЗ РФ, членом президиума Ученого медицинского совета Главного военно-медицинского

управления МО РФ, членом президиума ассоциации нейрохирургов России, а также членом Ученого совета ВМедА, главным редактором и членом редколлегий и редсоветов многих медицинских журналов.

Б.В. Гайдар награжден орденами «За заслуги перед Отечеством» IV ст. «Александра Невского», «Почета», «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР» III ст., а также многими медалями и другими знаками отличия и признания профессиональных, научных, педагогических и общественных организаций за его заслуги перед медициной, военным здравоохранением и страной.

Президиум Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ) и редакция журнала «Экология и развитие общества» сердечно поздравляют Бориса Всеволодовича с его знаменательной датой и желают ему крепкого здоровья, научного и житейского долголетия, новых творческих успехов на избранном поприще, а также семейного счастья и благополучия!

## К 65-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА МАНЭБ ЛИТВИНЕНКО СЕРГЕЯ ИВАНОВИЧА



Литвиненко Сергей Иванович родился 01.01.1956 в г. Крымске Краснодарского края. Академик МАНЭБ по секции «Юридическая». Окончил Ленинградский государственный университет (1989) по специальности «Правоведение». Кандидат юридических наук, доцент государственного права. Государственный советник юстиции II класса.

В органах прокуратуры работает с 1988 г. Занимал должности стажёра и помощника Ленинград-Московского транспортного прокурора, затем прокурора отдела общего надзора, старшего помощника прокурора по организационным вопросам и контролю исполнения, начальника отдела по надзору за исполнением таможенно-

го законодательства Северо-Западной транспортной прокуратуры, Санкт-Петербургского авиаотраслевого прокурора, заместителя Северо-Западного транспортного прокурора Северо-Западной транспортной прокуратуры, прокурора Фрунзенского района Санкт-Петербурга, заместителя прокурора Санкт-Петербурга, первого заместителя прокурора Санкт-Петербурга.

С апреля 2010 г. по ноябрь 2011 г. — прокурор Ленинградской области. С ноября 2011 г. — прокурор Санкт-Петербурга.

Литвиненко С.И. имеет почетное звание заслуженный юрист Российской Федерации, а также звание Почётный работник прокуратуры Российской Федерации. Награждён нагрудным знаком «За безупречную службу». За высокий профессионализм, продолжительную и безупречную службу в органах прокуратуры приказом Генерального прокурора РФ удостоен именного огнестрельного оружия. Имеет академические награды МАНЭБ.

Президиум МАНЭБ, редакционный совет и редколлегия журнала «Экология и развитие общества» сердечно поздравляют Сергея Ивановича со славной датой в его жизни и искренне желают ему дальнейших профессиональных успехов на поприще правоведения и прокурорского надзора, укрепления основ гражданского общества в нашей великой стране, а также здоровья, долгих лет и большого семейного счастья и благополучия!

## **ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСИ СТАТЬИ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В «ЭКОЛОГИЯ И РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА»**

«Экология и развитие общества» издается в соответствии с планом изданий, утвержденным президентом МАНЭБ в сроки, регламентированные агентством «Урал-Пресс».

К статье прилагаются: экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати; отзыв специалиста сторонней организации; анкеты авторов (ФИО, место работы, должность, ученая степень, ученое звание, e-mail, почтовый адрес, контактные телефоны) и договор о предоставлении персональных данных. Авторы высыпают статьи (распечатки на бумаге, электронные версии, сопроводительные документы) в РИЦ МАНЭБ).

Редколлегия журнала не несет ответственности за сокрытия некоторых материалов (например, заимствований без указания источника) авторами публикуемых статей.

Рукописи рецензируются редакционным советом сборника.

Рукописи, не принятые к печати, авторам не возвращаются.

За публикацию статей плата с аспирантов не взимается.

Гонорары за опубликованные в сборнике статьи не выплачиваются.

Объем статьи не должен превышать 0,5 авторского листа.

Состав статьи: УДК, название статьи и данные анкет авторов на русском и английском языках, реферат на русском и английском языках (по 5–10 строк), ключевые слова на русском и английском языках, собственно текст, библиографический список на русском и английском языках.

Авторы представляют набор статьи на электронном носителе в текстовом редакторе Word приложения Windows (Windows 2000, Windows 2003) и распечатку статьи на бумаге через 1,5–2 интервала (A4, набор 16 x 24,5 см).

Стиль основного текста: шрифт набора — Times New Roman, размер шрифта — 12 кегль, обычный, межстрочный интервал — 1,5; абзацный отступ — 1,25 см; запрет висячих строк; автоматический перенос слов (**категорически запрещается делать переносы вручную**); выравнивание — по ширине (только **автоматически!** В данном случае недопустимо использование пробелов, табуляции и т.д.). При наборе текста необходимо помнить, что клавиша Enter (перевод строки) используется только в конце абзаца! Для нумерации при перечислении **не пользоваться списком!** Инициалы от фамилии, наименования от единиц отбиваются **жестким пробелом**:

**Ctrl + Shift + пробел.**

Стиль таблиц: Times New Roman, 9 кегль, обычный. Информацию в таблицах давать не единым массивом, а построчно, т.е. **не набирать все данные в одной строке!!!** Не сокращать слова. Размер таблиц должен соответствовать формату набора: не более 16 x 24 либо 7,3 x 24 см.

Сноска задается автоматически, шрифт — Times New Roman, 9 кегль, обычный.

Стиль набора формул: шрифт — Times New Roman, 12 кегль обычный, крупный индекс — 8 кегль, мелкий индекс — 7 кегль, крупный символ — 20 кегль, мелкий символ — 12 кегль. Редактор формул — только **Equation 3**. Латинские буквы набирают курсивом, обычным; русские, греческие буквы, цифры и химические символы, критерии подобия — прямым, обычным. Это правило распространяется и на набор индексов в символах.

Библиографический список (литература) составляется в алфавитном порядке в соответствии с ГОСТ 7.1–84 с изменением № 1 от 28.05.99. На всю приведенную литературу должны быть ссылки в квадратных скобках в тексте статьи.

Иллюстрации представляются готовыми для печати в виде компьютерной графики. Редактор, в котором выполнены иллюстрации, должен быть совместим с редактором Word. Размер иллюстраций должен соответствовать формату набора: не более 16 x 24 либо 7,3 x 24 см. Все рисунки должны иметь подрисуночные подписи.

**Все цветные рисунки должны быть переведены в черно-белый вариант**, для этого каждый элемент, выделенный цветом, необходимо заштриховать различными «узорами». Тоновые рисунки не принимаются.

## ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ

### 1. Организация и порядок рецензирования.

Представленная автором рукопись направляется на рецензию членам редколлегии, курирующим тематику данного тома, или экспертам — ученым и специалистам в данной области (доктору, кандидату наук).

Рецензенты уведомляются о том, что направленные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению.

Рецензентам не разрешается снимать копии с поступивших рукописей, передавать рукописи на рецензирование другим лицам без согласования с главным редактором.

Рецензирование проводится конфиденциально. Рецензия носит закрытый характер и представляется автору рукописи по его письменному запросу без подписи и указания фамилии, должности, места работы рецензента. Рецензия может быть представлена по соответствующему запросу в Министерство образования и науки Российской Федерации.

При наличии в рецензии указаний на необходимость исправлений рукопись направляется автору на доработку. В этом случае датой поступления в редакцию считается дата возвращения доработанной рукописи.

Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается председателем редколлегии тома, а при необходимости — редакционным советом и редколлегией.

Автору рукописи, не принятой к публикации, редколлегия направляет по его запросу мотивированный отказ.

Не подлежат рецензированию:

- статьи членов Российской академии наук;
- статьи, рекомендованные к публикации научными форумами и конференциями. Рецензентом не может быть автор или соавтор рецензируемой работы.

Не допускаются к публикации рукописи, оформленные с нарушением принятых правил издания.

После принятия решения о допуске статьи к публикации председатель редколлегии тома информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

Оригиналы рецензий хранятся в редколлегии в течение пяти лет.

Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются председателем редколлегии тома с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статей (но не более месяца со дня поступления рукописи).

### 2. Требования к содержанию рецензии.

Рецензия должна содержать квалифицированный анализ материала рукописи, объективную аргументированную оценку.

В заключительной части рецензии должны содержаться обоснованные выводы о рукописи в целом и четкая рекомендация о целесообразности ее публикации в сборнике.

Рецензент может дать дополнительные рекомендации автору и редакции по улучшению рукописи. Замечания и пожелания рецензента должны быть объективными и принципиальными, направленными на повышение научного и методического уровней рукописи.

В случае отрицательной оценки рукописи рецензент должен обосновывать свои выводы.

### 3. Взаимодействие авторов и рецензентов.

По письменному запросу автора рецензии высылаются без указания фамилий рецензентов. Если автор желает возразить рецензенту, он может прислать в редколлегию письмо, которое должно быть передано рецензенту в течение двух недель. Рецензент может по своему усмотрению ответить автору лично, передать ответ через редколлегию или не отвечать.

Рукопись, не принятая к печати, авторам не возвращается.

**Учредитель:**

Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ)

**ИЗДАНИЕ ЗАРЕГИСТРИРОВАНО:**

Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзором).

Регистрационное свидетельство ПИ № ФС77-41723 от 20.08.2010

**Подписной индекс в каталоге агентства «Урал-Пресс» 70951**

**Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)**

**Научной электронной библиотеки <http://elibrary.ru>**

**договор № 478-08/2014**

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

199026, Санкт-Петербург, 26 линия, д.9-А. Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы. Телефон для справок: (812)322-0451.  
Факс: (812)322-0077, E-mail: [maneb@mail.ru](mailto:maneb@mail.ru)

При перепечатке ссылка на журнал «Экология и развитие общества» обязательна.

**FOUNDER:**

International Academy of Ecology, Man and Nature Protection Sciences (IAEMNPS)

**PUBLICATION IS REGISTERED:**

Federal service on supervision in sphere of communication, information technology and mass communications  
(Roskomnadzor)  
Registration certificate ПИ № ФС77-41723, 20.08.2010

**Subscription index in a catalogue of agency “Ural-press” 70951  
The journal is included in a database of Russian Science Citation Index**

**Scientific digital library <http://elibrary.ru>  
contract no. 478-08/2014**

**EDITORIAL OFFICE ADDRESS:**

International Academy of Ecology, Man and Nature Protection Sciences  
26 line V.I., 9a, Saint-Petersburg, 199026  
Tel. (812) 322-04-51, fax. (812) 322-00-77  
e-mail: [maneb@mail.ru](mailto:maneb@mail.ru)

Reprinting of materials should be permitted by editorial board of the journal.

Заказ № 31099

Подписано в печать 01.04.2020

Тираж 500 экз. Гарнитура Times New Roman

Формат 60x90 1/8

Отпечатано в типографии «Art-Xpress»  
199155, Санкт-Петербург, В.О., ул.Уральская, 17, офис 10  
E-mail: [zakaz@art-xpress.ru](mailto:zakaz@art-xpress.ru)  
<http://www.art-xpress.ru>