

16-17 ФЕВРАЛЯ 2023 ГОДА



# АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ И ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ



МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ФГКУ "АСУНЦ "Вытегра"

Министерство Российской Федерации  
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям  
и ликвидации последствий стихийных бедствий

Федеральное государственное казенное учреждение  
«Арктический спасательный учебно-научный центр «Вытегра»

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ И ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ  
В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ»**

Материалы  
Международной научно-практической конференции

16–17 февраля 2023 года

УДК 614.8  
ББК 68.9  
П 46

*Тексты печатаются в авторской редакции*

П 46 **Аварийно-спасательные и водолазные работы в условиях Арктики:** материалы Международной научно-практической конференции. д. Устье, 16-17 февраля 2023 г. / сост.: М.А. Косовец. – д. Устье: ФГКУ «Арктический спасательный учебно-научный центр «Вытегра», 2023. – 136 с.

Всероссийская научно-практическая конференция «Аварийно-спасательные и водолазные работы в условиях Арктики» подготовлена и проведена Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева».

В сборнике материалов представлены доклады, касающиеся следующих вопросов:

- современное состояние и тенденции развития водолазного дела в Российской Федерации;
- развитие использования морских робототехнических комплексов на подводных потенциально опасных объектах в Арктической зоне Российской Федерации;
- перспективы применения морских робототехнических комплексов в интересах выполнения задач МЧС России;
- совершенствование технологий монтажа сборных конструкций в сложных условиях водолазными подразделениями;
- подготовка и повышение квалификации специалистов водолазных работ;
- международное сотрудничество в области обеспечения работ под водой;
- правовое регулирование водолазных работ в МЧС России
- современное состояние сил и средств МЧС России в Арктической зоне;
- основные пути совершенствования управления ликвидации последствий ЧС в Арктической зоне;

Издание представляет интерес для научно-педагогических работников, обучающихся, практических работников и специалистов по водолазному делу и ликвидации последствий ЧС.

УДК 614.8  
ББК 68.9

## ДОКЛАДЫ

УДК 629.127.4-52:62.501.55-531.501

### **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОРСКИХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПОДВОДНЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Турсенев Сергей Александрович.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.**

✉ [stursenev@yandex.ru](mailto:stursenev@yandex.ru)

**Маевский Андрей Михайлович.**

**Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,  
Санкт-Петербург, Россия.**

✉ [maevskiy\\_andrey@mail.ru](mailto:maevskiy_andrey@mail.ru)

**Занин Владислав Юрьевич.**

**АО «НПП ПТ «Океанос», Санкт-Петербург, Россия**

*Аннотация.* Одним из перспективных направлений совместных исследований ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России» (СПб УГПС МЧС России), АО НПП ПТ «Океанос» и ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный морской технический университет (СПбГМТУ) сегодня является развитие технологий применения групп морских робототехнических комплексов (МРТК) в области мониторинга и патрулирования подводных потенциально опасных объектов (ППОО) для предупреждения возможных чрезвычайных ситуаций.

*Ключевые слова:* морская робототехника, подводные потенциально опасные объекты, подводный глайдер, волновой глайдер

### **FEATURES OF THE USE OF MARINE ROBOTIC SYSTEMS FOR SOLVING PROBLEMS OF EMERGENCY SITUATIONS PREVENTION AT UNDERWATER POTENTIALLY HAZARDOUS FACILITIES IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Tursenev Sergey A.**

**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.**

✉ [stursenev@yandex.ru](mailto:stursenev@yandex.ru)

**Maevskiy Andrey M.**

**Saint-Petersburg state marine technical university, Saint-Petersburg, Russia.**

✉ [maevskiy\\_andrey@mail.ru](mailto:maevskiy_andrey@mail.ru)

**Zanin Vladislav Yu.**

**JSC «Oceanos», Saint-Petersburg, Russia**

*Abstract.* One of the promising areas of joint research of the Saint-Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia (SPbU of the Ministry of Emergency Situations of Russia), JSC NPP PT «Oceanos» and the Saint-Petersburg State Maritime Technical University (SPbGMTU) today is the development of technologies for the use of groups of marine robotic complexes (MRTC) in areas of monitoring and patrolling of underwater potentially dangerous objects to prevent possible emergencies.

*Keywords:* marine robotics, underwater potential dangerous objects, underwater glider, wave glider

## Введение

В докладе рассматривается зарубежный опыт применения робототехнических комплексов различного базирования для решения задач МЧС (или задач «поиска и спасения»). На рис. 1 представлены различные робототехнические комплексы, которые успешно интегрированы в структуры, отвечающие за «поиск и спасение» пострадавших после возникновения ЧС [1–3].



Рис. 1. Робототехнические комплексы различного базирования, используемые для мониторинга и патрулирования территорий в случае возникновения ЧС

Как видно, сегодня разработчики интегрируют робототехнические комплексы воздушного наземного надводного и подводного типа в решения задач, связанных с поиском потерпевших, доставкой необходимого оборудования для спасения людей, выполняются задачи по мониторингу уже произошедших ЧС. Беспилотные надводные суда и воздушные БПЛА ведущие разведку и имеющие на борту полезную нагрузку, к примеру, в виде спасательного круга. Также такие системы могут работать в совместной кооперации, то есть обеспечить групповое применение.

Имеющееся разнообразие РТК приводит к разработке единых концепций, порождающих разработку комплексных систем, которые бы объединяли различные РТК в единую сетевую систему. Как, к примеру, это представлено на рис. 2, где приводится пример работы сетевидной системы поиска и спасения под названием Icarus [4].

Данная система сейчас активно прорабатывается, в настоящее время ведется отдельная модульная отработка каждого отдельного элемента РТК входящего в состав такой системы.

Известно, что в некоторых областях робототехнические комплексы в МЧС применяются, но на данный момент можно говорить не о полном внедрении систем РТК, а лишь об их частном использовании.

В области морской робототехники все еще

более сложно. На данный момент известно, что на дальнем востоке для некоторых миссий мониторинга и обследования различных объектов, в том числе и подводных потенциально опасных были разработаны АНПА среднего класса. К примеру, Пилотный образец аппарата, получивший название «Пилигрим», был поставлен для МЧС РФ. Также для обследования сегодня зачастую используются ТНПА различного класса. Как и АНПА, так и ТНПА обладают определенными недостатками, которые приводят к определенным сложностям с их эксплуатацией в реальных условиях. АНПА обладает ограниченной автономностью, в случае с пилигримом это порядка 20 часов. Примеры данных аппаратов представлены на рис. 3.



Рис. 2. Сетевидная система поиска и спасения пострадавших (Icarus)



Рис. 3. АНПА МТ-2010 и ТНПА «Фалкон 1000»

Низкая энергоэффективность приводит к невозможности применения АНПА в долгосрочных миссиях, а это в свою очередь ведет к увеличению экономических издержек на проведение миссии. ТНПА имея кабель-трос который является и питанием для аппарата, также имеет ряд недостатков. Кабель-трос может запутаться, оборваться, человеческий фактор постоянной работы оператора, экономические издержки на проведение операции.

### Разработка элементов морской робототехники и ее перспективы ее внедрения в службы МЧС России

АО НПП ПТ «Океанос» и СПбГМТУ были разработаны действующие прототипы подводного и волнового глайдера с характеристиками представленными в табл. 1, 2 [5–8]. Нужно отметить, что данные параметры могут быть изменены под конкретно заданные условия, зависящие от требований по автономности, глубинам погружения и многим другим факторам.

Таблица 1

#### Параметры подводного глайдера

Масса, кг	132
Горизонтальная скорость, м/с	0,38
Масса полезной нагрузки, кг	≤ 14
Тип аккумуляторной батареи	Литий-ионная
Емкость, А·ч	40
Длина корпуса (без антенны), мм	2720
Диаметр корпуса, мм	320

Таблица 2

#### Параметры волнового глайдера

Масса, кг	350
Горизонтальная скорость, м/с	1
Масса полезной нагрузки, кг	≤ 30
Емкость, А·ч	800
Длина корпуса, мм	3000
Ширина корпуса, мм	600
Длина троса, мм	2500

Подводный и волновой глайдеры изображены на рис. 4.

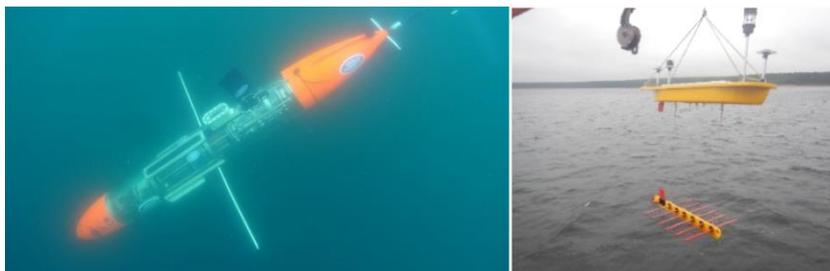


Рис. 4. Подводный и волновой глайдеры разработанные АО НПП ПТ «Океанос» и СПбГМТУ

Волновой глайдер при работе в группе с подводным является корректирующим шлюзом, который способен осуществить передачу накопленной на него информации или ретрансляции в режимах близкому к реальному времени на пункт управления комплексом.

### Практические отработки АО НПП ПТ «Океанос», СПбГМТУ и СПбГУ ГПС МЧС России

В 2021 г. были проведены совместные с исследовательские учения СПбГУ ГПС МЧС России, АО «НПП ПТ «Океанос» и ФГБОУ ВО СПбГМТУ. На данных учениях были продемонстрированы образцы аппаратов, проведены тестовые миссии. Так АО «НПП ПТ «Океанос» и ФГБОУ ВО СПбГМТУ уже с 2016 г. ведут активные практические работы по исследованию принципов перемещения глайдеров, адаптации их систем управления под различные задачи. Примером тому является один из результатов таких исследований, где подводному глайдеру были заданы 3 различных региона, в которые он должен был самостоятельно выйти из точки старта, провести патрулирующие миссии и затем перейти к последующему региону по окончании вернувшись в регион старта миссии. Результаты, полученные в процессе тестовой миссии, изображены на рис. 5.

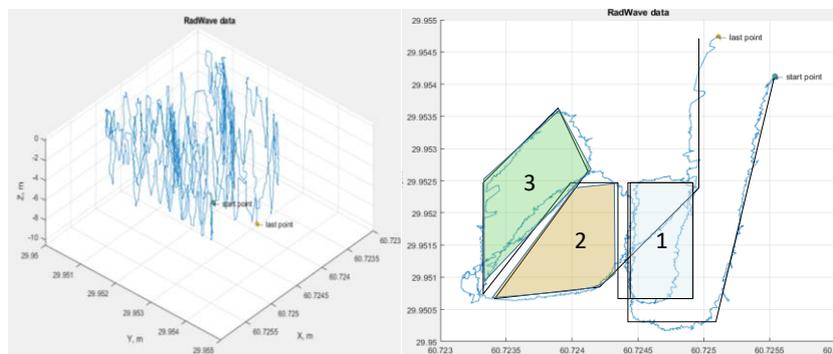


Рис. 5. Тестовая миссия подводного глайдера по патрулированию  
3 заданных регионов

Как видно аппарат успешно справился с поставленной задачей. В частном случае, данные наработки как раз могут быть применяемы для проведения миссий по мониторингу и обследованию регионов, в которых находятся ППО.

Подводный глайдер является носителем полезной нагрузки. Особенность его пилообразного движения позволяет считывать океанологические и гидрохимические параметры на всем срезе необходимых глубин.

Примером тому являются результаты исследований наших зарубежных коллег. В открытых источниках публикуются работы по применению глайдеров для формирования моделей разливов нефти, исследований подледных частей акваторий и айсбергов, применения различных зондов, гидрофонов, сцинтилляционных детекторов и многих других устройств, дающих представление о состоянии окружающей среды информации о степени ее загрязнения. Связка подводного и волнового глайдера позволяет осуществить не только

своевременную передачу информации на пункт контроля оператора, но и увеличить время и автономность проведения работ по обследованию зон расположения ППО. На рис. 6. показано применение модулей полезной нагрузки в подводных глайдерах.

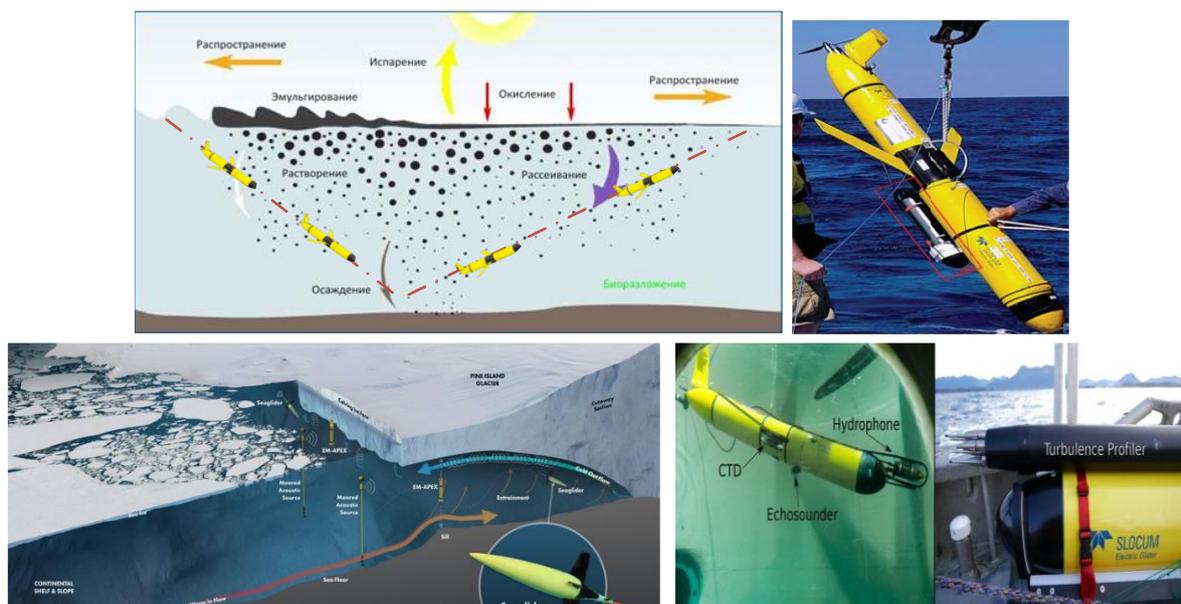


Рис. 6. Применение модулей полезной нагрузки в подводных глайдерах

### Перспективы дальнейших исследований

На данный момент АО «НПП ПТ «Океанос» занимается детальной проработкой систем группового планирования и адаптивных алгоритмов, изображенных на рис. 7, которые бы позволили увеличить функциональные возможности и живучесть всей системы.

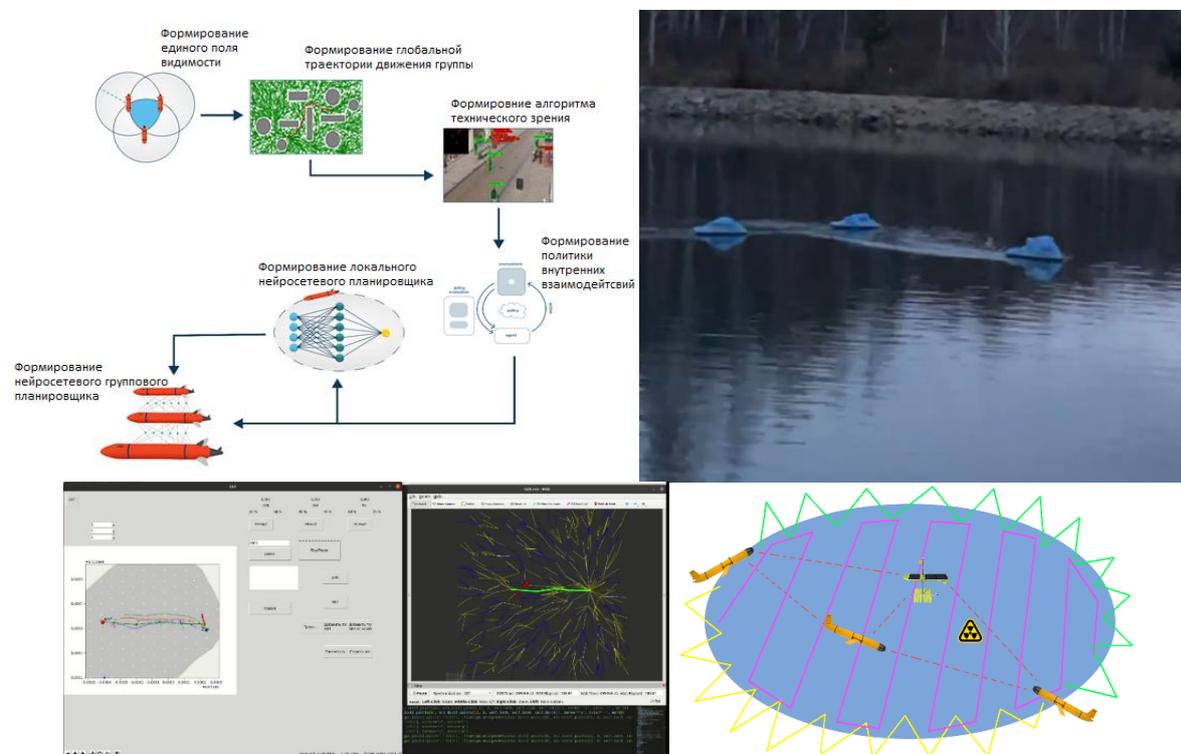


Рис. 7. Разрабатываемые алгоритмы и сценарии применения групп МРТК

Были реализованы макетные образцы мини катеров, на которых проводятся натурные отработки алгоритмов, также ведется работа в области использования искусственных нейронных сетей, которые смогли бы расширить структуру системы планирования, за счет применения имеющихся различных параметров телеметрии и полезной нагрузки, а также системы технического зрения.

### Заключение

Возможность применения МРТК в составе группы из подводного и подводного глайдера, планируется апробировать в ходе проведения межведомственного опытно-исследовательского учения сил и средств единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации («Безопасная Арктика 2023») в апреле 2023 г. для решения опытно - исследовательской задачи по мониторингу радиационной обстановки в зоне условной аварии на атомном ледоколе в г. Мурманск.

Разработанный программно-имитационный комплекс на основе систем ROS, Rviz, Gazebo и библиотек машинного обучения, позволяет моделировать сценарии применения МРТК в решении задач обнаружения, патрулирования и мониторинга ППО, с учетом возможности программно-аппаратной отработки и верификации на имеющихся макетах мини-катеров, автономных необитаемых подводных аппаратах и других образцов РТК.

Системы интеллектуальной идентификации и кластеризации, способны предоставлять необходимую информацию о месторасположении точек возникновения ЧС или ППО, характере ЧС, наличии в зоне ЧС пострадавших и многое другое.

### Список источников

1. URL: <https://arynews.tv/drone-saves-two-teenagers-australia/> (дата обращения: 27.03.2023).
2. URL: <https://www.unmannedsystemstechnology.com/company/hydronalix/> (дата обращения: 27.03.2023).
3. URL: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/search-and-rescue-robots-current-applications/> (дата обращения: 27.03.2023).
4. URL: [https://www.researchgate.net/publication/270286053\\_ICARUS\\_Control\\_Systems\\_for\\_Search\\_and\\_Rescue\\_Robots](https://www.researchgate.net/publication/270286053_ICARUS_Control_Systems_for_Search_and_Rescue_Robots) (дата обращения: 27.03.2023).
5. Гуренко Б.В., Маевский А.М., Суков К.А., Назаркин А.С. Разработка и исследование позиционно-траекторного регулятора для управления движением подводного глайдера // Инженерный вестник Дона. 2019. № 6 (57). pp. 20.
6. Maevskij A., Gorelyi A., Morozov R. Development of a Hybrid Method for Planning the Movement of a Group of Marine Robotic Complexes in a Priori Unknown Environment with Obstacles. In Proceedings of the 2021 IEEE 22nd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). 2021. pp. 461–466. <https://doi.org/10.1109/EDM52169.2021.9507660>.
7. Маевский А.М., Печайко И.А., Турсенев С.А. Применение морских робототехнических комплексов для мониторинга и анализа потенциально опасных подводных объектов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2021. № 2 (58). С. 32–39.
8. Маевский А.М., Назаркин А.С. Реализация автономного необитаемого подводного аппарата типа глайдер // Технические науки – от теории к практике. 2016. № 9 (57). С. 119–124.

УДК 629.58

## **ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ НЕОБИТАЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ РОВБИЛДЕР РБ-600 – ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В МЧС РОССИИ**

**Лебедев Андрей Александрович.**

**Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий), Москва, Россия.**

**✉lebedevaa@vniigochs.ru**

*Аннотация.* Целью статьи является исследование вопросов применения телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (ТНПА) Ровбилдер РБ-600 в интересах выполнения задач МЧС России. Для достижения цели работы раскрыты технические характеристики и оснащённость аппарата. На примере результатов опытной эксплуатации показаны его возможности. Определены возможные направления его применения. Сделан вывод о необходимости принятия РБ-600 на снабжение в МЧС России.

*Ключевые слова:* робототехническое средство, подводный аппарат, поиск, ТНПА

## **REMOTE-CONTROLLED UNINHABITED UNDERWATER VEHICLE ROVBUILDER RB-600 – PROSPECTS FOR USE IN THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA**

**Lebedev Andrej A.**

**All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Federal Center for Science and High Technologies), Moscow, Russia.**

**✉lebedevaa@vniigochs.ru**

*Abstract.* The purpose of the article is to study the issues of the use of a remote-controlled uninhabited underwater vehicle (ROUV) The RB-600 rover builder is in the interests of fulfilling the tasks of the EMERCOM of Russia. To achieve the purpose of the work, the technical characteristics and equipment of the device are disclosed. On the example of the results of trial operation, its capabilities are shown, which made it possible to determine the directions of its application. The conclusion is made about the need to adopt RB-600 for supply to the Ministry of Emergency Situations of Russia.

*Keywords:* robotic tools, underwater vehicle, search, ROUV

### **Введение**

Робототехника оказывает помощь людям во многих областях деятельности. Не стало исключением и водолазное дело. Наличие подводного робототехнического средства (РТС) значительно снижает риски для жизни спасателей [2]. Рассмотрим возможности этих РТС на примере ТНПА Ровбилдер Р-600.

ТНПА Ровбилдер Р-600 (рис. 1) был разработан ООО «Ровбилдер» в инициативном порядке для проведения осмотровых, исследовательских и легких подводно-технических работ на глубинах до 300 метров [3]. Аппарат стандартно укомплектован видеосистемой высокого качества (камера на наклонно-поворотной платформе, задняя камера с поворотным механизмом), мощной световой системой с плавной регулировкой интенсивности, функциями автоудержания курса и глубины [5].

РБ-600 может эксплуатироваться как в пресной, так и в солёной воде. При температуре воздуха: от -15°C до +45°C и температуре воды: от -5°C до +40°C [13].

Аппарат приводится в движение 4 маршевыми двигателями (рис. 2), кроме того для обеспечения маневрирования имеются 2 вертикальных (рис. 3) и 1 лаговый двигатель (рис. 4).

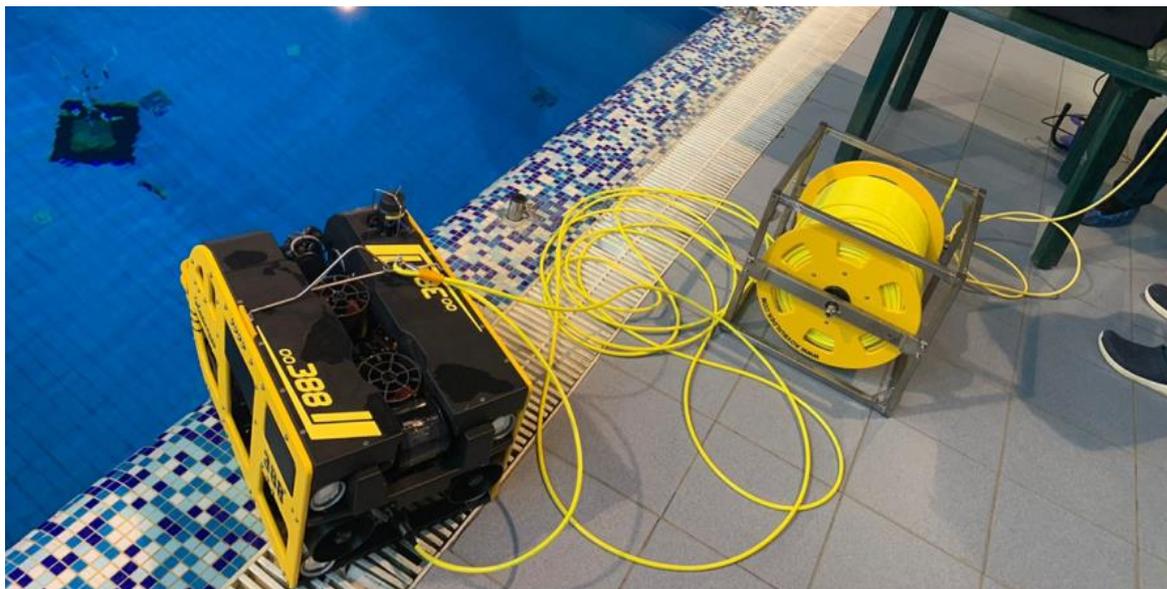


Рис. 1. Общий вид ТНПА в рабочем состоянии

Для освещения используются 6 передних светильников мощностью от 10 до 20 Вт и 2 задних светильника мощностью 20 Вт.

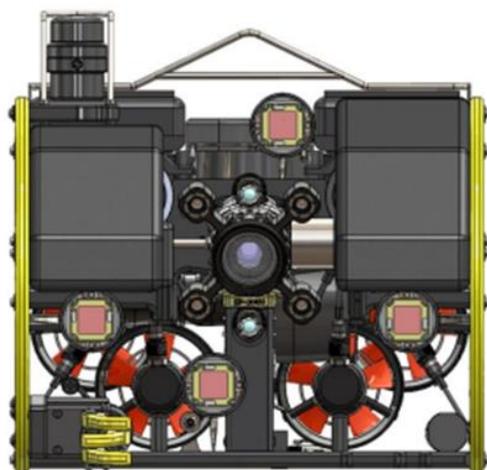


Рис. 2. 4 маршевых двигателя



Рис. 3. 2 вертикальных двигателя

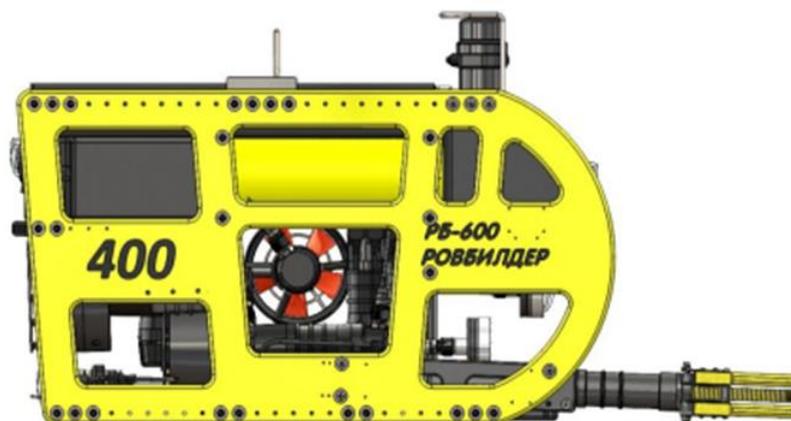


Рис. 4. Лаговый двигатель

Для фотосъемки с разрешением 12 МПикс и видеосъемки с разрешением 1920\*1080 пикс используются передняя и задняя видеокамеры.

На аппарате установлены: цифровой компас, датчик глубины, датчик температуры забортной воды, бесплатформенная система ориентации (трех-осевой акселерометр, датчик крен-дифферента, трех-осевой гироскоп) лазерные целеуказатели, позволяющие оценивать габариты объектов под водой и расстояние до них, и манипулятор с усилием сжатия – 15 кгс.

Дополнительно могут устанавливаться третья камера с двумя светильниками, подводное ружье, батометр (взятие проб воды), датчик электропроводности (оценка качества воды), УФ или ИК светодиодные светильники, гидролокатор кругового обзора, комплект гидроакустических антенн для навигационной системы, GPS-приемник, альтиметр (предназначен для определения отстоянная носителя от дна), многолучевой сонар (звуковизор).

Габаритные размеры аппарата 664\*445\*413 мм (рис. 5). Вес на воздухе 30 кг. Максимальная маршевая скорость 1,5 м/с (5,4 км/ч). Максимальная рабочая глубина 300 м.

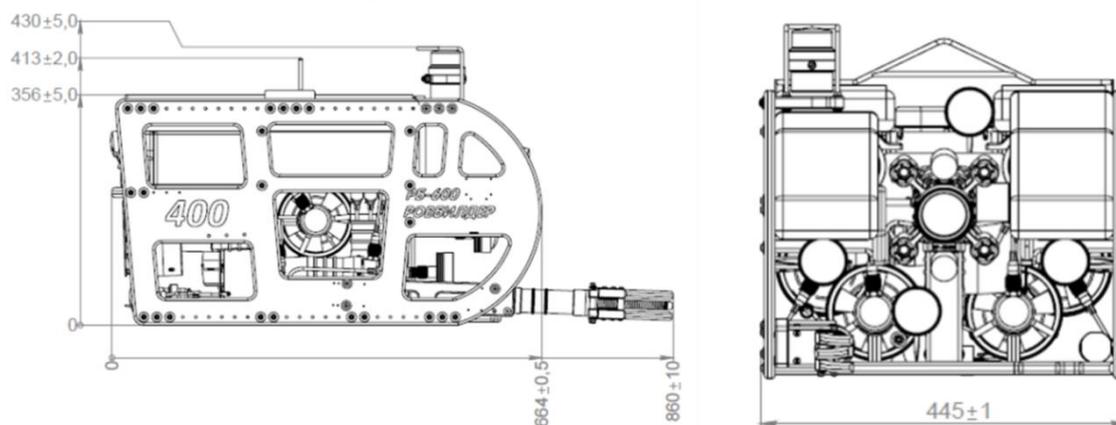


Рис. 5. Габаритные размеры ТНПА

### Методы исследования

В ноябре 2021 г. на базе ФГКУ «Центр спасательных операций особого риска «Лидер» была организована опытная эксплуатация РБ-600 (рис. 6) [7].

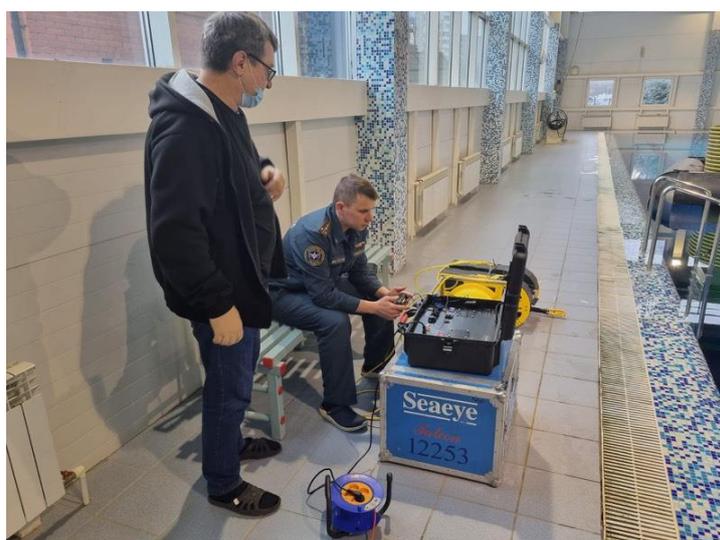


Рис. 6. Организация опытной эксплуатации РБ-600

В процессе опытной эксплуатации ТНПА «РБ-600» отслеживалось соответствие образца заявленным тактико-техническим характеристикам, оценивался технический

уровень и уровень эксплуатационных свойств, вырабатывались рекомендации по совершенствованию образца с целью повышения эффективности его применения [1].

В период опытной эксплуатации были отработаны упражнения [9]:

- движение ТНПА на полном и малом ходу [8];
- движение ТНПА по азимуту, в режиме «автокурс» [11, 12];
- проверка ТНПА на протечки систем;
- проверка системы «автоглубина»;
- прохождение ТНПА в отсеки затопленного учебного летательного аппарата (рис. 7);

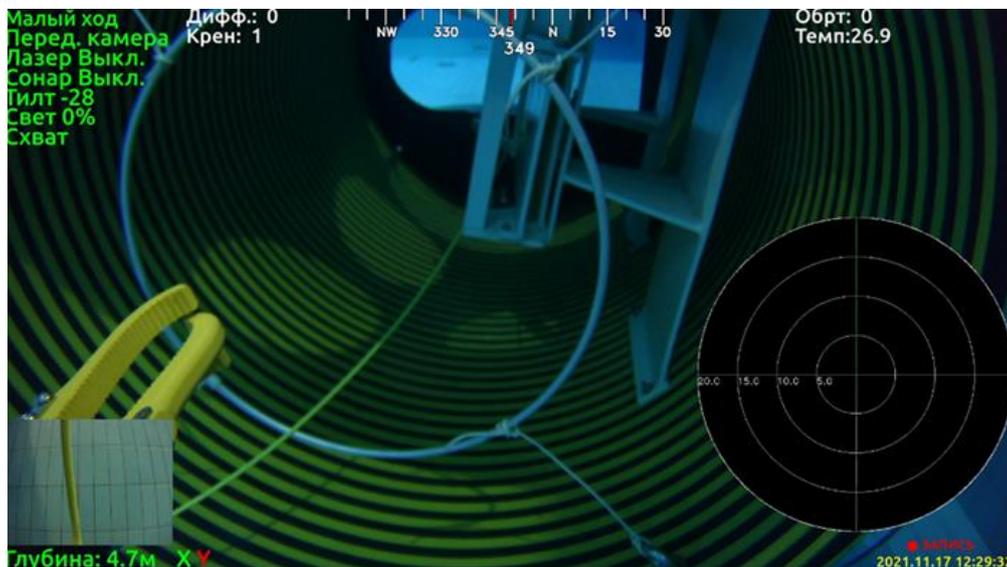


Рис. 7. Прохождение в отсеки затопленного летательного аппарата

- поиск предметов с помощью локатора кругового обзора;
- поиск предметов с помощью камер видеонаблюдения (рис. 8);

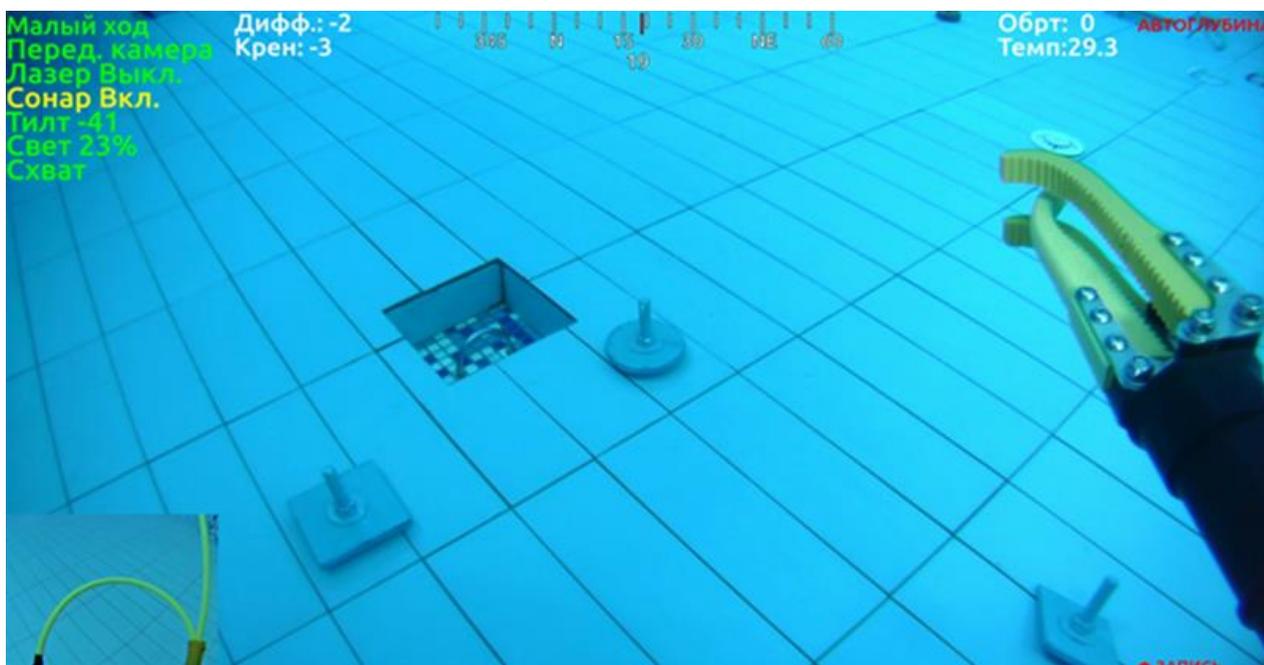


Рис. 8. Поиск предметов с помощью камер видеонаблюдения

- заведение ходового конца за учебный корпус летательного аппарата (рис. 9);

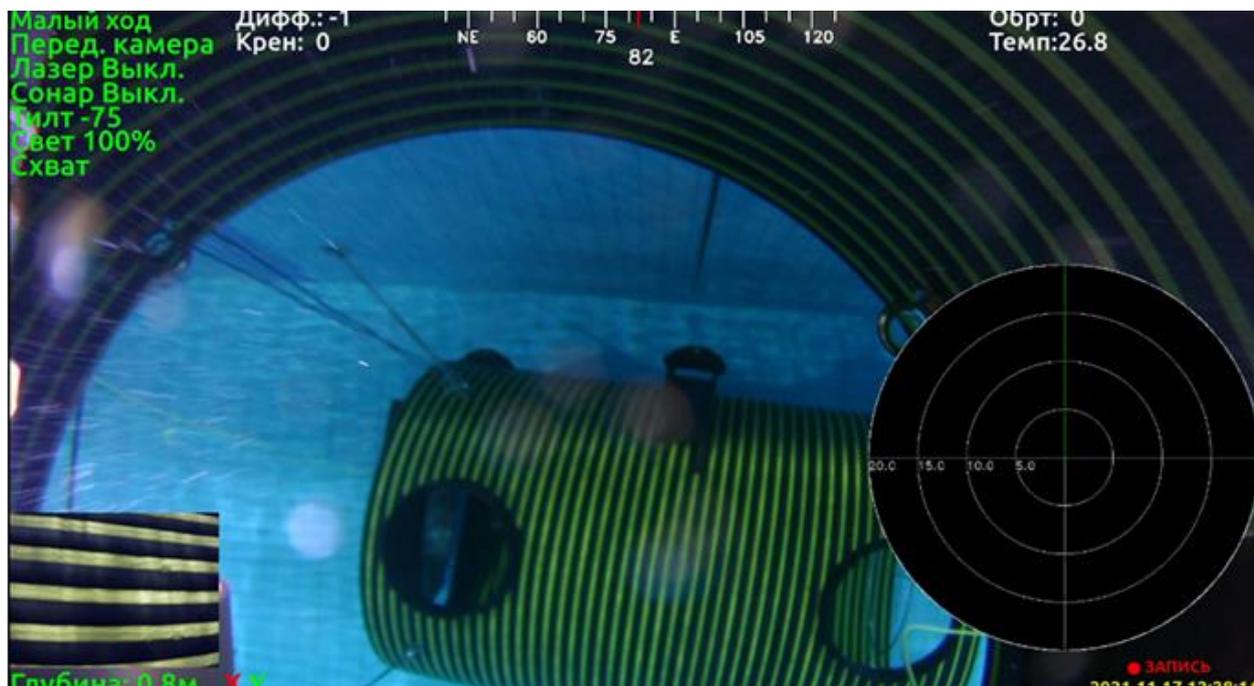


Рис. 9. Заведение ходового конца за учебный корпус летательного аппарата

- закрепление альпинистского карабина за ходовой конец, находящийся под водой (рис. 10);

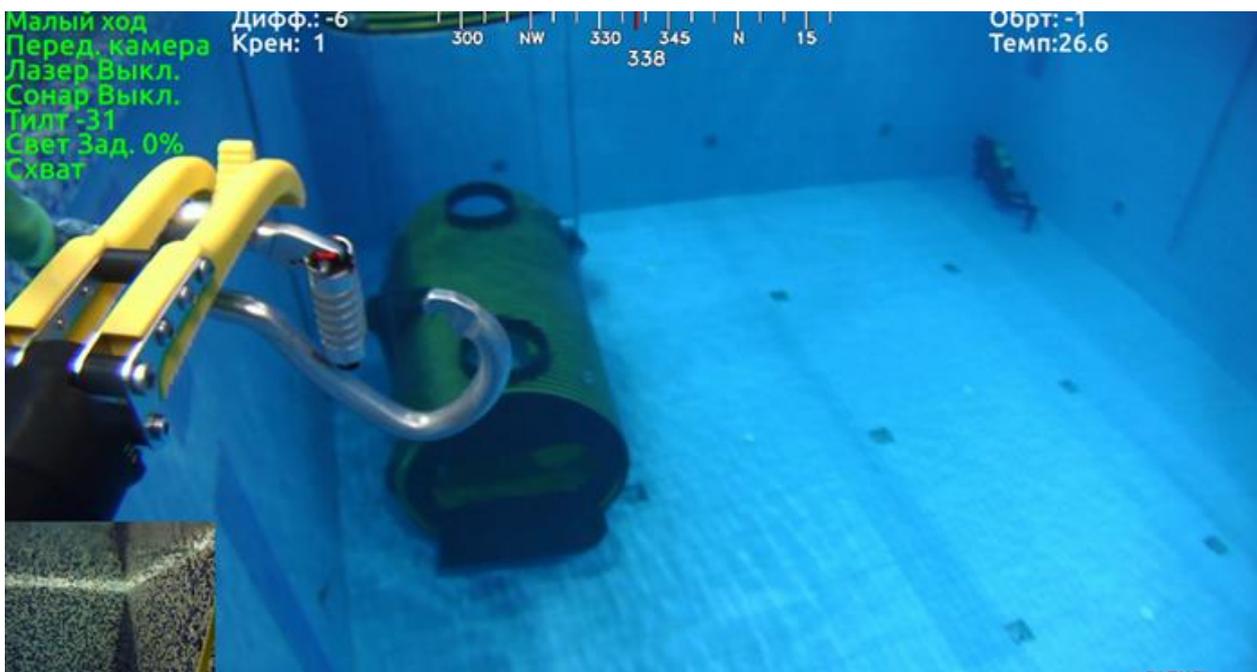


Рис. 10. Закрепление альпинистского карабина за ходовой конец

- подъем предметов с помощью зажима манипулятора со дна бассейна (рис. 11);

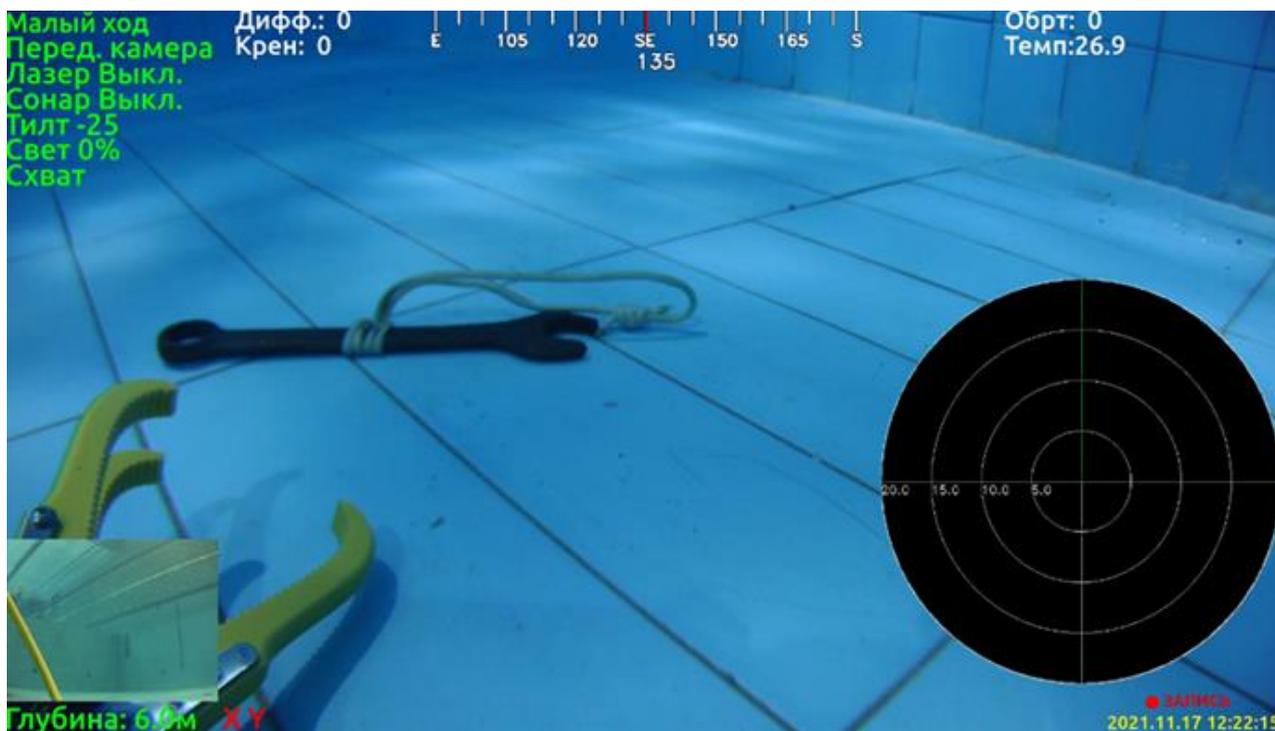


Рис. 11. Закрепление альпинистского карабина за ходовой конец

- проведение осмотра вертикальных и горизонтальных стен бассейна (рис. 12);



Рис. 12. Проведение осмотра стен бассейна

- видео и фото фиксация различных предметов;
- подготовка ТНПА к работе на время (рис. 13).



Рис. 13. Подготовка ТНПА к работе на время

В ходе выполнения упражнений выявлены следующие недостатки:

- при пилотировании на малой скорости ТНПА совершал некорректные (резкие) движения, что мешало выполнению специальных работ, связанных с медленными и короткими передвижениями ТНПА (работа с захватом манипулятора);
- при передвижении фронтальной видеокамеры из верхнего положения в нижнее, камера двигалась с рывками;
- окно задней видео камеры находилось в неудобном положении на рабочем столе пульта управления и закрывало обзор управления захватом манипулятора.

Данные недостатки были устранены производителем на месте, путем настройки программного обеспечения.

Кроме того, были даны предложения производителю по изменению конфигурации концов зажима манипулятора из-за выявленной трудности захвата небольших объектов со дна.

Время подготовки ТНПА к работе составило 7 минут.

За время проведения опытной эксплуатации ТНПА «РБ-600» совершил 32 погружения, общей продолжительностью 41 час 30 минут. При этом отказов, поломок, протечек корпуса не возникло [4].

В октябре 2022 г. на базе ФГКУ «Центр спасательных операций особого риска «Лидер» были организованы приемочные испытания РБ-600 (рис. 14) [10]. Испытания проводились с целью оценки соответствия образца требованиям ТУ и выработки рекомендаций о принятии его на снабжение в МЧС России [6].

Задачами испытаний являлись: оценка функциональных возможностей, технических характеристик, комплектации и состава оборудования образца для применения его при решении задач МЧС России; установление соотношений параметров, представленных в ТУ и реальных показателей, полученных в ходе испытаний.

В ходе проведения государственных приемочных испытаний подтверждена высокая эффективность ТНПА РБ – 600. Все испытания, предусмотренные специальной программой проведения государственных приемочных испытаний, были выполнены без существенных замечаний.



Рис. 14. Организация приемочных испытаний ТНПА

### Результаты исследования

Результаты опытной эксплуатации и приемочных испытаний позволили сделать вывод, что данная модель ТНПА превосходит по многочисленным параметрам предыдущую модель, которая находится в эксплуатации в ФГКУ «ЦСООР «Лидер» с 2015 г., а именно:

- увеличена максимальная глубина погружения до 300 метров;
- увеличена мощность двигателей;
- увеличена грузоподъемность аппарата;
- установлена задняя видеочкамера;
- локатор кругового обзора встроен в панель управления ТНПА;
- улучшена система стабилизации ТНПА;
- улучшена эргономика корпуса аппарата;
- появилась возможность удаленного доступа к управлению и настройкам аппарата.

Определено возможное применение ТНПА «РБ-600» в интересах выполнения задач МЧС России:

- проведение поиска и допоиска подводных объектов;
- выполнение осмотровых и обследовательских работ под водой в прибрежных морских и внутренних водах;
- обеспечение аварийно-спасательных операций во внутренних водах, в морских прибрежных и открытых акваториях на глубинах до 300 м;
- поиск объектов на дне и в толще воды;
- поддержка водолазных работ;
- выполнение подводно-технических работ с помощью 2-х степенного манипулятора и дополнительно подключаемого инструмента;
- выполнение подводно-технических и инспекционных работ на объектах нефтегазового комплекса (операции по поддержке бурения, инспекция подводных сооружений добывающих комплексов, визуальная и инструментальная инспекция продуктопроводов, выполнение операций с вентилями, клапанами и задвижками, другие необходимые работы);
- обеспечение работ по обезвреживанию (ликвидации) опасностей техногенного происхождения.

## Заключение

По результатам проведения государственных приемочных испытаний, в соответствии с приказом МЧС России от 21 октября 2021 г. № 716 «Об утверждении Порядка принятия на снабжение, вооружение, в эксплуатацию в МЧС России образцов (комплексов, систем) вооружения, военной и специальной техники и военно-технического имущества», ТНПА Ровбилдер РБ-600 рекомендован для принятия на снабжение в системе МЧС России для оснащения подразделений, привлекаемых для проведения водолазных работ и подводных работ особого (специального) назначения.

### Список источников

1. Голядкина С.С., Харченко Ю.А. Анализ рисков морских операций с помощью телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов // Газовая промышленность. 2020. № 3 С. 34–37.
2. Вялышев А.И. МЧС России и подводные потенциально опасные объекты // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № S. С. 131–137.
3. Зиновьев С.В., Большагин А.Ю. Подходы к оценке опасности подводных потенциально опасных объектов в морях Российской Федерации // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № S. С. 138–141.
4. «ROVBUILDER-600» для водолаза в фоторепортаже от «МЧС МЕДИА». URL: <http://rovcentre.com/ru/rovbuilder-600-для-водолаза-в-фоторепортаже-от/> (дата обращения: 11.12.2022).
5. Подводный аппарат РБ-600. URL: <https://www.rovbuilder.com/rb-600/> (дата обращения: 11.12.2022).
6. Баранник А.Ю., Краснова Л.В., Краминцев А.П. О необходимости совершенствования процедур отбора перспективных образцов аварийно-спасательных средств // Технологии гражданской безопасности. 2022. Т. 19. № 1. С. 45–48.
7. Отчет об опытной эксплуатации телеуправляемого необитаемого подводного аппарата Ровбилдер РБ-600, разработанного ООО «Ровбилдер» и прошедшего испытания на предмет определения целесообразности использования его в системе МЧС России. В соответствии с распоряжением МЧС России от 27.10.2021 № 932 «О проведении опытной эксплуатации телеуправляемого необитаемого подводного аппарата Ровбилдер РБ-600». ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). 2021. 24 с.
8. Костенко В.В., Толстоногов А.Ю. Оценка характеристик маршевого движителя подводного аппарата по результатам нагрузочных испытаний электропривода // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 2 (40). С. 4–12.
9. Шматков А.А., Шматков А.Г. Современные требования, предъявляемые к телеуправляемым необитаемым подводным аппаратам (ТНПА) для выполнения инженерных изысканий, инспекционных работ и научных исследований // Морские исследования и образование (MARESEDU-2021): Труды X Междунар. науч.-практ. конф. 2021. № 2 (40) С. 272–274.
10. Отчет о государственных приемочных испытаниях телеуправляемого необитаемого подводного аппарата Ровбилдер РБ-600. В соответствии с распоряжением МЧС России от 30 сент. 2022 г. № 1068 «О проведении государственных приемочных испытаний телеуправляемого необитаемого подводного аппарата Ровбилдер РБ-600». ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). 2022. 24 с.
11. Гаврилина Е.А. Подход к построению системы управления подводного аппарата повышенной маневренности, работоспособной во всем диапазоне углов ориентации // Подводные исследования и робототехника. 2022. № 2 (40) С. 39–53.
12. Розман Б.Я., Елкин А.В. Система автоматического управления необитаемым подводным аппаратом // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2021. № 11 С. 87–92.
13. Карнаухов И.Ю., Кириленко Д.А., Терехов Д.К. Проблемы внедрения подводных необитаемых аппаратов для подводного добычного комплекса в условиях арктического шельфа // Молодежь. Наука. Инновации. 2022. Т. 1. С. 433–436.

УДК 624.21

## ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ПОДВОДНОГО МОСТА

✉ **Аксёнкин Виталий Иванович;**  
**Недоварков Сергей Алексеевич.**

**Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева (ВА МТО), Санкт-Петербург, Россия.**

✉ *vit\_aks@mail.ru*

*Аннотация.* Целью статьи является рассмотрение особенностей возведения комбинированного подводного моста на военно-автомобильных дорогах. Показана технология сборки подводного моста водолазными подразделениями с использованием автодорожных разборных мостов дорожных войск.

*Ключевые слова:* комбинированный мост, водолаз, глубина воды, габарит, пролет, аппарель, звено, наплавной мост

## FEATURES OF CONSTRUCTION COMBINED UNDERWATER BRIDGE

✉ **Aksenkin Vitaly I.;**

**Nedovarkov Sergey A.**

**Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khruleva  
Saint-Petersburg, Russia.**

✉ *vit\_aks@mail.ru*

*Annotation.* The purpose of the article is to consider the features of the construction of a combined underwater bridge on military highways. The technology of assembling an underwater bridge by diving units using road collapsible bridges of road troops is shown.

*Keywords:* combined bridge, diver, water depth, gauge, span, ramp, link, floating bridge

### Введение

В 2023 г. исполняется 211 лет (23 сентября) со дня издания приказа Главнокомандующего всеми армиями князя Кутузова М.И., в котором были сформированы пять пионерных рот и конная команда для выполнения военно-дорожных работ в интересах действующей армии в годы Отечественной войны 1812 г. Эти подразделения и стали прообразом дорожных войск.

За более чем двухсотлетнюю историю военные дорожники внесли значительный вклад в решение вопросов транспортного обеспечения наших славных побед.

Афганистан, Югославия, Чечня, Ливан, Сирия – всегда и везде военные дорожники своевременно восстанавливали дороги, мосты и организовывали движение по автомобильным дорогам (рис. 1).



Рис. 1. Мост МАРМ в Сирии

### Особенности возведения

В ходе специальных учений по материально-техническому обеспечению Дорожные войска восстановили движение через водную преграду в Владимирской области.

На реке Клязьма были установлены четыре мостовых перехода. Один из них был возведен с учётом опыта боевых действий в Сирии. Он представляет комбинированный мост, собранный из комплекта наплавного моста и малого автодорожного разборного моста (рис. 2). Для скрытия от противника и введение его в заблуждение он частично находился под водой.



Рис. 2. Комбинированный мост на реке Клязьма

При этом и подводная и надводная часть моста рассчитана на нагрузку в 60т.

Подводные мосты, как правило, строят на свайных опорах с применением цельнометаллических пролетных строений. Их возводят при поверхностной скорости течения воды до 1 м/с.

Благоприятными для строительства подводных мостов являются следующие условия:

1. Глубина воды, не превышающая 3 м, что обеспечивает применение свайных опор без поперечных схваток и позволяет не устанавливать продольные связи;
2. Устойчивый горизонт воды в период эксплуатации моста;
3. Наличие удобных и скрытых подходов к мосту;
4. Наличие подготовленного и оснащенного водолазного подразделения (рис.3).



Рис. 3. Водолазное подразделение в СВС 20М

Высота воды над проезжей частью подводного моста не должна превышать 0,4 м, что позволит пропускать по нему колесную и гусеничную технику с безопасными скоростями движения.

Уникальность комбинированного моста заключается в использовании в надводной части понтонно-мостового парка (ПМП), а в подводной части комплекта малого автодорожного разборного моста (МАРМ), который для данных целей не предназначен.

До этого времени подобную задачу мостовой батальон не выполнял. Командованием было принято решение о усилении батальона водолазной группой Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала А.В. Хрулева (рис. 4).



Рис. 4. Водолазы ВА МТО

Для сборки под водой малого автодорожного разборного моста была привлечена водолазная группа академии из трех человек из них офицер-водолазный специалист и два водолаза 3 кл. (1,2 гр. специализации) с имуществом водолазной станции быстрого развертывания.

При подготовке учений в ходе сборки подводной части моста водолазная группа провела инженерные-разведывательные водолазные работы по створу мостового перехода.

Провела подводно-технические водолазные работы и установила 8 пролетных строений моста МАРМ длиной 9,3 м, а также один береговой пролет.

Для сборки подводной части моста МАРМ через реку Клязьма в н.п. Галицы Владимирской области было принято решение навести на параллельном створе мост-ленту из понтонно-мостового парка (рис. 5).



Рис. 5. Мост-лента из понтонно-мостового парка

На вспомогательном наплавном мосту был установлен 16 тонный автомобильный кран, на нём же была развёрнута водолазная станция и оборудован водолазный пост.

На оборудованной сборочной площадке подготавливались блоки пролетного строения с прикрепленными за цапфы с серьгами опорами моста, которые грузились автокраном в грузовой автомобиль по два блока в каждый и подавались по наплавному мосту для установки в створ моста под водой.

Задача водолазов состояла в закрывании серьги на блоке пролетного строения, захватывающего ригель опоры находящегося под водой готового пролетного строения, кроме того водолаз контролировал правильность установки на дно реки башмаков опоры моста.

Следующей задачей водолазов была установка тормозных связей по четыре штуки на один блок пролетного строения. Особый процесс их натяжения, так как один конец тормозной связи крепился за башмак опоры, стоящей на грунте, а другой через талреп за блок пролетного строения. На суше или подмостей процесс натяжения довольно прост, вставлялся монтажный ломик в талреп и кручением по часовой стрелке происходит натяжение тормозной связи, другое дело под водой, когда отсутствует точка опоры. Водолазам приходилось прилагать большие усилия и изобретательность для выполнения данной технологической операции.

Отдельное место занимает безопасность выполнения данных операций. Сложность всех водолазных работ заключалась в одновременной работе автомобильного крана по удержанию блока пролетного строения и его стыковка под водой в непосредственной близости от работающего водолаза (рис. 6).



Рис. 6. Работа автомобильного крана и водолаза

Все описанные выше мероприятия выполнялись при нулевой видимости, практически «на ощупь», что значительно усложняло процесс сборки моста. Выполнение всех требований безопасности при проведении водолазных работ и работ, связанных с грузоподъемными механизмами, не допустили нештатных ситуаций, и позволили выполнить задачу по сборке комбинированного моста в целом.

### Заключение

В установленные сроки комбинированный подводный мост из комплекта ПМП И МАРМ длиной 138 м под нагрузку 60 т был собран и задействован в ходе проведения специального учения МТО, тем самым доказав, что сегодня Дорожные войска Российской Федерации совершенствуют своё профессиональное мастерство, успешно выполняют сложные и ответственные задачи в составе единой системы материально-технического обеспечения войск.

### Список источников

1. Военные мосты и переправы: учеб. СПб.: ВАМТО, 2020.
2. Основы подводных мостовых работ: учеб. пособие. СПб.: ВАМТО, 2021.
3. Организация восстановления мостов на военно-автомобильных дорогах: учеб. пособие. СПб., ВА МТО, 2018.
4. Проектирование низководного деревянного моста: учеб.-метод. пособие. СПб.; ВАМТО, 2019.
5. Нормы и правила проектирования военных автодорожных мостов и переправ. (НИП ВАМП). НИР. СПб.: ВА МТО, 2013.
6. Военные мосты на жестких опорах. Руководство. М.: Воениздат, 1982.
7. Руководство. Технические условия проектирования военных автодорожных мостов и переправ (ТУВАМ). М.: Воениздат, 1982.
8. Наплавной автодорожный разборный мост. НАРМ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО). М.: Воениздат, 2002.
9. Универсальное наплавное средство (УНС). Техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО). СПб.: ВАМТО, 2015.
10. Мост малых пролетов (ММП). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. М.: Воениздат, 2002.

11. Tактический автодорожный разборный мост (ТАРМ). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. СПб.: ВА МТО, 2018.
12. Средний автодорожный разборный мост (САРМ). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. М.: Воениздат, 2002.
13. Средний автодорожный разборный мост модернизированный (САРМ-М). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. М.: Воениздат, 2002.
14. Мост вантово-балочный (МВБ). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. М.: Воениздат, 2002.
15. Универсальные мостовые конструкции (УМК). Техническое описание и инструкция по эксплуатации (ТО). СПб.: ВАМТО, 2015.

УДК 614.8

## **ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛ ПО АРКТИЧЕСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Васильев Александр Эдуардович.**  
**Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия.**

✉ [A.Vasilev@academygps.ru](mailto:A.Vasilev@academygps.ru)

*Аннотация.* В статье выполнен обзор малых космических тел, рассмотрена классификация по основным характеристикам, проведен анализ воздействия малых космических тел по арктической территории Российской Федерации, показаны самые значительные события, связанные с воздействием малых космических тел, приведены поражающие факторы при воздействии малых космических тел по арктической территории Российской Федерации.

*Ключевые слова:* арктическая территория, малые космические тела, воздействие, последствия

## **ASSESSMENT OF THE RISK OF EXPOSURE TO SMALL SPACE BODIES IN THE ARCTIC TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Vasiliev Alexander E.**  
**Academy of State fire service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia.**

✉ [A.Vasilev@academygps.ru](mailto:A.Vasilev@academygps.ru)

*Abstract.* The article provides an overview of small space bodies, considers the classification according to the main characteristics, analyzes the impact of small space bodies on the Arctic territory of the Russian Federation, shows the most significant events associated with the impact of small space bodies, shows the damaging factors when exposed to small space bodies on the Arctic territory of the Russian Federation.

*Keywords:* Arctic territory, small space bodies, impact, consequences

### **Введение**

Земля как космическое тело и планета Солнечной системы, на протяжении миллионов лет взаимодействовала с другими космическими объектами, подвергаясь их влиянию – как благотворному, так и негативному. Столкновение Земли с малыми космическими телами в большинстве случаев сопровождается угрозами для жизнеобеспечения и жизнедеятельности. С выходом человека в космическое пространство земная цивилизация вступила в новый этап своего развития со своими преимуществами и рисками [1].

### **Классификация малых космических тел**

Пространство Солнечной системы между планетами населено телами, чьи размеры отличаются – от мельчайших пылинок до тысячекилометровых астероидов. Эти небесные тела называют малыми космическими телами. Их подразделяют, в зависимости от размера и свойств, на межпланетную пыль, метеороиды, астероиды и кометы (рис. 1, табл. 1.).

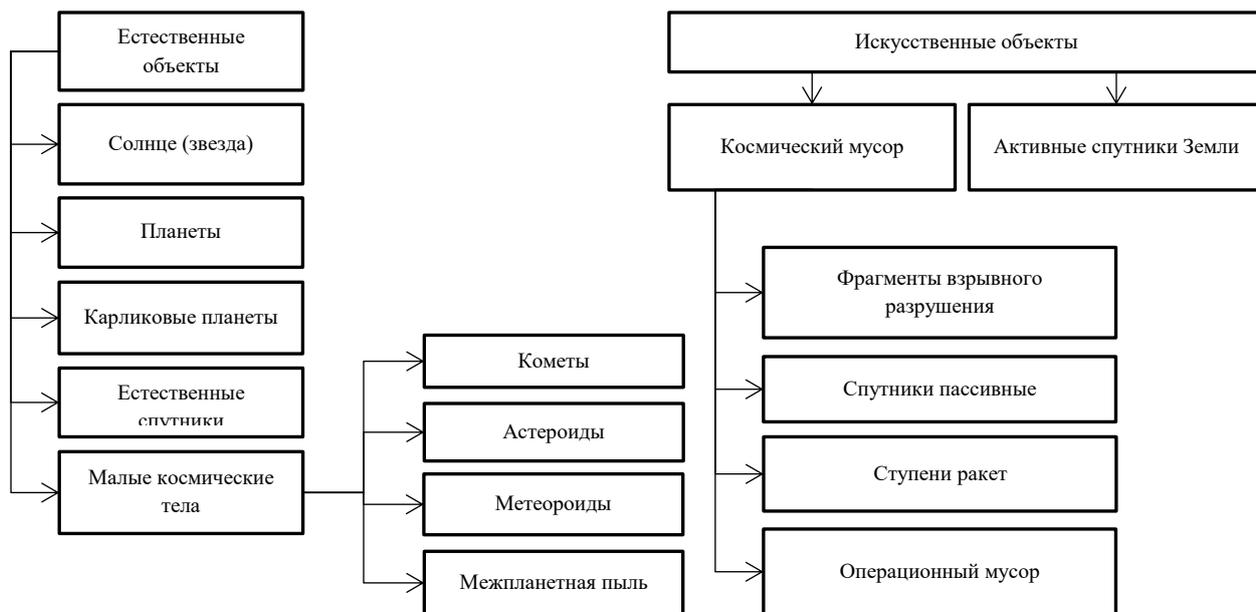


Рис. 1. Классификация космических объектов Солнечной системы

Таблица 1

**Опасные для Земли малые космические тела**

Тип космических тел	Характеристика	Начальный диаметр, м
Комета	Кусок льда и камня, прилетающий из внешней части Солнечной системы, часто при приближении к Солнцу образует кому и хвост	более 3000
Астероид	Кусок камня вращающийся, как правило, на орбите между Марсом и Юпитером	30-3000
Метеороид	Космический камень, который больше, чем межпланетная пыль, но меньше, чем астероид. Метеороид после входа в атмосферу нашей планеты становится метеором, а при падении на поверхность Земли метеоритом.	0,001-30
Межпланетная пыль	не достигают поверхности Земли, сгорая в атмосфере	менее 0,001

Классификация малых космических тел выглядит следующим образом (табл. 1) [2]:

1. Кометы. Эти малые космические тела выглядят как туманные пятна и становятся ярче по мере приближения к Солнцу, приобретая длинные и яркие хвосты. Кометы появляются на небе редко и, как правило, неожиданно. Состоят из головы и хвоста (хвостов).

Голова кометы – основная часть кометы, состоящая из комы и ядра кометы. Видимые размеры головы кометы достигают 2 млн. км. Ядро кометы – центральная часть головы кометы, в которой сосредоточена почти вся масса кометы. Размеры ядра кометы достигают нескольких десятков километров.

Хвост кометы – протяженная и разреженная часть кометы, состоящая из пыли, газа и ионизованных частиц.

2. Астероиды. Являются малыми планетам. Наиболее хорошо изучены среди малых космических тел. Орбиты практически всех астероидов располагаются между орбитами Марса и Юпитера и образуют Главный пояс астероидов. К настоящему времени открыто более 500 тысяч астероидов. В Главном поясе существует более миллиона астероидов размерами от 1 км.

3. Метеороиды. Метеороидами называют [2] малые космические тела, проявляющие себя при падении на Землю как метеоры и болиды, сгорающие в атмосфере. Такие падения наблюдаются как красивые явления, называемые «падающими звездами», а при массовом характере - «звездным дождем». Некоторые метеороиды долетают до поверхности Земли в виде метеоритов. Значительная часть метеороидов представляет собой довольно рыхлые тела, образующиеся в результате распада кометных ядер. По динамическим характеристикам метеороиды разделяют [2] на два класса: спорадические и метеороиды, образующие рои. Метеороидный рой – это множество частиц, двигающихся по близким в некотором смысле орбитам. Если метеороидный рой пересекается с Землей, то при достаточно больших геоцентрических скоростях метеороидов и пространственной плотности роя наблюдаем явление метеорного потока;

4. Межпланетная пыль. Космическая пыль и мелкие тела размером до 1 м не достигают поверхности Земли, сгорая в атмосфере [3].

### Анализ воздействия малых космических тел на арктическую территорию Российской Федерации

Сближаться с Землей при своем движении в пространстве и падать на Землю могут любые малые тела, но угрозу представляют наиболее крупные из них [2]. Нашу планету регулярно бомбардируют многочисленные малые космические тела, в основном, мелкие, совокупный вес которых за год достигает 21,3 тонны, но большинство сгорает в атмосфере [3].

Анализ падений космических тел с начала XX века показывает, что наблюдалось 14 их воздействий.

Из-за большой протяженности с востока на запад территория Российской Федерации наиболее открыта для падения малых космических тел [4].

Статистический анализ данных о падениях за большой промежуток времени позволяет выявить закономерности в распределении метеоритов по типам, массам, времени падения и оценить частоту падения малых космических тел различных размеров.

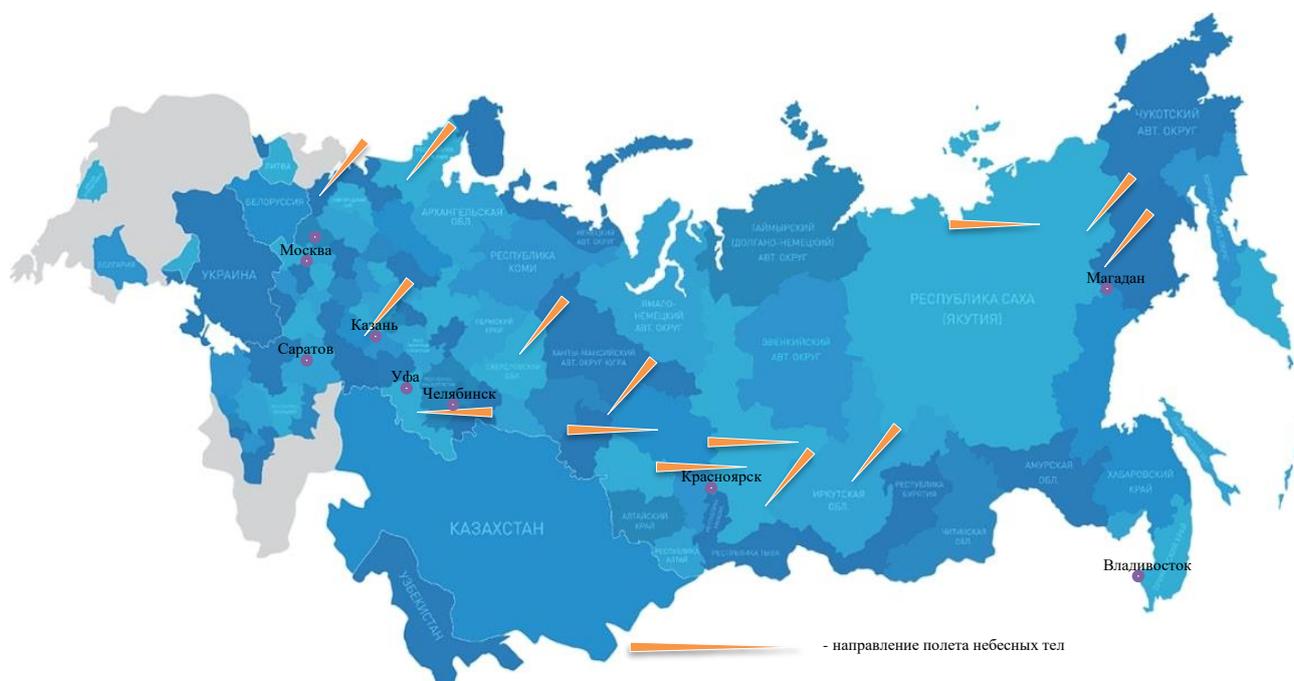


Рис. 2. Частота падения малых космических тел за последние 100 лет на Арктической территории Российской Федерации

Арктическая территория Российской Федерации – это часть Арктики, находящаяся под суверенитетом и юрисдикцией Российской Федерации. Также существует перечень районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера. За последние 100 лет на арктической территории Российской Федерации наблюдалось 14 падений (рис. 2, табл. 2), при этом 5 метеороидов имели начальный диаметр 16,9-60,0 м с найденной массой 205–700 кг [5–25].

Таблица 2

**Данные о небесных телах, упавших за последние 100 лет на Арктической территории Российской Федерации**

№ п/п	Название метеорита (регион падения)	Дата падения	Найденная масса, кг	Начальный диаметр, м	Тип
1.	Тунгусский (Красноярский край, Россия)	30.06.1908	–	60	не определен
2.	Ичкала (Томская обл., Россия)	29.05.1936	4,03	–	хондрит
3.	Катавский (Челябинская обл., Россия)	09.04.1941	–	–	не определен
4.	Кунашак (Челябинская обл., Россия)	11.06.1949	205	10,3	хондрит
5.	Венгерово (Новосибирская обл., Россия)	11.10.1950	9,5	–	хондрит
6.	Сейчман (Магаданская обл., Россия)	- .06.1967	0,380	–	железный
7.	Омолон (Магаданская обл., Россия)	16.05.1981	250	–	железный
8.	Ундюлюнг (Якутия, Россия)	11.09.1986	0,1134	–	железный
9.	Витимский (Иркутская обл., Россия)	25.09.2002	–	–	не определен
10.	Челябинский (Челябинск, Россия)	15.02.2013	700	19,0	хондрит
11.	Аннама (Мурманская область)	19.04.2014	0,16	–	хондрит
12.	Саянский (Хакасия, Россия)	06.12.2016	–	≈ 10-15	хондрит
13.	Томский (Томская обл., Россия)	17.10.2022		5	хондрит
14.	Красноярский (Красноярский край, Россия)	31.01.2023		≈ 1	хондрит

Знание характеристик и последствий воздействия малых космических тел по арктической территории Российской Федерации позволяет обосновывать варианты планирования применения аварийно-спасательных формирований и управления ими.

**Поражающие факторы воздействия малых космических тел**

Самое значительное событие, связанное с падением малого космического тела, – Тунгусское событие 30 июня 1908 г. в районе реки Подкаменной Тунгуски (60 км к северу и 20 км к западу от села Ванавара Эвенкийского района Красноярского края). Огромный огненный шар пролетел над территорией бассейна Енисея с юго-востока на северо-запад.

Диаметр Тунгусского тела оценивается в 60 м, энергия взрыва – в 40 Мт в тротиловом эквиваленте, при этом взрыв [26]: вызвал землетрясение с магнитудой 4,5–5,0 балла в эпицентре; способствовал сотрясению почвы на расстоянии до 700 км; повалил деревья на территории 2 000 км<sup>2</sup>; выбил оконные стекла в домах в нескольких сотнях километров от эпицентра взрыва [27]. Также наблюдалось сверхдальнее распространение (до 1 000 км) звуковой ударной волны. Фрагментов найдено не было, однако одновременно с Тунгусским метеоритом на Землю в районе Киевской губернии упал Кагарлыкский метеорит. Прямая

связь двух метеоритов не доказана и остается лишь гипотезой. Если бы Тунгусский метеорит упал на 42 минуты раньше, не было бы Санкт-Петербурга [28].

Таким образом, при воздействии малых космических тел:

1. микрочастицы (космическая пыль) и метеороиды (с начальным диаметром 1–3 м) не представляют серьёзной угрозы при падении на Землю;
2. угрозу представляют столкновения с Землёй метеороидов с начальным диаметром от 4 м;
3. наблюдалось 14 воздействий на Землю за последние сто лет, при этом часть метеороидов имели начальный диаметр 10–19 м с найденной массой 205–700 кг.

Характер и масштабы последствий от падения малых космических тел на Землю зависят от энергии столкновения. К поражающим факторам, «работающим» при таких столкновениях, относятся (рис. 3):

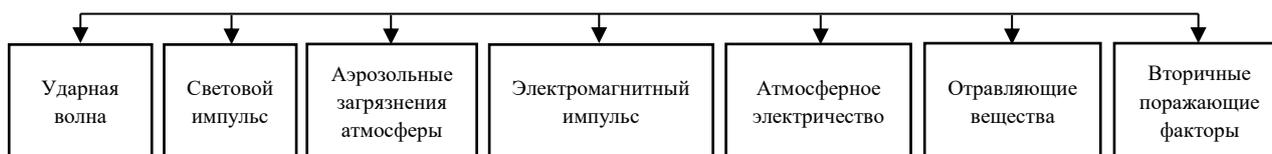


Рис. 3. Поражающие факторы при воздействии малых космических тел по территории субъектов Российской Федерации

*ударная волна* (воздушная, в воде, в грунте):

- воздушная – вызывает разрушения зданий и сооружений, коммуникаций, линий связи, повреждения транспортных магистралей, поражения людей, флоры и фауны;
- в воде – разрушения и повреждения гидросооружений, надводных и подводных судов, частичные поражения морской флоры и фауны (в месте катастрофы), а также стихийные природные явления (цунами), приводящие к разрушениям в прибрежных районах;
- в грунте – явления, аналогичные землетрясениям (разрушения зданий и сооружений, инженерных коммуникаций, линий связи, транспортных магистралей, гибель и поражения людей, флоры и фауны).

После удара малого космического тела о поверхность Земли его кинетическая энергия превращается в тепловую и кинетическую энергии вещества грунта за фронтом ударной волны, распространяющейся в грунте от точки удара, и в энергию парового факела, выбрасываемого в атмосферу. Этот факел взаимодействует с атмосферой Земли и выделяет часть своей энергии в воздухе, также генерируя в нем ударную волну.

В случае возможного взрыва небесного тела над Землёй, размер ударной волны зависит от его энергии и пропорционален радиусу тела. Для примера, рассматривая Тунгусское событие, где взрыв небесного тела произошел над Землёй и привел к вывалу леса на площади 2000 км<sup>2</sup>, которая эквивалентна площади круга с радиусом 25 км, можно предположить, что на этой площади имели бы сильные разрушения различные строения, а кинетическая энергия этого взрыва была более 30 Мт в тротиловом эквиваленте [29];

*световой импульс.* Световое излучение приводит к уничтожению материальных ценностей, возникновению различных атмосферно-климатических эффектов, гибели и поражению людей, флоры и фауны.

При ударе небесного тела о поверхность Земли происходит испарение ударника и поверхности мишени. В результате образуется излучающая область, характерные размеры которой составляют 10–15 размеров ударника. Кроме того, нагревается воздух в образующейся ударной волне за счет расширения паров и тоже становится излучателем. Характерная скорость ударной волны, при которой интенсивность излучения еще достаточно высока, составляет ~ 6 км/с. Даже при ударе в воду скорость расширения паров вблизи места удара настолько велика, что ударная волна в воздухе интенсивно излучает. Температура

сжатых в ударной волне воды или льда составляет 7000 К. При разгрузке от давлений  $\sim 25$  ГПа скорость паров воды составляет  $\sim 6$  км/с, при которой температура воздуха за ударной волной достигает 10000 К и имеющее место при этом излучение весьма интенсивно;

Данные излучения и высокие температуры и являются причиной пожаров, возникающих при падении на Землю небесных тел. Возвращаясь к Тунгусскому событию, следует отметить, что пожар имел место на площади около 500 км<sup>2</sup>, что в 4 раза меньше, чем площадь опустошения леса взрывными волнами (2000 км<sup>2</sup>), но роль светового излучения была всё же достаточно большая;

*аэрозольные загрязнения атмосферы.* Эффект подобен пыльным бурям, а при больших масштабах катастрофы может привести к изменению климатических условий на Земле. К глобальным последствиям могут привести выбросы из кратера пыли и образование климатически активных газов. Такие последствия могут длиться десятилетиями и изменить окружающую среду и климат. Увеличение количества парниковых газов в атмосфере приводит к нагреву поверхности Земли, а блокировка солнечного излучения пылью и аэрозолями – к остыванию. Суммарный эффект удара малого космического тела о поверхность Земли определяется количеством выброшенных газов и пыли и временем их жизни в атмосфере, которое, зависит от размера частиц, их химического состояния и т.д.;

*электромагнитный импульс (ЭМИ).* Оказывает воздействие на электрическую и электронную аппаратуру, повреждает системы связи, теле- и радиовещания и др. Возникающий при столкновении или импакте ЭМИ на доли секунды опережает начало взрыва или выброса каменного и расплавленного материала из образующегося кратера. Данный электрический разряд и образование структуры связаны с электрическим полем, наведенным болидом на поверхность Земли и вступившим во взаимодействие с токами в слое повышенной проводимости в недрах планеты;

*атмосферное электричество.* Последствия поражающего фактора аналогичны воздействию молний, возможно за счет ионизации воздуха болидом;

*отравляющие вещества,* возникновение загазованности атмосферы в районе катастрофы окислами азота и его ядовитыми соединениями;

*вторичные поражающие факторы.* Появляются в результате разрушения атомных электростанций, плотин, химических заводов, складов различного назначения, хранилищ радиоактивных отходов и т.п.

Существуют потенциально опасные малые космические тела, чьи орбиты сближаются с орбитой Земли до минимального расстояния, не превышающего 0,05 а.е. (7,5 млн. км). Основанием считать тела на орбитах, проходящих от Земли на расстояниях до 20 радиусов лунной орбиты, потенциально опасными, является то, что в таких пределах можно ожидать изменения расстояний между орбитами под влиянием планетных возмущений. При весомой вероятности встречи небесного тела с Землёй оно считается угрожающим. К угрожающим можно отнести малые космические тела, пролетающие мимо Земли на расстояниях, меньших среднего радиуса лунной орбиты [30].

### Заключение

Знание поражающих факторов при падении малых космических тел на арктическую территорию Российской Федерации позволяет уменьшить возможные последствия для населения и территорий.

### Список источников

1. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Системы исследования чрезвычайных ситуаций // МГОФ «Знание». 2015. 864 с.
2. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра / под ред. Н.А. Артемьева, Е.С. Баканас. М.: Физматлит, 2010. 302 с.
3. Маров М.Я. Малые тела солнечной системы и некоторые проблемы

космогонии // Успехи физических наук. 2005. Т. 175. №. 6. С. 668–678.

4. Набатникова М. Как спастись от незваных гостей: интервью с В. Симоненко, заместителем научного руководителя Всероссийского научно-исследовательского института технической физики им. академика Забабахина (РФЯЦ-ВНИИТФ) // Еженедельник «Аргументы и Факты». 2017. № 35. 20 с.

5. Седнев В.А. Показатели оценки устойчивости функционирования региональных систем электроэнергетики и электроэнергетического обеспечения потребителей // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации. 2017. № 1 (8). С. 187–189.

6. Седнев В.А., Лысенко И.А. Методы обеспечения устойчивости управления субъектом Российской Федерации: монография / под общ. ред. В.А. Седнева. М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. 234 с.

7. Седнев В.А., Клецов В.М., Седнев А.В. Информационно-аналитическое обеспечение территориальных органов исполнительной власти в кризисных ситуациях: монография. М., 2019. 166 с.

8. Седнев В.А., Лысенко И.А. Обеспечение устойчивости управления субъектом Российской Федерации в чрезвычайной ситуации: отчет о научно-исследовательской работе. М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. 232 с.

9. Седнев В.А. Основы прогнозирования устойчивости функционирования субъекта Российской Федерации в военное время // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 5 (75). С. 77–86.

10. Седнев В.А. Научно-методические основы организации электроснабжения подвижного пункта управления МЧС России // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4(74). С. 899.

11. Седнев В.А., Шарков С.В., Гончаров В.Л. Обоснование требуемой защищенности населения приграничной территории субъекта Российской Федерации от воздействия обычных средств поражения: материалы Науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню гражданской обороны. М.: Академия ГПС МЧС России. 2017. С. 139–141.

12. Седнев В.А. Основы прогнозирования последствий воздействия обычных средств поражения на жилые зоны города и промышленного объекта // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4 (74). С. 116–125.

13. Седнев В.А. Требования к мероприятиям по повышению безопасности и устойчивости функционирования экономики в военное время // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 6 (70). С. 145–150.

14. Седнев В.А. Обоснование и содержание мероприятий по повышению устойчивости функционирования экономики страны в военное время // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 3(73). С. 154–162.

15. Седнев В.А. Основы прогнозирования состояния промышленного объекта при воздействии средств поражения // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 3 (73). С. 143–153.

16. Седнев В.А. Основы прогнозирования устойчивости функционирования субъекта Российской Федерации в военное время // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 5 (75). С. 77–86.

17. Седнев В.А. Особенности световой маскировки объектов и территорий // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 5 (75). С. 67-76.

18. Седнев В.А., Седнев А.В., Кошечая Е.И. Историко-временной анализ обстановки и характера возможных военных конфликтов на границах Российской Федерации // Военная безопасность России: взгляд в будущее. М., 2019. Т. 2. С. 347–354.

19. Седнев Ан.В., Седнев В.А., Кошечая Е.И. Факторы, влияющие на организацию защиты населения при применении вооруженной силы иностранным государством // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: в 3-х ч. 2020. Ч. 1. С. 270–277.

20. Седнев В.А. Особенности организации маскировочных мероприятий на

объектах и территориях и проведения световой маскировки промышленных объектов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2020. № 1. С. 107–115.

21. Седнев А.В., Седнев В.А., Кошевой В.С. Особенности мер, подлежащих реализации на территории страны после применения вооруженной силы иностранным государством // 75-летие Великой Победы: исторический опыт и современные проблемы военной безопасности России: в 2-х т. М., 2020. Т. 1. С. 344–348.

22. Седнев В.А. Мероприятия по повышению защищённости гарнизонов пожарной охраны территорий, отнесенных к группам по гражданской обороне // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: в 4-х ч. М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. Ч. I. С. 188–195.

23. Седнев В.А., Седнев А.В. Особенности выполнения задач пожарно-спасательными формированиями в военное время в населенном пункте и организации их защиты // Проблемы управления рисками в техносфере. 2021. № 1 (57). С. 89–93.

24. Седнев В.А. Основы взрывобезопасности производственных помещений и зданий при авариях со взрывом газо-, паро- и пылевоздушных смесей // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2018. № 2. С. 95–104.

25. Седнев В.А. Основы разработки технических решений по повышению взрывоустойчивости зданий // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 5 (75). С. 46–56.

26. Зоткин И.Т. Исследование условий падения каменного метеоритного дождя Кунашак // Метеоритика. 1958. Вып. 15. С. 51–81.

27. Седнев В.А., Блинов Д.Л. Анализ случаев воздействия малых космических тел по территории субъектов Российской Федерации. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. 488 с.

28. Шаблинская О. Дайте стране 3-4 года: интервью с Андреем Карауловым, советским и российским журналистом, телеведущим // Еженедельник «Аргументы и Факты». 2016. № 41. 3 с.

29. Современные системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций / под ред. В.А. Пучкова. М.: ФКУ ЦСИ ГЗ МЧС России, 2013. 351 с.

30. Угроза с неба: рок или случайность / под ред. А.А. Боярчука А.А. С.: Космоинформ, 1999. 220 с.

УДК 614.8

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОВ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ И ДРУГИХ НЕОТЛОЖНЫХ РАБОТ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Васильев Александр Эдуардович.**  
Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия.  
✉ [A.Vasilev@academygps.ru](mailto:A.Vasilev@academygps.ru)

*Аннотация.* В статье выполнен обзор роботов, робототехнических средств и комплексов, рассмотрена классификация по основным показателям, определяющим их конструкцию и способы управления, показана возможность применения роботов, робототехнических средств и комплексов при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в Арктической зоне Российской Федерации, предложены пути повышения эффективности их использования с целью обеспечения безопасности проведения этих работ личным составом подразделений аварийно-спасательных формирований.

*Ключевые слова:* робототехнические средства, аварийно-спасательные работы, аварийно-восстановительные работы, управление.

## **WAYS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THE USE OF ROBOTS AND ROBOTIC EQUIPMENT IN THE PERFORMANCE OF RESCUE AND OTHER URGENT WORK IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Vasiliev Alexander E.**  
Academy of State fire service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia.  
✉ [A.Vasilev@academygps.ru](mailto:A.Vasilev@academygps.ru)

*Abstract.* The article provides an overview of robots, robotics and complexes, considers the classification according to the main indicators that determine their design and control methods, shows the possibility of using robots, robotics and complexes during emergency rescue and other urgent work in the Arctic zone of the Russian Federation, suggests ways to improve the efficiency of their use in order to ensure the safety of these operations. works by personnel of emergency rescue units.

*Keywords:* robotics, rescue operations, emergency recovery operations, management.

### **Введение**

В современной геополитике особую значимость и экономическую важность имеет Арктика, а именно – Арктическая зона Российской Федерации. Арктическая зона Российской Федерации в сравнении с другими регионами имеет основные отличительные черты [1]:

1. экстремальные природно-климатические условия, включая постоянный ледовый покров и дрейфующие льды в арктических морях;
2. очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территорий и низкая плотность населения;
3. удаленность от основных промышленных центров, высокая энергоемкость и зависимость хозяйственной деятельности и жизнеобеспечения населения от поставок топлива, продовольствия и товаров первой необходимости из других регионов России;
4. уязвимость природы от техногенных чрезвычайных ситуаций и производственной деятельности человека [1].

Учитывая климатические условия и наличие опасных факторов природных, техногенных и биолого-социальных чрезвычайных ситуаций целесообразно применять

технологии проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ с использованием роботов, робототехнических средств и комплексов различного назначения.

### **Классификация роботов, робототехнических средств и комплексов**

Робот (robot) это исполнительный механизм, программируемый по двум или более степеням подвижности, обладающий определенной степенью автономности и способный перемещаться во внешней среде с целью выполнения задач по назначению [1].

Другое определение – робот (чеш. robot, от robota – подневольный труд, rob – раб) – это машина с антропоморфным (человекоподобным) поведением, которая частично или полностью выполняет функции человека (иногда животного) при взаимодействии с окружающим миром [2].

Совершенный робот обязан самостоятельно решать задачи самоуправления, адаптации к условиям внешней среды и выполнять комплекс трудовых воздействий. Общим признаком роботов является возможность быстрой переналадки для автоматического выполнения различных действий, предусмотренных программой [3].

Для полного понимания рассматриваемого предложения приведем функциональное определение «СТА», понятия «робототехническое средство» и «робототехнический комплекс», и какова их классификация.

Роботом можно назвать любое устройство (механизм), выполняющее предназначенные ему действия, одновременно отвечающие трем условиям:

1. SENSE – воспринимать окружающий мир с помощью сенсоров. Такими сенсорами могут быть микрофоны, камеры (всех областей электромагнитного спектра), различные электро-механические сенсоры и прочее.
2. THINK – понимать окружающий физический мир и строить модели поведения, для того чтобы выполнять предназначенные ему действия.
3. ACT – воздействовать на физический мир, тем или иным способом.

Если одно из вышеназванных условий не выполняется, то устройство не является роботом.

Робот как машина состоит из двух основных частей – исполнительных систем и устройства управления ими с сенсорной системой. В свою очередь исполнительные системы включают одну или несколько манипуляционных систем (обычно в виде механических манипуляторов) и системы передвижения, имеющейся только у подвижных (мобильных) роботов. На рис. 1 показана функциональная схема робота.

Она включает исполнительные системы – манипуляционную (один или несколько манипуляторов) и передвижения, если робот подвижный, сенсорную систему, снабжающую робот информацией о внешней среде, устройство управления. Исполнительные системы в свою очередь состоят из механической системы и системы приводов.

Механическая система манипулятора – это обычно кинематическая цепь, состоящая из подвижных звеньев с угловым или поступательным перемещением, которая заканчивается рабочим органом в виде захватного устройства или какого-нибудь инструмента [2].

Действуя по заранее заложенной программе и получая информацию о внешнем мире от датчиков (аналогов органов чувств живых организмов), робот самостоятельно осуществляет производственные и иные операции, обычно выполняемые человеком либо животными. При этом робот может как и иметь связь с оператором (получать от него команды), так и действовать автономно.

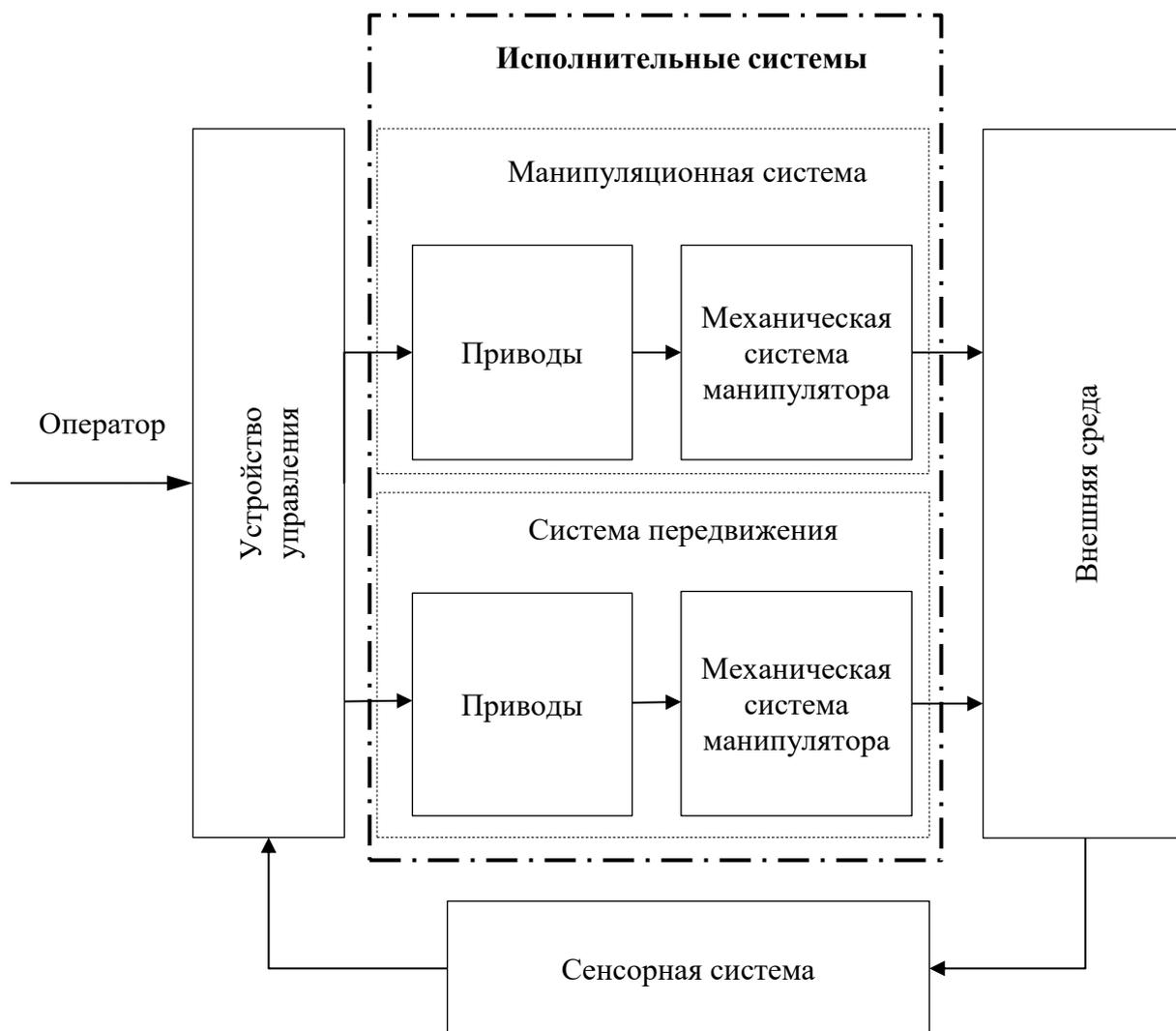


Рис. 1. Функциональная схема робота

При создании первых роботов и вплоть до сегодняшнего дня образцом для них служат физические возможности человека. Именно стремление заменить человека на тяжелых работах, и породило сначала идею робота, затем первые попытки её реализации (в средние века) и, наконец, обусловило возникновение и развитие современной робототехники и роботостроения [4].

Одним из ведущих направлений современной прикладной науки является робототехника, которая занимается созданием и внедрением в жизнь человека автоматических машин, способных намного облегчить как промышленную сферу жизни, так и бытовую.

Робототехника – это современная наука, использующая постоянные достижения машиностроения, материаловедения, изготовления сенсоров, технологий производства и передовых алгоритмов.

Предмет робототехники – это создание и применение роботов и робототехнических средств различного назначения.

Цель робототехники – это определение места роботов в современном мире.

Задача робототехники – это развитие и синтез механики и кибернетики с целью создания и применения роботов и основанных на их использовании робототехнических систем различного назначения.



Рис. 2. Классификация роботов

Возникнув на основе кибернетики и механики, робототехника в свою очередь породила новые направления развития и самих этих наук. Для кибернетики это связано, прежде всего, с интеллектуальным управлением, которое требуется для роботов, а для механики с многозвенными механизмами типа манипуляторов [2].

Робототехника сегодня – довольно развитая отрасль промышленности: выполнение работ на различных предприятиях, изучение космического пространства или подводных глубин.

Робототехника развивается благодаря высоким технологиям в качестве иной информационной среде, для функционирования необходима подготовка профессионалов в области робототехники, через процессы обучения, дообучения, переобучения участников всех образовательных уровней.

Для того чтобы ознакомиться с характеристиками роботов, рассмотрим их классификацию, которая определяет их тип (рис. 2).

Первым показателем, определяющим тип робота, является область его применения. В соответствии с ним все роботы делятся на наиболее крупные группы.

Привод – это механизм для приведения в действие оборудования по управлению технологическими процессами с использованием электрических, пневматических или гидравлических сигналов. Это важная часть в робототехнике. Приводы, используемые в роботах, влияют на их целесообразность и производительность.

Грузоподъемность робота – это грузоподъемность его манипуляторов, а для транспортного робота еще и шасси. Грузоподъемность манипулятора определяется массой перемещаемых им объектов и в зависимости от назначения робота может составлять от единиц грамм до нескольких тысяч килограмм.

Количество манипуляторов у роботов в большинстве случаев ограничено одним. Однако в зависимости от назначения существуют конструкции роботов с двумя, тремя и четырьмя манипуляторами.

Подвижность робота определяется наличием или отсутствием у него системы передвижения. В соответствии с назначением роботов в них применяют системы передвижения практически всех известных на сегодня типов. Системы передвижения роботов относятся к их исполнительным системам наряду с манипуляционными системами. В современных мобильных роботах нашли применение практически все известные транспортные средства и, кроме того, предметом робототехники являются различные бионические способы передвижения (локомоций), то есть заимствованные у живой природы (в том числе шагание). Специфическим для робототехники способом передвижения является шагание.

По способу размещения стационарные и мобильные роботы бывают напольными, подвесными (мобильные роботы этого типа обычно перемещаются по поднятому рельсовому пути), встраиваемыми в другое оборудование и т.д.

Исполнение робота по назначению зависит от внешних условий, в которых он должен функционировать. Различают исполнение нормальное, пылезащитное, теплозащитное, влагозащитное, взрывобезопасное и т.д.

Способ управления является одним из важных критериев классификации роботов. Управление движением по отдельным степеням подвижности может быть непрерывным (контурным) и дискретным (позиционным). В первом варианте движение исполнительного устройства робота программируется в виде траектории в рабочем пространстве с непрерывным контролем скорости. При дискретном позиционном управлении задают конечную последовательность точек (позиций) и последующее перемещение по ним шагами от точки к точке без контроля траекторий между этими точками. Простейшим вариантом дискретного управления является цикловое, при котором количество точек позиционирования по каждой степени подвижности минимально, т.е. чаще всего ограничено двумя – начальной и конечной.

Роботы также классифицируются по быстродействию и точности движений.

Параметры быстродействия и точности движения роботов взаимосвязаны и характеризуют их динамические свойства. Быстродействие и точность роботов складывается из их значений для манипуляторов и систем передвижения. Наибольшая скорость манипуляторов современных роботов достигает 10 м/с и выше.

Основная трудность при повышении быстродействия связана с известным противоречием между быстродействием и другим не менее важным параметром – точностью.

Точность манипулятора и системы передвижения робота характеризуются результирующей погрешностью позиционирования (при дискретном движении) или отработки заданной траектории (при непрерывном движении). Чаще всего точность роботов характеризуют абсолютной погрешностью.

По сравнению с человеческой рукой существенным недостатком современных роботов пока является снижение точности с увеличением хода манипуляторов, в то время как у человека эти параметры в значительной степени развязаны благодаря разделению движений на грубые (быстрые) и точные.

Робототехника охватывает знания множества научных и инженерных дисциплин. Поэтому, когда планируется разработка робота, необходимо обладать некоторыми базовыми знаниями в этой области. В том числе размеры и сложность функционала робототехнического устройства влияет на объем этих знаний.

Например, для разработки робота небольшого размера с простым функционалом, будет достаточно базовых знаний по робототехнике, а уже для робота размером с обувную коробку потребуются дополнительные знания в области электроники, программирования, по механике твердого тела для реализации баланса устройства.

Рассмотренные параметры роботов являются классификационными, т.е. используются при формировании типажа роботов и, соответственно, их наименований.

Робототехническое средство (РТС) – это средство, которое выполняет функции, предписанные виды работ или операции без непосредственного участия человека в опасной зоне [5]. Это автоматизированное самодвижущееся техническое устройство (машина) выполняющее заданные функции человека и другие действия без его непосредственного участия.

Робототехнический комплекс (РТК) – это совокупность программно-алгоритмических и аппаратных решений обеспечивающих комплексную автоматизацию выполнения группы поставленных задач. Другими словами совокупность функционально связанных между собой технических устройств, включающая мобильных роботов, РТС и средства его эксплуатации.

Основным принципом применения робототехнического средства должно являться его комплексное использование при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Обобщение многообразия задач при ликвидации чрезвычайных ситуаций с применением робототехнических средств позволяет их классифицировать по таким параметрам как цель применения, среда применения, способ управления (рис. 3) [5].



Рис. 3. Классификация робототехнических средств

## Применение роботов, РТС и РТК при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ

Учитывая отличительные особенности Арктической зоны Российской Федерации, основной задачей аварийно-спасательных формирований является проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ (рис. 4) [7–32].

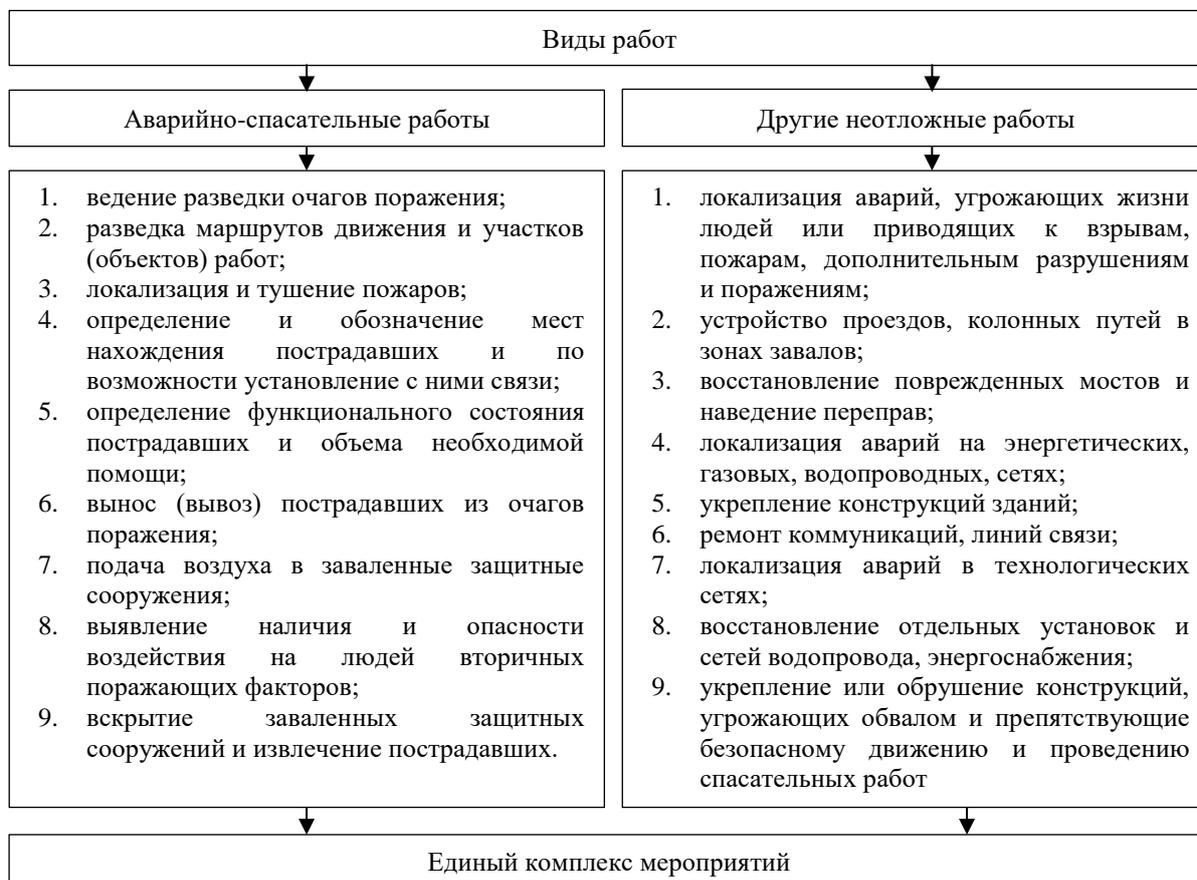


Рис. 4. Виды работ, проводимых при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на территории Арктической зоны Российской Федерации

Одна из областей применения роботов, робототехнических средств и робототехнических комплексов – это выполнение работ в экстремальных ситуациях опасных для человека, либо исключая его присутствие [2].

Перечень основных направлений использования роботов, робототехнических средств и комплексов при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на территории Арктической зоны Российской Федерации, а также анализ функций федеральных органов исполнительной власти по защите населения и территорий от ЧС определяют круг министерств и ведомств Российской Федерации, которые должны быть заинтересованы в использовании роботов и робототехнических средств.

### Заключение

Использование предлагаемой обобщенной классификации роботов, робототехнических средств и комплексов позволяет осуществлять выбор необходимых средств с целью повышения эффективности их использования при выполнении аварийно-спасательных и других неотложных работ на территории Арктической зоны Российской Федерации.

### Список источников

1. Павленко В.И. Арктическая зона Российской Федерации в системе обеспечения национальных интересов страны // Арктика: экология и экономика. 2013. № 4 (12). С. 16–25.
2. Иванов А.А. Основы робототехники: учеб. пособие. М.: ФОРУМ. 2014. 224 с.
3. Юревич Е.И. Основы робототехники. 3-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 368 с.
4. ГОСТ Р 60.0.0.4–2019/ISO 8373:2012. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2012.
5. Большая советская энциклопедия – Википедия.
6. ГОСТ Р 54344–2011. Техника пожарная. Мобильные робототехнические комплексы для проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения. Классификация. М.: Стандартинформ, 2012.
7. Седнев В.А. Показатели оценки устойчивости функционирования региональных систем электроэнергетики и электроэнергетического обеспечения потребителей // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации. 2017. № 1 (8). С. 187–189.
8. Седнев В.А., Лысенко И.А. Методы обеспечения устойчивости управления субъектом Российской Федерации: монография / под общ. ред. В.А. Седнева. М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. 234 с.
9. Седнев В.А., Клецов В.М., Седнев А.В. Информационно-аналитическое обеспечение территориальных органов исполнительной власти в кризисных ситуациях: монография. М., 2019. 166 с.
10. Седнев В.А., Лысенко И.А. Обеспечение устойчивости управления субъектом Российской Федерации в чрезвычайной ситуации: отчет о научно-исследовательской работе. М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. 232 с.
11. Седнев В.А. Основы прогнозирования устойчивости функционирования субъекта Российской Федерации в военное время // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 5 (75). С. 77–86.
12. Седнев В.А. Научно-методические основы организации электроснабжения подвижного пункта управления МЧС России // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4(74). С. 89–99.
13. Седнев В.А., Шарков С.В., Гончаров В.Л. Обоснование требуемой защищенности населения приграничной территории субъекта Российской Федерации от воздействия обычных средств поражения: материалы Науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню гражданской обороны. М.: Академия ГПС МЧС России. 2017. С. 139–141.
14. Седнев В.А. Основы прогнозирования последствий воздействия обычных средств поражения на жилые зоны города и промышленного объекта // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4 (74). С. 116–125.
15. Седнев В.А. Требования к мероприятиям по повышению безопасности и устойчивости функционирования экономики в военное время // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 6 (70). С. 145–150.
16. Седнев В.А. Обоснование и содержание мероприятий по повышению устойчивости функционирования экономики страны в военное время // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 3(73). С. 154–162.
17. Седнев В.А. Основы прогнозирования состояния промышленного объекта при воздействии средств поражения // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 3 (73). С. 143–153.
18. Седнев В.А. Основы прогнозирования устойчивости функционирования субъекта Российской Федерации в военное время // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 5 (75). С. 77–86.
19. Седнев В.А. Особенности световой маскировки объектов и территорий // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 5 (75). С. 67–76.
20. Седнев В.А., Седнев А.В., Кошечкина Е.И. Историко-временной анализ

обстановки и характера возможных военных конфликтов на границах Российской Федерации // Военная безопасность России: взгляд в будущее. М., 2019. Т. 2. С. 347–354.

21. Седнев Ан.В., Седнев В.А., Кошевая Е.И. Факторы, влияющие на организацию защиты населения при применении вооруженной силы иностранным государством // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: в 3-х ч. 2020. Ч. 1. С. 270–277.

22. Седнев В.А. Особенности организации маскировочных мероприятий на объектах и территориях и проведения световой маскировки промышленных объектов // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2020. № 1. С. 107–115.

23. Седнев А.В., Седнев В.А., Кошевой В.С. Особенности мер, подлежащих реализации на территории страны после применения вооруженной силы иностранным государством // 75-летие Великой Победы: исторический опыт и современные проблемы военной безопасности России: в 2-х т. М., 2020. Т. 1. С. 344–348.

24. Седнев В.А. Мероприятия по повышению защищённости гарнизонов пожарной охраны территорий, отнесенных к группам по гражданской обороне // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: в 4-х ч. М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. Ч. I. С. 188–195.

25. Седнев В.А., Седнев А.В. Особенности выполнения задач пожарно-спасательными формированиями в военное время в населенном пункте и организации их защиты // Проблемы управления рисками в техносфере. 2021. № 1 (57). С. 89–93.

26. Седнев В.А. Основы взрывобезопасности производственных помещений и зданий при авариях со взрывом газо-, паро- и пылевоздушных смесей // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2018. № 2. С. 95–104.

27. Седнев В.А. Основы разработки технических решений по повышению взрывоустойчивости зданий // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 5 (75). С. 46–56.

28. Седнев В.А. Организация электроснабжения подвижного пункта управления МЧС России // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2017. № 6. С. 59–68.

29. Седнев А.В., Седнев В.А. Пути повышения эффективности деятельности организационной структуры // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: в 3-х ч. 2019. Ч. II. С. 380–388.

30. Седнев А.В. Особенности мер, обеспечивающих защиту информации от неправомерных действий // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: в 3-х ч. Проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. Ч. II. С. 388–396.

31. Седнев А.В., Седнев В.А. Оценка эффективности программно-аппаратных платформ организационных структур, требований, предъявляемых к управлению, и показателей качества информации // Военная безопасность России: взгляд в будущее. М., 2019. Т. 1. С. 270–277.

32. Седнев В.А., Седнев А.В. Оценка эффективности применения программно-аппаратных платформ // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2019. № 6. С. 46–52.

УДК 626.02

## **ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДОЛАЗНЫХ РАБОТ В МЧС РОССИИ ТРЕБУЕТ СОВЕРШЕНСТВА**

**Шеншин Виктор Михайлович.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.**

✉ [vitya-shen@mail.ru](mailto:vitya-shen@mail.ru)

*Аннотация.* В представленном исследовании проводится анализ правового регулирования водолазных работ, проводимых в МЧС России. Делается вывод о недостаточности правового регулирования указанных работ. Акцентируется внимание на необходимости разработки Федерального закона «О правовом регулировании водолазных работ в Российской Федерации».

*Ключевые слова:* водолазные работы, МЧС России

## **LEGAL REGULATION OF DIVING OPERATIONS IN THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA REQUIRES PERFECTION**

**Shenshin Viktor M.**

**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.**

✉ [vitya-shen@mail.ru](mailto:vitya-shen@mail.ru)

*Abstract.* The presented study analyzes the legal regulation of diving operations carried out in the Ministry of Emergency Situations of Russia. The conclusion is made about the insufficiency of legal regulation of these works. Attention is focused on the need to develop a Federal law «On the legal regulation of diving operations in the Russian Federation».

*Keywords:* diving operations; EMERCOM of Russia

### **Правовое регулирование водолазных работ в Российской Федерации**

Анализ нормативных правовых актов, регулирующих водолазные работы показывает, что правовое регулирование таких работ в системе МЧС России осуществляется на основании Указа Президента Российской Федерации от 11 июля 2004 г. № 868, Указа Президента Российской Федерации от 4 ноября 2022 г. № 798, которым детализирован порядок организации и выполнения водолазных работ и спусков в МЧС России, а также постановлением Правительства Российской Федерации от 21 декабря 2011 г. № 1073.

Что касается ведомственного регулирования, то в приложении № 6 к Правилам по охране труда при проведении водолазных работ, утвержденным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 декабря 2020 г. № 922н отдельной строкой предусматривается «Характер водолазных работ в зависимости от вида профессиональной деятельности» где к спасательным водолажным работам отнесены работы по ликвидации последствий в чрезвычайных ситуациях в системе МЧС России и в интересах служб спасания.

Хотелось бы отметить, что на этом какое-либо правовое регулирование вне сферы МЧС России заканчивается.

Приказом МЧС России, Минтранса РФ, Минобороны РФ, МВД РФ, Минсельхоза РФ, Министерства промышленности и энергетики РФ, Министерства здравоохранения и социального развития РФ, Минэкономразвития РФ и ФСБ РФ от 11 апреля 2006 г. № 223/42/152/252/113/72/270/92/143 создана Межведомственная комиссия по водолазному делу, которая обеспечивает проведение согласованной научно-технической политики в водолазном деле, создании водолазных снаряжений, средств обеспечения водолазных спусков и работах методами кратковременных и насыщенных погружений, в том числе международном сотрудничестве в этих направлениях.

Здесь представляется необходимым остановиться на том факте, что в соответствии с пп. «б» п. 14 Указа Президента Российской Федерации от 5 апреля 2016 г. № 157, пп. 3 п. 20 Положения о Министерстве внутренних дел Российской Федерации, утвержденного Указом Президента Российской Федерации от 21 декабря 2016 г. № 699, абз. 3 п. 7 и абз. 3 п. 7(1) Правил подготовки нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти и их государственной регистрации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 1997 г. № 1009, в целях приведения нормативных правовых актов Министерства внутренних дел Российской Федерации в соответствие с законодательством Российской Федерации издан приказ МВД России от 10 января 2023 г. № 2 в соответствии с которым приказы МВД России от 15 февраля 2011 г. № 73 «Об утверждении Правил водолазной службы в системе Министерства внутренних дел Российской Федерации» и от 20 февраля 2014 г. № 108 признаны утратившими силу.

Таким образом, вместо водолазной службы в системе Министерства внутренних дел Российской Федерации стала функционировать водолазная служба Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации с ее нормативным регулированием.

Далее обратимся к ведомственному правовому регулированию. Так, приказом МЧС России от 14 января 2013 г. № 10 утверждены нормы часов работы под водой (спусков) военнослужащих спасательных воинских формирований МЧС России, замещающих воинские должности, исполнение должностных обязанностей по которым предусматривает выполнение водолазных работ под водой (нахождение в водолазных барокамерах под повышенным давлением), при выполнении которых выплачивается ежемесячная надбавка за особые условия военной службы.

Приказом МЧС России от 25 ноября 2016 г. № 624 в п. 3.15. предусмотрены нормы наработки (сроки службы) до капитального ремонта и списания водолазной техники, экипировки и оборудования для обеспечения водолазных работ.

Приказом МЧС России от 14 декабря 2019 г. № 747 в п. 21 установлено, что факт проведения работ по спасанию тонущих, поиску и подъему погибших фиксируется в журнале водолажных работ либо в ином документе и подписывается руководителем спуска, представителем правоохранительных органов, а в его отсутствие – спасенным, родственниками или свидетелями.

Приказом МЧС России от 23 января 2013 г. № 37 утвержден Перечень воинских должностей в спасательных воинских формированиях МЧС России, исполнение должностных обязанностей по которым предусматривает выполнение водолажных работ под водой (нахождение в водолазных барокамерах под повышенным давлением).

Приказом МЧС России от 10 февраля 2021 г. № 70 регламентируется порядок ведения журналов учета водолажных работ с указанием сроков их хранения.

Приказом МЧС России от 8 декабря 2020 г. № 919 предусмотрено, что замещающим воинские должности, исполнение должностных обязанностей по которым предусматривает выполнение водолажных работ под водой (нахождение в водолазных барокамерах под повышенным давлением), при условии выполнения норм часов работы под водой (спусков), установленных приказом МЧС России от 14 января 2013 г. № 10.

Приказом МЧС России от 4 сентября 2013 г. № 585 в п. 19 указывается, что при проведении работниками оперативного состава ВГСЧ отдельных видов работ (водолажных, верхолазных или при работе в зоне высоких температур) учет их рабочего времени производится в соответствии с законодательством Российской Федерации.

В приказе МЧС России от 12 марта 2018 г. № 99 нашло отражение водолазное оборудование, применяемое аварийно-спасательными службами, аварийно-спасательными формированиями.

В распоряжении МЧС России от 31 августа 2020 г. № 633 раскрываются особенности подготовки спасателей-водолазов мобильных водолажных групп к выполнению глубоководных водолажных спусков на договорной основе.

Анализ нормативных правовых актов показывает, что на сегодняшний день имеется необходимость в создании новой системы подготовки и обучения водолазных кадров в Российской Федерации, в разработке базовой программы подготовки и повышения квалификации водолазов-профессионалов по единым стандартам для каждой категории - от первичной квалификации до высшей, а также с учетом международного опыта. Разработка таких программ должна основываться на действующих нормативных документах, однако сегодня они далеки от совершенства, имеют противоречия, мешающие качественной подготовке профессиональных водолазов. Безусловно, все проблемы нормативного регулирования негативным образом сказываются на качестве профессиональной подготовки и переподготовки водолазов.

Сегодня в действующих документах нет единства требований к организации водолазных спусков и работ, к водолажным квалификациям, квалификационным требованиям к водолазам, к квалификационным и контролирующим органам, к организации водолажных служб, обязательным ежегодным нормам спусковых часов, рабочим режимам декомпрессии, режимам лечебной рекомпрессии и т.д. Остались без внимания вопросы страхования водолажного труда, социальной защищенности и медицинской реабилитации водолазов.

В стране фактически отсутствует документ, регламентирующий оказание медицинской помощи по профилю «водолазная медицина» и при заболеваниях, связанных с воздействием повышенного давления окружающей газовой и водной среды [1].

Вступивший в силу профессиональный стандарт «Водолаз», утвержденный и введенный в действие приказом Минтруда России от 31 октября 2017 г. № 765н «Водолаз» утрачивает силу с 1 марта 2023 г. в связи с изданием Приказа Минтруда России от 8 августа 2022 г. № 471н, утвердившего новый профессиональный стандарт Минтруда от 31 октября 2017 г. № 765н, вызывает множество проблем и противоречий в правовом регулировании водолажных работ и спусков.

Вопросы нормотворчества в российской водолазной отрасли последних лет имеют наибольшую актуальность, однако, как и во многих других отраслях, отстают от существующей действительности. Причин много, как объективных, так и субъективных, следствие одно – почти все законодательные документы мало соответствуют реалиям и требуют если не полной замены, то, как минимум, кардинального пересмотра либо значительных изменений.

Вступивший в силу профессиональный стандарт «Водолаз», разрабатывался, казалось бы, для совершенствования водолажного дела в стране и поддержки профессии водолаза. Однако его исполнение вызывает множество проблем и противоречий в правовом регулировании водолажных работ и спусков.

Напомним, что «достандартная» нормативная база разграничивала конкретные виды водолажных работ и полномочия по руководству водолажными спусками в соответствии с установленными разрядами, которые характеризовали сложность выполняемых работ. Например, первый квалификационный уровень, начиная с которого водолаз получал право руководить водолажными спусками, – шестой разряд. В новом стандарте это четвертый квалификационный уровень – начальный для водолаза.

Профессиональная водолазная деятельность в стране находится в состоянии вялотекущего процесса. Нерешенными являются такие вопросы, как:

- отсутствие комплексного подхода к развитию водолажного дела в Российской Федерации;
- недостаточность необходимой нормативной правовой базы;
- низкое финансирование работ по созданию, проведению испытаний и техническому обслуживанию водолажной техники;
- отсутствие единой системы подготовки водолазов, согласованной базовой программы подготовки;
- отсутствие единой системы медицинского обеспечения водолазов, сети барокомплексов и системы медицинской реабилитации;

– отсутствие программ и финансирования фундаментальных научных исследований в направлениях развития водолазного дела в Российской Федерации.

– отсутствие органа, осуществляющего руководство и координацию деятельностью водолазными службами министерств, ведомств и коммерческих организаций

Приказом Минобрнауки России от 2 августа 2013 г. № 856 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 180403.03 Водолаз» в соответствии с п. 5.2.41 Положения о Министерстве образования и науки Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 3 июня 2013 г. № 466 утвержден федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по профессии 180403.03 «Водолаз».

Признан утратившим силу приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 ноября 2010 г. № 1259 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта начального профессионального образования по профессии 180403.03 «Водолаз».

В 2015 г. инициативная группа (под руководством «Ассоциации водолазов», базирующейся в Санкт-Петербурге) взялась разрабатывать документ «Положение об организации водолазного дела в РФ», который, по обещаниям инициаторов-разработчиков, должен был заменить все предыдущие законодательные водолазные документы. Однако в результате проект не удался.

Исчерпывающий ответ в своем письме в феврале 2016 г. дал заместитель министра Минтруда, куда был направлен подготовленный проект документа. Оказалось, что, во-первых, никто не просил разрабатывать данный документ (то есть установленный регламент был нарушен), во-вторых, его содержание не соответствует названию, в-третьих, Минтруд готов сам вести разработку профессионального стандарта «Водолаз», который должен был быть разработан во исполнение распоряжения Правительства Российской Федерации № 487 от 31 марта 2014 г.

Здесь мы обнаруживаем, что стандарт разделяет водолазное дело не по видам работ, как было ранее, – аварийно-спасательные, аварийные, подводно-технические, судовые, судоремонтные и судоподъемные, а по сложности этих работ. При этом если внимательно рассмотреть уровни сложности водолазных работ, положенные разработчиками в основу разделения стандарта на квалификационные уровни, то, с одной стороны, это ничем на практике не подтвержденные характеристики различных работ – «низкой», «средней» и «высокой» сложности, с другой стороны, перечень полномочий, возлагаемых на водолаза, к примеру, с пятым и шестым квалификационными уровнями, уводит его в другие профессии. Так, водолаз пятого квалификационного уровня по своим полномочиям, требованиям к знаниям и навыкам – это уже руководитель структурного подразделения, минимум старшина водолазной станции, а с шестым квалификационным уровнем – водолазный специалист со всем набором инженерных знаний и навыков [2].

Введением квалификационных уровней вновь взвинчивается несколько утихшее в последнее время противостояние между квалификациями «класс-специализация» и «разряд». Добавляемые стандартом уровни (подуровни) квалификации, в соответствии с п. 1.3 приказа Минтруда Российской Федерации от 12 апреля 2013 г. № 148н, содержат описание показателей «Полномочия и ответственность», «Характер умений», «Характер знаний», «Основные пути достижения уровня квалификации». Оценить соответствие профессиональной функции «руководство водолазными спусками» уровню квалификации несложно. Необходимо сопоставить «Полномочия и ответственность» с перечнем обязанностей руководителя водолазного спуска, зафиксированным в п. 2.2.4 «Межотраслевых правил по охране труда при проведении водолазных работ». Эти обязанности в полной мере соответствуют описанию «Планирование собственной деятельности и/или деятельности группы работников исходя из поставленных задач».

Однако для реализации этих положений в стране необходимо полностью перестроить систему профессиональной подготовки водолазов.

Организации, осуществляющие профессиональную подготовку водолазов, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. № 23, должны использовать вступивший в силу профессиональный стандарт при разработке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования, а затем реализовать через систему профессионального обучения по программам подготовки квалифицированных рабочих (служащих).

Основная причина недостаточно высокого результата нормотворческой деятельности по водолазному делу в России – непрофессиональное управление процессом законотворчества. Решить эту проблему, по нашему мнению, можно, создав профессиональный, реально работающий экспертный орган с обязательным вовлечением в него активной части профессиональных водолазов, особенно из коммерческих структур, которые сегодня составляют абсолютное большинство высокопрофессионального водолазного сообщества. Именно такой независимый совет способен привести нормативную базу водолазного дела в актуальное современное состояние. Качественные нормативные документы во многом решат и проблему качества образования в области водолазного дела, поскольку образовательные программы будут опираться на нормативные требования [1].

Обозначенные проблемы свидетельствуют о том, что назрела острая необходимость в государственной программе по реформированию и развитию водолазной отрасли – с достойным финансированием и каждодневным руководством этими работами, которая будет опираться на новую нормативную базу, учитывающую всю специфику водолазного труда, особенно когда он осуществляется на промышленных объектах определенной категории опасности.

### Заключение

Итак, правовое регулирование водолазных работ осуществляется на федеральном уровне ТК РФ, некоторыми Федеральными законами, а их перечень ограничен, к сожалению, указами Президента Российской Федерации и приказами федеральных органов исполнительной власти – МЧС России, Минтруда России, Минздравсоцразвития России, Минобрнауки России.

Отсутствие специальной нормативно-правовой базы, регулирующей данный вид профессиональной деятельности, а также обеспечение единства требований оценки профессиональной компетентности и квалификации работника диктуют необходимость принятия Федерального закона «О правовом регулировании водолазных работ в Российской Федерации», которым будет предусмотрен широкий спектр вопросов, не урегулированных на сегодняшний день: понятие водолазных работ; водолазное дело; водолазный метод; подводные работы; правовой статус водолазов; гарантии и компенсации; будут описаны области профессиональной деятельности, содержание трудовых функций и необходимых для их выполнения компетенций по квалификационным уровням, сами квалифицированные уровни, а также ряд других параметры, характеризующие специфику труда; руководство мероприятиями по организации, обеспечению и производству водолазных спусков и работ и др.

Не лишним с нашей точки зрения будет являться разработка Концепции развития водолазного дела в Российской Федерации на период до 2035 года [3].

### Список источников

1. Алексейцев П.С., Курило Ю.А. Система подготовки водолазов нуждается в реформировании // Гидротехника. 2019. № 2 (55). С. 30–31. DN NXVLUY.
2. Киркин В.И., Саетов А.Р., Сергеев В.М. О нормативном обеспечении водолазных работ в России // Гидротехника. 2019. № 1 (54). С. 46–49. EDN VMHFFP.
3. Илюхин В.Н. Стандартизация водолазной техники. Актуальные аспекты // Морской вестник. 2022. № 3 (83). С. 97–100.

УДК 796

**РАЗВИТИЕ СТАТОКИНЕТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ У КУРСАНТОВ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ГПС МЧС РОССИИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ «НИЖНЕЙ АКРОБАТИКИ»**

**Гончаренко Сергей Владимирович.**

**Региональная общественная организация «Федерация отечественного рукопашного боя»,  
Санкт-Петербург, Россия.**

***✉9gsv@mail.ru***

**Шидловский Александр Леонидович.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.**

***✉pppsf@igps.ru***

**Кадочников Аркадий Алексеевич.**

**Международная ассоциация системы Кадочникова, Краснодар, Россия.**

**Нилов Андрей Александрович.**

**Региональная общественная организация «Федерация отечественного рукопашного боя»,  
Санкт-Петербург, Россия.**

*Аннотация.* Целью статьи является решение задачи развития статокINETической устойчивости в процессе физической подготовки курсантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, в основу которого входит внедрение методов специальной тренировки и профессиональной физической подготовки, направленных на обеспечение безопасности. Для достижения цели работы предлагается методика рукопашного боя, используемая в спецподразделениях различных структур Российской Федерации по настоящее время. С помощью раздела, включающего в себя передвижение без оружия, а именно кувьрки, приемы страховки и сопутствующие элементы акробатики, которые способствовали выполнению спецподразделениями поставленной задачи в условиях любой местности. В современном рукопашном бою комплекс указанных упражнений называется «нижней акробатикой». Данная методика развивает двигательно-координационные способности, позволяющие проворно, точно, конструктивно, удачно и безукоризненно выполнять двигательные задачи, в особенности трудные и возникающие внезапно. Применение «нижней акробатики» успешно осуществляется бойцами спецподразделений в боевых условиях для ухода с линии огня и избежание получения травм в условиях любой местности. Учитывая специфику условий выполнения спасательных работ комплекс упражнений «нижней акробатики» поспособствует развитию сноровки, ловкости и статокINETической устойчивости, что в свою очередь положительно отразится на выполнении сложно реализуемых задач.

*Ключевые слова:* статокINETическая устойчивость, профессионализм, обеспечение безопасности, физическая подготовка

**DEVELOPMENT OF STATOKINETIC STABILITY AMONG CADETS  
OF SAINT-PETERSBURG UNIVERSITY OF THE GPS EMERCOM OF RUSSIA  
WITH THE USE OF "LOWER ACROBATICS" ELEMENTS**

**Goncharenko Sergey V.**

**Regional public organization «Federation of domestic hand-to-hand combat»,  
Saint-Petersburg, Russia**

***✉9gsv@mail.ru***

**Shidlovsky Alexander L.**

**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia**  
✉ [ppspfs@igps.ru](mailto:ppspfs@igps.ru)

**Kadochnikov Arkady A.**

**International Association of the Kadochnikov System, Krasnodar, Russia.**

**Nilov Andrey A.**

**Regional public organization «Federation of domestic hand-to-hand combat»,  
Saint-Petersburg, Russia**

*Abstract.* The purpose of the article is to solve the problem of developing statokinetic stability in the process of physical training of cadets of Saint-Petersburg State Fire Service EMERCOM of Russia, which is based on the introduction of methods of special training and professional physical training aimed at ensuring safety. To achieve the goal of the work, a hand-to-hand combat technique is proposed, which is used in special forces of various structures of the Russian Federation to the present. With the help of a section that includes movement without weapons, namely somersaults, insurance techniques and related elements of acrobatics, which contributed to the fulfillment of the task by the special forces in any terrain. In modern hand-to-hand combat, a set of these exercises is called «lower acrobatics». This technique develops motor-coordinating abilities that allow you to quickly, accurately, constructively, successfully and flawlessly perform motor tasks, especially difficult and sudden ones. The use of «lower acrobatics» is successfully carried out by special forces soldiers in combat conditions to leave the line of fire and avoid injury, in any terrain. Taking into account the specifics of the conditions for performing rescue operations, a set of exercises of «lower acrobatics» will contribute to the development of dexterity, dexterity and statokinetic stability, which in turn will have a positive effect on the performance of difficult tasks.

*Keywords:* statokinetic stability, professionalism, safety, physical training

### **Введение**

Спасатель – это профессия, в которой человек, помимо высокого уровня знаний, должен обладать стойкой психикой и особенно крепким здоровьем. Немаловажными качествами для спасателя являются спокойствие, разборчивая речь, уравновешенный характер, умение принимать неотлагательные решения, стрессоустойчивость, четко мыслить в экстремальных ситуациях, отличный слух, физическая выносливость.

Спасатели, в соответствии со своей специализацией, осуществляют разные виды профессиональной деятельности в зависимости от текущих обстоятельств, образовавшихся в результате чрезвычайной ситуации. Среди основных специальностей спасателей можно выделить некоторые из них: водолаз, пожарный, альпинист, врач, водитель.

При проведении поисково-спасательных работ одной из главных задач является и сохранение жизни самих спасателей.

Основная специфика рисков в профессиональной деятельности спасателей:

- выполнение работы в опасной зоне;
- возможность непредвиденных опасностей;
- постоянный дефицит времени;
- многообразие видов работ;
- самостоятельность в принятии решений, влияющих на собственную безопасность и сохранность своих коллег.

Учитывая высокие риски при проведении поисково-спасательных работ, спасатель должен неукоснительно выполнять все государственные нормативные правовые акты по требованиям охраны труда.

Тем не менее определенные условия среды профессиональной деятельности спасателей, на фоне быстро изменяющихся условий, оказывают характерное воздействие на функциональное состояние, уровень профессиональной работоспособности и величину психофизиологических резервов.

При всех соблюдениях правил безопасности труда внедрение в процесс физической подготовки курсантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России комплекса упражнений развивающих статокINETическую устойчивость сможет повысить эффективность выполняемых работ, а также позволит лучше ориентироваться на местности производства спасательных действий.

### **Методы исследования**

Применительно к задаче развития статокINETической устойчивости в процессе физической подготовки курсантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России заключается в следующем.

В системе управления движениями одним из основных понятий, на основе которых выстраиваются другие, является понятие «координация движений» – «организация управляемости двигательного аппарата».

Организация, программирование и управление любым двигательным действием происходят на разных уровнях центральной нервной системы по принципу динамической субординации. Это означает, что высшие (ведущие) уровни построения движений всегда регулируют смысловые и программирующие стороны движений, а низшие («фоновые») уровни, которые в свою очередь подчиняются высшим, обслуживают исполнительские, или моторные, стороны движений (двигательный состав). Сенсорные коррекции как высших, так и низших уровней (могут протекать бессознательно) способствуют устойчивости опорных частей тела, синергетической плавности всех звеньев, задействованных в кинематической цепи, экономичности мышечных затрат, пространственной точности, стабильности, в двигательных действиях.

К наиболее важным координационным способностям (из специфических) относится вестибулярная (статокINETическая) устойчивость.

СтатокINETическая устойчивость – это способность, которая в условиях раздражения вестибулярного аппарата (кувырки, броски, повороты др.) позволяет с точностью и стабильностью выполнять двигательные действия. Она зависит от того, насколько устойчив вестибулярный аппарат и координация мышечных движений.

Педагогический эксперимент с группой обучаемых продолжался шесть месяцев. По ходу эксперимента была доказана эффективность использования методологии специальной тренировки с элементами «нижней акробатики». Во время эксперимента были задействованы педагогические тесты для определения динамического и статического равновесия, гибкости, скорости, ловкости, силовой и статической выносливости, скоростно-силовых качеств у обучаемых. Методика исследования предусматривала многократное определение статокINETической устойчивости: в состоянии покоя и после вестибулярного стимулирования; до начала занятий специальными упражнениями; после минимума нагрузок; после десятиминутного перерыва после начала занятий.

### **Методика тренировки с элементами «нижней акробатики»**

«Нижняя акробатика» в первую очередь направлена на работу с телом в аспекте управления его двигательными возможностями, их развития или восстановления. Причем на развитие этих способностей не оказывает существенного влияния: ни возраст, ни физическая подготовленность.

Потому что по этой методике можно получить способность эффективно управлять своим телом не за счет одних лишь мышечных усилий, а используя все возможности психобиомеханической системы организма человека.

«Нижняя акробатика» включает в себя навыки перемещения на нижнем уровне, а именно кувырки, скольжения, перекаты и др. То есть способы тренировки, направленные на управления телом,

Основных базовых элементов «нижней акробатики» немного, но для правильного их освоения используется большое количество подводящих упражнений, которые помогают в понимании движений и делают постепенное формирование качественных двигательных навыков простым и легкодоступным.

Все элементы «нижней акробатики» рассматриваются под двумя разными углами одновременно: как инструментальный для формирования навыков виртуозного владения своим телом; как функциональные элементы формирования навыков специально-прикладной двигательной деятельности.

С одной стороны, предлагается методика быстрого освоения навыков безопасных падений, переползаний, кувырков, перекатов, скольжений людям независимо от возраста и обширности диапазона физических кондиций.

В то же время, если рассматривать те же двигательные элементы с точки зрения функционального предназначения, то это сочетанный комплекс двигательных навыков, применяемых для следующих действий: ухода с линии атаки противника; сокращения дистанции до него; а также с целью обезопасить себя от возможных травм при различных падениях; совершения маневра, обмана, скрытого подхода к противнику; подбора оружия и подручных средств и их метания; нанесения ударов.

Еще один немаловажный аспект – это прямое воздействие двигательных навыков, формируемых с помощью упражнений «нижней акробатики» на общие координационно-двигательные способности, стабильность и устойчивость вестибулярного аппарата и способность более объемного восприятия окружающего пространства.

Начинать занятия лучше всего с техники кувырков, так как она знакома всем со школьной программы и не провоцирует психологического закрепощения при столкновении с новым.

Помимо всего, техника кувырков быстро и эффективно тренирует вестибулярный аппарат, что, в свою очередь, даст более легкое освоение наиболее сложных движений и вытекающих из них комбинаций элементов «нижней акробатики».

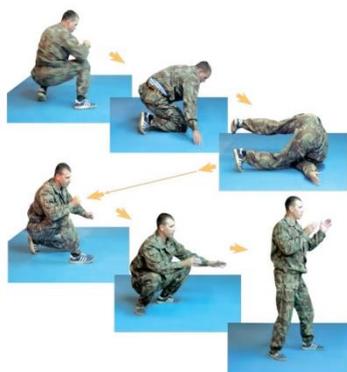
При изучении кувырков обычно используется целый ряд подготовительных и промежуточных упражнений, способствующих формированию правильной техники с самого начала процесса обучения.

Так, изучению выполнения кувырков из положения «стоя» обычно предшествует их более простое выполнение, а именно из положения «сидя» или «с колена».

Количество же подготовительных и промежуточных упражнений зависит от исходного уровня физической подготовки занимающихся. Именно поэтому люди, по факту завершения программы обучения, приобретают правильный двигательный навык независимо от возраста и уровня своего физического развития на момент начала обучения.

Столь же основательно требуется подход к проработке падений.

Основные требования при выполнении падений – это их бесшумность, безопасность, «мягкость», и принятие после прикосновения с поверхностью положения готовности к любым последующим действиям.



### Кувырок вперед

В первую очередь следует обращать особое внимание на устранение скованности и напряженности тех мышц, которые не участвуют в движении. Ключевая стадия падений – опустить как можно ниже центр тяжести перед началом фазы падения.

## Падение назад

Бесшумные перемещения и переползания обучают контролировать мелкие мышечно-сужильные участки тела и помогают развить очень важные навыки.

Из базовых элементов Например, из стойки совершить перевернуться на спину, сделать плечо, потом через другое, и так далее.

Основное требование при комбинаций: каждое должно плавно и логично, не последовательных переходов, фазы предыдущего.

Этим нарабатывается телом, чувствовать ритм и инерцию движения, а также развивается вестибулярный аппарат и пространственное восприятие.

По мере становления владения основными навыками элементов «нижней акробатики» можно переносить их из основной части тренировочного занятия в разминочную часть.

Упражнения элементов «нижней акробатики», в качестве разминочных, благополучно выполняют двойную роль: разминкой перед тренировкой, разогревают мышцы; и поддерживают на необходимом уровне двигательный навык.

Кроме того, необходимо обязательное усвоение и совершенствование навыков «нижней акробатики» не только из статичных положений, но и в движении: при подборе оружия и подручных средств, при преодолении препятствий.



формируются комбинации. падение на грудь, кувырок назад через одно выполнить падение на бок

выполнении схожих последующее движение нарушая общей механики протекать из конечной

умение управлять своим



## Кувырок через препятствие

Препятствия могут иметь произвольную форму в зависимости от места проведения тренировочного занятия и задействованных в нем технических средств. Они могут состояться из разнообразных спортивных снарядов (конь, брусья, скамейки, козел, маты и др.), в случае если занятия проходят в спортивном зале, или использовать естественные рельефы местности при занятиях в уличных условиях.

«Нижняя акробатика», в первую очередь, предполагает возможность подготовки без ограничений по половой принадлежности, не требует специального оборудования для занятий, а на первоначальном этапе обучения может использоваться для совершенствования уже имеющихся навыков. Она основана на естественных движениях человека, его реакциях, подсказанных врожденным инстинктом самосохранения. Проста и доступна для каждого вне зависимости от спортивной подготовки, исключает агрессивность за счет подхода с точки зрения самозащиты, не требующей больших мышечных усилий, основанной на гармонии с окружающей средой и законами природы. Система суммирует опыт и знания, полученные в результате многолетних практических исследований, а также изучением различных видов самозащиты и рукопашного боя. Главные принципы – простота, естественность, надежность. Методика подготовки выведена на новый этап обучения и совершенствования двигательного навыка с позиции естественных движений организма для достижения высокого результата в экстремальных условиях.

Особое внимание обращается на выявление и развитие двигательных качеств, слабо развитых у человека, но необходимых ему для успешных действий в экстремальных условиях.

«Нижняя акробатика» вооружает знаниями теории и методики поддержания, а, в случае необходимости, восстановления физического здоровья и оптимального состояния

организма, как в обычных условиях, так и при возникновении угрозы жизни и здоровью человека.

В том числе в комплекс «Нижней акробатики» входит работа с огнестрельным и холодным оружием, ориентирование на местности и способы выживания в экстремальных ситуациях.

### Обсуждение результатов

1. Показана возможность улучшения физического состояния обучаемых, прошедших обучение с использованием элементов «Нижней акробатики», в тренировочном процессе. В том числе, выявлены значительные улучшения в развитии статокINETической устойчивости, благодаря которой произошло повышение работоспособности.

2. «Нижняя акробатика» изначально предполагает возможность подготовки без ограничений по половой принадлежности, не требует специального оборудования для занятий, а на начальном этапе обучения может использоваться для совершенствования уже имеющихся навыков.

3. В дальнейшем целесообразно интегрировать элементы «нижней акробатики» в процесс физической подготовки курсантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

### Заключение

Таким образом, показана возможность осуществления процесса физической подготовки курсантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России с интеграцией элементов «нижней акробатики» для развития статокINETической устойчивости. В дальнейшем представляется целесообразным провести исследования с целью получения аналитических выражений с группой курсантов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России.

### Список источников

1. Об организации работы по охране труда в системе Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 14 сент. 2020 г. № 681. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

2. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны: приказ Министерства труда и социальной защиты Рос. Федерации от 11 дек. 2020 г. № 881н. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

3. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей: Федер. закон от 22 авг. 1995 г. № 151-ФЗ. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

4. Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным профессиональным образовательным программам, реализуемым в интересах обороны и безопасности государства в образовательных организациях высшего образования, находящихся в ведении МЧС России: приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 22 дек. 2020 г. № 983. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

5. Рукопашный бой: учеб. пособие / А.П. Алилуев [и др.]. М.: Министерство обороны СССР, 1988.

6. Алилуев А.П., Борщев И.Л., Кадочников А.А. Рукопашный бой: учеб.-метод. пособие. М.: Министерство обороны СССР, 1990.

7. Кадочников А.А. Боевая механика армейского рукопашного боя. М.: Феникс, 2006.

8. Кадочников А.А. Специальный армейский рукопашный бой. Ростов н./Д., 2008.

9. Бернштейн Н.А. О ловкости и её развитии. М.: Физкультура и спорт, 1991.
10. Матвеев Л.П. Теория и методика физической культуры: (общие основы теории и методики физ. воспитания; теорет. -метод. аспекты спорта и проф.-прикл. форм физ. культуры): учеб. для ин-тов физ. культуры. М.: Физкультура и спорт, 1991.
11. Бернштейн Н.А. Физиология движений и активность / под ред. О.Г. Газенко. М.: Наука, 1990.
12. Донской Д.Д. Биомеханика. М.: Просвещение, 1975.
13. Биомеханика двигательного аппарата человека / В.М. Зациорский [и др.]. М. Физкультура и спорт, 1981.
14. Психолого-педагогические основы подготовки специалистов рукопашного боя: учеб. пособие / А.А. Кадочников [и др.]. Краснодар, 2000.
15. Философские, исторические и биомеханические аспекты рукопашного боя: учеб. пособие / А.А. Кадочников [и др.]. Краснодар, 2000.

УДК: 656:614.84

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ НАИБОЛЬШЕГО ТЕРМИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПОСЛЕ ПОЖАРА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

**Рыбин Олег Александрович.**

**АО «ГАЗПРОМ ДИАГНОСТИКА», Санкт-Петербург, Россия.**

✉ [o.rybin@diagnostika.gazprom.ru](mailto:o.rybin@diagnostika.gazprom.ru)

**Дерябин Юрий Юрьевич;**

**Куттуев Иван Петрович.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.**

✉ [deryabin.y@igps.ru](mailto:deryabin.y@igps.ru)

✉ [kuttuev@mail.ru](mailto:kuttuev@mail.ru)

*Аннотация.* В Арктической зоне автомобили работают в экстремальных условиях, особенно зимой, из-за опасности замерзания моторы автомобилей зачастую не выключаются круглыми сутками. Такой режим эксплуатации часто приводит к возникновению аварийных режимов, приводящих к пожару. Для достоверности поиска очага пожара в пожарно-технической экспертизе используются полевые приборы, технические характеристики которых зачастую не позволяют им работать в условиях низких температур. Одним из перспективных направлений научных разработок является обеспечение возможности определения очага пожара полевыми методами не зависимо от температуры воздуха.

*Ключевые слова:* очаг пожара, зона наибольших термических повреждений, кузов автомобиля, термические повреждения, инструментальные методы исследования

## **DETERMINATION OF THE ZONE OF GREATEST THERMAL DAMAGE TO CARS AFTER A FIRE AT LOW TEMPERATURES**

**Rybin Oleg A.**

**GAZPROM DIAGNOSTICS JSC, Saint-Petersburg, Russia.**

✉ [o.rybin@diagnostika.gazprom.ru](mailto:o.rybin@diagnostika.gazprom.ru)

**Deryabin Yuri Yu.;**

**Kuttuev Ivan P.**

**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.**

✉ [deryabin.y@igps.ru](mailto:deryabin.y@igps.ru)

✉ [kuttuev@mail.ru](mailto:kuttuev@mail.ru)

*Annotation.* In the Arctic zone, cars operate in extreme conditions, especially in winter, because of the danger of freezing, car engines often do not turn off around the clock. This mode of operation often leads to emergency modes leading to a fire. For the reliability of the search for a fire in the fire-technical examination, field devices are used, the technical characteristics of which often do not allow them to work at low temperatures. One of the promising areas of scientific development is to provide the possibility of determining the source of a fire by field methods, regardless of air temperature.

*Keywords:* fire seat, zone of greatest thermal damage, car body, thermal damage, instrumental research methods

### **Введение**

Автотранспорт, наряду с железнодорожным, морским и авиатранспортом в Арктическом регионе активно эксплуатируется, автотранспортная система играет в нем важную социально-экономическую роль. При этом условия, в которых работают автомобили,

могут быть отнесены к экстремальным, зимой температура воздуха может достигать до  $-60$  °С. Из-за опасности замерзания моторы автомобилей зачастую не выключаются круглыми сутками. Такой режим эксплуатации часто приводит к возникновению аварийных ситуаций, которые, в свою очередь, нередко приводят к пожарам. В Арктический регион России входят девять субъектов: Архангельская область, Мурманская область, Республика Карелия, Ямало-Ненецкий и Чукотский автономный округ, Республика Саха (Якутия), Республика Коми и Красноярский край, статистические данные по пожарам на транспортных средствах по этим субъектам (табл. 1) не позволяют отделить из общего количества те пожары, которые произошли именно на автотранспорте, но логично предположить, что их большинство.

Таблица 1

**Количество пожаров на транспортных средствах в Арктической зоне, произошедших в 2021 г.**

№ п/п	Наименование субъекта Российской Федерации	Количество пожаров
1.	Архангельская область	192
2.	Мурманская область	178
3.	Республика Карелия	160
4.	Чукотский автономный округ	8
5.	Республика Саха (Якутия)	205
6.	Ямало-Ненецкий автономный округ	191
7.	Республика Коми	124
8.	Красноярский край	412

По статистике судебно-экспертных учреждений в субъектах Российской Федерации, входящих в Арктический регион, из общего количества приводимых пожарно-технических экспертиз на исследование автомобилей приходится около 20 %, а в отдельных регионах доходит до 40 % [1, 2].

Существующие в настоящее время методики исследования пожаров с целью установления очага и причины не учитывают влияния на возможность их реализации условий окружающей среды, в то же время можно предположить, что проведение исследований на месте происшествия в условиях низких температур, характерных для территорий арктического региона, требуют отдельного методического подхода, включающего выбор обоснованных способов получения криминалистически значимой информации, а также разработку новых технических решений, позволяющих реализовывать существующие методики.

**Анализ возможности исследования пожаров на транспорте в условиях низких температур**

При исследовании сгоревших автомобилей перед специалистами стоят две основные задачи – это поиск очага пожара и его причина. С определённой долей условности местом начала горения считается зона наибольшего термического повреждения. В том случае, когда её удастся установить точно, задача определения причины пожара заметно упрощается. Трудности возникают в том случае, когда горючие материалы автомобиля сгорают полностью и в расположении эксперта остается только обгоревший каркас. Особенностью передачи тепла при пожаре на автомобиле является высокий вклад кондукции, что связано с

большим количеством металлических элементов. Помимо этого, большое количество горючей нагрузки, как постоянной, так и переменной приводит к быстрому развитию горения и существенному нивелированию очаговых признаков и признаков направленности горения из очага на остающихся после пожара конструкциях [3]. Для решения задачи установления зон разной степени отжига необходимо применение инструментальных методов исследования, позволяющих оценить глубину протекающих в материалах структурных и химических изменений [5]. Из литературы, посвященной исследованию пожаров на транспорте известно, что одной из распространенных причин пожара на автотранспорте является поджог. Учитывая содержание в автомобиле собственных горючесмазочных материалов, при отработке версии поджога нет необходимости в поиске следов горючих жидкостей, они будут. Гораздо важнее определиться с местом отбора проб для дальнейших лабораторных исследований с целью идентификации отобранных образцов с горючими жидкостями изначально присутствующими в автомобиле или подтверждения факта привнесения [4].

Учитывая все вышесказанное, целью работы стал анализ возможности использования линейки портативных приборов, применяемых в настоящее время при исследовании пожаров на автотранспорте в условиях низких температур.

Решение данного вопроса необходимо в первую очередь в том случае, если транспортное средство не может быть эвакуировано после пожара в обогреваемый бокс для исследования по стандартной методике. Данное обстоятельство существенно осложняет проведение исследований на месте пожара, увеличивает сроки проведения пожарно-технических экспертиз и стоимость. Поэтому необходимо разработать алгоритм действия пожарно-технических экспертов при проведении исследования пожаров транспортных средств в условиях низких температур и обеспечить работоспособность приборов, например, с помощью использования специальных систем обогрева. Требуется также предусмотреть удобство работы человека, то есть возможности обогрева не только средства измерения, но и рук человека, осуществляющего манипуляции по установлению режима измерения и получения результатов.

Для получения объективной информации о степени повреждения стальных элементов корпуса автомобиля на месте пожара применяются чаще всего методика исследования магнитных свойств металлических элементов корпуса автомобиля, вихревой анализ и, для выявления мест присутствия следов горючих жидкостей – газоанализаторы [6, 7].

При разработке методики, позволяющей проводить исследования в условиях низких температур, требуется учесть следующие аспекты:

- влияние низких температур на исследуемые объекты, подвергнутые нагреву в результате пожара,
- обеспечение работоспособности приборов в условиях низких температур,
- обеспечение эргономических показателей для работы человека.

Рассмотрим возможности использования указанных выше приборов.

Использование вихретокового толщиномера в условиях пониженных температур возможно, слой окарины сохранится, учитывая прогрев металлических конструкций, можно сказать, что исследование толщины слоя высокотемпературного окисла на поверхности стальных элементов сохранит свою информативность и при низких температурах. Приборы индукционной толщинометрии имеют малые габариты, применение выносных датчиков не требует дополнительных манипуляций – их просто приставляют к поверхности исследуемого объекта. Для обеспечения работоспособности таких приборов достаточно обеспечить систему обогрева их корпуса. В тоже время данный метод нельзя отнести к основным, он обычно рассматривается как дополнительный, поскольку полученные результаты зависят от сохранности слоя окарины, которая может осыпаться с поверхности стального элемента [5, 8].

Анализируя возможность использования газоанализаторов сразу можно сказать, что в условиях низких температур их применение будет не эффективно. Учитывая, что стекание

горючих жидкостей в таких условиях скорее всего будет происходить в снег, поэтому целесообразно проводить исследования с помощью портативного флуориметрического индикатора. Его эксплуатация предполагает отбор проб на сорбент и последующее размещение пленки полимерного сорбирующего материала в кюветное отделение прибора. Провести подобную манипуляцию на открытом воздухе при низких температурах невозможно. В этом случае можно рекомендовать отбор проб снега и последующее исследование в лабораторных условиях, при необходимости быстрого получения результатов, в передвижной экспертной лаборатории [4].

Среди рассмотренных полевых методов наибольший интерес представляет использование коэрцитиметров. При низких температурах магнитные свойства металлов будут сохраняться, кроме того, анализ строиться не на количественном определении, а на сравнительном исследовании результатов измерения получаемых в разных точках на стальном элементе корпуса. Недостаток метода заключается в том, что диапазон применения коэрцитиметров ограничен температурами от  $+5 - +50$  °С. Принцип работы коэрцитиметра, состоит в намагничивании контролируемого участка детали с последующим размагничиванием его нарастающим полем. При этом фиксируется напряженность поля, соответствующая коэрцитивной силе стального изделия, в нашем случае корпуса автомобиля. Преобразователь представляет собой приставной электромагнит со съемными полюсными наконечниками, которые встроены в его магнитную цепь датчиком Холла. Метод даёт возможность в полевых условиях выявлять зоны наибольших термических повреждений на кузове автомобиля.

Возможности использования коэрцитиметра для выявления зон разной степени отжига показаны на примере исследования практически полностью сгоревшего автомобиля (рис. 1), ниже приведена схема точек измерения (рис. 2).



Рис. 1. Легковой автомобиль с полностью выгоревшим салоном и лакокрасочным покрытием кузова

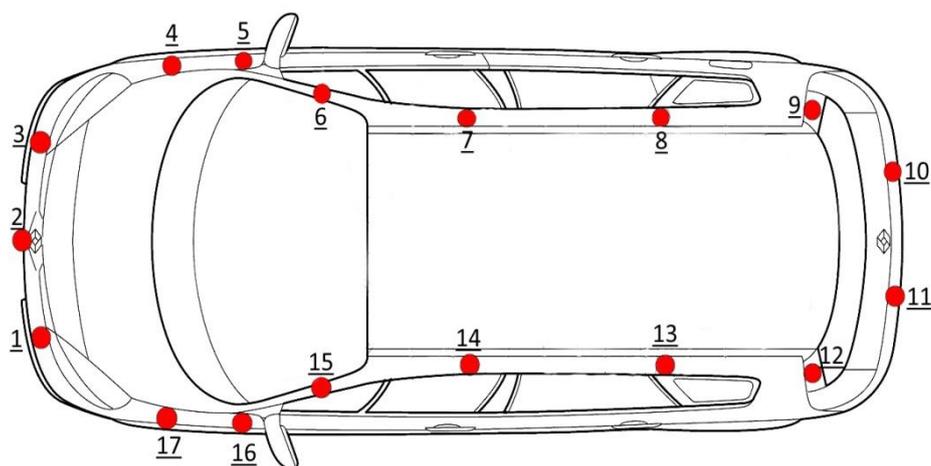


Рис. 2. Схема точек проведения измерений

Полученные результаты приведены в табл. 2. Чем меньше значение показателя тока размагничивания, тем больше термическое повреждение стального элемента. Таким образом, максимальный отжиг фиксируется в точках 1, 2, 3, 15 и 17, что соответствует моторному отсеку автомобиля.

Таблица 2

Показатели магнитных свойств кузова автомобиля после пожара

№ точки	Токи размагничивания, А								Среднее арифметическое	СКО
	1	2	3	4	5	6	7	7		
1	0,045	0,046	0,045	0,045	0,042	0,045	0,047	0,045	0,002	
2	0,046	0,044	0,046	0,042	0,043	0,047	0,044	0,045	0,002	
3	0,049	0,05	0,048	0,047	0,048	0,047	0,048	0,048	0,001	
4	0,053	0,051	0,051	0,054	0,05	0,052	0,053	0,052	0,001	
5	0,060	0,062	0,058	0,060	0,062	0,061	0,062	0,061	0,001	
6	0,052	0,054	0,056	0,052	0,054	0,056	0,054	0,054	0,002	
7	0,056	0,053	0,055	0,056	0,054	0,053	0,051	0,054	0,002	
8	0,058	0,056	0,058	0,054	0,058	0,055	0,056	0,056	0,002	
9	0,059	0,056	0,060	0,056	0,055	0,056	0,060	0,057	0,002	
10	0,056	0,056	0,056	0,056	0,060	0,060	0,058	0,057	0,002	
11	0,052	0,056	0,055	0,058	0,059	0,056	0,056	0,056	0,002	
12	0,059	0,061	0,058	0,062	0,058	0,058	0,062	0,060	0,002	
13	0,063	0,062	0,058	0,060	0,060	0,061	0,062	0,061	0,002	
14	0,055	0,055	0,058	0,058	0,06	0,06	0,058	0,058	0,002	
15	0,046	0,047	0,048	0,044	0,048	0,046	0,045	0,046	0,001	
16	0,047	0,051	0,046	0,048	0,048	0,046	0,046	0,047	0,002	
17	0,048	0,051	0,046	0,051	0,049	0,052	0,051	0,050	0,002	

Для обеспечения возможности использования коэрцитиметра не месте пожара необходимо обеспечить обогрев самого как корпуса прибора, так и выносного датчика. Необходимо предусмотреть возможность автоматизации процедуры зачистки поверхности. Учитывая малые габаритные размеры прибора, можно предусмотреть защитный обогреваемый кожух, объемом, позволяющим проводить манипуляции с прибором и обогреваемый чехол для выносного преобразователя. Разработка подобных технических решений позволит расширить возможности пожарно-технических экспертов при проведении исследований пожаров на автотранспорте в условиях низких температур.

### Заключение

Современные методики пожарно-технических экспертиз требуют постоянного совершенствования для обеспечения возможности их применения в нестандартных условиях. Приведённый анализ показал, что для возможности получения объективной информации о степени термического поражения различных элементов автомобиля на месте пожара в условиях низких температур окружающей среду необходимо применение систем обогрева обеспечивающих условия для функционирования портативных приборов и возможности для манипуляции с ними при выборе режимов измерения. Требуется проведение дополнительных исследований с целью определения влияния на свойства изучаемых объектов низкой температур окружающей среды, при этом необходимо учитывать, что в пожарно-технической экспертизе исследования строятся на основе сравнительного исследования данных, получаемых в разных зонах сгоревшего объекта. Решение задачи обеспечения возможности использования полевых приборов при исследовании пожаров в условиях низких температур расширит возможности пожарно-технических экспертов при исследовании пожаров на автотранспорте в условиях Арктического региона.

### Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: стат. сборник. Балашиха: П 46 ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.
2. Аналитическое агентство Автостат. Date Views. URL: <https://www.autostat.ru/press-releases/47703/> © Автостат (дата обращения: 11.11.2022).
3. Методические рекомендации по исследованию пожаров на автотранспорте. Главное Управление по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям по Нижегородской области МЧС России, 2004. 60 с.
4. Галишев М.А., Бельшина Ю.Н., Дементьев Ф.А. Пожарно-техническая экспертиза: учеб. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014. 453 с.
5. Полевые инструментальные методы исследования объектов пожарно-технической экспертизы: учеб. пособие / Г.А. Сикорова [и др.]. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2018. 136 с.
6. Моторыгин Ю.Д., Сикорова, Г.А. Комплексная методика исследования степени термического поражения стальных элементов транспортных средств с помощью полевых методов технологии техносферной безопасности. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2021. № 3 (93). С. 137–151.
7. Сикорова Г.А., Дементьев Ф.А. Исследование стальных элементов автомобиля полевыми методами для целей пожарно-технической экспертизы технологии техносферной безопасности. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2015. № 5 (63). С. 113–119.
8. Сикорова Г.А. Новый подход к исследованию стальных конструкций и изделий после пожара полевыми методами в целях пожарно-технической экспертизы Безопасность жизнедеятельности: проблемы и решения – 2017: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2017. С. 185–188.

УДК 614.842.453

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ. ЭЛЕКТРОИНДУКЦИОННЫЙ МЕТОД**

✉Кутузов Василий Васильевич;

Османов Шамиль Абубакарович.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉kutuzov-w@mail.ru

*Аннотация.* Современные методы и технологии обнаружения пожаров должны обеспечить обнаружения пожара на первой стадии его развития, но не все существующие методы могут быть эффективны в климатических условиях арктических зон. Практика показывает, что в районах крайнего севера зачастую отсутствует возможность своевременного прибытия пожарных расчетов для тушения пожара в силу дорожных и погодных условий что может привести к непоправимым последствиям. В этих условиях особенно актуально встает вопрос обеспечить гарантированное и своевременное обнаружение пожара. Авторами проанализирована нормативная база и существующие технические решения по обнаружения пожара. Показано что существующая отечественная технология обнаружения пожара с применением электроиндукционного метода регистрации дымовых аэрозолей, выделяемых горючими материалами на ранней стадии горения позволяет решить проблемные вопросы повышению эффективности систем пожарной сигнализации.

*Ключевые слова:* извещатель пожарный, электроиндукционный метод, дымовые аэрозоли, технологии, импортозамещение

## **PERSPECTIVE DIRECTIONS FOR THE APPLICATION OF MODERN FIRE DETECTION TECHNOLOGIES IN THE ARCTIC CONDITIONS. ELECTRIC INDUCTION METHOD**

✉Kutuzov Vasily V.;

Osmanov Shamil A.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.

✉kutuzov-w@mail.ru

*Abstract.* Modern methods and technologies for detecting fires should ensure the detection of a fire at the first stage of its development, but not all existing methods can be effective in the climatic conditions of the Arctic zones. Practice shows that in the regions of the Far North, it is often not possible for fire brigades to arrive in time to extinguish a fire due to road and weather conditions, which can lead to irreparable consequences. In these conditions, the question of ensuring guaranteed and timely fire detection is especially relevant. The authors analyzed the regulatory framework and existing technical solutions for fire detection. It is shown that the existing domestic fire detection technology using the electric induction method of detecting smoke aerosols emitted by combustible materials at an early stage of combustion allows solving problematic issues of increasing the efficiency of fire alarm systems.

*Keywords:* fire detector, electric induction method, smoke aerosols, technologies, import substitution

## Введение

Специфика климатических условий в арктической зоне России накладывает определенные требования на все виды производственной деятельности и обеспечения безопасности объектов, включая и пожарную безопасность. В арктической зоне и районах крайнего севера зачастую отсутствует возможность своевременного прибытия пожарных расчетов для тушения пожара в силу дорожных и погодных условий, что может привести к непоправимым последствиям. В связи с этим повышается роль применения и эффективной работы автоматических и автономных систем пожаротушения.

В нашей стране принимаются необходимые меры к тому, чтобы системы пожарной безопасности объектов защиты соответствовали требованиям сегодняшнего дня и уровню развития науки и техники. Этому способствует и нормотворческая работа, так в 2023 г. должен вступить в действие ряд новых нормативных документов в области проектирования и эксплуатации систем пожарной автоматики, которые позволят повысить эффективность систем [1–3].

Однако практика показывает, что наличие на объекте защиты систем пожарной автоматики, выполненное в полном соответствии с требованиями нормативных документов, не всегда обеспечивает своевременное и достоверное обнаружение пожара и защиту людей и материальных ценностей от губительного воздействия его опасных факторов. Данные ежегодно публикуемые в своих сборниках ВНИИПО МЧС России, показывают, что эффективность работы систем пожарной автоматики на пожарах от года к году продолжает оставаться примерно на одном уровне, о котором нельзя сказать, что он достаточен [3].

Полученный опыт указывает на то, что эффективность автоматических установок пожаротушения, системы оповещения и эвакуации людей при пожаре и др. в значительной мере зависит от достоверного и своевременного обнаружения пожара системами пожарной сигнализации и правильным формированием зон контроля пожарной сигнализации [3–5].

Так своевременность обнаружения должна обеспечиваться выбором типа и класса извещателей пожарных (ИП), а также правильным размещением ИП на объектах защиты [3].

Достоверность обнаружения должна достигаться комплексом мероприятий, который включает:

- выбор типов пожарных извещателей;
- выбор алгоритма принятия решения о пожаре;
- защиту от ложных срабатываний.

## Основная часть

Для задач своевременного включения АУП выбор типа ИП следует проводить на основе характеристик преобладающей горючей нагрузки и преобладающего фактора пожара на его начальной стадии, с учетом выполнения требований по защите от ложных срабатываний [3]. Известно, что тепловые пожарные извещатели, с учетом низких характеристик по параметру инерционности, не могут претендовать на обнаружение пожара на ранней стадии. Пожарные извещатели пламени имеют малую инерционность, но с учетом их высокой стоимости и особенностям применения для разных видов пожарной нагрузки не получили широкого применения.

Исходя из сложившегося опыта, можно сделать вывод, что для обнаружения пожаров на ранней (первой) стадии целесообразно применять дымовые пожарные извещатели. В этом случае основной информационной характеристикой являются дымовые аэрозоли [6–8]. В России широко применяются оптико-электронные точечные, линейные пожарные и аспирационные пожарные извещатели, отечественного и зарубежного производства. Для обнаружения пожара на ранней стадии эффективными являются дымовые пожарные извещатели аспирационного типа (аспирационные системы). С учётом высоких характеристик по чувствительности они позволяют своевременно обнаруживать пожары на самом раннем этапе развития, то есть на стадии тления – первичного термического разложения горючих материалов [8, 9]. Так, например аспирационный извещатель FFAST

(<http://www.faast.com.ru/>) производства компании System Sensor, обладает, по заявлению производителя, диапазоном чувствительности от 0,000066 дБ/м (что соответствует показателю удельной оптической плотности среды – 0,000015 1/м<sup>3</sup>).

По данным агентства маркетинговых исследований DISCOVERY Research Group объем рынка аспирационных систем в России в 2021 г. составил 6 442 шт. Рынок представлен двумя сегментами: моноблочными и модульными аспирационными системами. Объем производства аспирационных систем в России в 2021 г. составил 9 041,3 тысяч долларов. Здесь требуется отметить, что в условиях современной политической обстановки и санкционной политики стран Евросоюза и США по отношению к России прогнозируется приостановка производства и поставки в нашу страну комплектующих для данных систем и самих систем. Таким образом необходимо принимать срочные меры по импортозамещению оборудования данного типа.

По мнению авторов, альтернативой по замещению используемых в настоящее время в России аспирационных систем импортного производства может быть применение электроиндукционных пожарных дымовых извещателей типа ИП 216-001 [10, 11].

Электроиндукционный метод обнаружения пожароопасной ситуации заключается в том, что измеряется объемный электрический заряд исследуемого аэрозоля, который прокачивается побудителем расхода через измерительную линию, состоящую из зарядной и измерительной камер. В зарядной камере аэрозольные частицы получают электрический заряд, пропорциональный их размеру. В дальнейшем заряженные частицы, проходя через измерительную камеру, наводят на нее заряд, величина которого зависит от их размера и счетной концентрации. Величина заряда, получаемого в измерительной камере, усиливается и подвергается последующей обработке специальным программным обеспечением, обеспечивающим исключение ложных срабатываний и передачу сигнала «ПОЖАР» на систему сбора и обработки информации.

Конструкция пожарного извещателя ИП 216-001, реализующего электроиндукционный метод обнаружения загораний, приведена на рисунке.

Достоверность контролируемых параметров аэродисперсной системы тем выше, чем шире диапазон размеров анализируемых аэрозольных частиц и больше объем анализируемой пробы. Эти два критерия являются очень важными для аэрозольных (дымовых) пожарных извещателей, так как они напрямую влияют на время обнаружения загорания дымовыми пожарными извещателями. Дымовые извещатели, работающие на основе электроиндукционного метода, обладают повышенной чувствительностью к высокодисперсным частицам. Это обусловлено тем, что мелкие частицы вносят самый значительный вклад в увеличение объемного суммарного электрического заряда при нестандартных или нештатных ситуациях за счет своего количества. Помимо этого, в увеличение заряда вносят свою долю и те частицы, размеры которых близки к размерам отдельных молекул. Правда, следует отметить, что зарядка их носит случайный характер, тем не менее, их доля все равно значительна.

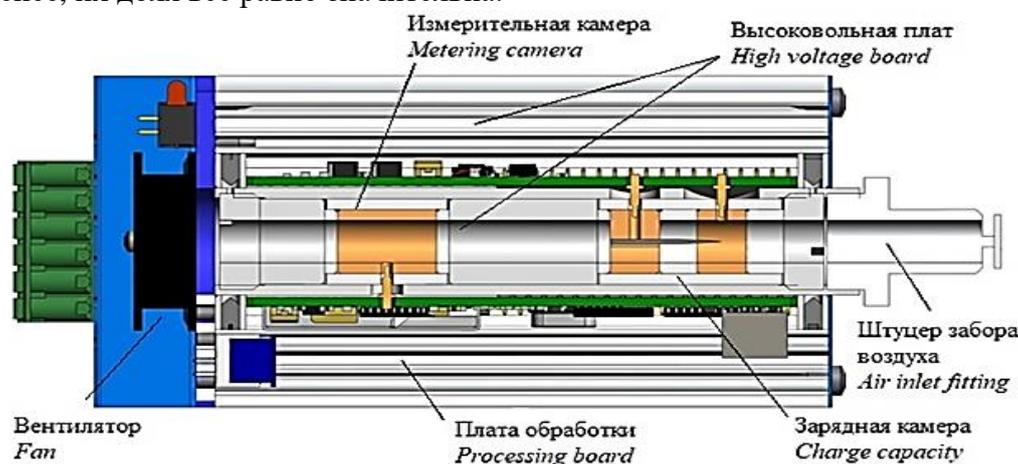


Рис. Пожарный извещатель ИП 216-001

## Полученные результаты

Результаты экспериментов показали, что прибор ИП-216-001 способен обнаруживать массовые концентрации дымовых аэрозолей порядка  $0,1 \text{ мг/м}^3$  [12,13].

Для сравнительной оценки чувствительности ИП-216-001, аспирационного извещателя FAAST и оптоэлектронных пожарных извещателей были проведены расчеты по приведению характеристик чувствительности к единому параметру  $x$  – концентрация дыма ( $\text{мг/м}^3$ ) для чего использовалось аналитическое выражение, определяющее взаимосвязь удельной оптической плотности среды и массовой концентрации дыма [14, 15]:

$$\alpha(x) = -0,0056 - 0,7 \cdot 10^{-3} \cdot x + 0,45 \cdot 10^{-5} \cdot x^2$$

где  $\alpha$  – удельная оптическая плотность среды ( $1/\text{м}$ );  $x$  – концентрация дыма ( $\text{мг/м}^3$ ).

Результаты вычислений представлены в таблице.

Таблица

**Соотношение чувствительности оптических пожарных извещателей, выраженная в разных относительных величинах и массовой концентрации аэрозоля**

Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8
Чувствительность извещателя $\text{дБ/м}$	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,075	0,1	0,2
Ослабление исходного потока $P/P_0$ $1/\text{м}$	0,9998	0,9988	0,9977	0,994	0,989	0,983	0,976	0,954
Ослабление плотности потока $100(1 - P/P_0)$ $\%/\text{м}$	0,02	0,12	0,23	0,6	1,1	1,7	2,4	4,6
Массовая концентрация $\text{мг/м}^3$	-	5	10	15	20	25	35	50

Расчёты показали, что аспирационный пожарный извещатель FAAST компании System Sensor обеспечивает обнаружение загорания при концентрации дыма не менее  $7,6 \text{ мг/м}^3$ . Чувствительность ИП-216-001 по этому показателю в семь раз выше, чем у аспирационных пожарных извещателей и 2200 раз выше, чем у оптоэлектронных дымовых пожарных извещателей.

## Перспективы дальнейших исследований

Результаты полученных расчетов указывают на то, что применение электроиндукционного ИП-216-001 обеспечит достоверное и своевременное обнаружение пожара (до момента воспламенения) и передаст сигналы оператору системам СОУЭ и АУП.

Такие характеристики позволяют обнаружить развитие пожара на самой ранней стадии, например первичного термического кабелей силового оборудования или тления древесины, опилок, пластмассы и других полимерных материалов.

Одновременно функциональные характеристики прибора ИП216-001 позволяют применить его и в качестве прибора для обнаружения взрывоопасных пылевых концентраций в системах предупреждения взрыва в составе систем производственной автоматики [12, 17, 18].

Вместе с тем необходимо отметить, что, несмотря на хорошие характеристики чувствительности ИП-216-001 прибор является точечным пожарным извещателем и не имеет системы воздухозаборных трубопроводов. Поэтому предстоит работа по доработке прибора под аспирационную систему.

## Заключение

– начальные температуры термического разложения материалов на сотни градусов ниже температур самовоспламенения, что позволяет создать системы пожарной безопасности, обнаруживающие возникновение пожароопасной ситуации на самой ранней стадии её развития, до появления открытого пламени;

– электроиндукционные пожарные извещатели способны обнаруживать аэрозольные продукты термического разложения различных материалов при их массовой концентрации менее 0,1 мг/м<sup>3</sup>, что позволяет констатировать, что они превосходят по характеристикам чувствительности существующие аспирационные системы;

– область применения данного типа ИП: силовое электрооборудование, серверные, центры управления и контроля данных, склады, газо- и нефтеперекачивающие станции, пожаро-взрывоопасные производства.

– область применения ИП-216-001 может быть значительно расширена после доработки его конструкции и с целью увеличения площади зоны обнаружения.

### Список источников

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

2. ГОСТ Р 53325–2012. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

3. СП 484.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования.

4. СП 486.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности.

5. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Часть 2. Оповещение и управление эвакуацией людей при пожарах. Требования пожарной безопасности.

6. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: стат. сборник / П.В. Полехин [и др.]; под общ. ред. Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2022. 112 с.

7. Методы и технологии обнаружения пожаров в зданиях и сооружениях: Учебное пособие по дисциплине «Методы и технологии обнаружения пожаров в зданиях и сооружениях» / Ф.А. Дали [и др.]; под общ. ред. Э.Н. Чижикова. СПб: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2019. 172 с.

8. Кутузов В.В., Саратов Д.Н., Терехин С.Н., Филиппов А.Г. Производственная и пожарная автоматика. Технические средства автоматической пожарной сигнализации. Ч. 1 Установки и системы пожарной автоматики: учеб., СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2014. 284 с.

9. Методы и технологии обнаружения пожаров в зданиях и сооружениях: Монография / А.Н. Иванов [и др.]; под общ. ред. Б.В. Гавкалюка. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2020. 174 с. ISBN 978-5-0004.

10. Зайцев А.В. Достоверность и своевременность обнаружения пожара, и как их учесть в нормах на СПС // Алгоритм безопасности. 2016. № 2.

11. Дементьев Ф.А., Османов Ш.А., Османов С.А. Обнаружение признаков термического разложения на ранних стадиях развития пожароопасной ситуации в технических устройствах // Проблемы управления рисками в техносфере. 2019. № 2 (50). С. 84–88.

12. Извещатель пожарный дымовой электроиндукционный ИП 216-001: Паспорт на изделие.

13. Григорьев И.В., Кутузов В.В. Технологии обнаружения пожара с применением электроиндукционного метода // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXI Междунар. науч.-практ. конф. М.: Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2019. С. 217–222.

14. Электроиндукционный метод контроля параметров аэродисперсной системы и раннего обнаружения термического разложения кабельной продукции и других материалов / И.В. Григорьев [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27. № 12. С. 37–48. DOI 10.18322/PVB.2018.27.12.37-48.

15. Пивинская И. Проверка временем. Ее не всегда выдерживает чувствительность пожарных извещателей // Безопасность. Достоверность. Информация. 2004. № 4 (55).

16. Григорьев В.С., Григорьев И.В. Аэрозоли и связь их физических параметров с пожароопасной ситуацией // Алгоритм безопасности. 2017. № 1. С. 60–63.

17. Голиков А., Романов А., Неплохов И. Электроиндукционные пожарные извещатели: преимущества внедрения новой технологии // Пожарная безопасность. 2018.

18. Fire behaviour of electrical cables in cone calorimeter: Influence of cables structure and layout / C. Magalie, C. Anne-Sophie, S.R. Rodolphe, F.L. Laurent, G. Emmanuelle, L. Christian // Fire Safety Journal. 2018. Vol. 99. P. 12–21. DOI: 10.1016/j.firesaf.2018.05.001.

УДК 006.88.007.51

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТЭК В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ОТ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ УГРОЗ И УГРОЗ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

✉**Кутузов Василий Васильевич;**  
**Османов Шамиль Абубакарович.**  
**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.**  
✉*kutuzov-w@mail.ru*

*Аннотация.* Современная общественно-политическая обстановка в условиях санкций по отношению к России со стороны Евросоюза и проведения специальной военной операции на территории вновь присоединенных субъектов Российской Федерации накладывает дополнительные требования к безопасности промышленных объектов с учетом возрастания угроз террористического характера. Проведенные террористические акты на газопроводах «Северный поток-1» и «Северный поток-1» показывают возможности стран западного альянса организовать их в любых условиях. Прогнозы показывают, что промышленные объекты газовой и нефтяной инфраструктуры, находящиеся в арктической зоне, могут являться целью для совершения террористических актов. В публикации рассматриваются вопросы нормативного регулирования и состояния безопасности промышленных объектов на примере объектов топливно-энергетического комплекса. Проанализированы особенности организации комплексной безопасности, систем физической защиты и интегрированных технических систем на объектах разных категорий безопасности. Предложены направления совершенствования безопасности объектов включая и объекты, расположенные в арктической зоне России.

*Ключевые слова:* опасность, системы физической защиты, комплексная безопасность, паспорт безопасности, террористический акт, интегрированные системы безопасности, Арктическая зона

## **ENSURING COMPREHENSIVE SECURITY OF CRITICAL INDUSTRIAL FUEL AND ENERGY FACILITIES IN THE ARCTIC ZONE FROM TERRORIST THREATS AND MAN-MADE THREATS. PROBLEMS AND WAYS TO SOLVE THEM**

✉**Kutuzov Vasily V.;**  
**Osmanov Shamil A.**  
**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.**  
✉*kutuzov-w@mail.ru*

*Abstract.* The current socio-political situation in the context of sanctions against Russia by the European Union and the conduct of a special military operation on the territory of the newly annexed constituent entities of the Russian Federation imposes additional requirements on the security of industrial facilities, taking into account the growing threats of a terrorist nature. The terrorist attacks carried out on the Nord Stream 1 and Nord Stream 1 gas pipelines show the capabilities of the countries of the Western alliance, allowing them to organize terrorist attacks in any conditions. Forecasts show that industrial gas and oil infrastructure facilities located in the Arctic zone can be a target for terrorist attacks. The publication deals with the issues of regulatory regulation and the state of safety of industrial facilities on the example of fuel and energy complex facilities. The features of the organization of integrated security, physical protection systems and integrated technical systems at facilities of different security categories are analyzed. Directions for

improving the safety of objects, including objects located in the Arctic zone of Russia, are proposed.

*Keywords:* danger, physical protection systems, integrated security, safety data sheet, terrorist act, integrated security systems, Arctic zone

## **Введение**

Резкий рост масштаба производства в XIX и XX веках породил техногенные объекты потенциально опасные не только для работающих на них сотрудников, но и для окружающего их жилых и производственных объектов, населения, природной среды [1–3].

Усложнение технологий привело к невозможности предусмотреть все опасные аспекты производства, их взаимное влияние и поведение человека в критической ситуации. То есть повышается риск аварии, которые с постоянным ростом масштабов производства стали называть техногенными катастрофами.

По мировой статистике вероятность промышленных аварий и катастроф обладает тенденцией к возрастанию. Особую опасность представляют крупные техногенные катастрофы и аварии, сопровождающиеся гибелью людей и наносящие значительный урон экологии Земли и экономики целых стран. Особенно опасными бывают сочетания природных катаклизмов и сопровождающих их техногенных аварий.

В современной общественно политической обстановке, которая усложняется с каждым днем и характеризуется агрессивным поведением по отношению к России со стороны стран НАТО и Евросоюза прогнозируется рост вероятности террористических актов на территории России. Наглядным примером этому служит авария – взрыв на газопроводах «Северный поток-1» и «Северный поток -2» и попытки диверсии на газопроводе «Турецкий поток».

## **Основная часть**

На территории России находятся 213 действующих ядерных установок, 454 пункта хранения ядерных материалов, более 16 тыс. радиационных промышленных источников, более 3500 химически опасных производств, сотни крупных гидротехнических сооружений, более 240 000 км нефте- и газопроводов высокого давления, тысячи потенциально опасных объектов транспортного комплекса, часть этих объектов находится в арктической зоне и зонах крайнего севера. Обеспечение безопасности объектов в арктической зоне имеют особенности, которые связаны со сложными климатическими условиями и транспортной инфраструктурой.

Безопасность перечисленных выше объектов обеспечивается собственниками объектов, а охрана в установленном порядке силовыми структурами Национальной гвардии России, ведомственными, вневедомственными охранными предприятиями и частными охранными предприятиями.

Деятельность собственников по обеспечению безопасности объектов топливно-энергетического комплекса (ТЭК) регулируется действующими федеральными законами [4–7] и постановлениями правительства [8–10].

В 2022г. внесены изменения в Федеральный закон от 21 июля 2011 г. № 256-ФЗ «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса», в котором ответственность за безопасность объектов закреплена за субъектами ТЭК, то есть физических и юридических лиц, владеющих на праве собственности или ином законном основании объектами топливно-энергетического комплекса.

Для установления дифференцированных требований обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности объектов топливно-энергетического комплекса с учетом степени потенциальной опасности совершения акта незаконного вмешательства и его возможных социально-экономических последствий проводится категорирование объектов. При проведении категорирования объектов учитываются [5, 6]:

- информация о том, является ли объект топливно-энергетического комплекса критически важным и (или) потенциально опасным объектом;
- масштабы возможных социально-экономических последствий в результате совершения на объекте топливно-энергетического комплекса акта незаконного вмешательства;
- наличие критических элементов объекта топливно-энергетического комплекса;
- наличие потенциально опасных участков объекта топливно-энергетического комплекса.

На объектах топливно-энергетического комплекса 1, 2 и 3 категорий опасности собственниками, установленным порядком создаются системы физической защиты (СФЗ) которые представляют собой совокупность направленных на предотвращение актов незаконного вмешательства организационных, административных и правовых мер, инженерно-технических средств охраны, а также действий подразделений охраны (национальной гвардии Российской Федерации, организаций ведомственной, вневедомственной охраны, и частные охранные организации).

Субъекты топливно-энергетического комплекса, владеющие на праве собственности или ином законном основании объектами, которым не присвоена категория опасности, либо объектами, которые не подлежат категорированию, самостоятельно определяют требования обеспечения безопасности и антитеррористической защищенности таких объектов. На таких объектах создаются комплексные системы безопасности, нормативные требования к которым определены ГОСТ Р 53704–2009 «Системы безопасности комплексные и интегрированные. Общие технические требования»

Данные системы проектируются для конкретного объекта, и являются специализированной сложной организационно-технической системой. Это открытая (допускающая последующее расширение структуры и функций) система, состоящая из алгоритмически объединенных (интегрированных) целевых функционально самостоятельных технических подсистем и технических средств, предназначенных для комплексной защиты объекта от нормированных угроз различной природы возникновения и характера проявления.

Система безопасности интегрированная – специализированная сложная техническая система, объединяющая (интегрирующая) на основе единого программно-аппаратного комплекса с общей информационной средой и единой базой данных целевые функциональные технические подсистемы и технические средства, предназначенные для комплексной защиты объекта от нормированных угроз различной природы возникновения и характера проявления.

В состав КСБ должны входить следующие технические подсистемы: дежурно-диспетчерская; производственно-технологического контроля; охранной и тревожной сигнализации; пожарной сигнализации; контроля и управления доступом; теле/видеонаблюдения и контроля; досмотра и поиска; пожарной автоматики (пожаротушения, противодымной защиты, оповещения, эвакуации); связи с объектом; защиты информации; инженерно-технических средств физической защиты; инженерного обеспечения объекта: электроосвещения и электропитания; газоснабжения; водоснабжения и др.

Анализ функциональных возможностей и эффективности указанных выше систем безопасности показывает, что СФЗ является замкнутой системой с функциями, обеспечивающими только защиту объекта от террористических угроз, в то время как КСБ и ИСБ позволяют расширение структур и функций системы в зависимости от изменяющихся условий. Для указанных выше систем безопасности существует противоречие по вопросам организации эвакуации людей при пожаре: так в соответствии с Федеральным законом от 22 июля 2008 ФЗ-123 при эвакуации людей при пожаре все системы контроля и управления доступом должны переходить в режим – «открыто» (Свободный выход с объекта без выполнения функций контроля). Данко это приведет к невозможности идентифицировать и задержать нарушителя (террориста), совершившего теракт на объекте, то есть система СФЗ

(КСБ) не выполнит свою функцию. В настоящее время это противоречие решается разработкой СТУ, и дополнительных организационно-технических мер с использованием систем интеллектуального видеоконтроля.

В системах КСБ и СФЗ одной из обязательных функций является функция контроля безопасности объекта с применением систем обнаружения нарушителя-террориста, к ним относятся системы охранной сигнализации, системы видеоконтроля, системы контроля и управления доступом и др. Однако функция обнаружения будет неэффективна, если не будет своевременное реагирование на сигналы о нарушении.

По мнению авторов в сложных климатических условиях арктической зоны и труднодоступной местности невозможно реализовать указанные выше функции СФЗ без применения комплексов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

В настоящее время на объектах ТЭК БПЛА используются только для задач периодического мониторинга технического состояния удаленных объектов ТЭК (трубопроводных систем, газокompрессорных станций, ЛЭП) это позволяет обеспечить технологическую безопасность инфраструктуры, но организационно и технически это не обеспечивает защиту инфраструктуры от террористических угроз.

### **Перспективы дальнейших исследований**

Результаты полученных расчетов указывают на то, что применение электроиндукционного ИП-216-001 обеспечит достоверное и своевременное обнаружение пожара (до момента воспламенения) и передаст сигналы оператору системам СОУЭ и АУП.

Такие характеристики позволяют обнаружить развитие пожара на самой ранней стадии, например первичного термического кабелей силового оборудования или тления древесины, опилок, пластмассы и других полимерных материалов.

Одновременно функциональные характеристики прибора ИП216-001 позволяют применить его и в качестве прибора для обнаружения взрывоопасных пылевых концентраций в системах предупреждения взрыва в составе систем производственной автоматики [12, 17, 18].

Вместе с тем необходимо отметить, что несмотря на хорошие характеристики чувствительности ИП-216-001 прибор является точечным пожарным извещателем и не имеет системы воздухозаборных трубопроводов. Поэтому предстоит работа по доработке прибора под аспирационную систему.

### **Заключение**

В целях повышения эффективности систем безопасности объектов ТЭК требуется:

- проведение научно- исследовательских работ по разработке тактики применения БПЛА для охраны объектов ТЭК;
- разработать нормы положенности БПЛА для нужд СФЗ объектов;
- разработка нормативно-правовой базы для обеспечения внедрения в СФЗ современных охранных технологий, таких как БПЛА;
- повысить качество работы по подготовке специалистов в области проектирования и эксплуатации технических систем СФЗ и КСБ.

### **Список источников**

1. Никитин К.Д. Основы промышленной безопасности: учеб. пособие. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. 416 с.
2. Коробко В.И. Промышленная безопасность. М.: Академия, 2012. 208 с.
3. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учеб. М.: Юрайт, 2012. 683 с.
4. О безопасности: Федер. закон от 28.дек. 2010 г. № 390. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

5. О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса: Федер. закон от 21 июля 2011 г. № 256-ФЗ. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
6. О противодействии терроризму: Федер. закон от 6 марта 2006 г. №35-ФЗ. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
7. О внесении изменений в Федеральный закон «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса» и отдельные законодательные акты Российской Федерации»: Федер. закон от 28 июня 2022 г. № 230-ФЗ. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
8. Федеральный закон от 4 июня 2008г. № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
9. Об утверждении Правил по обеспечению безопасности и антитеррористической защищенности объектов топливно-энергетического комплекса: постановление правительства Рос. Федерации от 5 мая 2012 г. № 458. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
10. Об утверждении Правил актуализации паспорта безопасности объекта топливно-энергетического комплекса: постановление Правительства Рос. Федерации от от 5 мая 2012 г. № 460 (в ред. постановлений Правительства Рос. Федерации от 16 апр. 2015 г. № 361; от 10 сент. 2016 г. № 904). Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
11. ГОСТ Р 53704–2009Р. Системы безопасности комплексные и интегрированные. Общие технические требования.
12. ГОСТ Р 50776–95. Системы тревожной сигнализации. Часть 1. Общие требования. Раздел 4. Руководство по проектированию, монтажу и техническому обслуживанию.
13. ГОСТ Р 50776–95 (МЭК 60839-1-4:1989). Системы тревожной сигнализации. Часть 1. Общие требования. Раздел 4. Руководство по проектированию, монтажу и техническому обслуживанию (введен в действие постановлением Госстандарта России от 22 мая 1995 г. № 256, с изм. и доп.).

УДК 623.746.-519

## **ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРТОФОТОПЛАНОВ**

✉ **Нестеренко Александр Геннадьевич;**

**Нестеренко Светлана Георгиевна**

**Егоров Александр Александрович**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.**

✉ **nesterenko.a@igps.ru**

*Аннотация.* В статье рассмотрены основные принципы выбора типа беспилотного воздушного судна пригодного к эксплуатации в Арктической зоне. Приведен набор характеристик, удовлетворяющих решению задачи выбора типа БВС. Указаны основные цели выполнения полётов подразделениями беспилотной авиации МЧС России в паводкоопасном сезоне. Приведены примеры ортопланов полученных с использованием беспилотных воздушных судов МЧС России.

*Ключевые слова:* беспилотная авиационная система, беспилотное воздушное судно, ортоплан, паводкоопасный сезон

## **FUNDAMENTALS OF MONITORING AND FORECASTING OF NATURAL EMERGENCIES IN THE ARCTIC ZONE USING ORTHOPHOTOPLANES**

✉ **Nesterenko Aleksandr G.;**

**Nesterenko Svetlana G.;**

**Egorov Aleksandr A.**

**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.**

✉ **nesterenko.a@igps.ru**

*Annotation.* The article discusses the basic principles of choosing the type of unmanned aircraft suitable for operation in the Arctic zone. A set of characteristics satisfying the solution of the problem of choosing the type of UAV is given. The main objectives of the unmanned aviation units of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the flood season are indicated. Examples of orthoplanes obtained using unmanned aircraft of the Ministry of Emergency Situations of Russia are carried out.

*Keywords:* unmanned aviation system, unmanned aircraft, orthoplane, flood season

### **Введение**

Ежегодно на территории Арктической зоны Российской Федерации происходит более тысячи пожаров, дорожно-транспортных происшествий, аварий на объектах жилищно-коммунального комплекса, происшествий на водных объектах и объектах инфраструктуры.

В целях грамотного управления ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций необходимо собирать сведения по происшествиям, предоставлять эти данные в соответствии с заключенными соглашениями во взаимодействующие структуры, а также проводить их анализ, выявлять тенденции и причины, разрабатывать корректирующие действия.

Поэтому важной теоретической и практической задачей является разработка методов мониторинга при их практическом использовании.

### **Основная часть**

Российская Федерация обладает самой большой в мире территорией в зоне Арктики, огромными водными пространствами внутренних и внешних водоёмов, крупнейшей в мире

трубопроводной сетью и огромными площадями лесных массивов, защита и охрана которых не представляется возможным без применения авиации. В последние годы наряду с пилотируемыми воздушными судами все большее распространение получают беспилотные авиационные системы, обладающие относительно невысокой стоимостью, экономичностью и оперативностью.

Для оперативного и качественного мониторинга чрезвычайных ситуаций всё чаще используются беспилотные авиационные системы (БАС).

Достижение правильности выбора БАС из общего списка, стоящих на вооружении в МЧС России и реализации методики применения БАС к каждой конкретной задаче, возлагаемой на БАС в МЧС России невозможно без решения следующих задач [1, 2]:

- провести детальный обзор БАС, стоящих на вооружении МЧС России;
- изучить нормативно-правовую базу, регламентирующую применение деятельности беспилотной авиации МЧС России;
- выработать методику правильного выбора беспилотных воздушных судов (БВС) для решения задач мониторинга и прогнозирования конкретных ЧС.

Беспилотная авиация МЧС России – совокупность БАС, специалистов их обслуживающих и подразделений МЧС России, использующих БАС для выполнения различных задач при реализации мероприятий предупреждения и ликвидации их последствий ЧС, выполнении аварийно-спасательных, поисково-спасательных и других неотложных работ [3].

Понятие БАС неверно ассоциировать только с летательным аппаратом. Летательный аппарат – важный составной элемент системы, но он служит лишь транспортным средством для доставки оборудования в заданный район, а многие функции системы, как объекта техники, реализуются с использованием его наземных элементов. Кроме того для обеспечения надежной работы необходима система подготовки операторов, включающая в себя АРМ оператора полёта, АРМ оператора полезной нагрузки и тренажер [3].

Реализуемые в настоящее время виды использования и применения БВС в основном предусматривают осуществление мониторинга, передачу видео и фото данных в реальном времени на пульт оператора, а также получение качественных изображений.

К основным задачам осуществления мониторинга можно отнести патрулирование акваторий, поиск и спасание, рыбоохрана, обнаружение техногенных пожаров, контроль за природными чрезвычайными ситуациями (паводки, сели, оползни, смерчи, ураганы), контроль за экологической обстановкой, наблюдение за ситуацией на автодорогах и безопасностью дорожного движения, мониторинг линий электропередач и нефте- и газотрубопроводов и геологическая разведка [4].

Так как в настоящее время не существует универсального решения, то в сущности оптимальный выбор БВС сводится к выбору набора характеристик, удовлетворяющих решению конкретной задачи, таких как:

- наличие полезных нагрузок для решения поставленных задач;

Если для решения большинства разведывательных и специальных задач БВС должен быть оснащен фото- видеокamerой, то для таких задач, как радиотехническая разведка, радиационная (химическая) разведка местности, проведение замеров в районе химических и радиационных аварий необходимо специальные полезные нагрузки, то же самое относится и к транспортным задачам, для решения которых на БАС должна быть предусмотрена система отцепа.

- дальность применения;

БВС самолётного типа в большинстве случаев обладают большей дальностью применения (до 100 км.), в отличие от БВС вертолётного типа (15 км.), что становится определяющим показателем для мониторинга удалённых ЧС.

- манёвренность;

Для воздушной разведки, например, техногенных пожаров на небольшой площади, в высотных зданиях необходима способность БВС зависать в одной точке на различных небольших высотах, на что не способны БВС самолётного типа.

- время развёртывания БАС;

При скоротечных происшествиях быстрое время развёртывания БАС может оказать значительную помощь в обнаружении очагов возгорания, контроле зоны ЧС и других.

- обследуемая площадь;

Для мониторинга и воздушной разведки ЧС на большой площади больше подходят БВС самолётного типа, обладающие большей дальностью применения, скоростью, рабочей высотой и временем полёта.

- время наблюдения;

Для длительного мониторинга более подходят БАС самолётного типа (до 10 часов).

- способ старта и посадки;

В условиях плотной городской застройки либо лесу вертикальный способ старта и посадки БВС является определяющим.

Для решения основных задач, возлагаемых на БАС в системе МЧС России необходимы БВС как вертолётного, так и самолётного типов. Для подавляющего большинства задач на небольшом (менее 3–15 км) удалении целесообразно использовать БВС вертолётного типа вследствие более быстрого времени развёртывания комплекса, а для удаленных – самолётного.

Также стоит отметить, что при проведении разведывательных и поисковых работ применение БВС самолётного типа целесообразно только для определения местоположения крупных объектов (воздушные и морские суда, голова ледохода, лесные пожары и т.д.), то есть тех объектов заинтересованности, размеры которых различимы при использовании БВС самолётного типа (рабочая высота полёта от 300 м., рабочая скорость полёта 80-100 км/ч).

Чрезвычайные ситуации в зависимости от происхождения, или генезиса, имеют 3 вида: техногенные, природные и биолого-социальные [5].

К наиболее часто возникающим ЧС природного характера относятся наводнения, которые нормативными документами определяются как стихийные бедствия, и это не удивительно, так как по своим масштабам и разрушительным последствиям они входят в тройку лидеров из всех существующих опасностей в мире.

Наиболее характерными предпосылками возникновения наводнений являются следующие природные процессы:

- подъемы уровня воды, вызванные половодьями или паводками;
- заторы и зажоры в реках Арктической зоны РФ;
- нагонные процессы в устьях рек;
- прорыв гидротехнических сооружений, но это уже техногенные аварии и катастрофы.

Для подготовки к паводкоопасному сезону и во время него подразделениями беспилотной авиации МЧС России совершаются полёты с целью:

- разведки территории, масштабов и скорости развития негативной ситуации;
- разведки ледовой обстановки (при заторно-зажорных процессах на реках);
- выполнения аэрофотосъёмки и привязка полученных фотоснимков к реальной топографической местности;
- создание ортофотопланов на основе полученной фото-видео информации об объектах контроля (рис. 1).

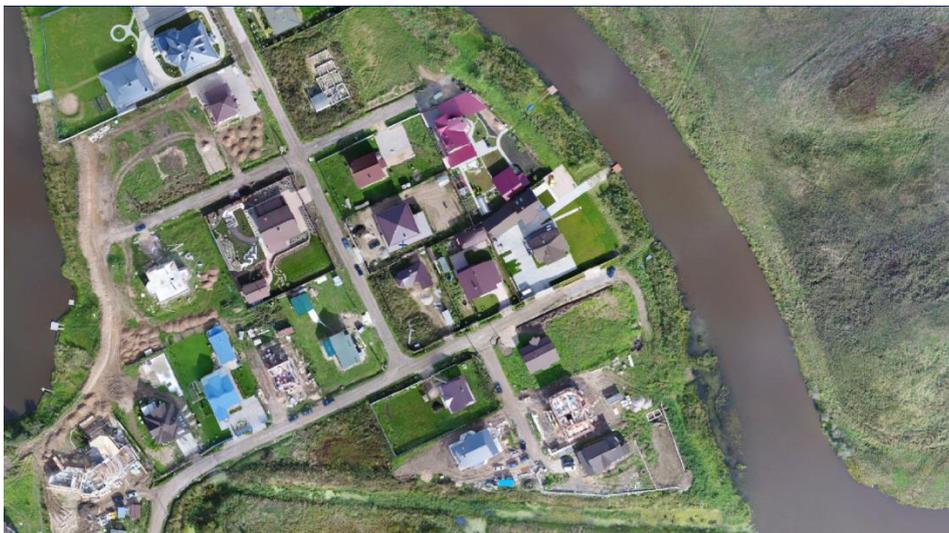


**Рис. 1. Затопленный населенный пункт**

Для оценки последствий подтопления, полёты, с целью построения ортофотопланов населённых пунктов, подверженных риску подтопления, необходимо выполнять не только в период возникновения ЧС связанного с наводнением (рис. 1), или возникновении предпосылок подтопления территории (рис. 2 , 3), но и в летнее время (рис. 4), либо в любое другое время, когда на подстилающей поверхности отсутствуют снег, лёд, затопленные участки земной поверхности.



**Рис. 2. Населенный пункт в зимнее время**



**Рис. 3. Населенный пункт при таянии снежного покрова, присутствуют признаки подтопления территории**



**Рис. 4. Населенный пункт в летнее время, признаки подтопления отсутствуют**

Полёт для построения ортофотоплана удобнее выполнять не в ручном режиме, а при помощи специализированного программного обеспечения, где задаются координаты необходимого площадного маршрута, высота полёта, скорость беспилотного летательного аппарата, горизонтальное и вертикальное перекрытие, что может быть реализовано с использованием систем искусственного интеллекта [6].

Для мониторинга большого района, поисковых работ, полёты с целью создания ортофотопланов и цифровых моделей местности целесообразно выполнять полёт галсами.

На представленных ортофотопланах наглядно видны зоны затопления населённого пункта, подтопленные дома и участки дорог.

Также на основе ортофотопланов с помощью различных программных продуктов можно построить цифровую модель местности и произвести расчёт подтопления по заданному уровню воды (рис. 5).

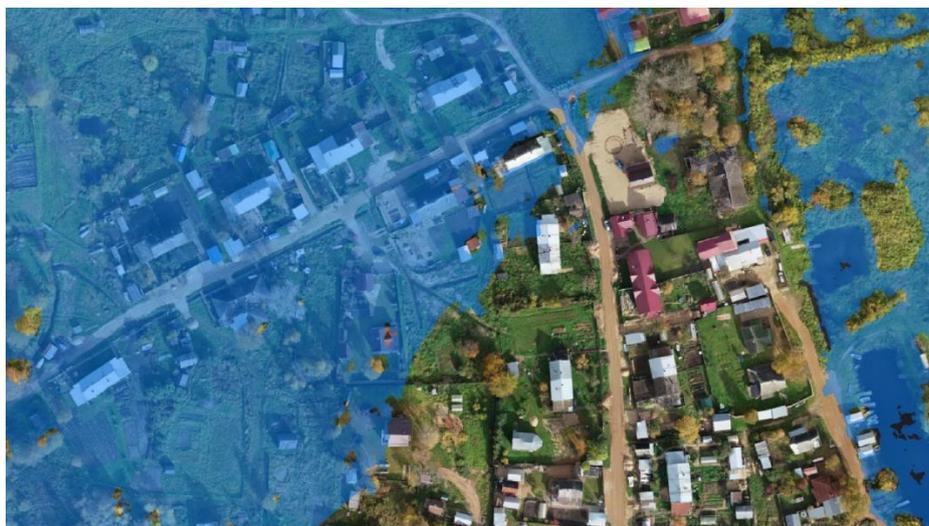


Рис. 5. Прогноз подтопления населенного пункта при повышении уровня воды на 1,5 м

### Заключение

Таким образом, использование ортофотопланов создаваемых беспилотными авиационными системами, для осуществления мониторинга акваторий водных объектов в Арктической зоне РФ, для прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера (паводки, наводнения) может оказать огромную помощь при сборе информации для дальнейшей её обработки в целях поиска возможных мест заторов, зажоров, прогнозирования зоны подтопления населённых пунктов, участков дорог при критических уровнях воды, участков на которые следует обратить особое внимание при планировании превентивных противопаводковых мероприятий.

### Список источников

1. Об использовании в подразделениях МЧС России робототехнических комплексов, беспилотных летательных аппаратов и дальнейшем развитии робототехники и технологий ее применения: Решение коллегии МЧС России от 12 нояб. 2014 г. № 14-I // МЧС России. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/1826> (дата обращения: 28.03.2023).
2. Степанов Р.А., Белкин Д.С., Перевалов А.С. Перспективы развития и применения беспилотных воздушных судов в МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 2(42). С. 36–43.
3. Нестеренко А.Г., Бардонов А.Ю., Нестеренко С.Г. Выбор типа беспилотного воздушного судна для решения основных задач в системе МЧС России // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. СПб., 2022. С. 199–202.
4. Нестеренко А.Г., Шепелюк С.И., Бардонов А.Ю. Использование беспилотных авиационных систем для предупреждения паводков // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. СПб., 2022. С. 203–207.
5. Авдеенко Р.А., Нестеренко А.Г. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного характера на территории Новосибирской области // Охрана труда и техносферная безопасность на объектах промышленности, транспорта и социальных инфраструктур: сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. А.И. Зябирова, А.В. Чупшева. Пенза, 2022. С. 7–11.
6. Иванов К.М., Нестеренко А.Г., Шепелюк С.И. Применение искусственного интеллекта в деятельности МЧС России по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: материалы Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2021. С. 131–138.

УДК 614.8

## **КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ВОПРОСОВ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

✉ **Шепелюк Сергей Иванович;**  
**Нестеренко Светлана Георгиевна;**  
**Ищанов Максим Александрович.**  
**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.**  
✉ [shepelyuk.s@igps.ru](mailto:shepelyuk.s@igps.ru)

*Аннотация.* В статье определена взаимосвязь предпосылок возникновения техногенных, социальных и экологических чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне. Указаны две основные задачи позволяющие решить проблемы обеспечения социальной безопасности в Арктической зоне РФ. Приведены основные направления решения вопросов по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время. Приведены основные пути обеспечения безопасности от чрезвычайных ситуаций различного характера.

*Ключевые слова:* комплексный характер опасностей и угроз, системный подход, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций, обеспечение безопасности

## **AN INTEGRATED APPROACH TO SOLVING ISSUES RELATED TO THE PREVENTION AND LIQUIDATION OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

✉ **Shepeluk Sergei I.;**  
**Nesterenko Svetlana G.;**  
**Ischanov Maksim A.**  
**Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.**  
✉ [shepelyuk.s@igps.ru](mailto:shepelyuk.s@igps.ru)

*Annotation.* The article defines the interrelation of the prerequisites for the emergence of man-made, social and environmental emergencies in the Arctic zone. Two main tasks are indicated to solve the problems of ensuring social security in the Arctic zone of the Russian Federation. The main directions of solving issues on the prevention and liquidation of emergency situations in peacetime and wartime are given. The main ways of ensuring safety from emergency situations of various nature are given.

*Keywords:* the complex nature of hazards and threats, a systematic approach, prevention and elimination of emergency situations, security

### **Введение**

Анализ тенденций в области безопасности общества и человека и прогноз на XXI век показывают, что характер, масштабы и содержание опасностей и угроз в Арктической зоне Российской Федерации приобретают все более комплексный характер, а это, в свою очередь требует реализации системного подхода к решению вопросов по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время.

Одна угроза влечет за собой порой целую цепочку других опасностей, так возникающие военные конфликты создают чрезвычайные ситуации в техногенной, социальной и экологической сферах.

Техногенные катастрофы способствуют развитию и проявлению природных катаклизмов, и, наоборот, природные бедствия влияют на техногенную безопасность.

Существует множество неизвестных или неучтенных в технологии управления опасностей, которые к тому же довольно быстро могут менять свою интенсивность и направленность.

Поэтому в XXI веке единственно верным подходом к решению проблем безопасности является комплексный, системный подход. Говоря о комплексной безопасности человека и общества, мы подразумеваем защиту от всех видов опасностей и угроз в рамках единой стратегии с использованием полного набора форм и методов противодействия им [1].

Выступая в качестве важнейшей характеристики состояния политической системы общества, социальная безопасность означает потенциальную и реальную возможность государственно-организованного социума противостоять внутренним и внешним угрозам [2].

### Основная часть

Решение проблемы обеспечения социальной безопасности в Арктической зоне Российской Федерации связывается с двумя основными задачами:

- определение круга угроз, в совокупности представляющих опасность для государства;
- формирование и функционирование механизма, позволяющего минимизировать вредоносные последствия реальных угроз, а также создающего условия для сохранения государства и его развития.

В современных условиях все более актуальными становятся проблемные вопросы, связанные с обеспечением социальной безопасности в ситуациях, связанных с различными природными катаклизмами, а также катастрофами техногенного характера, включая проблемы использования искусственного интеллекта. Ураганы, землетрясения, наводнения, выбросы радиоактивных и отравляющих веществ, представляют для общества угрозу не меньшую, нежели открытые вооруженные конфликты между странами и народами [3].

При этом, как в условиях военного времени, так и в рамках чрезвычайных режимах функционирования систем управления мирного времени, обусловленных экстремальными факторами, наибольшей опасности подвергаются не представители специальных государственных структур (военнослужащие, сотрудники подразделений МЧС России и т.п.), обладающие, в силу особой профессиональной подготовки, повышенной способностью к преодолению возникающих рисков, а простые граждане, оказавшиеся в «экстремальной сфере», и не имеющие реальной возможности защитить свои права и законные интересы [4].

Обеспечение безопасности данной категории населения является одной из основных задач государства и предполагает наличие особой институционально-функциональной системы, которая с определенной долей условности может быть названа государственно-правовой системой обеспечения безопасности гражданского населения.

Основными направлениями к решению вопросов по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время являются:

- проанализировать нормативно-правовые акты, научную литературу, судебную практику и международный опыт в области защиты населения и территорий в мирное и военное время;
- проследить развитие нормативно-правовой базы в историческом контексте;
- выявить недостатки в правовом регулировании;
- определить пути и разработать предложения по совершенствованию законодательства в данной области [5].

Таким образом, проблема предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера, смягчения их последствий и ликвидации весьма актуальна сегодня не только для России, но и для всего человечества.

Это обусловлено ежегодным увеличением количества, масштабов катастроф, ростом людских и материальных потерь, которое несет человечество, что сдерживает развитие цивилизации, а в некоторых случаях ставит под угрозу существование человечества.

Поэтому современное понимание безопасности граждан значительно расширилось и включает надежное представление необходимых им условий для жизни, развития и самовыражения, гарантий гражданских прав и социальной защищенности.

Как показывает анализ, обеспечение безопасности от чрезвычайных ситуаций различного характера может быть осуществлено разными путями.

Наиболее эффективный из них – снижение вероятности возникновения, уменьшение возможных масштабов и тяжести последствий аварий, природных и природно-техногенных катастроф путем воздействия на потенциальные источники опасности.

### **Заключение**

На определенном уровне управления усилиями человека, государства, мирового сообщества можно предотвратить возникающие чрезвычайные ситуации различного характера или смягчить их последствия, осуществить ликвидацию последних. В этом направлении проделана значительная работа, как в России, так и в странах мирового сообщества, создано необходимое правовое поле в этой области.

Мы должны быть уверены в том, что дальнейший научный поиск поможет человечеству найти способ решить глобальные проблемы, несущие угрозу его существованию, что управление рисками катастроф будет постоянно совершенствоваться.

### **Список источников**

1. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 год: Государственный доклад // МЧС России. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/5946> (дата обращения: 28.03.2023).
2. Шепелюк С.И., Нестеренко А.Г., Зотов П.В. Особенности организации аварийно-восстановительных работ по ликвидации последствий разрушений инфраструктуры Луганской и Донецкой народных республик // Угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах в условиях проведения специальной военной операции: материалы межвузовского семинара. СПб., 2022. С. 4–7.
3. Иванов К.М., Нестеренко А.Г., Шепелюк С.И. Применение искусственного интеллекта в деятельности МЧС России по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: материалы международной научно-практической конференции. СПб., 2021. С. 131–138.
4. Проблемы и перспективы подготовки специалистов МЧС России к деятельности в Арктической зоне / Т.В. Мусиенко [и др.] // Подготовка кадров в системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: материалы междунар. науч.-практ. конф. 2019. С. 259–267.
5. Зокоев В.А., Воропаев Н.П., Нестеренко А.Г. Правовые основы реализации основных способов защиты населения от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях // Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации. 2020. № 4 (49). С. 61–64.

УДК 614.8

## **ОСНОВНЫЕ ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧС В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

✉ Шепелюк Сергей Иванович;

Иванов Константин Михайлович;

Аристова Мария Александровна.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.

✉ shepelyuk.s@igps.ru

*Аннотация.* В статье проведен анализ возникших в современных условиях новых задач, которые требуют решения в рамках существующей системы РСЧС и ГО. Сделан вывод о том, что характер, масштабы и содержание опасностей и угроз приобретают все более комплексный характер, а это требует реализации системного подхода к решению вопросов по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время. Показана необходимость дальнейшего совершенствования существующей системы управления, позволяющей целенаправленно проводить единую государственную политику в области защиты населения и территорий.

*Ключевые слова.* Управление, комплексный подход, ликвидация последствий, управленческое решение, эффективность управления

## **THE MAIN WAYS TO IMPROVE THE MANAGEMENT OF EMERGENCY RESPONSE IN THE ARCTIC ZONE**

✉ Shepeluk Sergei I.;

Ivanov Konstantin M.;

Aristova Mariya A.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.

✉ shepelyuk.s@igps.ru

*Annotation.* The article analyzes the new tasks that have arisen in modern conditions that require solutions within the existing system of emergency situations and civil defense. It is concluded that the nature, scale and content of dangers and threats are becoming more complex, and this requires the implementation of a systematic approach to solving issues of prevention and liquidation of emergency situations in peacetime and wartime. The necessity of further improvement of the existing management system is shown, which makes it possible to purposefully pursue a unified state policy in the field of protection of the population and territories.

*Keywords:* Management, integrated approach, elimination of consequences, management decision, management efficiency

### **Введение**

В XXI в. в России ежегодно возникает большое количество чрезвычайных ситуаций различного характера. Причем тяжесть имеющих место аварий, катастроф и стихийных бедствий имеет тенденцию к возрастанию: растет ущерб, остаются значительными санитарные и безвозвратные потери населения, наносится непоправимый вред природной среде. [1].

Освоение территории Арктической зоны РФ приносит возникновение проблем, связанных с решением задач, вызванных особенностями природного и антропогенного характера.

## Основная часть

Анализ возникших новых задач, решаемых в области защиты населения и территорий показывает, что необходимо совершенствовать существующую систему управления, позволяющей целенаправленно проводить единую государственную политику в области заблаговременного предупреждения и успешного решения задач по ликвидации последствий ЧС, защиты от них населения и повышения устойчивости функционирования системы гражданской обороны.

Высокие требования к такой системе управления определяются степенью сложности решаемых задач возникающих на новых осваиваемых территориях, в том числе в Арктической зоне Российской Федерации.

Приобретенный опыт ликвидации последствий ЧС подтверждает существенную и значительную роль, наличие эффективной, гибкой, целенаправленной системы управления защиты населения и территорий. В последние годы особенно сильно проявилось многообразие угроз – от вооруженного конфликта (специальная воинская операция на Украине) до крупных лесных пожаров катастрофических наводнений, многочисленных техногенных аварий и катастроф [2].

Качественная работа должностных лиц и органов управления защиты населения и территорий определяет степень эффективности выполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий ЧС и зависит от своевременной организации повседневного управления.

Условия не простой социальной, экономической и политической обстановки в Российской Федерации требуют поддержания в высокой боевой готовности органов управления гражданской обороны всех уровней, а также обеспечения эффективного взаимодействия в различных условиях складывающейся обстановки [3].

Одним из условий необходимого для эффективного и твердого управления в системе гражданской обороны является рационально созданная структура в целом и системы управления в частности.

Недостатки в организационной структуре и системе управления снижают эффективность управления как самой системы управления в частности, так и всей организационной системы в целом.

Практика ликвидации последствий ЧС показывает, что при тщательной организованной системе управления гражданской обороной даже слабо подготовленный руководитель приносит незначительный вред.

Понятию «управление» в исторической научной литературе представляется большое количество толкований. В общем смысле управление предполагает воздействие на любой процесс или объект путем решения соответствующих задач для достижения поставленной цели. Совместный труд любого коллектива людей нуждается в процессе управления. Это свидетельствует о том, что управление является необходимым элементом деятельности любого коллектива людей и пронизывает действия этого коллектива от низовых до высших звеньев конкретной организации людей.

Управление – это систематическое, целенаправленное влияние на совместные действия коллективов людей и отдельного человека в интересах достижения определенных целей. Непрерывность процесса управления составляет основу систематичности управления.

Примером целенаправленных действий могут быть: принятия управленческих решений, постановка задач подчиненным подразделениям, организация выполнения работ по выполнению принятых решений, контроль за выполнения этих решений и так далее.

Для повышения эффективности способов и приемов управления применительно к той или иной конкретной области, необходимо более детально рассмотреть содержание управленческой работы.

Исходным действием, с которого начинается управление, обычно считают выработку и принятие решения, которое предполагает:

- определение цели управления;

- оценку обстановки и исходного состояния, в котором находится объект управления;
- прогнозирование развития ситуации;
- определение и оценку последовательности действий, которые в совокупности должны привести к достижению цели управления;
- принятие наиболее рациональной (по предварительным оценкам) последовательности действий в качестве управленческого решения.

При оценке выбираемого решения основную роль играет определение ресурсных возможностей реализации этого решения. При этом производится определение необходимых для осуществления решения сил и средств, финансовых затрат объема затрат, распределение ресурсов и т.д.

При этом используются методы прогнозирования и планирования.

После принятия решения наступает этап организации его выполнения. При этом определяются условия выполнения работ, и производится распределение задач между исполнителями.

Разрабатываются порядок, формы и методы деятельности. Порядок выполнения работ оформляется документально. Основное внимание при этом уделяется эффективности и экономичности их выполнения.

Производится распределение заданий между исполнителями и создается мотивация их действий. Организуется координация работ, ведется анализ их выполнения.

Координация хода работ, как составная часть процесса управления, направленная на обеспечение выполнения принятого решения, включает организацию и поддержание взаимодействия между исполнителями работ, выявление расхождений между запланированным и реальным ходом выполнения работ и принятие решений по их устранению, стимулирование совместной работы подчиненных. Координация проводится практически на всем протяжении процесса управления.

Контроль за ходом выполнения принятого решения предполагает проверку правильности и достаточности выполнения работ и фактического достижения поставленных перед ними целей.

Для обеспечения контроля в процессе управления требуется хорошо налаженный учет времени, отработанные нормативы выполнения работ, требования к этим работам и другие материалы.

Для выполнения различных групп действий процесса управления используют, как правило, свои специальные методы, приемы и способы.

Выполнение процесса управления требует специальной организации выполнения работ, то есть технологии управления – порядка (последовательности, регламента) управления.

Основным действием, на основании которого организуется процесс управления, для руководителя любого звена РСЧС или системы ГО является аналитическая работа. Разумеется, аналитическая работа разных руководителей отличается как по своему содержанию, так и по объему. Причем чем выше уровень управления, тем больше внимания должно быть уделено выработке и обоснованию решений, а также контролю их выполнения.

Изменение условий управления, особенно характерное для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, ежеминутно выдвигает все возрастающие требования к качеству принимаемых решений при существенно ограниченном времени.

Поэтому важнейшую роль в процессе управления играет информация. На ее основе формируются и реализуются решения, ведется оценка их выполнения и организуется взаимодействие исполнителей.

При работе с информацией должно проявиться искусство руководителя, умение выбрать из нее ту часть, которая имеет непосредственное отношение к управляемому процессу в данный момент времени.

Управленческая информация является формой связи между тем, кто управляет и тем, кем управляют.

По сути дела, можно сказать, что основная функция системы управления сводится к сбору, обобщению, обработке и передаче информации. Информация – это основной объект управленческого труда. Для того чтобы, избежать принятия решений, не соответствующих реальной обстановке, руководитель обязан иметь самую свежую информацию.

Но информация, поступающая руководителю, может преднамеренно или непреднамеренно исказиться. В современных условиях создание системы защиты информации во всех сферах стала весьма злободневной проблемой. Особенно актуальны вопросы обеспечения информационной безопасности, которая является неотъемлемым элементом национальной безопасности Российской Федерации.

Эффективность управления («эффект» от лат. effectus – исполнение, действие) – отношение полезного результата к затратам на его получение. Эффективно всё, что в наибольшей мере способствует скорейшему достижению поставленных задач.

Эффективность управления кризисными ситуациями – категория, зависящая от степени соответствия реального результата управленческой деятельности по сохранению стабильности, урегулированию кризиса или выходу из него требуемому результату, определяемому возложенными на управленческие структуры задачами, т.е. той цели, для достижения которой организуется управление.

Интересы повышения эффективности управления в Арктической зоне Российской Федерации требуют глубокого анализа и оценки управленческой деятельности на всех уровнях руководства, использования последних достижений в этой области [4].

Необходимы все более широкие и глубокие обобщения накопленного опыта управления в системе защиты населения и территорий с учетом специфических условий Арктической зоны при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Управление в системе защиты населения и территорий Арктики, должно вбирать все новое, передовое, в различных сферах человеческой деятельности, включая использование искусственного интеллекта [5].

### **Заключение**

Вопросы управления единой государственной системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны в Арктической зоне Российской Федерации при возникновении чрезвычайных ситуаций являются сложными и во многом проблемными, что обязывает руководящий состав органов управления постоянно совершенствовать формы и методы своей работы.

Опыт последнего времени показывает, что там, где управление организовано грамотно и базируется на современных средствах, ликвидация чрезвычайных ситуаций носит плановый, организованный характер. А это, в конечном счете, ведет к сокращению количества погибших и пострадавших, а также предотвращению экономического ущерба.

### **Список источников**

1. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 год: Государственный доклад // МЧС России. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/5946> (дата обращения: 28.03.2023).
2. Шепелюк С.И., Нестеренко А.Г., Зотов П.В. Особенности организации аварийно-восстановительных работ по ликвидации последствий разрушений инфраструктуры Луганской и Донецкой народных республик // Угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах в условиях проведения специальной военной операции: материалы межвузовского семинара. СПб., 2022. С. 4–7.
3. Зокоев В.А., Воропаев Н.П., Нестеренко А.Г. Правовые основы реализации основных способов защиты населения от опасностей, возникающих при военных конфликтах

и чрезвычайных ситуациях // *Право. Безопасность. Чрезвычайные ситуации.* 2020. № 4 (49). С. 61–64.

4. Шепелюк С.И., Нестеренко А.Г., Драпей К.И. Пути повышения устойчивости функционирования объектов нефтегазового комплекса России // *Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности.* 2019. № 2. С. 22–36.

5. Иванов К.М., Нестеренко А.Г., Шепелюк С.И. Применение искусственного интеллекта в деятельности МЧС России по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций // *Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, предотвращение и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: материалы междунар. науч.-практ. конф.* СПб., 2021. С. 131–138.

УДК 614.8, 351

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ВЗРЫВОУСТОЙЧИВОСТИ ТИПОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Седнев Владимир Анатольевич;**

**Кошевая Елена Ивановна.**

**Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия.**

✉ [sednev70@yandex.ru](mailto:sednev70@yandex.ru)

✉ [e.i.koshevaya@mail.ru](mailto:e.i.koshevaya@mail.ru)

*Аннотация.* Рассмотрены основные положения по оценке взрывоустойчивости типов жилых зданий Арктической зоны Российской Федерации.

*Ключевые слова:* типы жилых зданий, воздействие обычных средств поражения, взрывоустойчивость, прогрессирующее обрушение

## **GENERAL PROVISIONS ON THE ASSESSMENT OF EXPLOSION RESISTANCE OF TYPES OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Sednev Vladimir A.;**

**Koshevaya Elena I.**

**Academy of State fire service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia.**

✉ [sednev70@yandex.ru](mailto:sednev70@yandex.ru)

✉ [e.i.koshevaya@mail.ru](mailto:e.i.koshevaya@mail.ru)

*Annotation.* The main provisions on the assessment of explosion resistance of types of residential buildings in the Arctic zone of the Russian Federation are considered.

*Keywords:* types of residential buildings, exposure to conventional weapons, explosion resistance, progressive collapse

На территории Арктической зоны Российской Федерации находятся различные населенные пункты, население которых проживает, особенно в городах, в многоквартирных домах [1], при этом они, в зависимости от конструктивных особенностей, имеют разную прочность и, следовательно, разную взрывоустойчивость [1–25].

Взрывоустойчивость [2] – свойство объекта противостоять воздействию поражающих факторов взрыва обычных средств поражения, которые способны вызвать прогрессирующее обрушение здания или сооружения от локальных разрушений отдельных несущих конструкций.

Под прогрессирующим обрушением понимается [2] распространение начального локального повреждения в виде цепной реакции от элемента к элементу, которое, в конечном счёте, приводит к обрушению всего сооружения или непропорционально большей его части.

Воздействие обычных средств поражения приводит к местным повреждениям несущих конструкций зданий. При этом в одних случаях разрушения этими первоначальными повреждениями и исчерпываются, а в других – несущие конструкции, сохранившиеся в первый момент после воздействия, не выдерживают дополнительной нагрузки, ранее воспринимавшейся поврежденными элементами, и разрушаются. Разрушение последнего типа и есть прогрессирующее обрушение.

При воздействии обычных средств поражения здание получает повреждение конструкций.

Существует четыре степени разрушения зданий и сооружений [2, 3]:

слабые – в растянутой зоне бетона и кирпичной кладки появляются трещины;

средние – разрушаются второстепенные элементы здания (перегородки, окна, двери), начинается разрушение сжатой зоны бетона и кирпичной кладки в основных несущих элементах, появляются трещины в стенах;

сильные – сквозные трещины в бетоне несущих элементов, отдельные остаточные прогибы межэтажных перекрытий, но конструкции не обрушиваются;

полные – обрушение и разрушение всех элементов.

Для приспособления здания в военных целях или размещения пострадавшего населения в военное время может рассматриваться любое состояние здания после воздействия обычных средств поражения, кроме его полного разрушения. Взрывоустойчивость здания обуславливается его конструктивными особенностями, которые характеризуются наличием критических элементов.

Под критическим элементом понимается элемент конструкции, участвующий в формировании конструктивной жесткости и устойчивости здания к прогрессирующему обрушению. Критическими элементами основных типов зданий являются колонны и стены. Их количество, взаимное расположение и конструкционный материал определяют расчётную модель здания.

Для расчета монолитных и кирпичных зданий на устойчивость против прогрессирующего обрушения рекомендуется [4–6] использовать пространственную расчетную модель. В ней могут учитываться элементы, которые при нормальных эксплуатационных условиях являются ненесущими (например, навесные наружные стеновые панели, железобетонные ограждения балконов и т.п.), а при разрушении критических элементов активно участвуют в перераспределении усилий в элементах конструктивной системы.

Для расчета панельных зданий на устойчивость против прогрессирующего обрушения рекомендуется [7] использовать пространственную расчетную модель в виде системы пластинок (с проемами или без проемов), соединенных между собой сосредоточенными связями, прочность которых эквивалентна прочности фактических связей между панелями (рис. 1).

В качестве локального (гипотетического) разрушения следует рассматривать разрушение на одном (любом) этаже здания вертикальных конструкций [3–6]:

а) двух пересекающихся стен на участках от места их пересечения (в частности, от угла здания) до ближайшего проема в каждой стене или до следующего вертикального стыка со стеной другого направления, но на суммарной длине не более 7 м;

б) отдельно стоящей колонны (пилона);

в) колонны (пилона) с участками примыкающих стен на их длине по п.а.

Для оценки устойчивости здания против прогрессирующего обрушения рекомендуется рассматривать наиболее опасные расчетные схемы разрушения: локальные разрушения, включающие разрушения наружных стен, ослабленных дверными проемами выходов на балконы и лоджии (схемы 1, 2, 3 на рис. 2); локальные разрушения, включающие разрушения внутренних стен, слабо связанных с остальными вертикальными конструкциями из-за наличия дверных проемов (схемы 2, 4, 5 на рис. 2), из-за балочной разрезки большепролетных перекрытий (схемы 2, 4, 5 на рис. 2; схема 3, 13, 16 на рис. 3) или из-за частичного отсутствия связей через перекрытия (стены, примыкающие к лестничным клеткам; схема 4 на рис. 2); локальные разрушения, включающие разрушение наиболее нагруженных пилон (колонн) (схемы 2, 4, 6, 7, 8 на рис. 3).

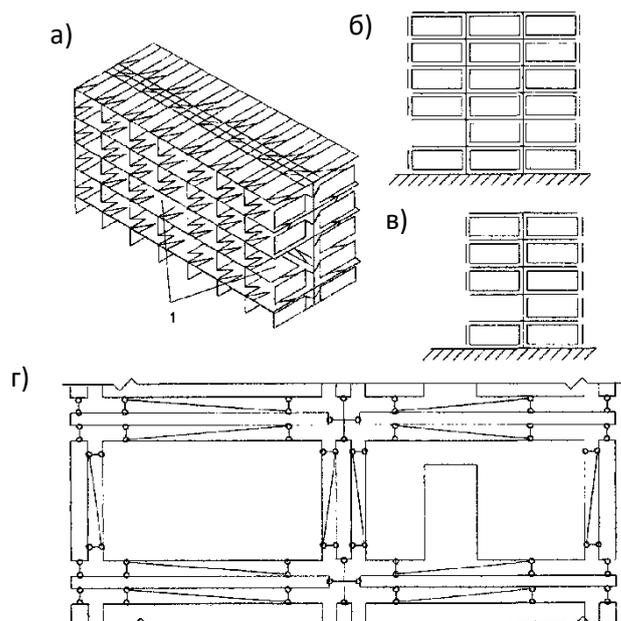


Рис. 1. Расчетная модель здания с локальными разрушениями:  
 а – аксонометрическая схема; б, в – фасад здания с разрушениями;  
 г – узлы связи элементов; 1 – локальные разрушения

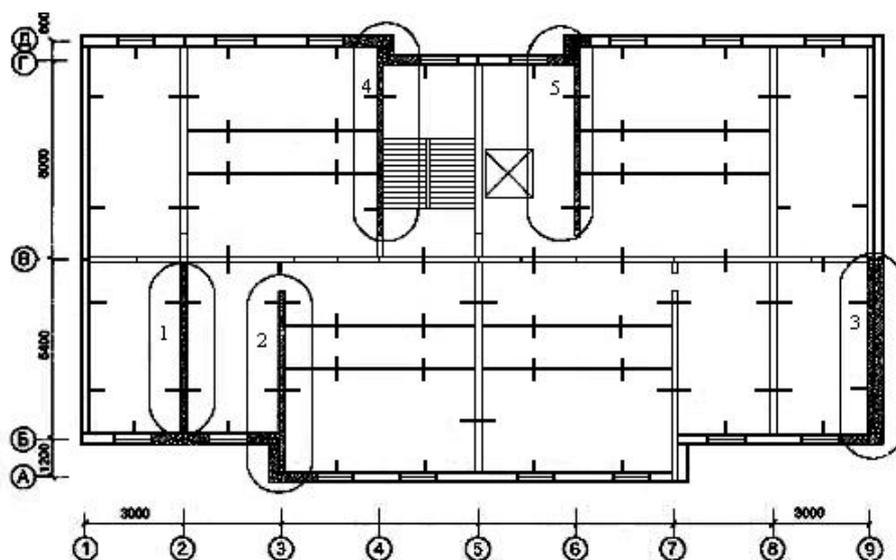
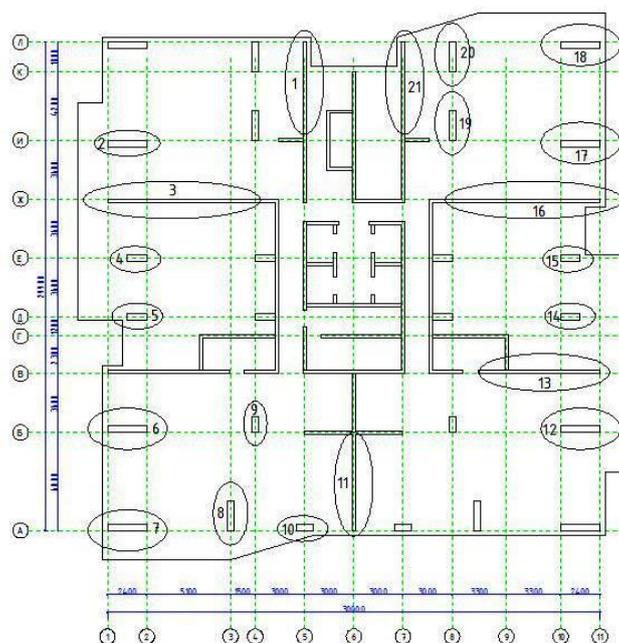


Рис. 2. Варианты расположения локальных разрушений критических элементов панельных и кирпичных зданий:  
 1, 2 – внутренние стены; 3 – наружные стены; 4, 5 – стены лестничных клеток

Моделирование разрушения критического элемента выполняется путём его удаления из расчётной схемы здания. Полученные на основании статического расчёта усилия в неразрушенных конструктивных элементах должны сравниваться с предельными усилиями, которые могут быть восприняты этими элементами. Устойчивость здания против прогрессирующего обрушения обеспечена, если для любого элемента соблюдается условие  $F \leq S$ , где  $F$  и  $S$  – соответственно, усилие в конструктивном элементе, найденное из выполненного расчёта, и его расчетная несущая способность.



**Рис. 3. Варианты расположения локальных разрушений критических элементов монолитного здания:**

3, 11, 13, 16 – внутренние стены; 1, 21 – стены лестничных клеток; 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20 – колонны (пилоны)

Устойчивость здания против прогрессирующего обрушения проверяется расчетом на особое сочетание нагрузок и воздействий, включающее постоянные и временные длительные нагрузки, а также воздействие гипотетических локальных разрушений несущих конструкций. При этом коэффициенты сочетаний нагрузок и коэффициенты надежности по нагрузкам к постоянным и длительным нагрузкам следует принимать равными единице.

Для определения количества критических элементов, разрушение которых приводит к полному разрушению конкретного типа здания, вследствие прогрессирующего обрушения была выполнена серия расчётов.

#### Список источников

1. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: Указ Президента Рос. Федерации от 2 мая 2014 г. № 296. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
2. Кошечкина Е.И. Методика определения степеней разрушения зданий при действии обычных средств поражения: Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню гражданской обороны. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2022. Ч. I. С. 167–176.
3. Рекомендации по применению принципов и способов противоаварийной защиты в проектах строительства. Методические подходы. Правительство Москвы. М.: 2004. 8 с.
4. Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. Москомархитектура. М.: 2006. 35 с.
5. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. Москомархитектура. М.: 2005. 40 с.
6. Рекомендации по защите жилых зданий с несущими кирпичными стенами при чрезвычайных ситуациях. Москомархитектура. М.: 2002. 14 с.
7. Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий. Москомархитектура. М.: 1999. 35 с.
8. Нагрузки и воздействие на здания и сооружения / В.Н. Гордеев [и др.]. М.: Изд. АСВ, 2006. 478 с.
9. Седнев Ал.В. Защита коммерческой информации как составляющая обеспечения безопасности государства // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2023. № 1.

10. Седнев Ан.В., Кошевой В.С. Мероприятия реагирования после применения вооруженной силы иностранным государством // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2020. Ч. 1. С. 241–245.
11. Седнев А.В., Седнев В.А., Кошевой В.С. Особенности мер, подлежащих реализации на территории страны после применения вооруженной силы иностранным государством // 75-летие Великой Победы: исторический опыт и современные проблемы военной безопасности России: сб. М., 2020. Т. 1. С. 344–348.
12. Седнев В.А., Седнев Ан.В. Алгоритм организации и обеспечения безопасности проведения пиротехнических работ при разминировании территории памятника фортификационного искусства // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2021. № 2. С. 35–58.
13. Седнев В.А., Седнев А.В. Научно-методический подход организации работ по разминированию территории памятника фортификационного искусства // Проблемы управления рисками в техносфере. 2021. № 3 (59). С. 59–75.
14. Разработка учебно-методических материалов для проведения практических занятий по дисциплине «Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций» / В.А. Седнев [и др.]: отчет о научно-исследовательской работе. М., 2018. 261 с.
15. Седнев В.А., Кошечкина Е.И., Аляев П.А. Оценка системы подготовки специалистов-спасателей для пиротехнических подразделений МЧС России и разработка предложений по ее совершенствованию: отчет о научно-исследовательской работе. М., Академия ГПС МЧС России, 2020. 93 с.
16. Седнев В.А. Методика обоснования комплекса средств механизации работ по развертыванию аварийно-спасательных формирований в арктической зоне Российской Федерации // Арктика: экология и экономика. 2016. № 1 (21). С. 102–112.
17. Седнев В.А., Кошечкина Е.И. Алгоритм определения состояния жилых зданий после воздействия по ним обычных средств поражения: материалы Науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню гражданской обороны. М.: Академия ГПС МЧС России. 2017. С. 127–130.
18. Седнев Ан.В., Седнев В.А., Кошечкина Е.И. Факторы, влияющие на организацию защиты населения при применении вооруженной силы иностранным государством // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2020. Ч. 1. С. 270–277.
19. Седнев В.А., Кошечкина Е.И., Седнев Ан.В. Оценка факторов, влияющих на безопасность страны в современных условиях // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2019. Ч. II. С. 416–423.
20. Седнев В.А., Кошечкина Е.И. Алгоритм обоснования мероприятий по повышению устойчивости жилых зданий к воздействию обычных средств поражения // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2021. Ч. I. С. 220–224.
21. Седнев В.А., Седнев Ан.В. Применение метода статистических испытаний для решения инженерных задач и инженерного обеспечения действий спасательных формирований // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2021. № 4. С. 44–63.
22. Седнев В.А. Организация маскировочных мероприятий на объектах и территориях // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. М., 2022. Ч. I. С. 185–192.
23. Седнев В.А., Кошечкина Е.И. Об истории робототехники и ее применении // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. М., 2022. Ч. II. С. 120–131.
24. Седнев В.А., Седнев Ан.В., Седнев Ал.В. Применение стохастических методов в математическом моделировании действий и при обосновании решений // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2022. № 5. С. 45–60.
25. Седнев Ан.В. Особенности информационно-аналитического обеспечения принятия решений в территориальных органах управления // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2021. Ч. III. С. 283–293.

УДК 614.8, 351

## ОЦЕНКА ВЗРЫВОУСТОЙЧИВОСТИ МОНОЛИТНЫХ, ПАНЕЛЬНЫХ И КИРПИЧНЫХ ТИПОВ ЗДАНИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Седнев Владимир Анатольевич;**

**Кошевая Елена Ивановна.**

**Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия.**

✉ [sednev70@yandex.ru](mailto:sednev70@yandex.ru)

✉ [e.i.koshevaya@mail.ru](mailto:e.i.koshevaya@mail.ru)

*Аннотация.* Обоснованы условия полного разрушения типовых жилых зданий Арктической зоны Российской Федерации при действии обычных средств поражения, что может быть положено в основу совершенствования конструкций зданий и предложений по повышению устойчивости их функционирования.

*Ключевые слова:* типы жилых зданий, критические элементы, воздействие обычных средств поражения, взрывоустойчивость, прогрессирующее обрушение

## ASSESSMENT OF EXPLOSION RESISTANCE OF MONOLITHIC, PANEL AND BRICK TYPES OF BUILDINGS IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Sednev Vladimir A.;**

**Koshevaya Elena I.**

**Academy of State fire service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia.**

✉ [sednev70@yandex.ru](mailto:sednev70@yandex.ru)

✉ [e.i.koshevaya@mail.ru](mailto:e.i.koshevaya@mail.ru)

*Abstract.* The conditions for the complete destruction of typical residential buildings in the Arctic zone of the Russian Federation under the action of conventional means of destruction are substantiated, which can be the basis for improving the structures of buildings and proposals to increase the stability of their functioning.

*Keywords:* types of residential buildings, critical elements, the impact of conventional weapons, explosion resistance, progressive collapse

### Оценка взрывоустойчивости монолитного здания

Для разработки мероприятий по повышению устойчивости функционирования различных объектов экономики могут быть использованы различные методы.

Несущие конструкции жилого 5-этажного здания выполнены в монолитном железобетоне. План типового этажа здания представлен на рис. 1. Размеры дома в плане составляют – 36×40 м. Конструктивная система здания смешанная, лестнично-лифтовой узел образует ядро жесткости. За основу расчётной модели принят типовой проект под серией И-1737. Высота этажа  $H=3,2$  м.

Сбор нагрузок производится в соответствии с рекомендациями по учету нагрузок и воздействий на здания и сооружения [7, 8].

Выбор вариантов аварийных воздействий (взрывных нагрузок) на здание предполагал, что такого рода воздействия оказывают наибольшее влияние, когда они происходят либо в углах здания, либо приходится под самые нагруженные вертикальные элементы (рис. 1).

Расчетная схема здания представляет собой монолитные плиты перекрытия, монолитные колонны и монолитные наружные стены (рис. 2).

Расчетная схема аварийного воздействия по варианту 1, 2 и 3: разрушение колонны в осях Б/2, Б/3, Б/4, В/3, Е/3, Ж/5, Ж/4, Ж/3 в уровне первого этажа, а также разрушение стен в осях 4-5,1/А, А-Б/5,1, А-В/1, 1-2/А, И-Ж/6, 5/1-6/И, 2/1-3/И, И-Ж/2,1 (рис. 2). Количество

разрушенных колонн увеличивалось после каждого расчёта до тех пор, пока не установилось состояние полного разрушения. Схема разрушения колонн и стен представлена на рис. 3.

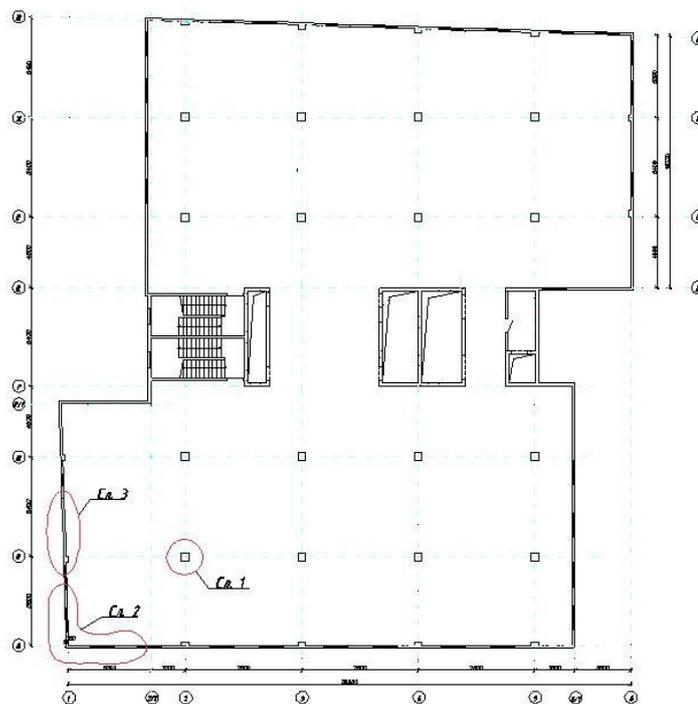


Рис. 1. Схема расположения локальных разрушений типового этажа монолитного здания

По степени разрушения конечных элементов можно судить о состоянии здания на этапах расчёта. При разрушении элементов свыше 75 % можно утверждать об их нефункциональности, т.е. элементы не отвечают расчётным характеристикам. Для схемы наибольшее значение имеют элементы колонн и стен. Было проведено четыре расчёта: при первом удалено 2 колонны и 15 м стены; при втором удалено 4 колонны и 30 м стены; при третьем удалено 6 колонн и 40 м стены; при четвёртом удалено 8 колонн и 58 м стены.

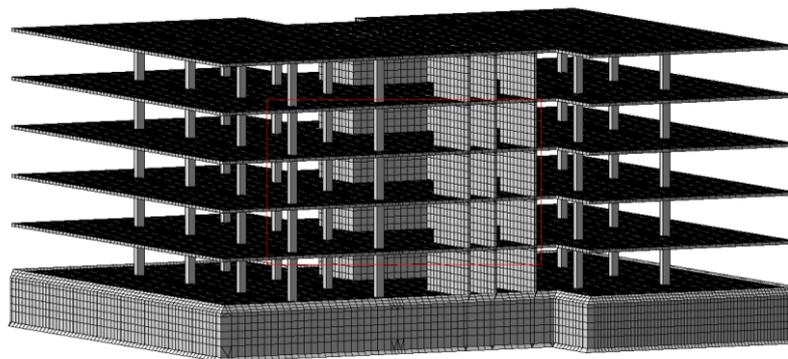


Рис. 2. Расчётная схема монолитного здания

По результатам расчёта определено, что для разрушения монолитного здания потребовалось удалить 8 колонн из 12 и 58 п.м из 158 п.м несущей стены.

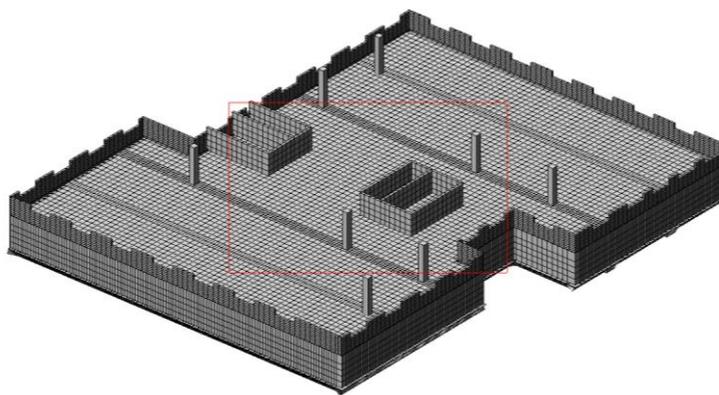


Рис. 3. Схема этажа с разрушенными колоннами и стенами монолитного здания

### Оценка взрывоустойчивости панельного здания

Несущие конструкции жилого 5-этажного здания выполнены из трёхслойных железобетонных панелей. План типового этажа здания представлен на рис. 4. Размеры дома в плане составляют 12×19,5 м. Конструктивная система здания смешанная: лестнично-лифтовой узел образует ядро жесткости. За основу расчётной модели принят типовый проект под серий 1-515. Высота этажа  $H=2,8$  м.

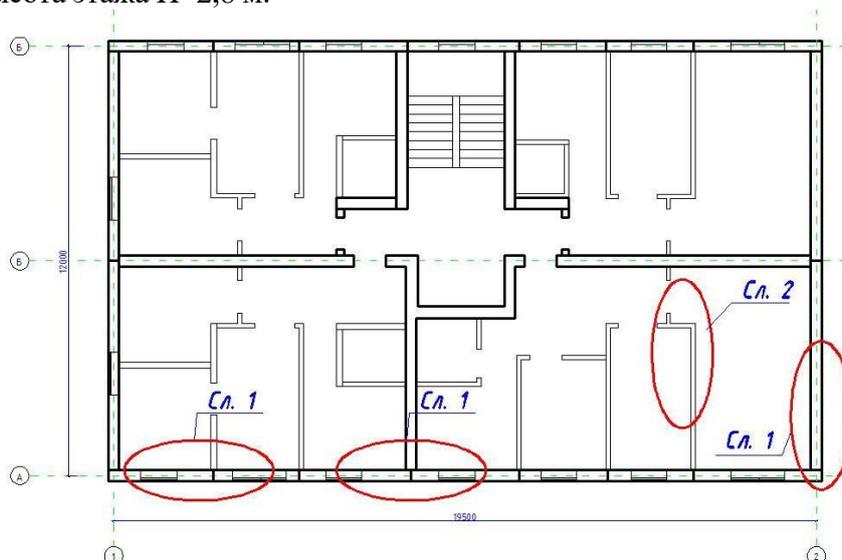


Рис. 4. Схема расположения локальных разрушений типового этажа панельного здания

Для зданий с несущими наружными и внутренними продольными стенами опасность локального разрушения определяется лишь его расположением на плане здания и не зависит от расположения по его высоте.

Наиболее опасными и, следовательно, расчетными локальными разрушениями, являются разрушения: панели торцевой поперечной или продольной стены, примыкающей к углу здания; панели внутренней поперечной стены, несущей нагрузку от навесных лоджий или балконов и ослабленной дверными проемами.

Количество расчетных локальных разрушений в каждом конкретном случае определяется индивидуально в зависимости от особенностей плана здания и принятых конструктивных решений. При унифицированном решении сборных элементов и связей между ними и относительно простом плане здания можно ограничиться рассмотрением двух-трех опасных локальных разрушений. Расчетная схема здания представляет собой железобетонные плиты перекрытия, железобетонные внутренние и наружные стены (рис. 5).

Расчетная схема аварийного воздействия по варианту 1 и 2 – разрушение стен в осях А/1-2 и А-Б/1-2 в уровне первого этажа. Количество разрушенных стен увеличивалось после каждого расчёта до тех пор, пока не установилось состояние полного разрушения. Схема разрушения стен представлена на рис. 6.

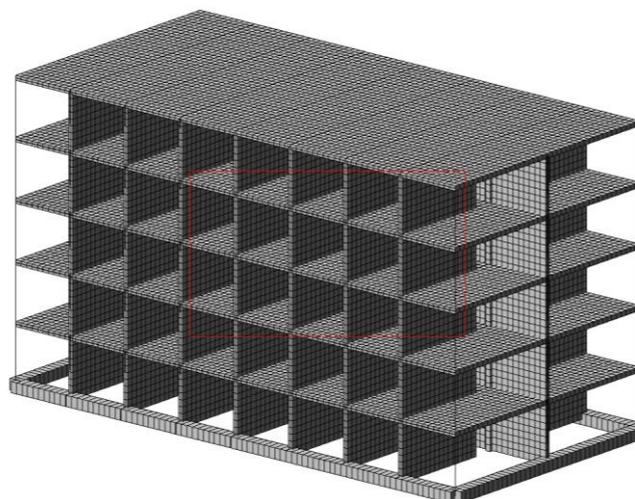


Рис. 5. Расчётная схема панельного здания

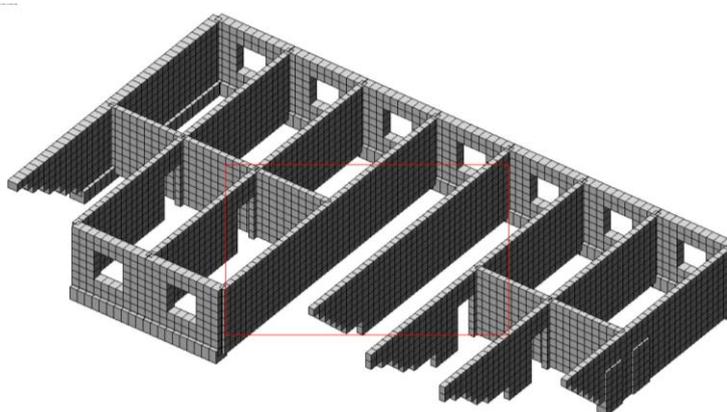


Рис. 6. Схема этажа с разрушенными панелями

По степени разрушения конечных элементов можно судить о состоянии здания на этапах расчёта. При разрушении элементов больше 75 % можно утверждать об их нефункциональности, т.е. элементы не отвечают расчётным характеристикам. Для схемы наибольшее значение имеют элементы стен. Было проведено четыре расчёта: при первом удалено 9 м несущей стены; при втором удалено 27 м; при третьем 33 м стены; при четвёртом удалено 40 м стены.

По результатам расчёта определено, что для разрушения панельного здания серии 1-515 потребовалось удалить 40 п.м из 105 п.м несущей стены.

### Оценка взрывоустойчивости кирпичного здания

Несущие конструкции жилого кирпичного 5-этажного здания выполнены из керамического кирпича. План типового этажа здания представлен на рис. 7. Размеры дома в плане составляют 12×16,5 м. Продольную и поперечную устойчивость здания обеспечивают наружные и внутренние несущие стены во взаимодействии с плитами перекрытия. Лестничный узел образует ядро жесткости. Все несущие конструкции здания выполнены из кирпича марки М125. За основу расчётной модели принят типовой проект под серией 1-511. Высота этажа  $H=2,5$  м.

Для зданий с несущими наружными и внутренними продольными стенами опасность локального разрушения определяется его расположением на плане здания и не зависит от расположения по его высоте. Наиболее опасными локальными разрушениями являются: разрушение торцевой поперечной и продольной стены, примыкающей к углу здания; разрушение внутренней поперечной стены, несущей нагрузку от навесных лоджий или балконов и ослабленной дверными проемами.

Количество расчетных локальных разрушений в каждом конкретном случае определяется индивидуально в зависимости от особенностей плана здания и принятых конструктивных решений. При унифицированном решении сборных элементов и связей между ними и относительно простом плане здания можно ограничиться рассмотрением двух-трех опасных локальных разрушений.

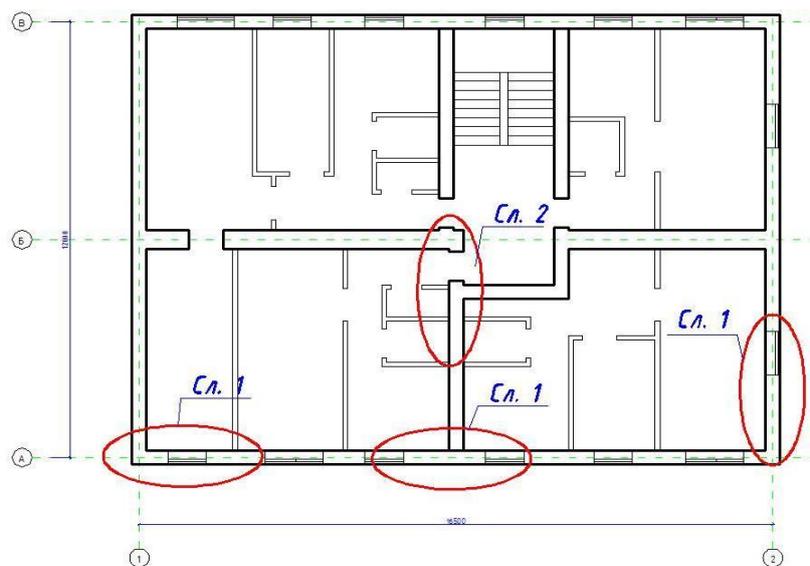


Рис. 7. Схема расположения локальных разрушений типового этажа кирпичного здания

Расчетная схема аварийного воздействия по варианту 1 и 2 – разрушение стен в осях А/1-2 и А-Б/1-2 в уровне первого этажа. Количество разрушенных стен увеличивалось после каждого расчёта до тех пор, пока не установилось состояние полного разрушения.

Расчетная схема здания представляет собой железобетонные плиты перекрытия, опёртые на кирпичные внутренние и наружные стены (рис. 8).

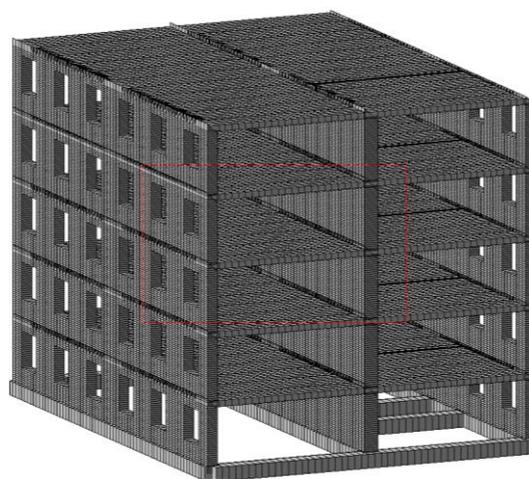


Рис. 8. Расчётная схема кирпичного здания

По степени разрушения конечных элементов можно судить о состоянии здания на этапах расчёта (рис. 9). При разрушении элементов свыше 75 % можно утверждать об их нефункциональности. Для схемы наибольшее значение имеют элементы стен. Было проведено четыре расчёта: при первом удалено 12 м несущей стены; при втором удалено 27 м; при третьем 39 м стены; при четвёртом удалено 51 м стены. По результатам четвёртого расчёта определено, что для разрушения кирпичного здания серии 1-511 потребовалось удалить 51 п.м из 92 п.м несущей стены.

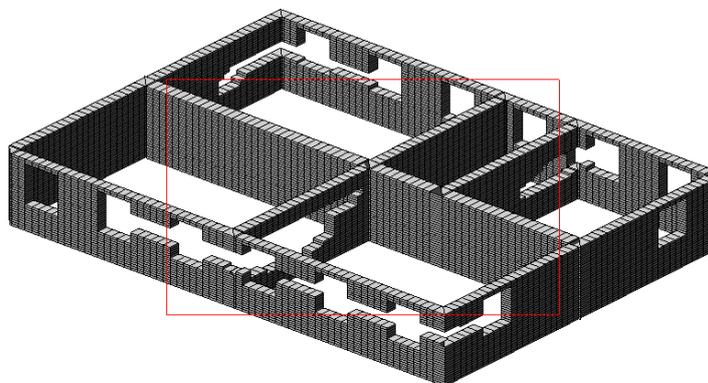


Рис. 9. Схема этажа с разрушенными кирпичными стенами

Применение предлагаемых подходов позволяет разработать технические решения по обеспечению взрывоустойчивости монолитных, панельных и кирпичных зданий Арктической зоны Российской Федерации.

#### Список источников

1. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: Указ Президента Рос. Федерации от 2 мая 2014 г. № 296. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
2. Кошечая Е.И. Методика определения степеней разрушения зданий при действии обычных средств поражения: в 4 ч. М.: Академия ГПС МЧС России, 2022. Ч. I. С. 167–176.
3. Рекомендации по применению принципов и способов противоаварийной защиты в проектах строительства. Методические подходы. Правительство Москвы. М.: 2004. 8 с.
4. Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. Москомархитектура. М., 2006. 35 с.
5. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. Москомархитектура. М.: 2005. 40 с.
6. Рекомендации по защите жилых зданий с несущими кирпичными стенами при чрезвычайных ситуациях. Москомархитектура. М., 2002. 14 с.
7. Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий. Москомархитектура. М., 1999. 35 с.
8. Нагрузки и воздействие на здания и сооружения / В.Н. Гордеев [и др.]. М.: Изд-во АСВ, 2006. 478 с.
9. Седнев Ал.В. Защита коммерческой информации как составляющая обеспечения безопасности государства // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2023. № 1.
10. Седнев Ан.В., Кошевой В.С. Мероприятия реагирования после применения вооруженной силы иностранным государством // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2020. Ч. 1. С. 241–245.
11. Седнев А.В., Седнев В.А., Кошевой В.С. Особенности мер, подлежащих реализации на территории страны после применения вооруженной силы иностранным государством // 75-летие Великой Победы: исторический опыт и современные проблемы военной безопасности России. М., 2020. Т. 1. С. 344–348.

12. Седнев В.А., Седнев Ан.В. Алгоритм организации и обеспечения безопасности проведения пиротехнических работ при разминировании территории памятника фортификационного искусства // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2021. № 2. С. 35–58.
13. Седнев В.А., Седнев А.В. Научно-методический подход организации работ по разминированию территории памятника фортификационного искусства // Проблемы управления рисками в техносфере. 2021. № 3 (59). С. 59–75.
14. Разработка учебно-методических материалов для проведения практических занятий по дисциплине «Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций» / В.А. Седнев [и др.] / Отчет о научно-исследовательской работе. М., 2018. 261 с.
15. Седнев В.А., Кошечая Е.И., Аляев П.А. Оценка системы подготовки специалистов-спасателей для пиротехнических подразделений МЧС России и разработка предложений по ее совершенствованию: отчет о научно-исследовательской работе. М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. 93 с.
16. Седнев В.А. Методика обоснования комплекса средств механизации работ по развертыванию аварийно-спасательных формирований в арктической зоне Российской Федерации // Арктика: экология и экономика. 2016. № 1 (21). С. 102–112.
17. Седнев В.А., Кошечая Е.И. Алгоритм определения состояния жилых зданий после воздействия по ним обычных средств поражения: материалы Науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню гражданской обороны. М.: Академия ГПС МЧС России. 2017. С. 127–130.
18. Седнев Ан.В., Седнев В.А., Кошечая Е.И. Факторы, влияющие на организацию защиты населения при применении вооруженной силы иностранным государством // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2020. Ч. 1. С. 270–277.
19. Седнев В.А., Кошечая Е.И., Седнев Ан.В. Оценка факторов, влияющих на безопасность страны в современных условиях // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2019. Ч. II. С. 416–423.
20. Седнев В.А., Кошечая Е.И. Алгоритм обоснования мероприятий по повышению устойчивости жилых зданий к воздействию обычных средств поражения // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. М.: Акад. ГПС МЧС России, 2021. Ч. I. С. 220–224.
21. Седнев В.А., Седнев Ан.В. Применение метода статистических испытаний для решения инженерных задач и инженерного обеспечения действий спасательных формирований // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2021. № 4. С. 44–63.
22. Седнев В.А. Организация маскировочных мероприятий на объектах и территориях // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: в 4-х ч. М., 2022. Ч. I. С. 185–192.
23. Седнев В.А., Кошечая Е.И. Об истории робототехники и ее применении // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: в 4-х ч. М., 2022. Ч. II. С. 120–131.
24. Седнев В.А., Седнев Ан.В., Седнев Ал.В. Применение стохастических методов в математическом моделировании действий и при обосновании решений // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2022. № 5. С. 45–60.
25. Седнев Ан.В. Особенности информационно-аналитического обеспечения принятия решений в территориальных органах управления // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2021. Ч. III. С. 283–293.

УДК 614.8, 351

## **АЛГОРИТМ ОБОСНОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЗРЫВОУСТОЙЧИВОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Седнев Владимир Анатольевич;**

**Кошевая Елена Ивановна.**

**Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия.**

✉ [sednev70@yandex.ru](mailto:sednev70@yandex.ru)

✉ [e.i.koshevaya@mail.ru](mailto:e.i.koshevaya@mail.ru)

*Аннотация.* В статье предложен алгоритм обоснования мероприятий по повышению устойчивости типов жилых зданий Арктических зон Российской Федерации к воздействию обычных средств поражения, учитывающий возможный характер и степень их разрушений.

*Ключевые слова:* жилые здания, воздействие обычных средств поражения, степень разрушения

## **ALGORITHM OF SUBSTANTIATION OF MEASURES TO ENSURE EXPLOSION RESISTANCE OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Sednev Vladimir A.;**

**Koshevaya Elena I.**

**Academy of State fire service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia.**

✉ [sednev70@yandex.ru](mailto:sednev70@yandex.ru)

✉ [e.i.koshevaya@mail.ru](mailto:e.i.koshevaya@mail.ru)

*Abstract.* The article proposes an algorithm for justifying measures to increase the resistance of types of residential buildings in the Arctic zones of the Russian Federation to the effects of conventional weapons, taking into account the possible nature and degree of their destruction.

*Keywords:* residential buildings, the impact of conventional weapons, the degree of destruction

Основными направлениями повышения устойчивости работы объектов и отраслей экономики в чрезвычайных ситуациях военного времени в Арктической зоне Российской Федерации следует считать: защиту персонала и членов их семей, обеспечение условий их жизнедеятельности; рациональное размещение производительных сил для отраслей экономики и элементов на территории объекта экономики; подготовку объекта к работе и к выполнению работ по восстановлению нарушенного производства; подготовку системы управления объектом или отраслью в военное время.

Эти направления должны реализовываться в рамках мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов [1–25].

Анализ военных конфликтов показывает, что наиболее упорные военные действия ведутся за города и крупные населенные пункты или стратегические объекты экономики. В ходе военных действий прямо или косвенно под удары обычных средств поражения попадают жилые зоны городов и объектов экономики, где могут возникать очаги поражения. Поэтому при размещении новых и реконструкции существующих городов и объектов экономики должны учитываться оборонные вопросы, обеспечивающие устойчивую работу объектов экономики в случае возникновения войны и применения противником средств поражения.

Для территорий городов и иных населенных пунктов устанавливаются группы по гражданской обороне, зависящие от их оборонного и экономического значения, численности населения, нахождения на территориях организаций, отнесенных к категориям по гражданской обороне. Это осуществляется для заблаговременной разработки мероприятий защиты населения. С этой целью требуют совершенствования методы оценки обстановки после воздействия обычных средств поражения по жилым зонам населенных пунктов и объектов экономики. Существующие методики по определению степеней разрушения зданий при действии обычных средств поражения оценивают только локальные разрушения и они ориентированы на оценку состояния потенциально опасных объектов, объектов обороны и безопасности в условиях воздействия обычных средств поражения.

Организации в пределах своих полномочий, на основе оценки возможной обстановки после применения современных средств поражения, проводят мероприятия по поддержанию своего устойчивого функционирования, отражаемые в Планах гражданской обороны и защиты населения.

В жилых зонах размещаются жилые дома и другие объекты, а территория жилой зоны организуется в виде функционально-планировочных жилых образований: квартала (микрорайона) и района (группа кварталов (микрорайонов)).

Мероприятия по повышению защищенности населения жилых зон разрабатываются и проводятся заблаговременно и их проводят применительно к зоне возможных разрушений и возможных сильных разрушений, зоне возможного образования завалов от зданий (сооружений) различной этажности.

Зона возможных разрушений – селитебная и производственная территории, в пределах которых, в результате воздействия обычных средств поражения, здания и сооружения могут получить разрушения. Это территория, на которой возможно возникновение избыточного давления во фронте воздушной ударной волны, равного не менее 10 кПа (0,1 кгс/см<sup>2</sup>), вызывающего разрушение зданий, строений, сооружений и коммуникаций.

Разрушения зданий и сооружений можно характеризовать четырьмя степенями: полные, сильные, средние и слабые разрушения.

Полное разрушение характеризуется обрушением зданий и сооружений, от которых могут сохраниться только поврежденные или неповрежденные подвалы, а также незначительная часть прочных конструктивных элементов. При полном разрушении образуется завал.

Для сильных разрушений характерно сплошное разрушение несущих конструкций зданий и сооружений. При сильных разрушениях могут сохраняться наиболее прочные конструктивные элементы здания и сооружения, элементы каркасов, ядра жесткости, частично стены и перекрытия нижних этажей. При сильном разрушении образуется завал.

Средние разрушения характеризуются снижением эксплуатационной пригодности зданий и сооружений. Несущие конструкции сохраняются и лишь частично деформируются, при этом снижается их несущая способность. Опасность обрушения отсутствует.

Для слабых разрушений характерно частичное разрушение внутренних перегородок, кровли, дверных и оконных коробок, легких пристроек и др. Основные несущие конструкции сохраняются.

Зона возможных сильных разрушений – территория, в пределах которой в результате воздействия обычных средств поражения здания и сооружения могут получить полные и сильные разрушения. Это часть территории зоны возможных разрушений, на которой возможно возникновение избыточного давления во фронте воздушной ударной волны, равного не менее 30 кПа (0,3 кгс/см<sup>2</sup>).

На территории страны основными типами жилых зданий являются панельные, кирпичные и монолитные. Взрывоустойчивость здания обуславливается его конструктивными особенностями, которые характеризуются наличием критических элементов [2–8].

Критическими элементами основных типов зданий являются колонны и стены. Их количество, взаимное расположение и конструкционный материал определяют расчётную модель здания.

Достижение полной степени разрушения здания обуславливается его конструктивными особенностями.

К критическим элементам зданий относятся:

фундамент, колонны и несущие стены, количество которых, взаимное их расположение и конструкционный материал определяют устойчивость здания к полному разрушению. То есть, количество разрушенных критических элементов можно считать показателем величины полной степени разрушения здания;

покрытие и междуэтажные перекрытия, – их разрушение не приводит к прогрессирующему разрушению здания, но нарушает его эксплуатацию по назначению и требует значительных затрат на восстановление;

внутренние стены и перегородки, – их разрушение может временно нарушить эксплуатацию здания, а восстановление его возможно в короткие сроки;

оконные и дверные устройства, разрушение или деформирование которых не нарушает эксплуатацию здания и требует незначительных затрат на их восстановление.

С учетом этого определение степеней разрушения здания сводится к расчету вероятностей разрушения его критических элементов. При этом по зданиям жилых зон возможно воздействие авиационно-ракетными боеприпасами, действующими по площади жилой зоны (площадное воздействие) или по площади здания (прицельное воздействие).

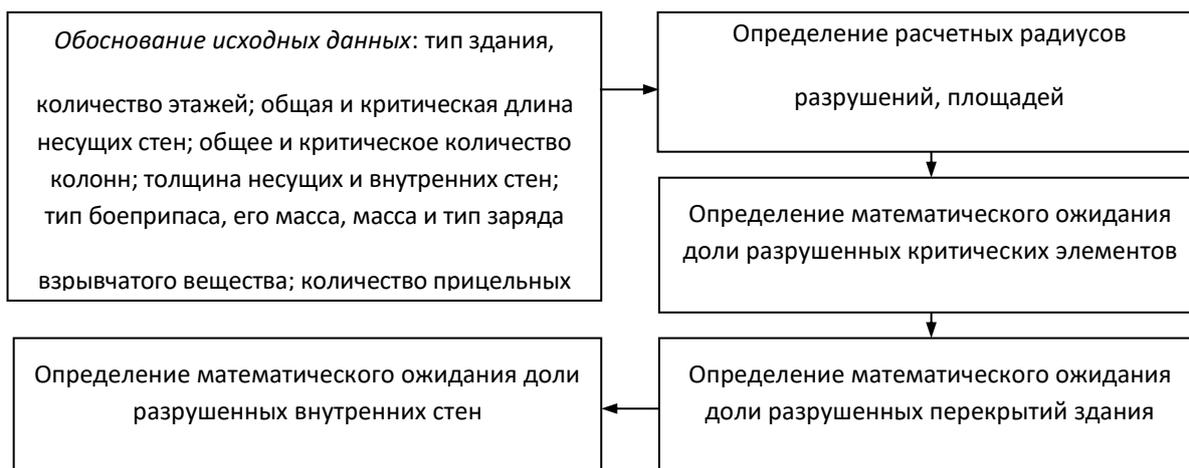


Рис. Алгоритм определения состояния жилых зданий при действии обычных средств поражения

Исходя из этого, алгоритм определения состояния жилых зданий при воздействии обычных средств поражения приведен на рисунке. Получение результатов по предлагаемому алгоритму позволит обосновать предложения по повышению устойчивости жилых зданий к воздействию обычных средств поражения.

#### Список источников

1. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: Указ Президента Рос.Федерации от 22 мая 2014 г. № 296. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

2. Кошечкина Е.И. Методика определения степеней разрушения зданий при действии обычных средств поражения // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. Ч. I. М.: Академия ГПС МЧС России, 2022. С. 167–176.

3. Седнев В.А., Кошечкина Е.И. Теоретические основы обоснования мероприятий по повышению устойчивости жилых зданий и зон к воздействию поражающих факторов в военное время: монография / под общ. ред. В.А. Седнева. М., 2018. 126 с.
4. Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. Москомархитектура. М., 2006. 35 с.
5. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. Москомархитектура. М., 2005. 40 с.
6. Рекомендации по защите жилых зданий с несущими кирпичными стенами при чрезвычайных ситуациях. Москомархитектура. М., 2002.
7. Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий. Москомархитектура. М., 1999. 35 с.
8. Нагрузки и воздействие на здания и сооружения / В.Н. Гордеев [и др.]. М.: Изд-во АСВ, 2006. 478 с.
9. Седнев Ал.В. Защита коммерческой информации как составляющая обеспечения безопасности государства // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2023. № 1.
10. Седнев Ан.В., Кошевой В.С. Мероприятия реагирования после применения вооруженной силы иностранным государством // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2020. Ч. 1. С. 241–245.
11. Седнев А.В., Седнев В.А., Кошевой В.С. Особенности мер, подлежащих реализации на территории страны после применения вооруженной силы иностранным государством // 75-летие Великой Победы: исторический опыт и современные проблемы военной безопасности России. М., 2020. Т. 1. С. 344–348.
12. Седнев В.А., Седнев Ан.В. Алгоритм организации и обеспечения безопасности проведения пиротехнических работ при разминировании территории памятника фортификационного искусства // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2021. № 2. С. 35–58.
13. Седнев В.А., Седнев А.В. Научно-методический подход организации работ по разминированию территории памятника фортификационного искусства // Проблемы управления рисками в техносфере. 2021. № 3 (59). С. 59–75.
14. Разработка учебно-методических материалов для проведения практических занятий по дисциплине «Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций» / В.А. Седнев [и др.]: отчет о научно-исследовательской работе. М., 2018. 261 с.
15. Седнев В.А., Кошечкина Е.И., Аляев П.А. Оценка системы подготовки специалистов-спасателей для пиротехнических подразделений МЧС России и разработка предложений по ее совершенствованию: отчет о научно-исследовательской работе. М., 2020. 93 с.
16. Седнев В.А. Обоснование и содержание мероприятий по повышению устойчивости функционирования экономики страны в военное время // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 3 (73). С. 154–162.
17. Седнев В.А., Кошечкина Е.И. Алгоритм определения состояния жилых зданий после воздействия по ним обычных средств поражения // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. М.: Академия ГПС МЧС России. 2017. С. 127–130.
18. Седнев Ан.В., Седнев В.А., Кошечкина Е.И. Факторы, влияющие на организацию защиты населения при применении вооруженной силы иностранным государством // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2020. Ч. 1. С. 270–277.
19. Седнев В.А., Кошечкина Е.И., Седнев Ан.В. Оценка факторов, влияющих на безопасность страны в современных условиях // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. 2019. Ч. II. С. 416–423.
20. Седнев В.А., Кошечкина Е.И. Алгоритм обоснования мероприятий по повышению устойчивости жилых зданий к воздействию обычных средств поражения // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. М., 2021. Ч. I. С. 220–224.

21. Седнев В.А., Седнев Ан.В. Применение метода статистических испытаний для решения инженерных задач и инженерного обеспечения действий спасательных формирований // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2021. № 4. С. 44–63.

22. Седнев В.А. Организация маскировочных мероприятий на объектах и территориях // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: в 4-х ч. М., 2022. Ч. I. С. 185–192.

23. Седнев В.А., Кошечая Е.И. Об истории робототехники и ее применении // Гражданская оборона на страже мира и безопасности. М., 2022. Ч. II. С. 120–131.

24. Седнев В.А., Седнев Ан.В., Седнев Ал.В. Применение стохастических методов в математическом моделировании действий и при обосновании решений // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2022. № 5. С. 45–60.

25. Sednev V.A., Kopynshev S.L., and Sednev A.V. Estimation of the Penetration Depth of an Impactor with a Hemispherical Head Part into a Semi-Infinite Medium When Penetrated Along the Normal to the Surface // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2020. Vol. 49. № 8. pp. 659–666.

УДК 614

## **МЕТОДЫ И ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ ОТХОДОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Седнев Владимир Анатольевич;**  
**Сергеенкова Надежда Александровна.**  
Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия.  
✉ sednev70@yandex.ru  
✉ sergeenkova.n.a@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы ликвидации отходов в труднодоступных районах Арктической зоны на примере металлического лома и использования для этих целей энергии взрыва штатных взрывчатых веществ различных воинских формирований, которые могут быть привлечены для решения данной проблемы, и используются для решения других задач в рассматриваемых районах.

*Ключевые слова:* Арктическая зона Российской Федерации, экологическая безопасность, экономический ущерб, утилизация, отходы, металлолом

## **METHODS AND FEATURES OF WASTE DISPOSAL AND NEUTRALIZATION IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Sednev Vladimir A.;**  
**Sergeenkova Nadezhda A.**  
Academy of State fire service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia.  
✉ sednev70@yandex.ru  
✉ sergeenkova.n.a@mail.ru

*Abstract.* The article deals with the issues of waste disposal in hard-to-reach areas of the Arctic zone on the example of scrap metal and the use for these purposes of the explosion energy of regular explosives of various military formations that can be involved in solving this problem, and are used to solve other problems in the areas under consideration.

*Keywords:* Arctic zone of the Russian Federation, environmental safety, economic damage, decommissioning, waste, metal scrap

Отходы производства и потребления представляют собой вещества, которые образованы в процессе производства или потребления, и подлежат удалению [1], при этом наибольшую сложность этот процесс представляет для металлического лома. В нормативно-правовых документах определены общие цели, задачи и направления государственной политики в области обеспечения экологической безопасности Арктической зоны, но не предлагаются пути и методы их решения, в частности, применительно к вопросам ликвидации отходов производства и потребления, особенно на труднодоступных районах, к которым относятся земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане [2].

Металлический лом – это негодные изделия из цветных и черных металлов, а также отходы, образовавшиеся в процессе эксплуатации таких изделий [3]. Государственный кадастр отходов включает в себя федеральный классификационный каталог отходов, государственный реестр объектов размещения отходов и банк данных об отходах [4]. Точные количественные данные об объемах, местах загрязнения отходов производства и потребления, включая металлический лом, в Арктической зоне отсутствуют. Эксперты приводят различные данные [5]. Например, на островах Земли Франца-Иосифа в 2012 г. количество бочек оценивалось в 65 тыс., масса мусора – в 78,5 тыс. т. Только на Земле

Александры оставлены 7300 м<sup>3</sup> горюче-смазочных материалов, 18500 т металлолома (384812 бочек, 241 автомобиль, 6 трубопроводов, 799 резервуаров, 8 самолетов) [6].

На острове Врангеля загрязненная территория занимала 209 га, 23,5 тыс. т металлолома, 11 2000 бочек, 36 единиц автотранспорта, 9 радиолокационных станций, 75 емкостей горюче-смазочных материалов, разрушенные здания. После ухода из Арктики полярников и военных в 1990-х гг. Арктическая зона была усеяна судами, машинами, механизмами, бочками. На территории было до 4 млн т мусора и до 12 млн железных бочек. Отходы накапливались 70 лет и не вывозились. На островах расположены до 1,5 млн бочек, 150 тыс. т металлолома, другие отходы. Утилизация новых отходов производства и потребления представляет серьезную проблему в связи с их удалённостью от «внешнего мира», с суровым арктическим климатом, и требует проведения дополнительных исследований с учетом возможных особенностей выполнения задач в этих условиях.

К категории металлического лома можно отнести металлический лом, образующийся в результате: эксплуатации арктических полярных станций; создания военных баз Министерства обороны России и новых аварийно-спасательных подразделений МЧС России; судовой, – в результате эксплуатации Северного морского пути; бытовой металлолом; относящийся к категории опасного металлический лом. В итоге можно выделить две основные группы металлического лома:

- металлические изделия и части объектов техники, зданий и сооружений, связанные с их эксплуатацией;
- металлический лом и части изделий, которые являются опасными в силу различного рода причин.

Помимо огромного накопленного экологического ущерба, с каждым годом образование новых отходов производства и потребления увеличивается, в среднем, на 11 %, при этом обрабатывается лишь 16,5 % (табл. 1). К основным особенностям выполнения работ по утилизации и обезвреживанию отходов относятся сложные климатические условия Арктической зоны Российской Федерации и неразвитая транспортная сеть, что затрудняет деятельность по своевременному удалению отходов с этих территорий и приводит, как следствие, к негативному влиянию на экосистемы, при этом расстояния от подразделений МЧС России, которые могут быть привлечены к утилизации и обезвреживанию отходов и объектов недропользования до стационарных мест обработки отходов значительны (рис. 1, табл. 2).

Таблица 1

**Образование, утилизация и обезвреживание отходов в Арктической зоне Российской Федерации, тыс. т [6]**

Вид деятельности	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Образование отходов производства и потребления	325645	351626,1	410361,0
Обработано отходов производства и потребления	8,6	104,2	285,3
Утилизация отходов производства и потребления, в том числе для повторного применения	18895,4 18730,1	82297,7 47344,4	82199,9 35553,4
Обезвреживание отходов производства и потребления	5,8	239,5	162,0

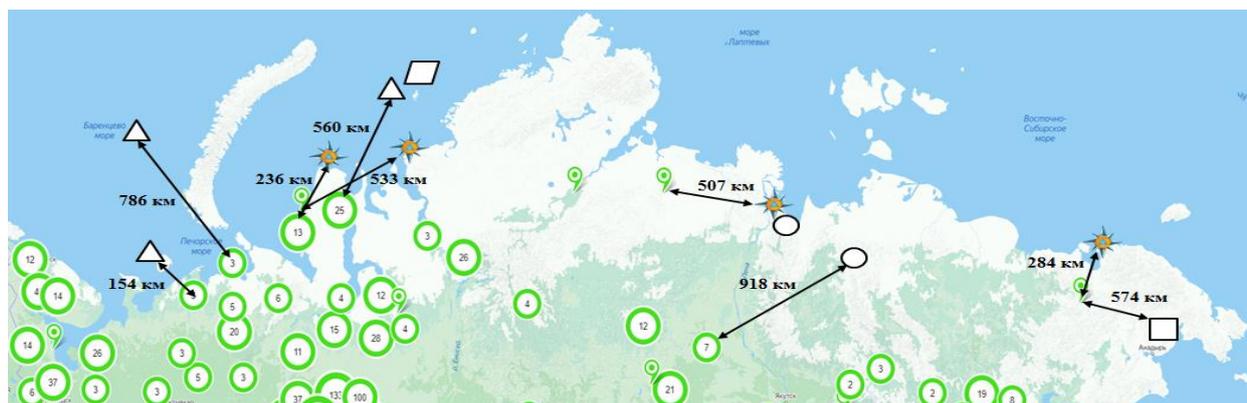


Рис. 1. Расстояния от подразделений МЧС России и объектов недропользования до мест обработки отходов (восьмиконечная звезда – места размещения аварийно-спасательных подразделений МЧС России; зелёная метка – объекты обработки отходов; круг – месторождение золота; квадрат – месторождение каменного угля; треугольник – месторождение нефти; ромб – месторождение природного газа)

Таблица 2

Расстояние до труднодоступных объектов в Арктической зоне

№ п/п	Наименование объектов	Расстояние, км
1.	Архипелаг Земля Франца-Иосифа	1370
2.	Военная база Министерства обороны России на острове Новая Земля	532
3.	Военная база Министерства обороны России на острове Северная Земля	735
4.	Военная база Министерства обороны России на Новосибирских островах	464
5.	Военная база Министерства обороны России на острове Врангеля	349
6.	Арктическая полярная станция в Северном Ледовитом океане	1235
7.	Аварийно-спасательные подразделения и арктический центр управления в кризисных ситуациях МЧС России в населённых пунктах: посёлок Саббета	236
	п.г.т. Диксон	533
	п.г.т. Тикси	507
	город Певек	284
8.	Месторождение нефти на острове Колгуев	154
9.	Месторождение нефти в Баренцевом море	786
10.	Месторождение нефти на островах Арктического Института	560
11.	Месторождение золота в п.г.т. Тикси	507
12.	Месторождение золота в республике Якутия	918
13.	Месторождение природного газа на островах Арктического Института	560
14.	Месторождение каменного угля в городе Анадырь	574

Неразвитая транспортная сеть арктического региона определяет сезонный характер использования отдельных видов транспорта, усложняет задачи по очистке территорий труднодоступных районов Арктической зоны от мусора. При этом значительный вред почвенному покрову наносит техника, без которой осуществлять практические работы по удалению отходов сложно. В результате деятельность по обращению с отходами на территориях значительно затрудняется.

Экологическая безопасность территорий при утилизации отходов (на примере

металлического лома) обеспечивается за счет применения при их очистке одного из трёх способов удаления отходов (рис. 2) [1]:

захоронение отходов – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах. Захоронение отходов в условиях вечной мерзлоты зачастую невозможно в связи с суровыми климатическими условиями и сложностью выполнения работ по обработке грунта;

обезвреживание отходов – уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств (включая сжигание), в целях снижения негативного воздействия отходов. Обезвреживание считается эффективным способом удаления отходов, однако применение его ограничено возможным причинением вреда экосистеме и нехваткой мусоросжигательных заводов.

утилизация отходов – использование отходов для производства товаров, выполнения работ, повторное применение отходов по прямому назначению, возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки. Утилизация мусора считается наиболее подходящим способом удаления отходов в условиях арктического севера.

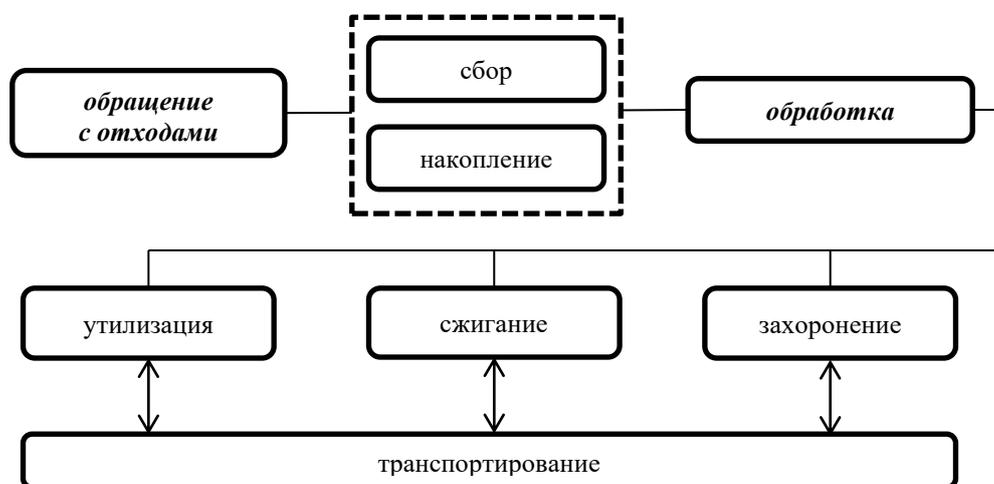


Рис. 2. Деятельность по обращению с отходами (авторы)

Метод характеризуется относительно высокими издержками, связанными с предварительным разделением мусора по типам и транспортировкой отходов к местам обработки. В связи с этим метод является самым экономически затратным [7]. Для очистки территорий труднодоступных районов Арктической зоны от металлического лома, в частности бочек, используют их механическое прессование: бочку помещают под пресс, получившийся «блин» отправляется на склад. Однако стоит учитывать, что не все виды применяемого для этих целей оборудования способны работать в арктических условиях. Способ эффективен при компактном расположении бочкотары и нахождении её вблизи от площадки утилизации. Если бочки разбросаны на значительной площади, то объемы погрузочно-разгрузочных работ и необходимость доставки бочкотары к рабочей площадке снижают привлекательность способа.

Очистка территорий труднодоступных районов Арктической зоны от металлического мусора требует значительного количества сил и средств для успешного выполнения этой задачи. При этом работы по утилизации возложены, как правило, на воинские спасательные подразделения Министерства Обороны России и МЧС России. В то же время анализ их возможностей [8] позволил сделать вывод о неиспользовании имеющихся у них на снабжении ряда средств, которые могут быть применены для повышения эффективности и снижения стоимости работ по утилизации металлического лома. При этом более мобильной и менее затратной может оказаться фрагментация бочкотары на месте взрывным способом с использованием накладных зарядов и отправкой полученных фрагментов на вторичную переработку [9]. Ранее была предложена технология проведения взрывных работ по

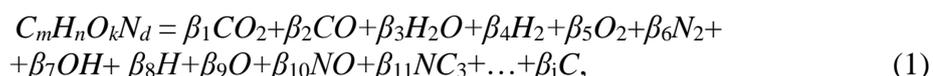
фрагментации бочкотары и крупных объектов техники в труднодоступных районах Крайнего Севера и рассмотрены особенности применения энергии взрыва для решения экологических проблем районов Крайнего Севера, однако исследования по обеспечению экологических требований при утилизации металлического лома не проводились [8–11].

В других работах рассматривались особенности загрязнения прибрежных арктических территорий, однако не предлагались механизмы его ликвидации [5]. В то же время авторы предлагают применять для этих целей штатные взрывчатые вещества, которые имеются по табелю оснащения в спасательных формированиях, и не используются в гражданской промышленности. В процессе утилизации бочкотары на окружающую среду могут воздействовать, с одной стороны, взрывчатые вещества, и, с другой стороны, горюче-смазочные материалы, оставшиеся в бочкотаре.

В естественном состоянии взрывчатые вещества практически безопасны в экологическом отношении, однако в процессе их применения на окружающую среду могут оказывать вредное влияние следующие параметры: продукты взрыва; избыточное давление на фронте ударной волны; сейсмическое действие; воздействие осколков бочкотары, образующихся в результате взрывного прессования бочкотары.

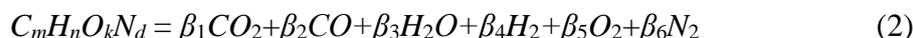
При детонации взрывчатого вещества количественный и качественный состав продуктов взрыва отличается от состава продуктов горения того же взрывчатого вещества. Это объясняется тем, что при детонации возникают более высокие давление и температура, при которых происходит смещение равновесия между продуктами реакции в направлении уменьшения объема системы, то есть в сторону развития процессов ассоциации молекул и частичного образования свободного углерода.

С увеличением плотности заряда эти процессы получают более сильное развитие, вследствие чего продукты детонации обогащаются углекислым газом ( $CO_2$ ) и углеродом ( $C$ ) при уменьшении угарного газа ( $CO$ ). Образование продуктов диссоциации, таких как водород ( $H$ ), гидроксогруппа ( $OH$ ), азот ( $N$ ), оксид азота ( $NO$ ), кислород ( $O$ ) возможно лишь на определенной стадии процесса расширения. В зоне протекания интенсивных химических реакций их образование маловероятно или они образуются в незначительных количествах. Состав продуктов реакции при взрыве взрывчатого вещества может быть определен по зависимости:



где  $\beta_i$  – количество молей вещества.

Более упрощенная зависимость, предложенная Г.А. Авьякном:



позволяет получить состав продуктов взрыва более простым путем.

Данные по составу продуктов взрыва для некоторых взрывчатых веществ приведены в таблице 3.

Таблица 3

Состав продуктов взрыва по данным результатов расчета и эксперимента [12]

Примерный состав продуктов взрыва на 1 кг взрывчатого вещества	Вид взрывчатого вещества при плотности $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>					
	Тротил $\rho=1560$	Тетрил		Гексоген $\rho=1820$	Пикриловая кислота	
		$\rho=1560$	$\rho=900$		$\rho=1450$	$\rho=1000$
$CO_2$	0,25212	0,24596	0,13200	0,1601	0,34672	0,18436
$CO$	0,24696	0,3038	0,52724	0,2114	0,28504	0,4928

Примерный состав	Вид взрывчатого вещества при плотности $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>					
<i>C</i>	0,19584	0,0696	0,0036	0,055	0,0816	0,0096
<i>H<sub>2</sub>O</i>	0,12708	0,10638	0,05454	0,2081	0,0828	0,07236
<i>H<sub>2</sub></i>	0,00441	0,00368	0,00728	0,0032	0,00216	0,0034
<i>N<sub>2</sub></i>	0,16044	0,21896	0,21644	0,3622	0,16268	0,14056
<i>NH<sub>3</sub></i>	0,01499	-	0,0135	-	0,0051	0,0017
<i>HCN</i>	-	0,0162	0,03840	-	0,00891	0,01782
<i>C<sub>2</sub>N<sub>2</sub></i>	-	0,0310	0,0084	-	0,0208	0,0624
<i>CH<sub>4</sub></i>	0,00794	0,00432	0,00032	-	0,00192	0,00256
<i>C<sub>n</sub>H<sub>m</sub></i>	-	0,00094	0,00428	-	0,00227	0,01244
Удельный объем газообразных продуктов взрыва, м <sup>3</sup> /кг	0,780	0,750	0,860	0,670	0,690	0,780

В составе газообразных продуктов взрыва ядовитыми являются окись углерода и окислы азота. Окислы азота более токсичны, чем окись углерода, поэтому при суммировании ядовитых газов содержание окислов азота в пересчете на условную окись углерода увеличивают в 6,5 раз.

Практическое применение взрывчатого вещества показывает, что количество и соотношение окиси углерода и окислов азота в продуктах взрыва в значительной степени зависит от состава взрывчатого вещества. Окиси углерода образуется обычно тем больше, а окислов азота тем меньше, чем более отрицательным является кислородный баланс.

При этом заряды тротила массой от 1 до 3 т располагались на глубине 7–8 м от поверхности земли. При взрыве образовывалось газопылевое облако, поднимавшееся на высоту примерно 1 км. Состав продуктов взрыва, определённый при помощи проботборников, был следующим: двуокись углерода – до 50%, окись углерода – до 20%, азот – до 20 %, углерод – 5 %, окиси азота – 1–3 % и вода.

Предварительный анализ атмосферного воздуха до момента взрыва заряда показал, что окислы азота отсутствуют. Пробы, отобранные на расстояниях 100 м и 300 м от эпицентра взрыва, и анализы, проведенные через 10 минут после взрыва, показали, что концентрация окислов азота составляет от 0,04 до 0,06 мг/м<sup>3</sup>, что существенно ниже существующего для этих соединений норматива, составляющего 0,085 мг/м<sup>3</sup>.

На расстояниях более 1000 м от эпицентра взрыва окислов азота зарегистрировано не было. Результаты экспериментов подтвердили данные о том, что взрывы зарядов массой до 1 т не оказывают существенного влияния на загрязнение атмосферного воздуха.

Замеры концентрации *NO*, *NO<sub>2</sub>*, *NO<sub>3</sub>*, проведенные через 30 минут, показывают, что эти компоненты в воздухе практически отсутствуют.

Учитывая, что при производстве работ по утилизации бочкотары методом взрыва масса заряда не превышает 100 кг и взрывы, в основном, будут проводиться на поверхности земли, концентрация вредных веществ будет значительно меньше предельно допустимых значений, поэтому требования к допустимому содержанию вредных веществ целесообразно предъявить в соответствии с ГОСТ 12.1.005–88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (табл. 4):

- содержание окиси углерода – не более 20 мг/м<sup>3</sup>. При длительности работы не более 1 часа – до 50 мг/м<sup>3</sup>, 0,5 часа – до 100 мг/м<sup>3</sup>, не более 0,25 часа – 200 мг/м<sup>3</sup>;
- повторные работы при условиях повышенного содержания окиси углерода в воздухе рабочей зоны могут проводиться с перерывом не менее 2 часов;
- содержание оксидов азота в пересчете на *NO<sub>2</sub>* – не более 5 мг/м<sup>3</sup>.

Анализ состояния бочкотары из-под горюче-смазочных материалов показывает, что основными горючими являются бензин, керосин, дизельное топливо, масла минеральные нефтяные.

В процессе утилизации загрязнённой бочкотары горюче-смазочные материалы могут диспергироваться в атмосферу. В связи с этим основными требованиями экологической безопасности окружающей среды могут быть следующие [13]:

- содержание паров бензина в воздухе не должно превышать  $100 \text{ мг/м}^3$ ;
- содержание паров керосина и дизельного топлива в воздухе в пересчете на углерод не более  $300 \text{ мг/м}^3$ ;
- содержание паров масла нефтяного не более  $5 \text{ мг/м}^3$ .

Следует также учитывать возможность попадания нефтепродуктов в водные источники. По требованиям Федерального агентства по рыболовству предельно допустимая суммарная концентрация нефтепродуктов не должна превышать  $0,5 \text{ мг/л}$ .

Кроме продуктов взрыва, влияние на окружающую среду и, прежде всего, на биообъекты, будут оказывать давление на фронте ударной волны, а также сейсмическое и осколочное воздействия, величина которых определяется радиусом безопасности  $R_{\text{без}}$ .

Таблица 4

**Основные требования обеспечения экологической безопасности при проведении взрывных работ по утилизации отходов [13]**

№ п/п	Наименование требований	Численная величина показателя
По содержанию продуктов взрыва в воздухе рабочей зоны		
1	Содержание окиси углерода	не более $20 \text{ мг/м}^3$
2	Содержание оксидов азота в пересчете на $\text{NO}_2$	не более $5 \text{ мг/м}^3$
3	Суммарное содержание окиси углерода и оксидов азота (в пересчете на $\text{CO}$ )	не более $20 \text{ мг/м}^3$
По параметрам взрывчатого вещества		
1	Суммарная масса заряда при одноразовом взрыве	не более $10 \text{ кг}$
2	Максимальное количество одновременно утилизируемых бочек	$20 \text{ шт.}$
3	Безопасный радиус по действию ударной волны: при внутреннем взрыве при взрыве контактного удлиненного заряда	$31 \text{ м}$ $112 \text{ м}$
4	Безопасный радиус по осколочному действию	$150 \text{ м}$
5	Тип взрывчатого вещества	с положительным или нулевым кислородным балансом
По содержанию паров горюче-смазочных материалов в рабочей зоне		
1	Содержание паров бензина в воздухе	не более $100 \text{ мг/м}^3$ .
2	Содержание паров керосина (в пересчете на $\text{C}$ )	не более $300 \text{ мг/м}^3$
3	Содержание паров дизельного топлива (в пересчете на $\text{C}$ )	не более $300 \text{ мг/м}^3$
4	Содержание паров масла нефтяного минерального	не более $5 \text{ мг/м}^3$
По содержанию нефтепродуктов в воде		
1	Суммарная концентрация нефтепродуктов в воде	не более $0,5 \text{ мг/л}$
2	Содержание нефтепродуктов в питьевой воде	не более $0,1 \text{ мг/л}$

Расстояние, на котором ударная волна теряет способность наносить объектам поражение заданной интенсивности, определяется по формуле:

$$R_{\text{без}} = K_{\text{ув}} * \sqrt{C * n}, \quad (3)$$

где  $K_{\text{ув}}$  – коэффициент, зависящий от характера поражения (разрушения) объекта и условий расположения заряда (табл. 5);  $C$  – масса заряда, кг;  $n$  – количество одновременно взрывааемых зарядов.

Таблица 5

**Значение коэффициента  $K_{\text{ув}}$**

Степень безопасности	Характер поражения (разрушения) объекта	Открытый заряд	Заглубленный заряд
1	Полное отсутствие повреждений	50–150	20–50
2	Случайное повреждение остекления	10–30	6–18

Расчеты, проведенные по зависимости (3), показывают, что безопасным расстоянием для человека (биообъекта) при взрыве  $n$  зарядов (20 шт. одновременно прессуемых или расчленяемых бочек) составит [13–19]:

при внутреннем взрыве бочки, расположенной в котловане:

$$R_6 = 50 * \sqrt{0,075 * 20} = 61,2 \text{ м} \approx 61 \text{ м};$$

при взрыве контактных удлиненных зарядов (расчленение на две крышки и два фрагмента обечайки):

$$R_6 = 50 * \sqrt{0,25 * 20} = 112 \text{ м}.$$

Таким образом, требование безопасности биообъекта по действию ударной волны при одновременной утилизации бочек гарантированно достигается на расстояниях (табл. 5):  $R \geq 61$  м – при взрыве внутри бочек;  $R \geq 112$  м – при расчленении бочки удлиненными контактными зарядами.

Осколочное воздействие при утилизации бочкотары может возникать, в основном, при ее разрушении внутренними зарядами. Безопасное расстояние по осколочному действию  $R_0 = 150$  м.

На основе оценки характеристики загрязненности труднодоступных районов Арктической зоны и особенностей выполнения работ по утилизации и обезвреживанию отходов:

1. Рассмотрены основные методы удаления отходов (захоронение, обезвреживание, утилизация), их достоинства и недостатки;
2. Показана возможность применения энергии взрыва штатных табельных взрывчатых веществ спасательных воинских подразделений МЧС России, которые не используются в настоящее время для этих целей;
3. Оценен возможный состав газообразных продуктов взрыва после применения взрывчатых веществ;
4. Обоснованы допустимое содержание вредных веществ в воздухе при использовании энергии взрыва для утилизации металлического лома, а также основные требования по экологической безопасности при утилизации бочкотары для хранения горюче-смазочных материалов в труднодоступных районах Арктической зоны Российской Федерации;
5. Обосновано безопасное расстояние для людей от места производства работ.

Полученные результаты оценки влияния взрыва при утилизации металлического лома на окружающую среду являются исходными данными для обоснования сил и средств для реализации метода утилизации отходов на основе применения энергии взрыва.

### Список источников

1. Об определении участков континентального шельфа Российской Федерации, на которых применяются меры государственной поддержки: распоряжение Правительства Рос. Федерации от 16 дек. 2020 г. № 3371-р. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
2. Об отходах производства и потребления: Федер. закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
3. ГОСТ 30772–2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
4. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов: приказ Росприроднадзора от 22 мая 2017 г. № 242. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
5. Васильцов В.С., Яшалова Н.Н., Новиков А.В. Климатические и экологические риски развития прибрежных арктических территорий // Арктика: экология и экономика. 2021. Т. 11. № 3. С. 341–352.
6. Охрана окружающей среды в России: стат. сб. Росстат, 2020. 113 с.
7. Мизин И.А. Современные проблемы удаления ТБО из труднодоступных районов российской Арктики // Справочник эколога. 2014. № 8 (20). С. 85–96.
8. Седнев В.А., Копнышев С.Л. Технология проведения взрывных работ по фрагментации бочкотары и крупных объектов техники в труднодоступных районах Крайнего Севера // Арктика: экология и экономика. 2013. № 4 (12). С. 96–99.
9. Седнев В.А., Копнышев С.Л. Применение энергии взрыва для решения экологических проблем районов Крайнего Севера // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2013. № 2. С. 52–62.
10. Седнев В.А. Методика обоснования комплекса средств механизации работ по развешиванию аварийно-спасательных формирований в арктической зоне Российской Федерации // Арктика: экология и экономика. 2016. № 1 (21). С. 102–112.
11. Седнев В. А. Применение и оценка эффективности способов обработки металлов взрывом при выполнении задач в труднодоступных районах Арктического региона // Арктика: экология и экономика. 2016. № 2 (22). С. 98–106.
12. Физика взрыва / К.П. Станюкович [и др.]. М.: Наука, 1975. 704 с.
13. ГОСТ 12.1.005. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования в воздухе рабочей зоны.
14. Седнев В.А. Модели обоснования и оценки эффективности комплекса средств механизации работ в труднодоступных районах Арктического региона // Военная безопасность России: взгляд в будущее. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. Т. 2. С. 153–161.
15. Седнев В.А., Седнев А.В. Алгоритм организации и обеспечения безопасности проведения пиротехнических работ при разминировании территории памятника фортификационного искусства // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2021. № 2. С. 35–58.
16. Седнев В.А., Седнев А.В. Научно-методический подход организации работ по разминированию территории памятника фортификационного искусства // Проблемы управления рисками в техносфере. 2021. № 3 (59). С. 59–75.
17. Седнев В.А., Копнышев С.Л., Седнев Ан.В. Оценка поля скоростей в сплошной упругопластической среде при камуфлетном взрыве для обеспечения безопасности проведения работ и устойчивости функционирования объектов экономики // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2022. № 3. С. 18–24.
18. Седнев В.А., Кошечкина Е.И., Аляев П.А. Оценка системы подготовки специалистов-спасателей для пиротехнических подразделений МЧС России и разработка

предложений по ее совершенствованию: отчет о научно-исследовательской работе. М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. 93 с.

19. Седнев В.А., Аляев П.А. Структура и состав электронного тренажера для подготовки специалистов пиротехнических и инженерно-саперных подразделений МЧС России // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2018. № 4. С. 117–124.

УДК 614.8

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ МЧС РОССИИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

**Баринов Александр Васильевич.**

**Академия гражданской защиты МЧС России, Москва, Россия.**

✉ [a.barinov@amchs.ru](mailto:a.barinov@amchs.ru)

**Вишняков Александр Викторович.**

**Северо-Западный АСЦ МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.**

✉ [vishnjakov2408@mail.ru](mailto:vishnjakov2408@mail.ru)

**Лавриненко Дмитрий Фёдорович.**

**Академия гражданской защиты МЧС России, Москва, Россия.**

✉ [d.lavrinenko@amchs.ru](mailto:d.lavrinenko@amchs.ru)

*Аннотация.* Показаны силы и средства применяемые МЧС России в Арктической зоне. Дана краткая характеристика Арктического региона и присущие ему опасности влияющие на жизнедеятельность населения и объектов экономики, что требует постоянного их контроля и применения сил и средств аварийно-спасательных формирований дислоцируемых в Арктической зоне Российской Федерации.

Показано значительное влияние метеорологических условий Арктической зоны Российской Федерации на экономику России, что существенно повышает значение аварийно-спасательных формирований. Показана актуальность применения аварийно-спасательных формирований в сфере обеспечения защиты населения и объектов экономики в Арктической зоне Российской Федерации от природных и техногенных источников ЧС.

Отмечено, что современное развитие фундаментальной теории безопасности диктует необходимость введения в практику обеспечения безопасных условий при эксплуатации объектов техносферы и окружающей среды, с учетом условий и климатических особенностей районов АЗ РФ, а также нормируемых параметров рисков и безопасности.

*Ключевые слова:* чрезвычайная ситуация, арктическая зона, экономики страны, природные ЧС, техногенные ЧС, источники ЧС, безопасные условия, риск, безопасность, потенциально опасный объект, аварийно-спасательные формирования

## **THE CURRENT STATE OF THE FORCES AND MEANS OF THE EMERCOM OF RUSSIA IN THE ARCTIC ZONE**

**Barinov Alexander V.**

**Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia.**

✉ [a.barinov@amchs.ru](mailto:a.barinov@amchs.ru)

**Vishnyakov Alexander V.**

**North-Western ACC EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.**

✉ [vishnjakov2408@mail.ru](mailto:vishnjakov2408@mail.ru)

**Lavrinenko Dmitry F.**

**Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia.**

✉ [d.lavrinenko@amchs.ru](mailto:d.lavrinenko@amchs.ru)

*Annotation.* The forces and means used by the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Arctic zone are shown. A brief description of the Arctic region and its inherent dangers

affecting the livelihoods of the population and economic facilities is given, which requires their constant monitoring and the use of forces and means of emergency rescue units stationed in the Arctic zone of the Russian Federation.

The significant influence of meteorological conditions of the Arctic zone of the Russian Federation on the Russian economy is shown, which significantly increases the importance of emergency rescue units. The relevance of the use of emergency rescue units in the field of ensuring the protection of the population and economic facilities in the Arctic zone of the Russian Federation from natural and man-made sources of emergencies is shown.

It is noted that the modern development of the fundamental theory of safety dictates the need to introduce into practice the provision of safe conditions during the operation of technosphere and environmental facilities, taking into account the conditions and climatic features

*Keywords:* emergency situation, Arctic zone, national economy, natural emergencies, man-made emergencies, sources of emergencies, safe conditions, risk, safety, potentially dangerous object, emergency rescue formations

## Введение

Арктический регион последние десятилетия переживает значительные перемены, главным «виновником» которых стало потепление климата. Постепенное освобождение Арктики ото льдов оказывает серьезнейшее воздействие на изменение всего комплекса отношений в Арктике – военно-стратегических, политических, экономических и гуманитарных. Наиболее обсуждаемой темой являются энергетические запасы Арктики, которые, по мнению многих экспертов, а также по результатам геологических исследований ряда стран составляют до 25 % мировых.

Арктическая зона Российской Федерации занимает треть территории России. Здесь сосредоточено почти 80 % запасов всех полезных ископаемых страны. На сегодняшний день на арктическом шельфе России уже открыто более двадцати крупных нефтегазовых месторождений.

В связи с освоением месторождений углеводородного сырья прибрежной зоны, строительства и эксплуатации морских нефтегазовых платформ в ледовых условиях Северных морей следует ожидать повышения опасности возникновения чрезвычайных ситуаций в Арктическом регионе. Здесь размещены объекты, которые могут стать источниками чрезвычайных ситуаций техногенного характера. В основном загрязнение почвы и водоемов нефтепродуктами происходит в виде аварийных выбросов из скважин и прорывов трубопроводных коммуникаций.

В качестве задачи исследования – определим проведение анализа особенностей Арктического региона Российской Федерации, чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне и рисков их возникновения.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 5 марта 2020 г. № 164 «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» [1] – Арктическая зона Российской Федерации (АЗ РФ) определяется как сухопутные территории Арктической зоны Российской Федерации [2], в которую входят следующие территории:

- Мурманской области – Печенгский, Кольский, Ловозерский административные районы;
- Ненецкого АО Архангельской области – полностью;
- Ямало-Ненецкого АО Тюменской области – полностью;
- Таймырского (Долгано-Ненецкого) АО Красноярского края – полностью;
- Республики Саха (Якутия) пять прибрежных районов (Аллаиховский, Анабарский, Булунский, Устьянский, Нижнеколымский);
- Чукотского АО Магаданской области – полностью.

Территория континентальной суши АЗ РФ составляет 4,9 млн км<sup>2</sup>. Острова занимают площадь 0,2 млн км<sup>2</sup>. Шельфовые и внутренние моря АЗ РФ достигают площади 4 млн км<sup>2</sup>.

Большинство населенных пунктов в АЗ РФ расположено на побережье арктических морей или в непосредственной близости от него, а также в низовьях рек, впадающих в Северный Ледовитый океан. Три крупнейших города, расположенных за Северным полярным кругом, находятся в России: Мурманск (325000 жителей), Норильск (205000 жителей) и Воркута (85000 жителей).

Основное снегонакопление в Арктике начинается, как правило, в конце августа. Максимум высоты снежного покрова в годовом ходе обычно приходится на апрель – май. Более высокие темпы снегонакопления в начальном его периоде прослеживаются в Сибирском регионе, где над окраинными морями и арктическим побережьем от сентября к ноябрю высота снежного покрова ежемесячно увеличивается в среднем на 7–8 см.

В годовом цикле состояния ледяного покрова морей АЗРФ примерно семь месяцев (с октября по май) приходится на процессы образования и нарастания льда. В зимний период все моря Сибирского шельфа полностью покрываются льдами различной толщины сплоченностью 9–10 баллов. Скорость нарастания толщины льда в различных районах неодинакова, однако характер ее изменения в период нарастания во всех морях идентичен: в ноябре лед нарастает максимально быстро (в среднем 12 см за декаду). Начиная с конца мая – начала июня под влиянием тепловых процессов ледяной покров начинает таять и разрушаться. Почти одновременно с этим происходит сокращение площади льда и постепенное очищение от него морей. Наиболее интенсивно очищение морей АЗ РФ ото льда происходит в течение августа и прекращается в конце сентября.

АЗ РФ играет существенную роль в экономике России. Здесь производится продукция, обеспечивающая получение около 11 % национального дохода России (при доле населения, равной 1 %) и составляющая примерно 22 % объема общероссийского экспорта. Начиная с 1930-х годов, в АЗ РФ интенсивно развивались горнодобывающая, металлургическая, судостроительная, лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная и другие отрасли промышленности, а также транспорт. Потребности экономики страны и истощение запасов природных ресурсов в освоенных районах объективно предопределяют увеличение их добычи в АЗ РФ, в том числе на континентальном шельфе. В Арктике сосредоточены основные ресурсы углеводородов всего континентального шельфа Российской Федерации. В арктических районах сконцентрирована добыча природного газа, апатитового концентрата, многих стратегически важных цветных и драгоценных металлов (никель, медь, кобальт и другие).

Основным направлением развития для МЧС в Арктике является: защита населения и территории АЗ РФ от ЧС природного и техногенного характера. Согласно основ политики [1], основными задачами в сфере обеспечения защиты в Арктической зоне Российской Федерации присутствуют как природные, так и техногенные источники ЧС.

К основным природным источникам ЧС в Арктической зоне Российской Федерации относятся: деградация вечной мерзлоты (таяние), обвалы, оползни; снежные лавины; наводнения (весна, осень), ледяные заторы, подвижка льдов; ландшафтные пожары (тундра, мелколесье); снежные бури, штормы; сильные ветры (ураганы) и гололедица. Перечисленные природные явления несомненно будут влиять на безопасность объектов экономики, могут привести к развитию аварийной ситуации, и как следствие – чрезвычайной ситуации техногенного характера и ухудшению экологической обстановки в арктическом регионе, что вызовет определенные сложности в ликвидации этих ЧС. Поэтому очень важно выявить природные опасности, смоделировать возможные сценарии развития, определить риски природных чрезвычайных ситуаций, разработать мероприятия по минимизации опасностей.

Уменьшение площади вечной мерзлоты привело к возникновению чрезвычайной ситуации биологического характера – примером может служить вспышка сибирской язвы (впервые за 80 лет), произошедшая на Ямале летом 2016 г.

Ежегодно почти во всех частях Арктического региона существует опасность природных пожаров, возросшая в последние десятилетия вследствие участвовавших аварий на нефтепроводах, газопроводах и на предприятиях по добыче, переработке и хранению газа, нефти и нефтепродуктов.

Наиболее частыми видами ЧС в Арктической зоне Российской Федерации являются пожары в жилом и промышленном секторах, аварии и отказы систем энергоснабжения, жизнеобеспечения населения и производственных объектов, особенно в периоды устойчиво низких температур.

К потенциальным техногенным источникам ЧС в Арктической зоне Российской Федерации относятся: аварии на атомных электростанциях и реакторах судов атомного флота; разрывы на нефте-газопроводах; разливы и возгорание нефтепродуктов и газа; аварии на предприятиях добычи и переработки углеводородов, металлов, энергетики, ЖКХ; кораблекрушения, аварии на железнодорожном, автомобильном, воздушном транспорте.

Современное развитие фундаментальной теории безопасности диктует необходимость введения в практику обеспечения безопасных условий при эксплуатации объектов техносферы и окружающей среды (в том числе с учетом условий и климатических особенностей районов АЗ РФ), а также нормируемых параметров рисков и безопасности, обосновываемых по критериям надежности, прочности, ресурса, живучести эксплуатируемых технических систем. Ключевым фактором в решении данной проблемы должно стать использование концепции мониторинга рисков, основанной на непрерывном или периодическом получении информации по диагностике состояний и базовых параметров опасностей при эксплуатации рассматриваемых объектов.

Главным инструментом освоения и развития российской Арктики является Арктическая транспортная система, обеспечивающая грузопотоки на всем протяжении береговой линии России в Северном Ледовитом океане, а это 20 000 км. Ее базовым элементом является Северный морской путь – важнейшая транспортная магистраль, обеспечивающая грузопотоки между арктическими регионами и лежащими к югу от них промышленно развитыми территориями [3].

Источниками возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) в экстремальных природных условиях Сибири и Севера могут быть как непосредственно эксплуатируемые машины и оборудование, так и производства по добыче и транспортировке полезных ископаемых включая добычу углеводородов. Факторы воздействия окружающей среды на объекты техносферы могут привести к изменению параметров и состояния их работоспособности [4].

Для элементов технических систем, эксплуатируемых в условиях Арктики, определяющим внешним фактором являются низкие температуры атмосферного воздуха, которые ухудшают основные физико-механические свойства конструкционных материалов, повышают их склонность к хрупкому разрушению как потенциальному источнику возможной аварии [5].

Серьезную потенциальную угрозу для природных систем и безопасности людей в Арктической зоне Российской Федерации представляет глобальное потепление, которое в полярных районах проявляется почти в 10 раз сильнее, чем в среднем на планете.

Результатом этого этих климатических изменений стала авария, произошедшая 29 мая 2020 г. при разгерметизации бака с дизельным топливом [6], на ТЭЦ-3 в Кайеркнеа (район Норильска).

Причинами возникновения чрезвычайных ситуаций в районах АЗ РФ могут быть также затопления и наводнения на территориях, где расположены хранилища углеводородов. Большой ущерб населению и экономике АЗ РФ наносят весенне-летние половодья, сопровождаемые ледовыми заторами на реках Арктического региона.

Отдаленность, суровые природно-климатические условия и ограниченная транспортная доступность в районы, терпящие бедствие, значительно усугубляют масштаб

ЧС и их последствия. Суровые условия Арктики являются одной из основных причин аварий и на авиационном транспорте. Статистика показывает, что наряду с тяжелыми метеоусловиями основные причины авиационных аварий и катастроф в АЗ РФ – это слабо развитая аэродромная сеть, недостаточное метеорологическое обеспечение, ошибки экипажа.

На территории АЗ РФ находится несколько тысяч потенциально опасных объектов, которые могут стать источниками техногенных чрезвычайных ситуаций. Это объекты нефте- и газодобычи, ядерной энергетики, захоронения контейнеров с отходами, производственные предприятия [6]. Кроме этого такими источниками является и транспортная инфраструктура Арктики.

В среднем на территории Арктической зоны России происходит в год до 100 ЧС техногенного и природного характера.

Ориентация долгосрочного развития Арктики на обеспечение приемлемого уровня рисков возникновения чрезвычайных ситуаций сопряжена с необходимостью всестороннего учета специфических для данного района природно-климатических факторов и с внесением серьезных регулирующих начал в функционирование в таких условиях экономики, социума и техносферы [7].

Рассмотрим существующие силы и средства МЧС России в АЗ РФ.

В состав сил и средств, дислоцированных на арктических территориях, входят территориальные органы – органы, специально уполномоченные решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации ЧС в субъектах Российской Федерации [8]; специальные подразделения ФПС ГПС; аварийно-спасательные формирования МЧС России (АСФ) и ПСФ; ВГСЧ МЧС России.

В настоящее время для прикрытия Арктической зоны Российской Федерации функционируют аварийно-спасательные формирования:

– 4 филиала СЗРПСО МЧС России: Архангельский АКАСЦ (г. Архангельск); Мурманский АКАСЦ (г. Мурманск) с ПСП «Кировск» (г. Кировск); Воркутинский АКАСЦ (г. Воркута); Ненецкий АКАСЦ (г. Нарьян-Мар) с арктическим ПСП (п. Амдерма);

– филиал ДВРПСО МЧС России – Якутский АКАСЦ (г. Якутск) ориентирован на работу в Арктической зоне Российской Федерации, но расположен за ее пределами, с арктическими ПСП: «Нижнеянский» (п. Нижнеянский), «Черский» (пгт. Черский);

– филиал СРПСО МЧС России – Дудинский АПСО (Красноярский край, г. Дудинка);

– АСУНЦ «Вытегра» (д. Устье, Вологодская область) ориентирован на работу в Арктической зоне Российской Федерации, но расположен за ее пределами.

– Общая штатная численность указанных подразделений составляет – 511 чел.; техники – 238 ед.

Тушение пожаров в Арктической зоне Российской Федерации осуществляют следующие подразделения ФПС ГПС: силы и средства Северо-Западного федерального округа, силы и средства Дальневосточного федерального округа, силы и средства Сибирского федерального округа, силы и средства Уральского федерального округа. Общая численность подразделений ФПС ГПС – 152, личного состава – 8227 чел.; техники – 953 ед.

Подразделения ВГСЧ МЧС России, осуществляющие горноспасательное обслуживание объектов ведения горных и других работ, дислоцируются на территории муниципального образования городского округа «Воркута», Чукотского автономного округа, Мурманской области, Норильского городского округа Красноярского края.

Силы и средства ВГСЧ МЧС России на территории муниципального образования городского округа «Воркута» (Республика Коми) включают 2 военизированных горноспасательных взвода (ВГСВ) (Воркутинский и Воргашорский ВГСВ) филиала «Военизированный горноспасательный отряд Печорского бассейна» ФГУП «ВГСЧ». Общая численность спасателей – 129 чел. (Воркутинский ВГСВ – 90 чел. и Воргашорский ВГСВ – 39 чел.). На вооружении находится 30 ед. специальной техники (Воркутинский ВГСВ – 22 ед. и Воргашорский ВГСВ – 8 ед.).

На территории Чукотского автономного округа дислоцируется Чукотский военизированный горноспасательный пункт филиала «ВГСО Северо-Востока» ФГУП «ВГСЧ». Численность спасателей составляет 17 чел.

На территории Мурманской области создан пост силами филиала «ВГСО Юга и Центра» ФГУП «ВГСЧ». В настоящее время организовано дежурство для обслуживания объектов ведения горных работ.

С 1 января 2020 г. на территории Норильска функционирует филиал «Норильский ВГСО» ФГУП «ВГСЧ» численностью 157 чел.

Общая численность личного состава подразделений ВГСЧ МЧС России – 303 чел.; техники – 30 ед.

Обеспечение безопасности людей на водных объектах осуществляется подразделениями ГИМС МЧС России, являющимися структурными подразделениями территориальных органов МЧС России.

В настоящее время в Арктической зоне Российской Федерации работает группировка, состоящая из 140 государственных инспекторов и обеспечивающего персонала, состоящего из 98 работников, 60 судоводителей и водителей техники. Группировка насчитывает 82 плавсредства, из них 5 судов на воздушной подушке и 38 единиц автомобильной техники.

Возможности по применению авиации МЧС России в Арктической зоне Российской Федерации существенно ограничены вследствие недостаточного числа подготовленных аэродромов, отсутствия на аэродромах (вертолетных площадках) оборудования для точного захода на посадку. Авиация МЧС России в Арктической зоне Российской Федерации не базируется.

### **Заключение**

1. Реализация прогнозов долгосрочного развития Арктики должна базироваться на фундаментальных междисциплинарных и межотраслевых исследованиях общих закономерностей развития человека, общества, государства и среды жизнедеятельности. Принципиально важной стороной таких разработок является введение в показатели прогнозного развития параметров стратегических рисков, отражающих непрерывное расширение спектра специфических для АЗ РФ, аварий и катастроф.

2. Анализ риска представляет собой один из существенных компонентов обеспечения безопасности и проводится для выявления отдельных источников опасности и оценки их потенциального влияния на возможные ущербы, которые могут быть причинены населению, окружающей среде и хозяйственным объектам.

3. Использование критериев риска в направлении прогноза возникновения ЧС в условиях Арктики позволяет рассматривать их в качестве универсальных параметров определения уровня опасности эксплуатации объектов техносферы, предупреждения возможностей возникновения чрезвычайных ситуаций, а также управлять разработкой и реализацией мероприятий по снижению этих рисков и смягчению последствий при проявлении ЧС.

4. Существующие силы и средства МЧС России в Арктической зоне РФ, аварийно-спасательные формирования, обеспечивают прикрытие Арктической зоны России, в части, ликвидации ЧС по своему прямому назначению.

5. Отмечается существенное ограничение применения авиации МЧС России вследствие недостаточного числа подготовленных аэродромов, вертолетных площадок, отсутствия на аэродромах оборудования для точного захода на посадку, что не позволяет авиации МЧС России базироваться в Арктической зоне Российской Федерации.

### **Список источников**

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года: Указ Президента Рос. Федерации от 5 марта 2020 г. № 164. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

2. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: Указ Президента Рос. Федерации от 2 мая 2014 г. № 296. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
3. Брехунцов А.М., Петров Ю.В., Прыкова О.А. Экологические аспекты освоения природно-ресурсного потенциала российской Арктики // Арктика: экология и экономика. 2020. №3 (39). С. 57–64.
4. Торопов Е.Е., Шабалин А.А., Мохов О.А. Ликвидация разливов нефти подо льдом в удаленных арктических акваториях // Арктика: экология и экономика. 2018. № 4 (32). С. 31–38
5. Махутов Н.А., Лебедев М.П. Особенности возникновения чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне России и пути их парирования на основе концепции риска // Арктика: экология и экономика. 2014. № 1 (13). С. 10–29.
6. Об организации предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе РФ, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилегающей зоне РФ: постановление Правительства Рос. Федерации от 14 нояб. 2014 г. № 1189. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
7. Чижов Б.Е., Долингер В.А., Захаров А.И. Особенности нефтяного загрязнения территории Ханты-Мансийского автономного округа // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2007. № 8.
8. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: постановление Правительства Рос. Федерации от 30 дек. 2003 г. № 794. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

УДК 614.8

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ, АРКТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСНЫХ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ МЧС РОССИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ПРЕДНАЗНАЧЕНИЮ**

**Баринов Александр Васильевич.**

Академия гражданской защиты МЧС России, Москва, Россия.

✉ [a.barinov@amchs.ru](mailto:a.barinov@amchs.ru)

**Вишняков Александр Викторович.**

Северо-Западный АСЦ МЧС России, Санкт-Петербург, Россия.

✉ [vishnjakov2408@mail.ru](mailto:vishnjakov2408@mail.ru)

**Лавриненко Дмитрий Фёдорович.**

Академия гражданской защиты МЧС России, Москва, Россия.

✉ [d.lavrinenko@amchs.ru](mailto:d.lavrinenko@amchs.ru)

*Аннотация.* Разработана методика оценки готовности личного состава, аварийно-спасательных средств, имущества и техники Арктических комплексных аварийно-спасательных центров, на основе метода анализа иерархий.

Рассчитаны значения весовых коэффициентов показателей:

- индивидуальной подготовки спасателей и показана наибольшую значимость, при выполнении специальных задач, уровня специальной подготовки спасателя;
- профессиональной подготовленности спасателей и показана наибольшая значимость уровня индивидуальной подготовки при выполнении специальных задач;
- физической подготовленности спасателя и показана большая значимость показателя
- выносливость;
- подготовленности спасателя на выполнение физической работы и показана большая значимость показателя – профессиональная подготовленность;
- готовность аварийно-спасательных средств, имущества и техники и показана большая значимость показателя – техническое состояние.

*Ключевые слова:* Арктическая зона, арктические комплексные аварийно-спасательные центры, орган управления, личный состав, аварийно-спасательные средства, готовность, индивидуальная подготовка, выносливость, профессиональная подготовленность, техническое состояние

## **METHODOLOGY FOR ASSESSING THE READINESS OF UNITS, EMERGENCY RESCUE EQUIPMENT, PROPERTY AND EQUIPMENT OF THE ARCTIC INTEGRATED EMERGENCY RESCUE CENTERS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA TO PERFORM TASKS FOR THEIR INTENDED PURPOSE**

**Barinov Alexander V.**

Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia.

✉ [a.barinov@amchs.ru](mailto:a.barinov@amchs.ru)

**Vishnyakov Alexander V.**

North-Western ACC EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia.

✉ [vishnjakov2408@mail.ru](mailto:vishnjakov2408@mail.ru)

**Lavrinenko Dmitry F.**

Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Moscow, Russia.

✉ [d.lavrinenko@amchs.ru](mailto:d.lavrinenko@amchs.ru)

*Annotation.* A methodology has been developed for assessing the readiness of personnel, emergency rescue equipment, property and equipment of the Arctic integrated emergency Rescue Centers, based on the hierarchy analysis method.

The values of the weighting coefficients of the indicators are calculated:

- individual training of rescuers and shows the greatest importance, when performing special tasks, of the level of special training of the rescuer;
- professional readiness of rescuers and the greatest importance of the level of individual training in the performance of special tasks is shown;
- the physical fitness of the rescuer and the great importance of the indicator – endurance is shown;
- the readiness of the rescuer to perform physical work and the great importance of the indicator is shown – professional readiness;
- the readiness of emergency rescue equipment, property and equipment, and the great importance of the indicator is shown - the technical condition.

*Keywords:* Arctic zone, Arctic integrated emergency rescue centers, management body, personnel, emergency rescue equipment, readiness, individual training, endurance, professional preparedness, technical condition

Анализ готовности Арктических комплексных аварийно-спасательных центров (АК АСЦ) с позиций системного подхода является самостоятельной, сложной задачей. Подчеркнем, что, рассматривая АК АСЦ как подсистему МЧС России, необходимо исходить из того, что цели функционирования АК АСЦ во многом определяются целями функционирования МЧС России. Выделение подразделений АК АСЦ в качестве самостоятельной подсистемы МЧС России обусловливается спецификой решаемых ими задач и ролью в системе РСЧС [1].

Под системой АК АСЦ МЧС России мы будем понимать совокупность органов управления, сил и средств, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой и элементами среды в целях предупреждения и ликвидации ЧС в Арктической зоне Российской Федерации. Из определения следует, что основными элементами системы АК АСЦ являются органы управления и объекты управления (Поисково-спасательные службы (ПСС), группа плавсредств, поисково-спасательные подразделения (ПСП), группы, подразделения обеспечения и др.). При этом объекты управления, в свою очередь, являются системами с управлением. Средой для системы АК АСЦ являются: различные ЧС и их последствия, условия функционирования, вышестоящие и взаимодействующие органы управления.

Степень детализации представления элементов системы зависит от целей исследования. Конечной целью функционирования АК АСЦ является максимальное достижение целей проведения спасательных работ в условиях конкретной обстановки. Учитывая специфику решаемых АК АСЦ задач в различных режимах функционирования (повседневной деятельности, повышенной готовности и ЧС), функционирование системы АК АСЦ целесообразно рассматривать применительно к этим режимам.

Рассмотрение готовности АК АСЦ с позиций системного подхода предполагает выделение в системе АК АСЦ подсистем более низкого уровня: спасательных расчетов, технических средств, органов управления. Структурно эти подсистемы также целесообразно рассматривать как совокупность элементов, привлекаемых для выполнения соответствующих задач.

Следует подчеркнуть, что понятие системы АК АСЦ базируется на функциональном подходе к ее структуре; целостность системы в первую очередь обусловливается функциональными признаками, а материальной основой такой системы являются силы и средства, выполняющие задачи по организации и ведению спасательных работ. В связи с этим при анализе состояния готовности такой системы необходимо моделирование действий соответствующих сил и средств.

С учетом вышерассмотренных условий функционирования АК АСЦ при декомпозиции готовности необходимо рассматривать методы управления, динамику объектов управления применительно к трем режимам функционирования.

Результатом первичного деструктурирования системы готовности АКАСЦ является выделение в ней трех основных подсистем и среды (рис. 1).

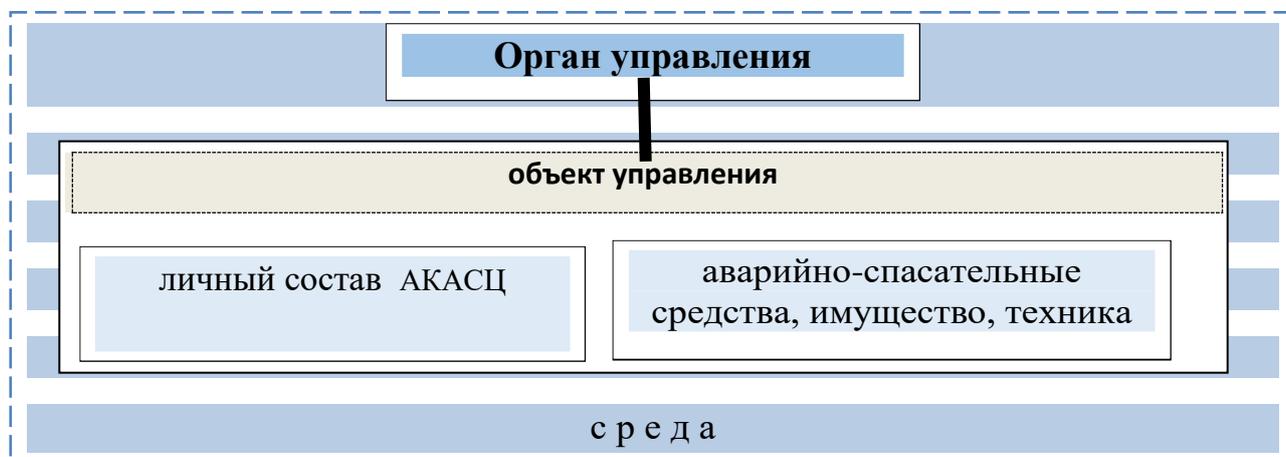


Рис. 1. Система и основные подсистемы АК АСЦ

Выделение подсистем «орган управления», «личный состав АК АСЦ» и «аварийно-спасательные средства, имущество и техника» обусловлено следующими причинами:

1. Система АК АСЦ (как сложная и подверженная влиянию внешней среды) должна поддерживаться в желаемом состоянии. Это состояние в объекте управления может поддерживаться только при наличии системы управления.

2. Среда, оказывая влияние на функционирование системы АК АСЦ в свою очередь, является динамичной. Орган управления, выполняя возложенные на него задачи, осуществляет под воздействием внешних и внутренних факторов выработку определенных управляющих воздействий с целью изменения состояния среды и приведения объекта управления в желаемое состояние. Такое воздействие на среду возможно только при наличии определенных инструментов.

3. Наиболее эффективным инструментом воздействия на среду и на внутреннее состояние системы являются люди (спасатели, специалисты), специально обученные для действий в условиях сложной быстроменяющейся обстановки.

4. Учитывая специфику задач АК АСЦ различный характер ЧС по виду и сложности, можно с уверенностью сказать, что необходимое воздействие на среду невозможно без определенных технических средств. Их наличие и состояние в подавляющем большинстве случаев оказывается решающим при проведении спасательных операций.

5. Технические средства накладывают определенную специфику на характер ведения АСР, их технологию, подготовку личного состава, управление.

Таким образом, результатом первичного анализа готовности АК АСЦ является наличие в ней подсистем: орган управления, личный состав и аварийно-спасательные средства, имущество и техника. Все эти подсистемы взаимосвязаны и взаимозависимы, образуя присущую этой системе целостность, гибкость и качественную определенность.

Именно качественное и количественное состояние каждого из элементов системы АК АСЦ, характер и качество взаимодействия между ними определяют важнейшую функцию АК АСЦ – поддержание на высоком уровне готовности органов управления, сил и средств. Структура готовности с учетом анализа представлена на рисунке 2.

Очевидно, что элементы готовности на данном этапе слишком укрупнены, то есть процесс оценки готовности практически не возможен с точки зрения получения объективного результата. Поэтому необходимо провести декомпозиция каждой из подсистем

готовности с целью выявления элементов, параметры которых качественно и количественно характеризуют процесс выполнения поставленных задач.

Для оценки готовности АК АСЦ, на основе всестороннего анализа, особенностей Арктической зоны (АЗ) РФ, чрезвычайных ситуаций в зоне и рисков их возникновения выделены критерии, при помощи которых можно выполнить научную задачу, по комплексной оценке готовности АК АСЦ, по критериям и показателям которых построена целевая функция, имеющая следующий вид:



Рис. 2. Общая структура готовности АКАСЦ

$$Z = A_1 \cdot Z_1 + A_2 \cdot Z_2 + A_3 \cdot Z_3 \quad (1)$$

где  $Z$  – значение целевой функции, определяющее уровень готовности АКАСЦ;

$Z_1$  – критерий готовности личного состава;

$Z_2$  – критерий готовности аварийно-спасательных средств, имущества и техники;

$Z_3$  – критерий готовности органа управления формирования;

$A_1, A_2, A_3$ , весовые коэффициенты, показывающие уровень значимости.

Далее определим весовые коэффициенты  $A_1, A_2, A_3$ , каждого из показателей. Для этого воспользуемся методом экспертных оценок, а именно методом анализа иерархий (МАИ) [2, 3]. Для решения задачи методом анализа иерархий определяется состав экспертной группы. Согласно МАИ для ранжирования показателей для оценки готовности аварийно-спасательных средств, имущества и техники; необходимо построить иерархию решаемой задачи. После проведенного анализа было выявлено, что иерархия будет состоять из двух уровней (рис. 3).

На первом (высшем) уровне иерархии представлена общая цель. На втором уровне иерархии располагаются альтернативы.

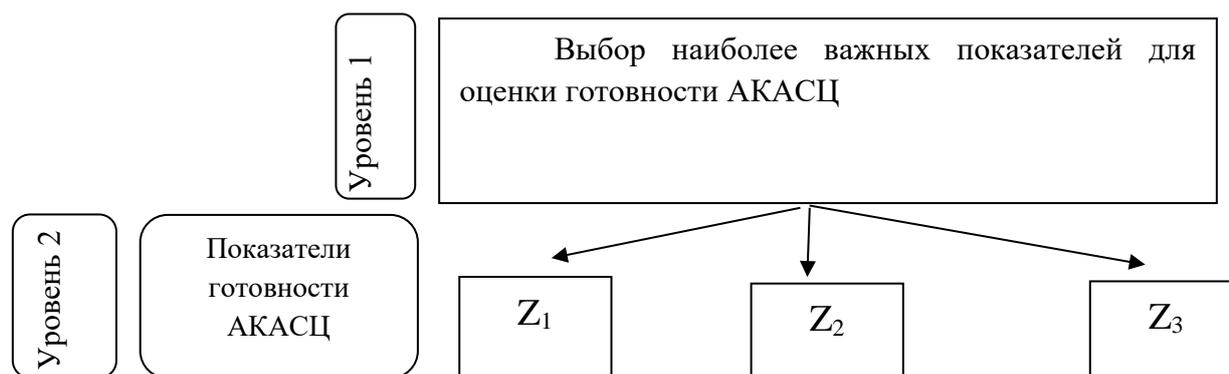


Рис. 3. Иерархия выбора наиболее важных показателей для готовности АК АСЦ

После иерархического представления задачи, определяем приоритеты показателей. В МАИ существует шкала относительной важности, для перевода вербальных суждений экспертов в числовые значения [2, 3]. Данная шкала представлена в таблице 1.

Таблица 1

**Шкала относительной важности**

<b>Интенсивность относительной важности</b>	<b>Определения</b>	<b>Объяснения</b>
<b>1</b>	Равная важность	Равный вклад двух видов деятельности в цель
<b>3</b>	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одному виду деятельности над другим
<b>5</b>	Существенное или сильное превосходство	Опыт и суждения дают сильное превосходство одному виду деятельности над другим
<b>7</b>	Значительное превосходство	Одному виду деятельности дается настолько сильное превосходство, что оно становится практически значительным
<b>9</b>	Очень сильное превосходство	Очевидность превосходства одного вида деятельности над другим подтверждается наиболее сильно
<b>2, 4, 6, 8</b> <b>Обратные величины приведенных выше чисел</b>	Промежуточные решения между двумя соседними решениями. Если при сравнении одного вида деятельности с другим одно из вышеуказанных чисел (например, 3), то при сравнении второго вида деятельности с первым получим обратную величину (т.е. 1/3)	Применяются в компромиссном случае

При сравнении выбранных показателей друг с другом экспертам задавался вопрос: «Какой из предлагаемых показателей имеет большее значение (важность) по отношению к другим показателям при оценке готовности АКАСЦ?». По результатам сравнения предлагаемых показателей готовности АКАСЦ, составляем матрицу парных сравнений для уровня 2 иерархии (таблица 2).

Таблица 2

**Матрица парных сравнений**

<b>Цель</b>	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$
$Z_1$	1	2	3
$Z_2$	$\frac{1}{2}$	1	3
$Z_3$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1

После определения величин парных субъективных сравнений (суждений) экспертов определяем относительную ценность (вес) каждого показателя, вычисляя ненормированный вектор  $W_i$  ( $i=1,2,3, \dots, n$ ) по формуле (2):

$$W_i = \sqrt[n]{\frac{w_i}{w_1} \cdot \frac{w_i}{w_2} \cdot \dots \cdot \frac{w_i}{w_n}} \quad (2)$$

$$W_1 = \sqrt[3]{1 \cdot 2 \cdot 3} = 1,82;$$

$$W_2 = \sqrt[3]{\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 3} = 1,14;$$

$$W_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1} = 0,48;$$

где  $W_1, W_2, W_3$  – веса соответствующих показателей.

Полученные числа необходимо нормализовать, для чего определяем нормирующий множитель  $r$  по формуле (3):

$$r = W_1 + \dots + W_n \quad (3)$$

$$r = W_1 + W_2 + W_3 = 1,82 + 1,14 + 0,48 = 3,44.$$

Далее, проводя нормализацию полученных значений  $W_i$ , определяем векторы приоритетов  $q_i$  для каждого из выбранных показателей по формуле (4):

$$q_i = \frac{W_i}{r} \quad (4)$$

$$q_1 = \frac{W_1}{r} = \frac{1,82}{3,44} \approx 0,53;$$

$$q_2 = \frac{W_2}{r} = \frac{1,14}{3,44} \approx 0,33;$$

$$q_3 = \frac{W_3}{r} = \frac{0,48}{3,44} \approx 0,14.$$

Таким образом, значения весовых коэффициентов показателей противопожарного расстояния следующие:  $A_1=0,53$ ;  $A_2=0,33$ ;  $A_3=0,14$ .

С учетом значений весовых коэффициентов целевая функция  $Z$  примет вид:

$$Z = 0,53 \cdot Z_1 + 0,33 \cdot Z_2 + 0,14 \cdot Z_3 \quad (5)$$

Далее для определения значений критериев  $Z_1, Z_2, Z_3$  необходимо построить свои целевые функции.

Проведём оценку готовности личного состава Арктических комплексных аварийно-спасательных центров. Готовность личного состава АК АСЦ МЧС России может быть охарактеризована двумя показателями – укомплектованность и подготовленность.

Укомплектованность личным составом – показатель, отражающий в количественном и качественном отношении соответствие фактического числа сотрудников требуемому согласно штатному расписанию. Штат должен быть укомплектован сотрудниками, имеющими определенные специальности и классность.

Подготовленность личного состава – комплексный показатель, требующий дальнейшей декомпозиции. Здесь необходимо учитывать специфику решаемых подразделениями АКАСЦ задач и рассматривать все виды операций, выполняемых спасателями и специалистами при проведении АСР.

С учетом опыта проведения АСР, подготовленность личного состава может быть дефрагментирована на следующие элементы:

1. Профессиональная подготовка.
2. Физическая подготовка.
3. Морально-психологическая готовность.

Морально-психологическая готовность характеризуется наличием в коллективе здорового климата и тем, как сотрудники выполняют обязанности спасателя МЧС, соблюдают требования правил техники безопасности.

Физическая подготовка отражает способность спасателя выполнять различные действия при значительных и разнообразных физических нагрузках в необходимом темпе, с заданной амплитудой и в течение необходимого времени. Целесообразнее всего оценивать уровень физической подготовки в виде тестов на силу, быстроту и выносливость каждого спасателя. Общая оценка физической подготовки может складываться на основе личных оценок сотрудников.

Профессиональная подготовка включает в себя подготовку спасателей, расчетов спасателей и техническую подготовку специалистов.

Техническая подготовка специалистов АКАСЦ состоит из комплекса практических навыков проверки технического состояния механизмов, узлов и агрегатов транспортных средств и выполнения операций при подготовке машины к движению. Аналогично физической подготовке ее можно оценивать на основе индивидуальных результатов спасателей.

Профессиональная подготовка спасателей – этот элемент готовности определяет степень подготовленности личного состава к действиям в ЧС на основе выполнения спасателями базовых операций при работе с аварийно-спасательным инструментом (АСИ), специальным снаряжением и другими видами оснащения.

Профессиональная подготовка расчетов – характеризует правильность и слаженность действий групп спасателей при выполнении базовых операций, характерных для ЧС. Примером таких операций могут служить развертывание и свертывание осветительного оборудования из (в) автомобиля (автомобиль), транспортировка пострадавшего в различных условиях (например, связкой носилок из подручных средств, с наведением навесной переправы и др.).

Как в случае подготовки расчетов, так и в случае подготовки спасателей, общий результат может быть получен на основе индивидуальных оценок расчетов и спасателей.

Спасатель, участвуя в ликвидации ЧС, выполняет различные задачи: работа со всеми видами АСИ, приборов, снаряжения, оказание первой само- и взаимопомощи, оперирование со средствами связи, а сложных условиях и ориентирование на местности.

Общая структура элементов готовности личного состава представлена на рисунке 4.

Индивидуальная готовность спасателя складывается из его умения грамотно действовать при выполнении перечисленных задач и состоит из следующих элементов:

1. Специальная подготовка.
2. Медицинская подготовка.
3. Владение средствами связи.
4. Топографическая подготовка и ориентирование.

Построим целевую функцию для определения готовности спасателей:

$$Z_{1212} = A_{12121} \cdot x_{12121} + A_{12122} \cdot x_{12122} + A_{12123} \cdot x_{12123} + A_{12124} \cdot x_{12124} \quad (6)$$

где  $Z_{1212}$  – значение целевой функции, определяющей готовность спасателей;  $X_{12121}$  – показатель уровня специальной подготовки, измеряется в процентах;  $X_{12122}$  – показатель уровня медицинской подготовки, измеряется в процентах;  $X_{12123}$  – показатель уровня владения средствами связи, измеряется в процентах;  $X_{12124}$  – показатель уровня топографической подготовки и ориентирования, измеряется в процентах;  $A_{12121}$ ,  $A_{12122}$ ,  $A_{12123}$ ,  $A_{12124}$  – коэффициенты, характеризующие степень значимости того или иного показателя.

Далее определим весовые коэффициенты  $A_{12121}$ ,  $A_{12122}$ ,  $A_{12123}$ ,  $A_{12124}$  каждого из показателей на основе метода анализа иерархий.

Для решения задачи с помощью МАИ была построена иерархия выбора наиболее важных показателей оценки индивидуальной подготовки спасателей рисунок 5.

На первом (высшем) уровне иерархии представлена общая цель.

На втором уровне иерархии располагаются альтернативы.

При сравнении выбранных показателей друг с другом экспертам задавался вопрос: «Какой из предлагаемых показателей имеет большее значение (важность) по отношению к другим показателям при оценке готовности спасателей?». По результатам сравнения предлагаемых показателей готовности спасателей, составляем матрицу парных сравнений для уровня 2 иерархии (таблица 3).

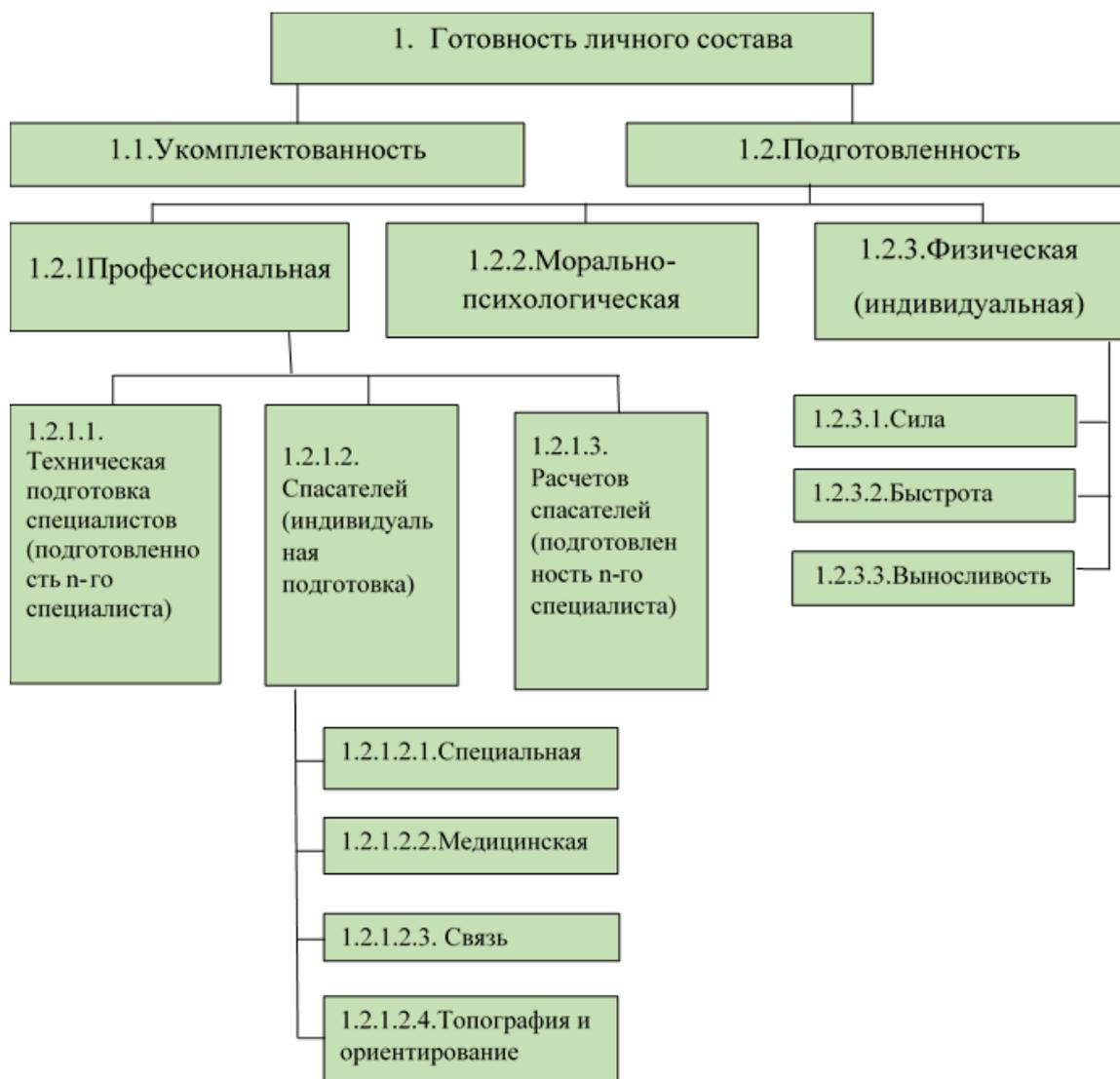


Рис. 4. Общая структура элементов готовности личного состава

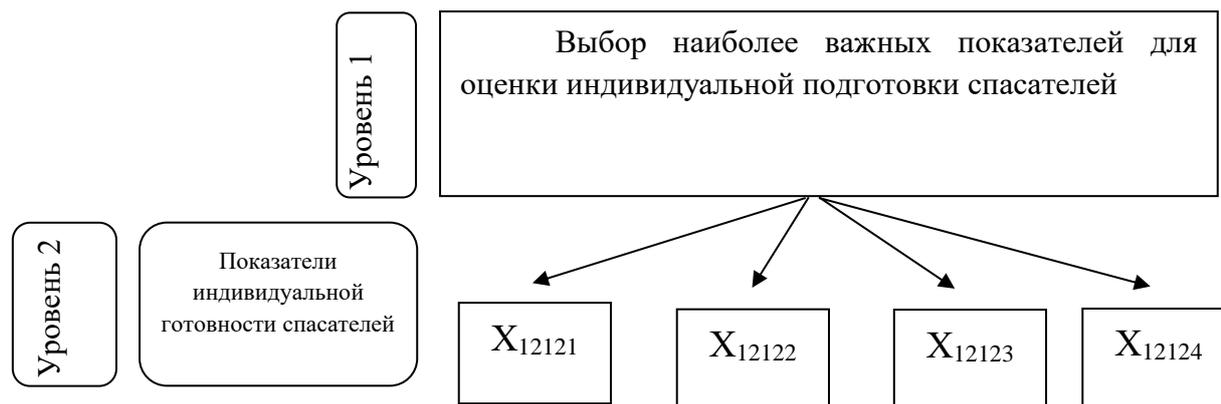


Рис. 5. Иерархия выбора наиболее важных показателей оценки индивидуальной подготовки спасателей

Таблица 3

Матрица парных сравнений индивидуальной подготовки спасателей

Цель	X <sub>12121</sub>	X <sub>12122</sub>	X <sub>12123</sub>	X <sub>12124</sub>
X <sub>12121</sub>	1	3	3	5
X <sub>12122</sub>	1/3	1	2	3
X <sub>12123</sub>	1/3	1/2	1	5
X <sub>12124</sub>	1/5	1/3	1/5	1

После определения величин парных субъективных сравнений (суждений) экспертов определяем относительную ценность (вес) каждого показателя, вычисляя ненормированный вектор  $W_i$  ( $i=1,2,3, \dots, n$ ) по формуле (2):

$$W_{12121} = \sqrt[4]{1 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 5} = 2,59;$$

$$W_{12122} = \sqrt[4]{\frac{1}{3} \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3} = 0,84;$$

$$W_{12123} = \sqrt[4]{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 5} = 0,95;$$

$$W_{12124} = \sqrt[4]{\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{5} \cdot 1} = 0,34.$$

где  $W_{12121}$ ,  $W_{12122}$ ,  $W_{12123}$ ,  $W_{12124}$  – веса соответствующих показателей.

Полученные числа необходимо нормализовать, для чего определяем нормирующий множитель  $r$  по формуле (3):

$$r = W_{12121} + W_{12122} + W_{12123} + W_{12124} = 2,59 + 0,84 + 0,95 + 0,34 = 4,72.$$

Далее, проводя нормализацию полученных значений  $W_i$ , определяем векторы приоритетов  $q_i$  для каждого из выбранных показателей по формуле (4).

$$q_{12121} = \frac{W_{12121}}{r} = \frac{2,59}{4,72} \approx 0,55;$$

$$q_{12122} = \frac{W_{12122}}{r} = \frac{0,84}{4,72} \approx 0,18;$$

$$q_{12123} = \frac{W_{12123}}{r} = \frac{0,95}{4,72} \approx 0,2;$$

$$q_{12124} = \frac{W_{12124}}{r} = \frac{0,34}{4,72} \approx 0,07.$$

Таким образом, значения весовых коэффициентов показателей индивидуальной подготовки спасателей следующие:  $A_{12121}=0,55$ ;  $A_{12122}=0,18$ ;  $A_{12123}=0,2$ ;  $A_{12124}=0,07$ .

С учетом значений весовых коэффициентов целевая функция  $Z_{1212}$  примет вид:

$$Z_{1212} = 0,55 \cdot x_{12121} + 0,18 \cdot x_{12122} + 0,2 \cdot x_{12123} + 0,07 \cdot x_{12124}. \quad (7)$$

Далее, согласно общей структуры элементов готовности личного состава необходимо построить целевую функцию для оценки профессиональной подготовленности личного состава. Профессиональная подготовленность складывается из умений грамотно действовать при выполнении перечисленных задач и состоит из следующих элементов:

1. Техническая подготовка.
2. Индивидуальная подготовка.
3. Расчет спасателей.

Построим целевую функцию для определения профессиональной готовности:

$$Z_{121} = A_{1211} \cdot X_{1211} + A_{1212} \cdot X_{1212} + A_{1213} \cdot X_{1213} \quad (8)$$

где  $Z_{121}$  – значение целевой функции, определяющей профессиональную подготовленность;  $X_{1211}$  – показатель технической подготовки, измеряется в процентах;  $X_{1212}$  – показатель индивидуальной подготовки, измеряется в процентах;  $X_{1213}$  – показатель расчета спасателей, измеряется в процентах;  $A_{1211}$ ,  $A_{1212}$ ,  $A_{1213}$  – коэффициенты, характеризующие степень значимости того или иного показателя.

После проведенного анализа было выявлено, что иерархия будет состоять из двух уровней (рис. 6).

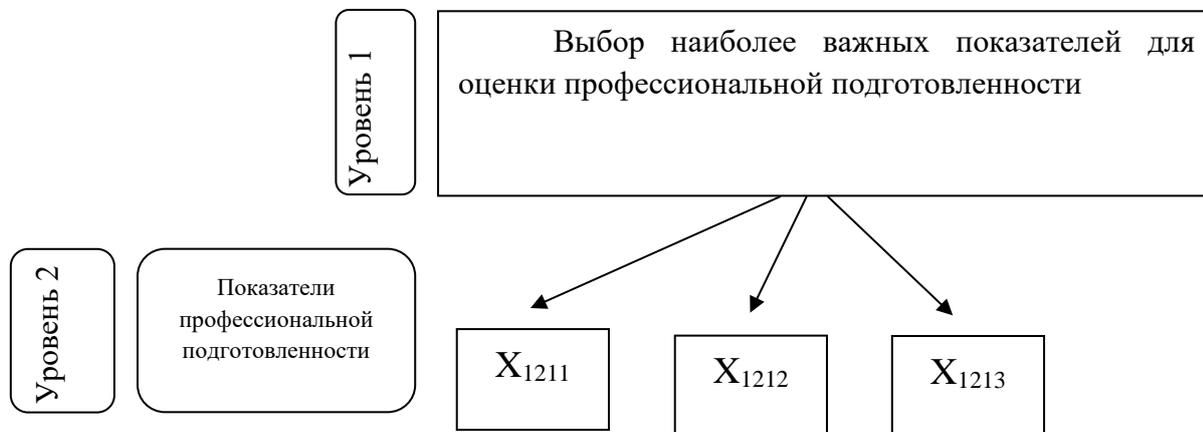


Рис. 6. Иерархия выбора наиболее важных показателей для профессиональной подготовленности

На первом (высшем) уровне иерархии представлена общая цель.

На втором уровне иерархии располагаются альтернативы.

При сравнении выбранных показателей друг с другом экспертам задавался вопрос: «Какой из предлагаемых показателей имеет большее значение (важность) по отношению к другим показателям при оценке профессиональной готовности?». По результатам сравнения предлагаемых показателей профессиональной готовности, составляем матрицу парных сравнений для уровня 2 иерархии (таблица 4).

Таблица 4

**Матрица парных сравнений показателей профессиональной подготовленности**

Цель	X <sub>1211</sub>	X <sub>1212</sub>	X <sub>1213</sub>
X <sub>1211</sub>	1	1/3	3
X <sub>1212</sub>	3	1	3
X <sub>1213</sub>	1/3	1/3	1

После определения величин парных субъективных сравнений (суждений) экспертов определяем относительную ценность (вес) каждого показателя, вычисляя ненормированный вектор  $W_i$  ( $i=1,2,3, \dots, n$ ) по формуле (2).

$$W_{1211} = \sqrt[3]{1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3} = 1;$$

$$W_{1212} = \sqrt[3]{3 \cdot 1 \cdot 3} = 2,08;$$

$$W_{1213} = \sqrt[3]{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot 1} = 0,48.$$

где  $W_{1211}$ ,  $W_{1212}$ ,  $W_{1213}$  – веса соответствующих показателей.

Полученные числа необходимо нормализовать, для чего определяем нормирующий множитель  $r$  по формуле (3):

$$r = W_{1211} + W_{1212} + W_{1213} = 1 + 2,08 + 0,48 = 3,56.$$

Далее, проводя нормализацию полученных значений  $W_i$ , определяем векторы приоритетов  $q_i$  для каждого из выбранных показателей по формуле (4):

$$q_{1211} = \frac{W_{1211}}{r} = \frac{1}{3,56} \approx 0,28;$$

$$q_{1212} = \frac{W_{1212}}{r} = \frac{2,08}{3,56} \approx 0,58;$$

$$q_{1213} = \frac{W_{1213}}{r} = \frac{0,48}{3,56} \approx 0,14.$$

Таким образом, значения весовых коэффициентов показателей профессиональной подготовленности личного состава следующие:  $A_{1211}=0,28$ ;  $A_{1212}=0,58$ ;  $A_{1213}=0,14$ .

С учетом значений весовых коэффициентов целевая функция  $X_{121}$  примет вид:

$$X_{121} = 0,28 \cdot X_{1211} + 0,58 \cdot X_{1212} + 0,14 \cdot X_{1213} =$$

$$0,28 \cdot X_{1211} + 0,58 \cdot (0,55 \cdot X_{12121} + 0,18 \cdot X_{12122} + 0,2 \cdot X_{12123} + 0,07 \cdot X_{12124}) + 0,14 \cdot X_{1213} =$$

$$0,28 \cdot X_{1211} + 0,32 \cdot X_{12121} + 0,1 \cdot X_{12122} + 0,12 \cdot X_{12123} + 0,04 \cdot X_{12124} + 0,14 \cdot X_{1213} \quad (9)$$

Далее, согласно общей структуры элементов готовности личного состава необходимо построить целевую функцию для оценки физической подготовленности личного состава. Физическая подготовленность спасателя отражает способность спасателя выполнять физическую работу в течении длительного промежутка времени и состоит из следующих элементов: 1. Сила; 2. Быстрота; 3. Выносливость.

Построим целевую функцию для определения готовности аварийно-спасательных средств, имущества и техники:

$$Z_{123} = A_{1231} \cdot X_{1231} + A_{1232} \cdot X_{1232} + A_{1233} \cdot X_{1233} \quad (10)$$

где  $Z_{123}$  – значение целевой функции, определяющей физическую подготовленность;  $X_{1231}$  – показатель силы, измеряется в процентах;  $X_{1232}$  – показатель быстроты, измеряется в процентах;  $X_{1233}$  – показатель выносливости, измеряется в процентах;  $A_{1231}$ ,  $A_{1232}$ ,  $A_{1233}$  – коэффициенты, характеризующие степень готовности того или иного показателя.

Далее определим весовые коэффициенты  $A_{1231}$ ,  $A_{1232}$ ,  $A_{1233}$  каждого из показателей.

Согласно МАИ для ранжирования показателей для оценки готовности аварийно-спасательных средств, имущества и техники; необходимо построить иерархию решаемой задачи. После проведенного анализа было выявлено, что иерархия будет состоять из двух уровней (рис. 7).

На первом (высшем) уровне иерархии представлена общая цель.

На втором уровне иерархии располагаются альтернативы.

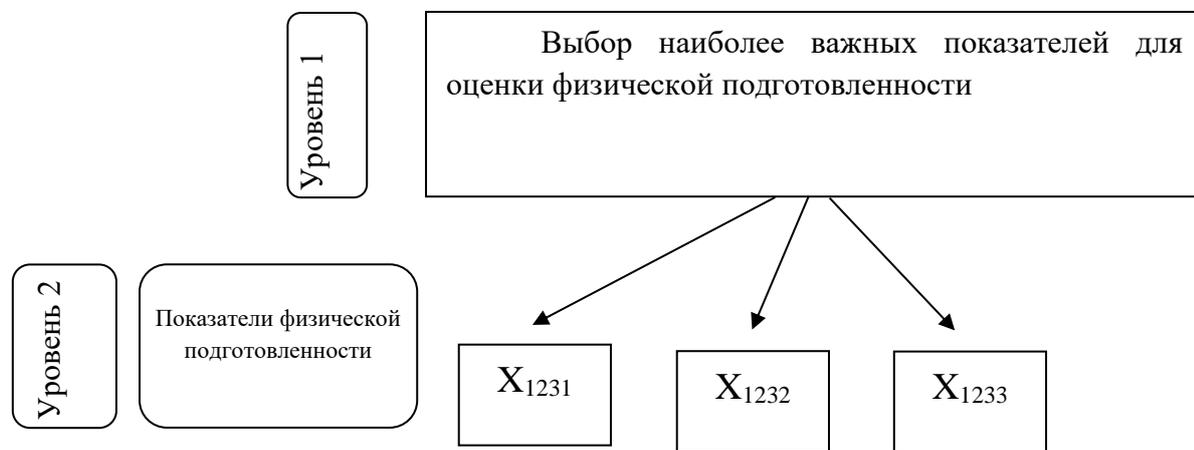


Рис. 7. Иерархия выбора наиболее важных показателей для индивидуальной готовности спасателей

После иерархического представления задачи, определяем приоритеты показателей. В МАИ существует шкала относительной важности, для перевода вербальных суждений экспертов в числовые значения. Данная шкала представлена в таблице 1.

При сравнении выбранных показателей друг с другом экспертам задавался вопрос: «Какой из предлагаемых показателей имеет большее значение (важность) по отношению к другим показателям при оценке физической подготовленности спасателей?».

По результатам сравнения предлагаемых показателей готовности аварийно-спасательных средств, имущества и техники, составляем матрицу парных сравнений для уровня 2 иерархии (таблица 5).

**Матрица парных сравнений индивидуальной готовности спасателя**

Цель	X <sub>1231</sub>	X <sub>1232</sub>	X <sub>1233</sub>
X <sub>1231</sub>	1	3	1/3
X <sub>1232</sub>	1/3	1	1/3
X <sub>1233</sub>	3	3	1

После определения величин парных субъективных сравнений (суждений) экспертов определяем относительную ценность (вес) каждого показателя, вычисляя ненормированный вектор  $W_i$  ( $i=1,2,3, \dots, n$ ) по формуле (2):

$$W_{1231} = \sqrt[3]{1 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3}} = 1;$$

$$W_{1232} = \sqrt[3]{\frac{1}{3} \cdot 1 \cdot \frac{1}{3}} = 0,48;$$

$$W_{1233} = \sqrt[3]{3 \cdot 3 \cdot 1} = 2,08.$$

где  $W_{1231}$ ,  $W_{1232}$ ,  $W_{1233}$  – веса соответствующих показателей.

Полученные числа необходимо нормализовать, для чего определяем нормирующий множитель  $r$  по формуле (3):

$$r = W_{1231} + W_{1232} + W_{1233} = 1 + 0,48 + 2,08 = 3,56.$$

Далее, проводя нормализацию полученных значений  $W_i$ , определяем векторы приоритетов  $q_i$  для каждого из выбранных показателей по формуле (4):

$$q_{1231} = \frac{W_{1211}}{r} = \frac{1}{3,56} \approx 0,28;$$

$$q_{1232} = \frac{W_{1212}}{r} = \frac{0,48}{3,56} \approx 0,14;$$

$$q_{1233} = \frac{W_{1213}}{r} = \frac{2,08}{3,56} \approx 0,58.$$

Таким образом, значения весовых коэффициентов показателей физической подготовленности следующие:  $A_{1211}=0,14$ ;  $A_{1212}=0,28$ ;  $A_{1213}=0,58$ .

С учетом значений весовых коэффициентов целевая функция  $X_{123}$  примет вид:

$$X_{123} = 0,28 \cdot X_{1231} + 0,14 \cdot X_{1232} + 0,58 \cdot X_{1233} \quad (11)$$

Подготовленность спасателя существенно влияет на выполнение физической работы в течении длительного промежутка времени и состоит из следующих элементов:

1. Профессиональная.

2. Морально-психологическая.
3. Физическая (индивидуальная).

### Заключение

1. Разработана методика оценки готовности личного состава, аварийно-спасательных средств, имущества и техники Арктических комплексных аварийно-спасательных центров, на основе метода анализа иерархий.

2. На основании проведённых расчётов, при определении векторов приоритетов  $q_i$  для каждого из выбранных показателей по индивидуальной готовности спасателя, которая складывается из его умения грамотно действовать при выполнении задач по:

- специальной подготовке;
- медицинской подготовке;
- владении средствами связи;

– топографической подготовке и ориентированию – значения весовых коэффициентов показателей индивидуальной подготовки спасателей соответственно составляют:  $A_{12121}=0,55$ ;  $A_{12122}=0,18$ ;  $A_{12123}=0,2$ ;  $A_{12124}=0,07$ , что подтверждает наибольшую значимость, при выполнении специальных задач, уровня специальной подготовки спасателя.

3. На основании проведённых расчётов, при определении векторов приоритетов  $q_i$  для каждого из выбранных показателей по профессиональной подготовленности, которая складывается из умений грамотно действовать при выполнении задач по:

- технической подготовке;
- индивидуальной подготовке;

– при действии расчета спасателей – значения весовых коэффициентов показателей профессиональной подготовленности спасателей соответственно составляют:  $A_{1211}=0,28$ ;  $A_{1212}=0,58$ ;  $A_{1213}=0,14$  – что показывает значимость уровня индивидуальной подготовки при выполнении специальных задач.

4. На основании проведённых расчётов, при определении векторов приоритетов  $q_i$  для каждого из выбранных показателей по физической подготовленности спасателя, которая складывается, из силы, быстроты и выносливости значения весовых коэффициентов показателей физической подготовленности спасателей соответственно составляют:  $A_{1211}=0,14$ ;  $A_{1212}=0,28$ ;  $A_{1213}=0,58$ , что показывает большую значимость показателя – выносливость.

5. На основании проведённых расчётов, при определении векторов приоритетов  $q_i$  для каждого из выбранных показателей по подготовленности спасателя на выполнение физической работы, которая складывается из:

- профессиональной;
- морально-психологической;
- физической (индивидуальной) – значения весовых коэффициентов показателей

подготовленности спасателя на выполнение физической работы, соответственно составляют:  $A_{121}=0,58$ ;  $A_{122}=0,28$ ;  $A_{123}=0,14$  – что показывает большую значимость показателя – профессиональной подготовленности.

### Список источников

1. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: постановление Правительства Рос. Федерации от 30 дек. 2003 г. № 794. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».

2. Уварова В.И. Шуметов В.Г. Использование метода анализа иерархий: учеб. Орел: Орел ГТУ, 2007.

3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ:

### ДОКЛАДЫ:

*Турсенев С.А., Маевский А.М., Занин В.Ю.*

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОРСКИХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПОДВОДНЫХ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.... 5

*Лебедев А.А.*

ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ НЕОБИТАЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ АППАРАТ РОВБИЛДЕР РБ-600 – ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В МЧС РОССИИ ..... 11

*Аксёнкин В.И., Недоварков С.А.*

ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ПОДВОДНОГО МОСТА ..... 20

*Васильев А.Э.*

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛ ПО АРКТИЧЕСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ..... 26

*Васильев А.Э.*

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОВ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ И ДРУГИХ НЕОТЛОЖНЫХ РАБОТ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ..... 34

*Шенин В.М.*

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДОЛАЗНЫХ РАБОТ В МЧС РОССИИ ТРЕБУЕТ СОВЕРШЕНСТВА ..... 44

*Гончаренко С.В., Шидловский А.Л., Кадочников А.А., Нилов А.А.*

РАЗВИТИЕ СТАТОКИНЕТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ У КУРСАНТОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ГПС МЧС РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ «НИЖНЕЙ АКРОБАТИКИ» ..... 49

*Рыбин О.А., Дерябин Ю.Ю., Куттеев И.П.*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ НАИБОЛЬШЕГО ТЕРМИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПОСЛЕ ПОЖАРА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР..... 56

*Кутузов В.В., Османов Ш.А.*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ. ЭЛЕКТРОИНДУКЦИОННЫЙ МЕТОД..... 62

*Кутузов В.В., Османов Ш.А.*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТЭК В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ОТ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ УГРОЗ И УГРОЗ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ..... 68

*Нестеренко А.Г., Нестеренко С.Г., Егоров А.А.*

ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРТОФОТОПЛАНОВ ..... 73

<i>Шепелюк С.И., Нестеренко С.Г., Ищанов М.А.</i> КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ВОПРОСОВ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ.....	79
<i>Шепелюк С.И., Иванов К.М., Аристова М.А.</i> ОСНОВНЫЕ ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧС В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ .....	82
<i>Седнев В.А., Кошечая Е.И.</i> ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ВЗРЫВОУСТОЙЧИВОСТИ ТИПОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....	87
<i>Седнев В.А., Кошечая Е.И.</i> ОЦЕНКА ВЗРЫВОУСТОЙЧИВОСТИ МОНОЛИТНЫХ, ПАНЕЛЬНЫХ И КИРПИЧНЫХ ТИПОВ ЗДАНИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	92
<i>Седнев В.А., Кошечая Е.И.</i> АЛГОРИТМ ОБОСНОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЗРЫВОУСТОЙЧИВОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	99
<i>Седнев В.А., Сергеенкова Н.А.</i> МЕТОДЫ И ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ ОТХОДОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	104
<i>Баринов А.В., Вишняков А.В., Лавриненко Д.Ф.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИЛ И СРЕДСТВ МЧС РОССИИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ .....	114
<i>Баринов А.В., Вишняков А.В., Лавриненко Д.Ф.</i> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ, АРКТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСНЫХ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ МЧС РОССИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ПРЕДНАЗНАЧЕНИЮ .....	121

СОСТАВИТЕЛИ:

КОСОВЕЦ М.А.

**АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ И ВОДОЛАЗНЫЕ РАБОТЫ  
В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ**

Материалы  
Международной научно-практической конференции

16–17 февраля 2023 года

Ответственный за выпуск – В.А. Онов

*Тексты печатаются в авторской редакции*

---

Подписано в печать 30.03.2023

Печать цифровая

Объем 17,0 п.л.

Формат 60×84<sub>1/8</sub>

Тираж 100 экз.

---

Отпечатано в Санкт-Петербургском университете ГПС МЧС России  
196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149