



**АКАДЕМИЯ  
ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ  
МЧС РОССИИ**

имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика

ISSN 2079-7001

**2024'2**



**НАУЧНЫЕ  
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ  
ГРАЖДАНСКОЙ  
ЗАЩИТЫ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

# АКАДЕМИЯ ПРИНЯЛА УЧАСТИЕ В МЕРОПРИЯТИЯХ САЛОНА «КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ-2024»



С 29 мая по 1 июня 2024 года в Московской области на территории КВЦ «Патриот» состоялся XV Международный салон средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность-2024» (далее – Салон).

В Салоне приняли участие свыше 200 организаций и учреждений, представивших свои разработки для решения задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций различного характера, были организованы более 100 просветительских, научно-практических и демонстрационных мероприятий.

Академия на протяжении многих лет ежегодно принимает участие в организации этих мероприятий. На демонстрационной площадке «Чему учат в АГЗ» была организована работа семи интерактивных учебных мест, экспозиции Академии были включены в состав Образовательного и Арктического кластеров МЧС России. Представители Академии приняли активное участие в работе площадки по обучению приемам оказания первой помощи, организовали работу нескольких круглых столов и конференций по актуальным вопросам гражданской обороны и защиты населения от различных опасностей мирного и военного времени.

*Следующий Салон средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность» запланирован к проведению в 2026 году в г. Екатеринбурге.*

## В АКАДЕМИИ СОСТОЯЛСЯ ОЧЕРЕДНОЙ ВЫПУСК МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

На Красной площади 29 июня 2024 года проведен очередной выпуск офицеров и гражданских специалистов, успешно завершивших обучение по программам высшего и среднего общего образования в Академии гражданской защиты МЧС России.

Всего для системы МЧС России и Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Российской Федерации подготовлены 658 человек. Из них 145 человек завершили обучение с отличием, а 16 выпускникам были вручены медали «За особые успехи в учении».



*Поздравляем всех выпускников с окончанием обучения!!!*



ISSN 2079-7001

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ВОЕННОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

---

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

# НАУЧНЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2024'2 (61)

Химки

The cover features abstract geometric shapes in shades of orange, blue, and yellow. In the bottom right corner, there is a stylized graphic of a globe and a hand holding a globe, rendered in yellow and white.

# Состав редакционной коллегии

## Главный редактор:

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

## Редакционная коллегия:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Ответственный секретарь:

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

## Заместители главного редактора:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Техническая редакция:

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

# The composition of the editorial board

## Senior Editor:

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

## Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Executive secretary:

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

## Deputies of senior editor:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Technical edition:

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



## Уважаемые читатели!



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

**Мазаник Александр Иванович**

тел.: (499) 699-06-40

e-mail: a.mazanik@amchs.ru

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
НАУЧНЫЕ И  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ  
ГРАЖДАНСКОЙ  
ЗАЩИТЫ

2024'2 (61)

Важнейшим направлением исследований, результаты которых должны быть отражены в научных статьях, публикуемых в журнале «Научные и образовательные проблемы гражданской защиты», является обоснование рациональных параметров системы подготовки кадров в области гражданской обороны и защиты населения (территорий) от чрезвычайных ситуаций в условиях мирного и военного времени. Проведенный анализ публикаций показал, что данному направлению в последнее время уделяется неоправданно мало внимания.

В то же время актуальность этих вопросов в настоящее время существенно возросла. Это связано, прежде всего, с реформированием высшего образования в России, в рамках которого планируется переход на трехуровневое обучение, включающее базовую, специализированную и профессиональную подготовку. Напомню, что «вернуться к традиционному для России сроку обучения в вузах от четырех до шести лет» предложил Президент Российской Федерации В.В. Путин, выступая с посланием к Федеральному Собранию в прошлом году. Тогда он отметил, что «необходим синтез всего лучшего, что было в советской системе образования и опыта последних десятилетий».

В состав структуры МЧС России входят 7 образовательных организаций высшего образования, в которых накоплен большой опыт планирования и организации образовательной и научной деятельности. В свете происходящих в России преобразований системы высшего образования особую актуальность приобретает проблема анализа, обобщения и внедрения передового опыта подготовки кадров в интересах решения задач организации и ведения гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах, а также осуществления мер по чрезвычайному гуманитарному реагированию, в том числе за пределами Российской Федерации.

С этой целью в нашем журнале планируется выделить самостоятельную рубрику, посвященную проблемным вопросам планирования, организации, координации и контроля подготовки специалистов в высших образовательных учреждениях МЧС России и в конечном итоге – научному обоснованию рациональных параметров системы подготовки кадров с учетом ограничений на финансовые, материальные, временные и другие ресурсы.

Среди приоритетных направлений научных дискуссий в рамках данной рубрики можно выделить следующие:

выявление проблемных вопросов в области подготовки специалистов для решения задач гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в условиях мирного и военного времени;

разработка теоретических положений, направленных на совершенствование образовательной деятельности;

обоснование рациональных параметров внутривузовской системы оценки качества образования;

определение единых требований к количественно-качественным характеристикам профессорско-преподавательского состава, учебно-материальной базы образовательного учреждения, а также ряд других.

Редакция журнала приглашает к участию в научной дискуссии по проблемам образовательной деятельности руководителей, педагогический и научный состав всех образовательных учреждений России и, прежде всего, входящих в состав силового блока с учетом особенностей подготовки кадров в интересах обеспечения национальной безопасности России. Также будут интересны взгляды на решение проблемных вопросов в рассматриваемой предметной области представителей федеральных органов исполнительной власти, в чьих интересах осуществляется подготовка соответствующих специалистов.

Надеемся на плодотворное сотрудничество во имя сохранения и развития лучших российских традиций образовательной деятельности и завоевания на этой основе мирового лидерства России в области подготовки кадров.

С уважением, главный редактор журнала А.И. Мазаник

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Панченков В.В., Мазаник А.И., Колмычков И.М., Яшков Р.Н.</b> Методика определения перечня дисциплин и их коэффициентов значимости в образовательных программах подготовки курсантов в образовательных организациях высшего образования МЧС России при переходе на обучение в условиях военного времени.....	6
<b>Вилков А.В., Свитнев И.В., Лукьянова Л.А., Харитонов Е.А.</b> Оценка опасности последствий применения радиологического оружия в случае диверсий.....	17
<b>Петренко П.П., Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Терехов А.Н.</b> Формирование модели оценки защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений.....	25
<b>Мазаник А.И., Агафонов А.А., Шарипов Г.А.</b> Анализ проблемной ситуации применения пиротехнических подразделений МЧС России при проведении взрывотехнических работ на постконфликтной территории новых регионов Российской Федерации.....	37
<b>Аносова Е.Б., Шарифуллина Л.Р., Ляшенко С.М.</b> Устойчивость материалов, используемых для устранения течей при транспортировке опасных грузов, к термическому воздействию.....	47
<b>Полевой Е.В.</b> О проблемной ситуации проведения превентивных мероприятий по защите населения и территорий от наводнений, вызванных заторными явлениями....	57
<b>Рыжов А.А.</b> Методический подход к решению задачи оценки значимости структурных элементов критически важного объекта экономики.....	65
<b>Матюшев П.А.</b> Оценка уровня потенциальной опасности территорий муниципальных районов с позиций рационального размещения аварийно-спасательных формирований.....	76
<b>Яшкова А.С.</b> Анализ проблемной ситуации в области использования аудиторного фонда образовательной организации.....	87
<b>Правила направления и опубликования статей.....</b>	94
<b>Хроника научных событий Академии.....</b>	97
<b>Организация подготовки научно-педагогических кадров.....</b>	100

УДК 351.862.1

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕЧНЯ ДИСЦИПЛИН И ИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗНАЧИМОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММАХ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ МЧС РОССИИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ОБУЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ВОЕННОГО ВРЕМЕНИ

**В.В. Панченков**

кандидат военных наук, доцент,  
начальник Академии  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: agz@agz.50.mchs.gov.ru

**А.И. Мазаник**

доктор военных наук, профессор,  
главный научный сотрудник  
научно-исследовательского центра  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: a.mazanik@agz.50.mchs.gov.ru

**И.М. Колмычков**

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

**Р.Н. Яшков**

адъюнкт научно-исследовательского центра  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: r.yashkov@agz.50.mchs.gov.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы подготовки курсантов в области гражданской обороны в военное время. Обозначена проблемная ситуация прикладного характера, заключающаяся в недостаточном уровне подготовки специалистов, выпускаемых образовательными организациями высшего образования МЧС России, к решению задач гражданской обороны и научная гипотеза её разрешения. Сформулирована научная задача и определен общий научно-организационный замысел её решения. Осуществлена декомпозиция сформулированной задачи на частные задачи исследования. Разработана методика решения второй частной задачи, заключающейся в определении перечня дисциплин и их коэффициентов значимости в формировании компетенций выпускника.

**Ключевые слова:** гражданская оборона, образовательная программа, учебный план, компетенции, дисциплины, подготовка курсантов, экспертные оценки.

**Цитирование:** Панченков В.В., Мазаник А.И., Колмычков И.М., Яшков Р.Н. Методика определения перечня дисциплин и их коэффициентов значимости в образовательных программах подготовки курсантов в образовательных организациях высшего образования МЧС России при переходе на обучение в условиях военного времени // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (61). С. 6 – 16.

### Введение

Современная военно-политическая обстановка характеризуется формированием новых глобальных и региональных центров силы, а также обострением соперничества между ними за сферы влияния. Нарастание военной инфраструктуры Организации Североатлантического договора вблизи российских границ, активизация разведывательной деятельности, отработка применения против Российской Федерации крупных военных формирований и ядерного оружия, попытки силового давления на нашу страну (на примере Сирии и

Украины), а также её союзников и партнеров, способствуют усилению военных опасностей и военных угроз Российской Федерации [1].

Игнорирование участниками военных конфликтов последних десятилетий общепризнанных принципов международного права и правил ведения войны, ведущее к неуклонному росту доли гражданского населения в статистике гибели людей в ходе боевых действий, сосредоточение сил и средств на поражении объектов стратегического значения (мостов, электростанций, систем снабжения, производственных мощностей и т.п.), свидетельствует



о необходимости развития и повышения готовности сил и средств гражданской обороны (далее — ГО) [2].

В связи с этим усиливается роль МЧС России как головного ведомства, отвечающего за внутреннюю политику в области поддержания и развития системы ГО, а в особенности её образовательных организаций, деятельность которых направлена на подготовку кадров для нужд обороны и безопасности страны. Однако, несмотря на то, что существующая система подготовки кадров в МЧС России обеспечивает высокое качество обучения специалистов в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС), анализ отзывов на выпускников образовательных организаций высшего образования МЧС России (далее — ООВО МЧС России) и экспертных оценок позволили выявить проблему недостаточной квалификации специалистов, выпускаемых ООВО МЧС России, к решению задач гражданской обороны. Это связано, прежде всего, с различиями в приоритетах задач, к которым должны быть готовы выпускники в мирное и военное время, и ориентацией существующих образовательных программ на подготовку специалистов преимущественно для решения задач мирного времени [3].

Научная гипотеза разрешения выявленной проблемной ситуации заключается в том, что уровень подготовки курсантов в ООВО МЧС России при переходе на подготовку в условиях военного времени можно повысить за счет совершенствования образовательной программы подготовки курсантов (далее — ОППК) и решения оптимизационной задачи, которая заключается в обосновании рациональных параметров этой программы. Под параметрами образовательной программы понимается перечень компетенций, которые необходимо сформировать у выпускников, перечень дисциплин (учебных предметов), по которым планируется осуществлять подготовку, и время, отводимое на обучение по этим дисциплинам.

Таким образом, научная задача исследования заключается в разработке методики обоснования рациональных параметров ОППК с учетом ограничений на общее время подготовки и имеющиеся учебно-материальные и кадровые ресурсы. В работе [2] была сформулирована общая постановка задачи исследования в формализованном виде, заключающаяся в максимизации уровня подготовки выпускаемых специалистов

$$U_{\text{общ}} = f(W_K, S_K, k_i(d_j(t_j(T_{\text{общ}}, Z, D_1, D_2, D_3, g, a_{jr}, p_{jl}, \alpha_i, \beta_{ij}, b_j, X)))) \longrightarrow \max_{t_j} \quad (1)$$

где

$W_K = \{w_i, i = \overline{1, I}\}$  – множество компетенций ОППК;

$S_K = \{s_j, j = \overline{1, J}\}$  – множество дисциплин ОППК;

$k_i$  – уровень сформированности  $i$ -ой компетенции;

$d_j$  – уровень сформированности знаний, умений и навыков по  $j$ -ой дисциплине (к дисциплинам в данной работе кроме учебных предметов будем относить также блоки практики и итоговой аттестации);

$t_j$  – время, отводимое на подготовку по  $j$ -ой дисциплине;

$T_{\text{общ}}$  – общее время, отводимое на освоение образовательной программы;

$Z = \{z_v, v = \overline{1, V}\}$  – множество требований руководящих документов, касающихся организации учебного процесса в особый период;

$D_1$  – уровня интеллектуального развития обучаемых;

$D_2$  – уровня квалификации ППС;

$D_3$  – качественных характеристик учебно-материальной базы и учебно-методического обеспечения;

$g$  – количество учебных групп, планируемых к обучению;

$a_{jr}$  – наименование  $l$ -го преподавателя, который может осуществлять подготовку по  $j$ -ой дисциплине;

$p_{jl}$  – наименование  $r$ -го учебного места, в котором может быть осуществлена подготовка по  $j$ -ой дисциплине;

$\alpha_i$  – вес  $i$ -ой компетенции в компетентностной модели выпускника;

$\beta_{ij}$  – вес  $j$ -ой дисциплины, участвующей в формировании  $i$ -ой компетенции;

$b_j$  – уровень сложности  $j$ -ой дисциплины;

$X$  – структурно-логическая схема изучения дисциплин.

Кроме того, была осуществлена декомпозиция общей задачи исследования на следующие частные задачи:

1. Определение параметров компетентностной модели выпускников ООВО МЧС России (под параметрами компетентностной модели понимается перечень компетенций  $W_K$  и их коэффициенты значимости  $\alpha_i$ ).

2. Определение перечня дисциплин (учебных предметов), формирующих указанные компетенции, и их коэффициентов значимости  $\beta_{ij}$  в формировании компетенций.

3. Определение коэффициентов сложности учебных предметов  $b_j$ .

4. Определение рационального варианта распределения временных ресурсов  $T_{\text{общ}}$  между дисциплинами образовательной программы.

5. Формирование структурно-логической схемы прохождения дисциплин и обоснование рационального количества периодов обучения.

Общий замысел исследования состоит в последовательном решении вышеуказанных задач.

#### **Постановка задачи определения перечня дисциплин (учебных предметов) и их коэффициентов значимости**

В формализованном виде задача определения перечня дисциплин, обеспечивающих формирование необходимых способностей у выпускаемых специалистов, а также их коэффициентов значимости, может быть представлена следующим образом:

для заданного  $S = \{s_j, j = \overline{1, m}\}$  – множества дисциплин, которые может реализовать образовательная организация;  $s_j$  – наименование  $j$ -ой дисциплины;  $m$  – общее количество дисциплин,

необходимо определить значения

а)  $S_K = f(S, Z_3)$ , где  $S_K = \{s_j, j = \overline{1, J}, j \in m\}$  – множество дисциплин ОППК;  $Z_3$  – знания экспертов в представленной профессиональной области;

б)  $\beta_{ij} = f(S_K, Z_3)$ , где  $\beta_{ij}$  – вес  $j$ -ой дисциплины, участвующей в формировании  $i$ -ой компетенции,

с учетом ограничений

$$\beta_{ij} \in (0; 1], \sum_{j=1}^J \beta_{ij} = 1.$$

#### **Решение задачи исследования**

Установление причинно-следственной взаимосвязи «компетенция – дисциплина» является одной из наиболее сложных задач при разработке образовательной программы и требует использования значительных мыслительных ресурсов. В ходе поиска способов решения представленной задачи в качестве одного из инструментов был использован искусственный интеллект (далее – ИИ), в частности нейросеть Яндекса YaGPT 2. Сведения о результатах ее использования на примере проекта компетентностной модели по направлению подготовки «Техносферная безопасность» курсантов Академии гражданской защиты МЧС России, а также предложения рабочей группы в сокращенном (усеченном) виде приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Результаты определения списка дисциплин с помощью нейросетевых технологий (запрос: «Какие дисциплины формируют компетенцию...») и рабочей группы

Компетенции	Дисциплины, предложенные ИИ	Дисциплины, предложенные рабочей группой в ходе разработки проекта УП
<p>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.</p>	<p>Математика; информатика; физика; химия; биология; экономика; менеджмент; маркетинг; логистика; социология; психология; политология; история; философия; иностранные языки; право; экология; информационные технологии; бизнес-аналитика; статистика; проектный менеджмент и другие.</p>	<p>Философия; высшая математика; физика; техническая оценка зданий и сооружений; введение в специальность.</p>
<p>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.</p>	<p>Правоведение; финансы и кредит; бухгалтерский учет и аудит; налоги и налогообложение; трудовое право; гражданское право; административное право; процессуальное право; международное право; корпоративное право; энергетическое право; антимонопольное право; банковское право; финансовое право и другие.</p>	<p>Экономика и управление в профессиональной деятельности; нормативно-правовое обеспечение профессиональной деятельности; устойчивость объектов экономики в ЧС.</p>



Компетенции	Дисциплины, предложенные ИИ	Дисциплины, предложенные рабочей группой в ходе разработки проекта УП
Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.	Безопасность жизнедеятельности, экология, природопользование и другие дисциплины, связанные с обеспечением безопасности в различных условиях.	Безопасность жизнедеятельности; введение в специальность; пожаровзрывозащита; надзор и контроль в сфере безопасности; специальная первоначальная пожарная подготовка спасателя; медицинская подготовка; радиационная, химическая и биологическая защита.
Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.	К сожалению, я не могу ответить на этот вопрос, так как не имею доступа к конфиденциальной информации.	Психология и педагогика; психологическая устойчивость в ЧС; военно-политическая работа в подразделениях МЧС России.
Способен проводить мобилизационные мероприятия в соответствии с должностным предназначением.	Нет информации.	Основы мобилизационной подготовки.

Анализ представленных результатов позволяет сделать следующие выводы:

во-первых, часть информации по наиболее специфичным областям знаний априори не может быть получена: «К сожалению, я не могу ответить на этот вопрос, так как не имею доступа к конфиденциальной информации»;

во-вторых, перечень учебных предметов, полученный с помощью GPT-чата, является общим и требует существенной конкретизации для каждого направления (профиля) подготовки; попытка получить сведения по более узкой области, например: «Какие дисциплины позволяют сформировать способность ... у спасателя», не приводят к каким-либо результатам;

в-третьих, как отмечают сами разработчики, данное средство только «подражает текстам в интернете. Поэтому результат может быть выдумкой». Соответственно ответы, полученные с помощью так называемого ИИ, не являются результатом когнитивного анализа, а представляют собой лишь продукт обработки больших данных и требуют критического осмысления.

Несмотря на приведенные выше недостатки, следует обратить внимание на существенную корреляцию между перечнями дисциплин, предложенными ИИ и рабочей группой. Сравнительный анализ показал, что в большинстве случаев нейросеть предлагала более полный список учебных предметов (в особен-

ности в части касающейся формирования универсальных и общепрофессиональных компетенций). Таким образом, результаты, полученные с её помощью, могут быть использованы в качестве некоторой основы для дальнейшей работы экспертов.

В статье [4] подробно описан алгоритм проведения экспертного опроса, который состоит из следующих основных этапов:

- создание рабочей (аналитической) группы;
- подбор экспертов;
- разработка анкет для экспертного опроса;
- выбор метода проведения опроса;
- проведение опроса;
- анализ результатов и оценка согласованности мнений экспертов;
- получение итоговых результатов экспертизы.

В соответствии с целью экспертизы осуществляется подбор экспертной группы. Очевидным является тот факт, что для того, чтобы определить список учебных предметов, которые сформируют необходимые для эффективного выполнения задач ГО в военное время навыки, нужно выбрать специалистов с глубокими познаниями в этой предметной области (критерий № 1) и имеющие опыт работы в сфере образовательной деятельности высшей школы (критерий № 2). Таким образом, большинство кандидатов в состав экспертной группы может быть отобрано из числа профессорско-преподавательского состава кафедр ООВО МЧС России. В качестве основы при проведении опроса может быть взят перечень учебных предметов, реализуемых в образовательной организации в мирное время, однако экспертам должна быть предоставлена возможность включения в образовательную программу новых дисциплин. При этом рабочей группой необходимо осуществить проведение проверки вводимых дисциплин

на предмет их соответствия имеющимся финансовым, кадровым возможностям и учебно-материальной базе.

Как и в случае с определением перечня компетенций, подробно рассмотренным в статье [4], определение перечня дисциплин и их коэффициентов значимости должно предусматривать потуровость. В ходе первого тура опроса формируется исчерпывающий перечень дисциплин, необходимых к изучению. Во время второго тура опроса определяются коэффициенты значимости данных дисциплин.

С учетом вышеизложенного, в качестве наиболее рационального метода проведения опроса может быть выбран метод очно-заочного интервьюирования, сущность которого заключается в последовательном индивидуальном опросе членами рабочей группы экспертов, в том числе с использованием информационно-коммуникационных сетей связи. Данный аспект обусловлен высокой сложностью и трудоемкостью ставящейся перед экспертами задачи, а также необходимостью оперативной проверки рабочей группой предлагаемых к изучению дисциплин на предмет соответствия учебно-материальным и кадровым ограничениям.

Один из наиболее эффективных способов получить экспертную оценку о важности той или иной дисциплины для развития компетенций – это метод анализа иерархий, предложенный Т. Саати в 1970-х годах. Действительно, структура системы образования может быть представлена в виде иерархии (рисунок 1), где первый уровень – это уровень подготовки выпускаемых специалистов (показатель целевой функции), второй уровень – компетенции, необходимые для образования специалиста, а третий уровень – дисциплины, формирующие эти компетенции.



Рисунок 1 – Представление системы обучения в виде иерархии

Следует отметить, что представленная иерархия является неполной, так как не все дисциплины участвуют в формировании каждой из компетенций.

Особенности метода Т. Саати заключаются в использовании положительной обратносимметричной матрицы (2) при проведении парных сравнений элементов нижнего уровня (дисциплин) по их степени связи (влияния) с элементами верхнего уровня (компетенциями), шкале перевода качественных суждений экспертов в количественные (таблица 2), а также способе оценки степени согласованности полученных экспертных суждений.

$$\Gamma_i = \begin{pmatrix} 1 & \gamma_{12}^i & \dots & \gamma_{1l}^i \\ \frac{1}{\gamma_{12}^i} & 1 & \dots & \gamma_{2l}^i \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ \frac{1}{\gamma_{1l}^i} & \frac{1}{\gamma_{2l}^i} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

В представленной матрице  $\Gamma_i$  парных сравнений размерности  $l \times l$  каждый элемент представляет собой суждение эксперта относительно того, насколько одна дисциплина важнее другой в формировании  $i$ -ой компетенции, выраженное в виде числа (таблица 2). Сравнение происходит построчно: в первой строке матрицы 1-ая дисциплина сравнивается с остальными, во второй строке 2-ая и т.д. Данная матрица имеет свойство обратной симметричности, то есть  $\gamma_{ey}^i = 1/\gamma_{ey}^i$ ,  $e = \overline{1, l}$ ,  $y = \overline{1, l}$ . Таким образом, экспертам необходимо сделать всего  $l(l-1)/2$  суждений о степени превосходства дисциплин в формировании той или иной компетенции.

Таблица 2 — Шкала относительной важности [5] (перевода качественных суждений экспертов в количественные)

Интенсивность относительной важности	Определение	Объяснения
1	Равная важность	Равный вклад сравниваемых объектов в цель
3	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одному сравниваемому объекту над другим
5	Существенное или сильное превосходство	Опыт и суждения дают сильное превосходство одному сравниваемому объекту над другим



Интенсивность относительной важности	Определение	Объяснения
7	Значительное превосходство	Одному сравниваемому объекту дается настолько сильное превосходство, что оно становится практически значительным
9	Очень сильное превосходство	Очевидность превосходства одного сравниваемого объекта над другим подтверждается наиболее сильно
2, 4, 6, 8	Промежуточные оценки	Применяются в компромиссном случае

Оценка согласованности суждений экспертов осуществляется путем вычисления так называемого индекса согласованности (далее — ИС), который дает информацию о степени нарушения численной и транзитивной (порядковой) согласованности [5].

Таким образом, в целях решения задачи определения коэффициентов значимости дисциплин в формировании компетенций с помощью метода анализа иерархий необходимо:

а) построить схему (иерархию), отражающую зависимость формирования компетенций от дисциплин (рисунок 1);

б) построить множество матриц парных сравнений  $\Gamma_i$  дисциплин вида (2) для каждой из компетенций, используя шкалу, приведенную в таблице 2; кроме этого, после получения всех экспертных суждений в виде матриц парных сравнений, необходимо произвести их усреднение в случае, если не удалось прийти к полной согласованности в процессе опроса (в качестве усредненной оценки может быть использовано геометрическое среднее суждений);

в) осуществить обработку результатов экспертного оценивания, а именно:

вычислить множество собственных векторов для каждой матрицы  $\Gamma_i$  путем нахождения геометрического среднего каждой строки

$$\gamma_e^i = \sqrt[l]{\prod_{y=1}^l \gamma_{ey}^i}.$$

нормализовать результат к единице, получая тем самым вектор локальных приоритетов (коэффициенты значимости дисциплин в формировании компетенций)

$$\beta_{ij} = \gamma_{Ne}^i = \frac{\gamma_e^i}{\sum_{e=1}^l \gamma_e^i}.$$

вычислить индексы согласованности для каждой матрицы парных сравнений. Сначала суммируется каждый столбец суждений

$$\gamma_y^i = \sum_{e=1}^l \gamma_{ey}^i.$$

затем сумма первого столбца умножается на величину первой компоненты нормализованного вектора приоритетов  $\gamma_{N1}$ , сумма второго столбца — на вторую компоненту  $\gamma_{N2}$  и т.д. Затем полученные числа, обозначаемые  $\lambda_e$ , суммируются. Таким образом можно получить величину

$$\lambda_{max} = \sum_{e=1}^l \lambda_e.$$

и вычислить индекс согласованности

$$ИС = \frac{(\lambda_{max} - l)}{l - 1}.$$

сравнить полученные индексы согласованности с индексами согласованности сгенерированной случайным образом по шкале от 1 до 9 обратно-симметричной матрицы с соответствующими обратными величинами элементов

(случайными индексами – СИ), представленными в таблице 3 [6], и найти отношение согласованности (далее – ОС)

$$ОС = \frac{ИС}{СИ}.$$

Таблица 3 – Индексы согласованности матриц, сгенерированных случайным образом

Размерность матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
СИ	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Значение ОС меньше или равное 0,1 считается приемлемым [6] и означает, что суждения экспертов в достаточной степени согласованы. В некоторых случаях можно допустить значение отношения согласованности до 0,2, но не более. Если ОС выходит из этих пределов, то участникам нужно более глубоко исследовать задачу и проверить свои суждения.

### Вывод

В результате решения сформулированной задачи исследования были получены перечень дисциплин  $S_K = \{s_j, j = \overline{1, J}, j \in m\}$ , обес-

печивающих формирование необходимых способностей у выпускаемых специалистов, а также их коэффициентов значимости  $\beta_{ij}$ .

Полученные значения элементов множества  $S_K = \{s_j, j = \overline{1, J}, j \in m\}$  выступают в качестве исходных данных при определении коэффициентов сложности учебных предметов (третья частная задача) и построении структурно-логической схемы изучения дисциплин (пятая частная задача). Полученные весовые коэффициенты  $\beta_{ij}$  являются исходными данными при определении оптимального варианта распределения временных ресурсов  $T_{\text{общ}}$  между дисциплинами ОППК.

### Литература

1. Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389271/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/) (дата обращения: 14.02.2023).
2. Мазаник А.И., Колмычков И.М., Яшков Р.Н., Веселов А.В. Формализованная постановка задачи обоснования рациональных параметров образовательной программы подготовки курсантов в высших образовательных учреждениях МЧС России при переходе на обучение в условиях военного времени // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2 (57). С. 39 – 45.
3. Панченков В.В., Мазаник А.И., Колмычков И.М., Яшков Р.Н. Анализ известного научно-методического аппарата в области обоснования рациональных параметров программ подготовки курсантов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1 (56). С. 6 – 14.
4. Мазаник А.И., Яшков Р.Н., Колмычков И.М., Сидорова О.О. Методика оценки основных параметров компетентностной модели выпускников образовательных организаций высшего образования МЧС России при переходе на обучение в условиях военного времени // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 1 (60). С. 18 – 25.
5. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: перевод с английского Вачнадзе Р.Г. – Москва: «Радио и связь». 1991. 224 с.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: перевод с английского Вачнадзе Р.Г. – Москва: «Радио и связь». 1993. 278 с.

**THE METHODOLOGY FOR DETERMINING THE LIST OF DISCIPLINES AND THEIR SIGNIFICANCE COEFFICIENTS IN THE EDUCATIONAL PROGRAMS OF CADETS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA DURING THE TRANSITION TO TRAINING IN WARTIME CONDITIONS**

**Viktor PANCHENKOV**

candidate of military sciences, associate professor,  
head of the Academy  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: agz@agz.50.mchs.gov.ru

**Alexander MAZANIK**

doctor of military sciences, professor,  
chief researcher of the research center  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: a.mazanik@agz.50.mchs.gov.ru

**Ivan KOLMYCHKOV**

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

**Ruslan YASHKOV**

adjunct research center  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: r.yashkov@agz.50.mchs.gov.ru

**Abstract.** The article discusses the issues of training cadets in the field of civil defense in wartime. A problematic situation of an applied nature is outlined, consisting in an insufficient level of training of specialists produced by educational organizations of higher education of the Ministry of Emergency Situations of Russia to solve civil defense problems and a scientific hypothesis for its resolution. The scientific task is formulated and the general scientific and organizational plan for its solution is defined. The decomposition of the formulated task into particular research tasks is carried out. A methodology has been developed for solving the second particular problem, which consists in determining the list of disciplines and their significance coefficients in the formation of graduate competencies.

**Keywords:** civil defense, educational program, curriculum, competencies, disciplines, cadet training, expert assessments.

**Citation:** Panchenkov V.V., Mazanik A.I., Kolmychkov I.M., Yashkov R.N. The methodology for determining the list of disciplines and their significance coefficients in the educational programs of cadets in educational institutions of higher education of the Ministry of Emergency Situations of Russia during the transition to training in wartime conditions // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. № 2 (61). S. 6 – 16.

**References**

1. Decree of the President of the Russian Federation dated July 2, 2021 No. 400 "On the National Security Strategy of the Russian Federation". [Electronic resource] – Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389271/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/) (date of access: 14.02.2023).
2. Mazanik A.I., Kolmychkov I.M., Yashkov R.N., Veselov A.V. Formalized formulation of the problem of substantiating the rational parameters of the educational program for training cadets in higher educational institutions of the Ministry of Emergency Situations of Russia during the transition to training in wartime conditions // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. No. 2 (57). S. 39 – 45.
3. Panchenkov V.V., Mazanik A.I., Kolmychkov I.M., Yashkov R.N. Analysis of the well-known scientific and methodological apparatus in the field of substantiation of rational parameters of cadet training programs // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. No. 1 (56). S. 6 – 14.
4. Mazanik A.I., Yashkov R.N., Kolmychkov I.M., Sidorova O.O. Methodology for assessing the main parameters of the competency model of graduates of educational organizations of higher education of the Ministry of Emergency Situations of Russia during the transition to training in wartime conditions // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. No. 1 (60). S. 18 – 25.

5. Saati T., Kerns K. Analytical planning. Organization of systems: translation from English Vachnadze R.G. – Moscow: "Radio and Communications". 1991. 224 s.
6. Saati T. Decision making. Method of analysis of hierarchies: translation from English by Vachnadze R.G. – Moscow: "Radio and Communications". 1993. 278 s.

УДК 614.876

## ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В СЛУЧАЕ ДИВЕРСИЙ

### А.В. Вилков

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

### И.В. Свитнев

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

### Л.А. Лукьянова

старший преподаватель кафедры (основ  
медицинских и специальных знаний)  
Санкт-Петербургский государственный университет  
Адрес: 199034, г. Санкт-Петербург,  
Университетская набережная, д. 7-9  
E-mail: lalukianova@mail.ru

### Е.А. Харитонова

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

**Аннотация.** Статья посвящена оценке опасности влияния ионизирующего излучения на население вследствие применения радиологического оружия. Рассматривается вопрос о возможности использования радиоактивных веществ диверсионно-террористическим путем. Разработана структура модели формирования зоны радиоактивного заражения в случае применения радиологического оружия, которая состоит из двух этапов. На первом этапе было осуществлено имитирование распространения радиоактивных веществ. Второй этап – моделирование зоны радиоактивного загрязнения. На основе разработанной модели формирования зоны радиоактивного загрязнения был проведен расчет распределения мощности дозы на поверхности земли. Определены основные дозовые пределы внешнего и внутреннего облучения наиболее критической группы органов человеческого тела, в которых максимально проявляются результаты радиационного поражения. Сформулированы выводы о дозовой нагрузке на организм человека при нахождении его в зоне радиоактивного загрязнения, образовавшейся в результате применения радиологического оружия.

**Ключевые слова:** диверсия, здоровье, модель, мощность дозы излучения, радиоактивные вещества, радиоактивное загрязнение, радиологическое оружие.

**Цитирование:** Вилков А.В., Свитнев И.В., Лукьянова Л.А., Харитонова Е.А. Оценка опасности последствий применения радиологического оружия в случае диверсий // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (61). С. 17 – 24.

В условиях современных угроз и опасностей одной из важнейших ценностей населения остается здоровье [1]. Здоровье – это основа человеческого потенциала, залог благополучия и устойчивого развития общества. К сожалению, участвовавшие в последние годы диверсионно-террористические атаки, эскалация вооруженных конфликтов прямо и косвенно влияют на состояние здоровья населения. В связи с этим в современных условиях поддержание мира и обеспечение международной безопасности имеют первостепенное значение [2]. Слабая способность государств поодиночке эффективно бороться с междуна-

родной эскалацией несанкционированных действий, предотвращать возникновение вооруженных конфликтов, содействовать поддержанию мира и стабильности в кризисных регионах оказывает важнейшее влияние на уровень здоровья населения, что в свою очередь влияет на устойчивое развитие мирового сообщества [3].

На сегодняшний день одной из внешних угроз является растущая опасность глобальных ядерных и радиационных диверсий и новых форм их проявления. Современные диверсионно-террористические организации (различные международные частные во-

енные компании) представляют собой мощные развитые структуры, на вооружении которых стоят современные образцы вооружения и военной техники и новейшие технологии преодоления физической защиты радиационно и ядерно опасных объектов (далее — РЯОО). Численность их и методология операций постоянно растут. Масштабы действий данных организаций позволяют говорить, что угроза диверсионно-террористического применения радиоактивных веществ (далее — РВ) в целях угроз Российской Федерации будет возрастать, а значит и негативное влияние на здоровье населения будет увеличиваться.

Рассматривая наиболее вероятные сценарии применения РВ в указанных целях, на наш взгляд, наиболее реалистичным является изготовление и применение так называемого радиологического оружия, либо применение РВ в замаскированной под человеческий фактор техногенной катастрофе. Если мы рассмотрим радиологическое оружие, то оно представляет собой начиненное РВ взрывное устройство [4]. При его детонации происходит загрязнение как места взрыва, так и более обширной площади. Местное загрязнение вызывают выброшенные РВ.

Расширение площади загрязнения связано с распространением радионуклидов и увеличением плотности загрязнения РВ. В отличие от применения ядерного оружия или аварий (разрушений) объектов атомной энергетики, где формируются достаточно протяженные зоны радиоактивного загрязнения (далее — РЗ), применение РВ будет носить локальный характер, но при этом характеристики зон загрязнения будут абсолютно идентичны, как и в первых двух случаях. Сценарий формирования РЗ при диверсии на радиационно опасном объекте РФ похож, но отличается масштабностью и особенностью метеоусловий в прибрежных зонах, особенно в осенне-зимний период. Мощность дозы излучения при распространении РВ будет зависеть от радиуса разлета радионуклидов, активности изотопов и энергетических характеристик источников радиационной угрозы.

Разработка модели формирования зоны РЗ при применении радиологического оружия представляет собой два этапа:

- на первом этапе моделируется разлет РВ;
- на втором – поле излучения от точечных источников с пятна загрязнения.

Для этого необходимы следующие исходные данные:

$M_{\text{ВВ}}$  – масса взрывчатого вещества (далее — ВВ), кг;

$m_{\text{РВ}}$  – масса РВ, кг;

$A_{\text{РВ}}$  – активность радиоактивных веществ, Бк;

$E_{\gamma}$  – энергия гамма-квантов, характерная примененному изотопу МэВ.

Радиус разлета РВ зависит от начальной скорости радиоактивных элементов  $V_0$ , которую можно рассчитать по следующему выражению [5]:

$$V_0 = \frac{D}{2} \cdot \sqrt{\frac{\beta}{2 + \beta}}, \quad \beta = \frac{M_{\text{ВВ}}}{m_{\text{РВ}}}, \quad (1)$$

где  $D$  – скорость детонации,  $D \approx 3,5 \sqrt{Q_{\text{В}}}$ , м/с;  $Q_{\text{В}}$  – теплота взрыва, кДж.

При использовании выражения (1) сделано допущение, что форма взрывного устройства цилиндрическая, без оболочки, при этом РВ расположены на поверхности объема ВВ таким образом, что вместо массы оболочки используется масса РВ.

Зная  $V_0$ , представляется возможным рассчитать радиус разлета РВ  $R_{\text{РВ}}$  по выражению [3]:

$$R_{\text{РВ}} = 2 \cdot V_0 \cdot \sqrt{\frac{H}{g}}, \quad (2)$$

где  $H$  – высота взрыва, м;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

При моделировании разлета РВ принято допущение, что все радиоактивные элементы разлетаются изотропно на максимальное расстояние. При таком допущении создается пятно с радиусом  $R_{\text{РВ}}$  и равномерной плотностью радиоактивного заражения  $a_{\text{РЗ}}$ , которую можно рассчитать по следующей формуле [4]:

$$a_{\text{РЗ}} = \frac{A_{\text{РВ}}}{\pi R_{\text{РВ}}^2}, \quad (3)$$

В свою очередь, активность  $A_{рв}$  есть функция от массы РВ, которая зависит от изотропного состава. Тогда  $A_{рв}$  будет равно [6]:

$$A_{рв} = \frac{4,17 \cdot 10^{23} \cdot m_{рв}}{A \cdot T_{1/2}}, \quad (4)$$

где  $q_{и}$  – мощность точечных изотропных источников,  $q_{и} = a_{рз} \cdot E_{\gamma}$ , МэВ;  $\mu$  – линейный коэффициент ослабления гамма-излучения воздухом,  $\text{см}^{-1}$ .

где  $A$  – атомная масса изотопа, а.е.м.;  $T_{1/2}$  – период полураспада радионуклида, лет.

Интенсивность гамма-излучения  $I_{\gamma}$  в точке, находящейся вне оси симметрии (рисунок 1) определяется из соотношения [7]:

$$I_{\gamma} = \int \int \frac{q_{и}}{4\pi} \cdot \frac{\rho}{(h^2 + \rho^2)} \cdot e^{(-\mu\sqrt{h^2 + \rho^2})} d\rho d\psi, \quad (5)$$

Переменные интегрирования  $\psi$  и  $\rho$  изменяются в пределах:

$$0 \leq \psi \leq \psi_{\text{макс}} = \arcsin(R_{рв}/R_{и}); \quad (6)$$

$$R_{и} \cdot \cos\psi - \sqrt{R_{рв}^2 - R_{и}^2 \cdot \sin^2\psi} \leq \rho \leq R_{и} \cdot \cos\psi + \sqrt{R_{рв}^2 - R_{и}^2 \cdot \sin^2\psi}, \quad (7)$$

где  $R_{и}$  – расстояние от центра взрыва до точки детектирования, м.

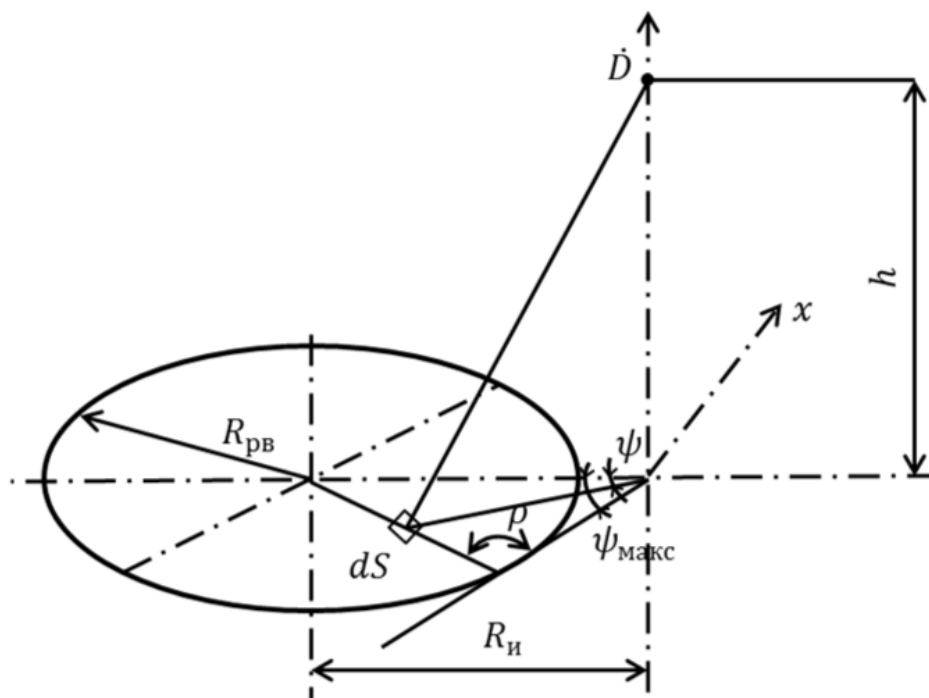


Рисунок 1 – Интенсивность излучения в точке, находящейся вне оси симметрии

Из формул (5) и (6) следует, что  $I_{\gamma} = f(R_{и})$ ,  $\frac{\text{МэВ}}{\text{см}^2 \cdot \text{с}}$ .

Линейный коэффициент ослабления воздухом  $\mu$  зависит от энергии гамма-кванта [6].

В этом случае для более точного расчета характеристик ионизирующего излучения используется уравнение переноса ионизирующих излучений, методы решения которого приведены в [7]. Для приближенных расче-

тов на небольших расстояниях ослаблением гамма-квантов воздухом вообще пренебрегают. Однако в нашем случае мы имеем дело с распространением гамма-излучения в воздухе на большую глубину. Сделаем допущение, что воздух нормальной плотности, температурой  $20^{\circ}\text{C}$ , а энергия гамма-квантов  $1\text{ МэВ}$ , тогда  $\mu \approx 7,7 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{см}}$ .

По интенсивности гамма-излучения можно определить количество энергии  $\Delta E$ , передаваемое  $1\text{ см}^3$  воздуха в единицу времени:

$$\Delta E = I_{\gamma} \cdot (1 - e^{-\mu}). \quad (8)$$

Принимая среднюю энергию одной пары ионов равной  $33,85\text{ эВ}$ , получаем энергетический эквивалент кулона на килограмм:  $1 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}} = 2,73 \cdot 10^{14} \text{ МэВ/м}^3$  [7]. Отсюда имеем, что  $1\text{ Р}$  (рентген) соответствует энергии  $7,05 \cdot 10^4 \frac{\text{МэВ}}{\text{см}^3}$  в воздухе. Тогда получаем выражение для расчета мощности экспозиционной дозы  $D_{\text{эксп}}$ , Р/ч:

$$D_{\text{эксп}} = 3600 \cdot \frac{\Delta E}{7,05 \cdot 10^4}. \quad (9)$$

При этом активность, поглощенная человеком при ингаляционном поступлении  $A_{\text{инг}}$ , равна:

$$A_{\text{инг}} = C_t \cdot k_{\text{обл}} \cdot k_y \cdot k_w \cdot k_f, \quad (10)$$

где  $C_t$  – постоянная для расчета доли ингаляционного поглощения РВ;  $k_{\text{обл}}$  – кратность ослабления;  $k_y$  – коэффициент отклонения от оси следа;  $k_w$  – доля выброшенных РВ;  $k_f$  – коэффициент физической нагрузки.

Доза же внутреннего облучения принимается как  $D = 3,3 \cdot 10^3 \cdot A_{\text{инг}}$ .

Геометрическая модель формирования РЗ вследствие применения РВ в обсуждаемых целях представлена на рисунке 2, из которого видно, что поле источников ионизирующего излучения представляет собой радиус разлета РВ  $R_{\text{РВ}}$ , а пятно РЗ формируется за счет распространения ионизирующего излучения на расстояние  $R_{\text{и}}$ , соответствующее пороговому значению мощности дозы.

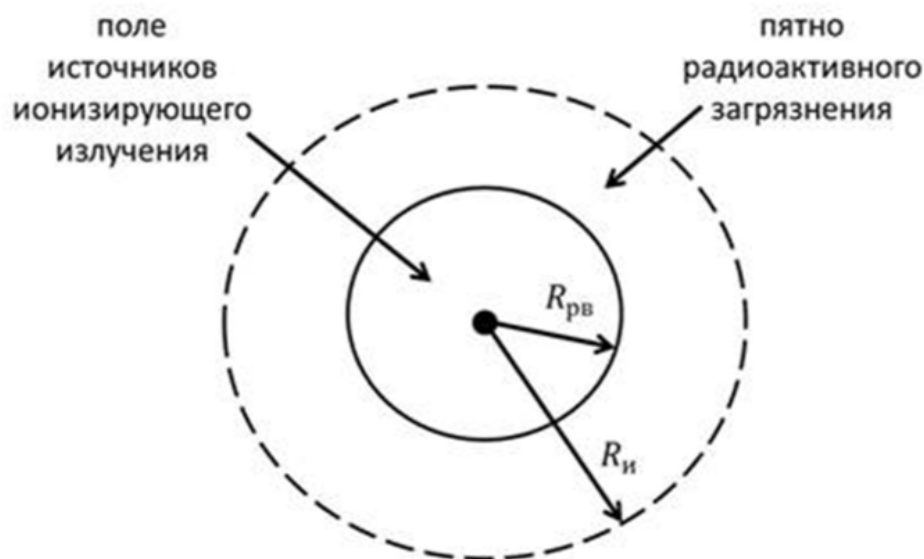


Рисунок 2 – Геометрическая модель формирования радиоактивного заражения

На основе разработанной модели формирования зоны радиоактивного заражения был проведен расчет распределения мощности дозы на местности для следующих исходных

данных: масса РВ – 0.1 (А), 0.2 (Б), 0.3 (В) кг; масса ВВ – 0.1 кг; энергия гама-кванта – 1 МэВ. На рисунке 3 представлены графики зависимости мощности дозы от расстояния.



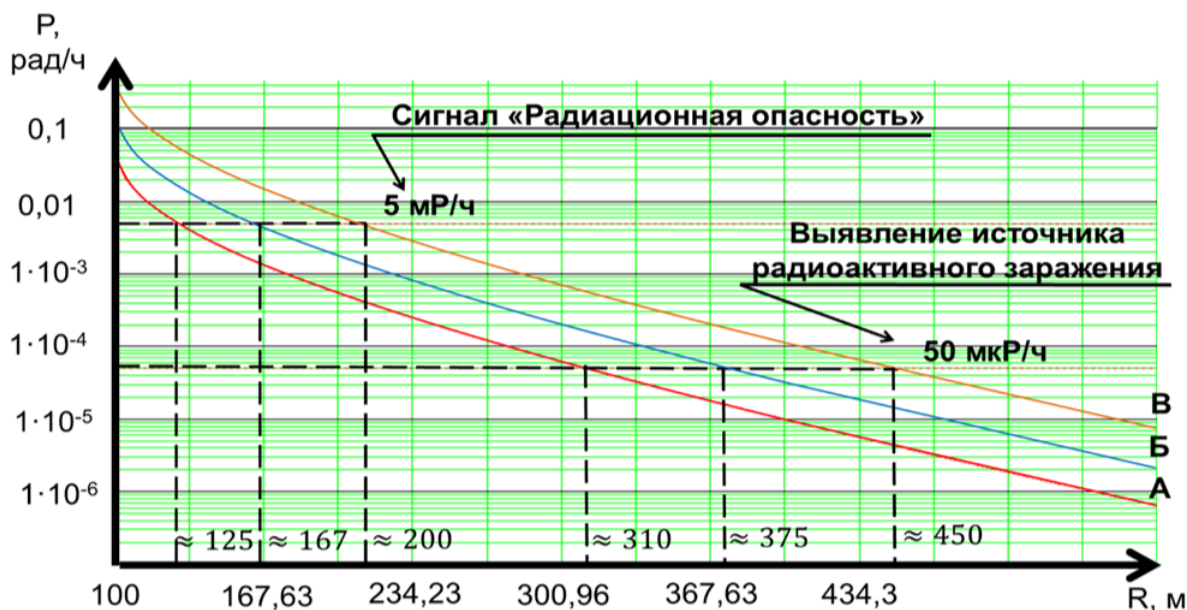


Рисунок 3 – Зависимость распределения мощности дозы от расстояния

Для оценки степени опасности радиационного воздействия на человека уровень воздействия необходимо сопоставить с некоторым значением, которое является мерилom (мерой) его опасности.

Разработка таких мер составляет содержание процедуры нормирования радиационных факторов. Таким образом, нормирование радиационных факторов – это установление допустимых уровней их воздействия в расчете на среднего человека.

Радиационное воздействие считается нормальным, если выполняется условие (критерий) допустимости, т.е.:

$$P \leq P_{\text{доп}}, \quad (11)$$

где  $P$  – параметр воздействующего фактора;  $P_{\text{доп}}$  – допустимое (нормированное) значение параметра.

Основной принцип нормирования радиационных факторов в мирное время базируется на необходимости достижения главной цели радиационной защиты, сформулированной МКРЗ (Международным комитетом экспертов Организации Объединенных Наций по радиационной защите): цель радиационной защиты заключается в том, чтобы предупредить вредные нестохастические эффекты и ограничить вероятность стохастических эффектов до уровня, считающегося приемлемым. Поэтому

основные дозовые нормативы должны быть такими, чтобы исключить возможность ранних соматических радиационных поражений, а риск появления отдаленных неблагоприятных последствий облучения (в том числе и генетических) сделать достаточно малым и социально оправданным пользой, которую человечество получает от использования атомной энергии.

В качестве государственных нормативов, определяющих допустимые уровни облучения человека и характеристики загрязнения, в РФ действуют Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) [8].

Настоящие Нормы устанавливают основные пределы доз, допустимые уровни воздействия ионизирующего излучения по ограничению облучения населения в соответствии с Федеральным законом от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» и применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

В соответствии с [8] основные дозовые пределы доз внешнего и внутреннего облучений наиболее критической группы органов человеческого организма (все тело, гонады, красный костный мозг), в которой максимально проявляются эффекты радиационного пора-

жения, представлены следующими значениями: эффективная доза облучения населения не должна превышать 1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год.

Исходя из представленных значений и полученных результатов моделирования формирования зоны РЗ (рисунок 3) в случае применения радиологического оружия видно, что для превышения дозовых пределов требуется достаточно длительное нахождение на территории, подверженной РЗ при применении радиологического оружия. Однако это не исключает реализацию отдельных обязательных защитных мероприятий, направленных на снижение переоблучения вследствие воздействия ионизирующего излучения.

Таким образом, рассмотренная математическая модель формирования зоны РЗ при применении радиологического оружия позволяет нам определять пространственные характеристики распределения мощности дозы излучения и спрогнозировать оценку радиационного воздействия на объекты и, в первую очередь, на население, находящееся на радиоактивно зараженной местности. Кроме того, она позволит органам управления, на основе проводимых расчетов, сформировать мероприятия, направленные на совершенствование системы радиационного наблюдения объектов, а также своевременно предпринять меры для профилактики негативного влияния на здоровье людей и для минимизации возможных последствий радиационного поражения.

### Литература

1. Свитнев И.В., Харитонов Е.А. Первая помощь в условиях реализации современных террористических угроз. Радиационные, химические и биологические аспекты. [Текст] / И.В. Свитнев, Е.А. Харитонов. – Москва: Изд. Кнорус, 2022. – 122 с.
2. Кулганов В.А., Матюшенко К.В., Харитонов Е.А. Оценка поражающего действия ударной волны на человека и животных по показателям повреждаемости систем организма [Текст] / В.А. Кулганов, К.В. Матюшенко, Е.А. Харитонов // Экология и развитие общества. – 2022. – № 1-2 (38). – С. 74 – 83.
3. Вооруженные Силы в Сирии. Научно-популярный труд. Специальная операция. Вооружение и военная техника. [Текст] – Москва: Красная Звезда, 2019. – 384 с.
4. Свитнев И.В., Свитнев В.Е., Хмелев В.Е. Современные террористические угрозы, чрезвычайные ситуации и безопасность жизнедеятельности [Текст] / И.В. Свитнев, В.Е. Свитнев, В.Е. Хмелев // Под общ. ред. Н.М. Киршина. – Санкт-Петербург: Изд-во С-Петербургского ун-та, 2009. – 86 с.
5. Котляревский С.В. Аварии и катастрофы. Предупреждение и регистрация последствий [Текст] / С.В. Котляревский, А.В. Виноградов, С.В. Еремин и др. – Книга 2. – Москва: Изд-во АСВ, 1996. – 384 с.
6. Варющенко С.Б. Радиационная, химическая и биологическая защита [Текст] / С.Б. Варющенко, П.Р. Гильванов, Д.Г. Колесов и др. – Санкт-Петербург: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2010. – 454 с.
7. Гусев Н.Г., Климанов В.А., Машкович В.П., Суворов А.П. Защита от ионизирующих излучений. В 2-х т. Т. 1. Физические основы защиты от излучений. [Текст] / Н.Г. Гусев, В.А. Климанов, В.П. Машкович, А.П. Суворов. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 512 с.
8. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 7 июля 2009 г. № 47). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/4188851/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 28.02.2024).

## ASSESSMENT OF THE DANGER OF THE CONSEQUENCES OF THE USE OF RADIOLOGICAL WEAPONS IN CASE OF SABOTAGE

### Aleksey VILKOV

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

### Lyudmila LUKYANOVA

senior lecturer of the department  
(fundamentals medical and special knowledge)  
St. Petersburg State University  
Address: 199034, St. Petersburg,  
Universitetskaya embankment, 7-9  
E-mail: lalukianova@mail.ru

### Igor SVITNEV

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

### Elena KHARITONOVA

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

**Abstract.** The article is devoted to the assessment of the danger of the influence of ionizing radiation on the population due to the use of radiological weapons. The question of the possibility of using radioactive substances in a subversive and terrorist way is considered. The structure of the model for the formation of a zone of radioactive contamination in the case of the use of radiological weapons has been developed, which consists of two stages. At the first stage, a simulation of the spread of radioactive substances was carried out. The second stage is the modeling of the radioactive contamination zone. Based on the developed model of the formation of a radioactive contamination zone, the calculation of the dose rate distribution on the ground was carried out. The main dose limits of external and internal radiation doses of the most critical group of organs of the human body, in which the effects of radiation damage are maximally manifested, are determined. Conclusions are formulated about the dose load on the human body when it is in a zone of radioactive contamination formed as a result of approx.

**Keywords:** sabotage, health, model, radiation dose rate, radioactive substances, radioactive contamination, radiological weapons.

**Citation:** Vilkov A.V., Svitnev I.V., Lukyanova L.A., Kharitonova E.A. Assessment of the danger of the consequences of the use of radiological weapons in case of sabotage // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. № 2 (61). S. 17 – 24.

### References

1. Svitnev I.V., Kharitonova E.A. First aid in the context of the implementation of modern terrorist threats. Radiation, chemical and biological aspects. [Text] / I.V. Svitnev, E.A. Kharitonov. – Moscow: Publishing house. Knorus, 2022. – 122 s.
2. Kulganov V.A., Matyushenok K.V., Kharitonova E.A. Assessment of the damaging effect of a shock wave on humans and animals based on indicators of damage to body systems [Text] / V.A. Kulganov, K.V. Matyushenok, E.A. Kharitonova // Ecology and development of society. – 2022. – No. 1-2 (38). – S. 74 – 83.
3. Armed Forces in Syria. Popular scientific work. Special operation. Weapons and military equipment. [Text] – Moscow: Red Star, 2019. – 384 s.
4. Svitnev I.V., Svitnev V.E., Khmelev V.E. Modern terrorist threats, emergency situations and life safety [Text] / I.V. Svitnev, V.E. Svitnev, V.E. Khmelev // Under general. ed. N.M. Kirshina. – St. Petersburg: St. Petersburg University Publishing House, 2009. – 86 s.
5. Kotlyarevsky S.V. Accidents and disasters. Prevention and registration of consequences [Text] / S.V. Kotlyarevsky, A.V. Vinogradov, S.V. Eremin and others – Book 2. – Moscow: Publishing House ASV, 1996. – 384 s.

6. Varyushchenko S.B. Radiation, chemical and biological protection [Text] / S.B. Varyushchenko, P.R. Gilvanov, D.G. Kolesov and others – St. Petersburg: VKA im. A.F. Mozhaisky, 2010. – 454 s.
7. Gusev N.G., Klimanov V.A., Mashkovich V.P., Suvorov A.P. Protection from ionizing radiation. In 2 volumes. T. 1. Physical foundations of radiation protection. [Text] / N.G. Gusev, V.A. Klimanov, V.P. Mashkovich, A.P. Suvorov. – Moscow: Energoatomizdat, 1989. – 512 s.
8. Sanitary rules and standards SanPiN 2.6.1.2523-09 "Radiation Safety Standards NRB-99/2009"(approved by Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated July 7, 2009 No. 47). [Electronic resource] – Access mode: <https://base.garant.ru/4188851/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (date of access: 28.02.2024).

УДК 614.8

## ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЗАЩИЩЕННОСТИ СПАСАТЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ОБРУШЕНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

### П.П. Петренко

адъюнкт научно-исследовательского центра  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: p.petrenko@agz.50.mchs.gov.ru

### Е.В. Иванов

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры (аварийно-спасательных работ)  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: e.ivanov@agz.50.mchs.gov.ru

### А.В. Рыбаков

доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры (высшей математики)  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: a.rybakov@agz.50.mchs.gov.ru

### А.Н. Терехов

старший оператор научно-исследовательского  
отдела (по проблемам ГО и ЧС)  
научно-исследовательского центра  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: stere2008@alexandr.by

**Аннотация.** В статье представлены результаты натурного эксперимента, по результатам которого разработана математическая модель оценки защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений. В ходе эксперимента были уточнены следующие параметры, оказывающие влияние на состояние защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений: продолжительность работы спасателей; вид и уровень сигнала; удаленность сигнала; шумность рабочей площадки; поражающий фактор; условия производственной среды; время эвакуации спасателей в безопасную зону.

**Ключевые слова:** спасатель, обрушение, аварийно-спасательные работы, риск, опасности, защита.

**Цитирование:** Петренко П.П., Рыбаков А.В., Иванов Е.В., Терехов А.Н. Формирование модели оценки защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (61). С. 25 – 36.

### Введение

Несмотря на усилия в области охраны труда спасателей, в России ежегодно фиксируются несчастные случаи при проведении аварийно-спасательных работ [1].

Согласно проведенным исследованиям, обрушение конструкций является одной из опасностей присущей проведению аварийно-спасательных работ в условиях разрушений зданий и сооружений, и характеризуется высокой частотой проявления и тяжелыми последствиями для спасателя [2]. Важно своевременно оценить риск спасателей при проведении аварийно-спасательных работ непосредственно на рабочей площадке [3]. По результатам опроса экспертов была выдвинута следующая гипотеза, что своевременное оповещение спа-

сателей об опасности [4] оказывает влияние на вероятность травмирования. Однако обстановка на месте работ спасателей и способ подачи сигнала могут быть различными и характеризоваться несколькими параметрами. Для оценки защищенности спасателей нужно уточнить степень влияния этих параметров.

В связи с этим возникла необходимость провести натурный эксперимент, имитирующий работу спасателей в условиях обрушений зданий и сооружений, который позволил бы на основе уточненных параметров разработать математическую модель оценки защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений.

### Планирование натурального эксперимента

Целью натурального эксперимента являлось уточнение значений показателей, которые будут использованы для оценки защищенности спасателей при проведении АСР в условиях обрушений зданий и сооружений.

В ходе эксперимента планировалось уточнить следующие параметры, оказывающие влияние на состояние защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений:

продолжительность рабочей смены спасателей;

вид и громкость сигнала;

удаленность источника сигнала;

зашумленность рабочей площадки;

условия производственной среды;

время эвакуации спасателей в безопасную зону.

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

В рамках эксперимента рассматривались операции деблокирования пострадавшего из завала, в ходе которых подавался сигнал опасности. В этом случае показатели могут быть представлены зависимостью

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

где  $Y$  – значение показателей, характеризующих состояние объекта;

$X$  – независимые входные переменные.

Входными переменными являются продолжительность работы спасателей, вид и уровень сигнала, удаленность сигнала, зашумленность рабочей площадки.

Выходными – время эвакуации спасателей в безопасную зону.

Для определения объема эксперимента, применялась методика, предложенная в работе [4]. Для расчёта зависимости числа опытов от числа уровней факторов и количества факторов может быть использована формула

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

где  $N$  – число опытов;

$p$  – число уровней варьирования факторов;

$k$  – число факторов.

В проведенном эксперименте исследуемыми факторами являлись: продолжительность рабочей смены спасателей, вид и громкость сигнала, удаленность источника сигнала, зашумленность рабочей площадки.

Количество уровней варьирования факторов:

продолжительность рабочей смены спасателей – 4 уровня (0-60 минут, 60-120 минут, 120-180 минут, 180-240 минут);

вид и громкость сигнала – 4 уровня (звук сигнала автомобиля – 105 dB, свисток – 120 dB, крик – 126 dB, сигнальный горн – 127 dB);

удаленность источника сигнала – 4 уровня (10 м, 15 м, 20 м, 30 м);

зашумленность рабочей площадки – 4 уровня (гидравлическая станция – 105 dB, бетонолом – 115 dB, бензорез – 117 dB, дисковая пила – 126 dB).

Тогда число экспериментов, согласно формуле (2) составляет

$$N = 4^4 = 256. \quad (3)$$

### Проведение натурального эксперимента

В рамках проведения учебной практики привития первоначальных профессиональных умений и навыков спасателя с курсантами 2 курса командно-инженерного факультета в период с 21 по 28 июня 2023 года на базе ФГКУ «Ногинский спасательный центр МЧС России» были проведены натурные эксперименты, направленные на получение данных для моделирования аварийно-спасательных работ и обеспечение безопасности спасателей при разрушении зданий.

В качестве аварийно-спасательных средств применялись:

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

для завала, образованного вследствие разрушения панельного здания (рисунок 1) – комплект гидродинамического аварийно-спасательного инструмента «Зубр» фирмы «Простор» в который входят: пила дисковая «Простор» (ПД-16), комплект для влаж-

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



Рисунок 1 – Проведение аварийно-спасательных работ в условиях обрушения кирпичного и панельного здания

В качестве средств индивидуальной защиты использовались:

для защиты от механических воздействий использовалась специальная одежда, обувь, перчатки и шлем аварийно-спасательный с защитными очками (рисунок 2);

для защиты органов слуха использовались противошумные наушники 3-го класса защиты (рисунок 2).



Рисунок 2 – Аварийно-спасательный шлем с защитными очками и противошумными наушниками 3-го класса

Согласно цели эксперимента, во время проведения работ по разбору завалов подавался сигнал об опасности обрушения. Задача

спасателей при получении сигнала заключалась в быстрой эвакуации в безопасную зону (рисунок 3).

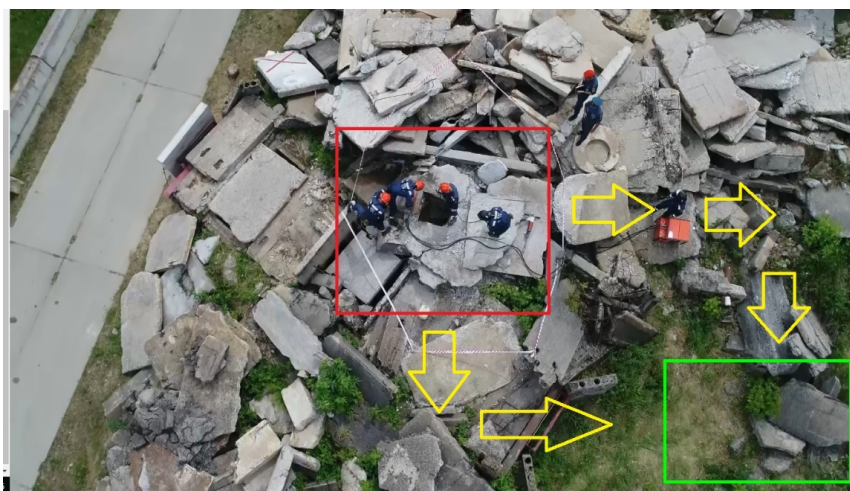


Рисунок 3 – Эвакуация спасателей в безопасную зону

Сигнал подавался наиболее доступными способами: голосом, свистком, сигнальным горном и сигналом тяжелой техники (КамАЗ-43118). Также изменялось расстояние с которого подавался сигнал об опасности.

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

#### Обработка результатов натурального эксперимента

Полученные результаты эвакуации спасателей в безопасную зону представим в бинарном виде, где за 0 возьмем результат, удовлетворяющий условию:

$$t_{\text{э}} \geq t_{\text{в}} \quad (4)$$

За 1 возьмем результат, удовлетворяющий условию:

$$t_{\text{э}} < t_{\text{в}} \quad (5)$$

где  $t_{\text{э}}$  – время эвакуации спасателей в безопасную зону;

$t_{\text{в}}$  – время необходимое для безопасного покидания опасной зоны.

Рассмотрим выборку из данных, представленную в таблице 1.

Таблица 1 – Выборка полученных данных результатов натурального эксперимента

№ п/п	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$y$
1	10	105	30	105	1
2	20	120	10	105	1
3	30	126	10	105	1
4	40	127	10	125	1
5	50	105	30	115	0
6	60	120	10	115	0
...					
252	120	126	20	117	1
253	130	127	15	105	1
254	140	105	15	115	0
255	150	120	10	105	1
256	160	126	20	126	0

где  $x_1$  – продолжительность рабочей смены спасателей;

$x_2$  – вид и громкость сигнала;

$x_3$  – удаленность источника сигнала;

$x_4$  – зашумленность рабочей площадки;

$y$  – результат эвакуации спасателей в безопасную зону.

В связи с тем что  $y$  принимает всего два значения – 0 и 1, можно считать, что в зависимости от признаков  $x_i$  ( $i = \overline{1,4}$ ) мы имеем дело с бинарной классификацией. Поставим задачу найти такую зависимость  $f$ , что

$$f(x_1, \dots, x_n) = P(y = 1 | x_1, x_2, x_3, x_4) \quad (6)$$



Если решать задачу с применением аппарата регрессионного анализа, то подходящей функцией, описывающей зависимость может стать бинарная логистическая регрессия, допущения которой следующие:

- 1) зависимая переменная дихотомическая (принимает два значения);
- 2) независимость наблюдений друг от друга, отсутствие мультиколлинеарности;
- 3) достаточный размер выборки;
- 4) отсутствие выбросов.

В такой регрессии мера соответствия задаётся функцией правдоподобия, которая является вероятностью получения данного набора данных с помощью логистической функции [6].

а) проведем исследование выбросов путём непосредственного анализа выборки экспериментальных данных. Упорядочив данные в порядке возрастания в столбцах  $x_i$ , прибегая к экспертной оценке, удалили выбросы из строк под номерами 6, 12, 68, 74, 141, 147, 158, 165, 249 (9 выбросов).

б) исследуем наблюдения на предмет наличия связи между ними. Для этого вычислим коэффициент корреляции Пирсона:

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum(Y_i - \bar{Y})^2}}. \quad (7)$$

Таблица 2 — Вычисления значений корреляции между предикторами

Пара предикторов	x <sub>1</sub> , x <sub>2</sub>	x <sub>1</sub> , x <sub>3</sub>	x <sub>1</sub> , x <sub>4</sub>	x <sub>2</sub> , x <sub>3</sub>	x <sub>2</sub> , x <sub>4</sub>	x <sub>3</sub> , x <sub>4</sub>
Числитель	-5596113	-2278744	4285141	-71 417	68 323	499 271
Знаменатель	149169,595	119280,603	125087,862	15307924	16053,201	12836,63
$r(x_i, x_j), i \neq j$	-0,037	-0,019	0,034	-0,004	0,004	0,038

В таблице 2 видим, что корреляция между предикторными переменными слабая, а значит наблюдения можно считать между собой независимыми, мультиколлинеарности практически нет (если вычислять VIF-значение мультиколлинеарности по каждой из переменных, то её значение будет немногим больше единицы) [6].

Будем искать логистическую регрессию в виде

$$P(y = 1|X) = \frac{e^X}{1 + e^X}, \quad (8)$$

где  $X = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4$ ,

где  $a_i, i = \overline{0,4}$  – коэффициенты регрессии.

Для данной модели применение метода наименьших квадратов невозможно, поэтому воспользуемся методом максимального правдоподобия для получения коэффициентов модели, максимизирующих значение функции правдоподобия L [7]:

$$L = \prod_{k=1}^N P_k^{y_k} \cdot (1 - P)^{1-y_k} \quad (9)$$

Как известно, функция достигает своего максимума/минимума в точках, где её производная равна нулю. Однако будем работать не с самой функцией правдоподобия, а с её логарифмом:

$$\ln L = \sum_{i=1}^N (y_i \ln P_i + (1 - y_i) \ln(1 - P_i)) \quad (10)$$

Обычно для максимизации функции правдоподобия используют градиентный бустинг и метод Ньютона [6]. Применим метод Ньютона для решения задачи максимизации  $G = \ln L$ . Пусть  $\nabla G$  – градиент функции  $G$ ,  $H_g(X)$  – её матрица Гессе,  $\{x_k\}$  – последовательность значений аргумента, сходящаяся к  $x^*$ , такая, что  $x^* = \arg \max G$ . Тогда для  $k$ -ой итерации, согласно методу, имеем схему

$$X_{k+1} = X_k - (H_g(X))^{-1} \cdot \nabla G \quad (11)$$

Процедура заканчивается на такой итерации  $k = k^*$ , для которой  $\nabla G = 0$ .

Подготовим все необходимые производные. Так как

$$P_i = \frac{e^{X_i}}{1 + e^{X_i}}, \quad (12)$$

то

$$\frac{dP(X)_i}{dX} = P(X)_i(1 - P(X)_i); \quad (13)$$

$$\frac{\partial P(X)_i}{\partial a_j} = P(X)_i(1 - P(X)_i)x_{ij}; \quad (14)$$

$$\frac{\partial \ln(P(X)_i)}{\partial a_j} = (1 - P(X)_i)x_{ij}; \quad (15)$$

$$\frac{dP(1 - X)_i}{dX} = -P(X)_i(1 - P(X)_i); \quad (16)$$

$$\frac{\partial \ln(P(1 - X)_i)}{\partial a_j} = -P(X)_ix_{ij}. \quad (17)$$

Тогда

$$\frac{\partial \ln L}{\partial a_j} = \sum_{i=1}^N \left( \frac{\partial y_i}{\partial a_j} \cdot \ln P(X)_i + y_i \cdot \frac{\partial \ln(P(X)_i)}{\partial a_j} + \frac{\partial \ln(P(1 - X)_i)}{\partial a_j} - y_i \cdot \frac{\partial \ln(P(1 - X)_i)}{\partial a_j} \right), \quad (18)$$

а так как  $\frac{\partial y_i}{\partial a_j} = 0$ , то

$$\frac{\partial \ln L}{\partial a_j} = \sum_{i=1}^N (y_i - P(X)_i)x_{ij}. \quad (19)$$

Для матрицы Гессе вычислим смешанные производные второго порядка по коэффициентам  $a_s$ :

$$\frac{\partial^2 \ln L}{\partial a_j \partial a_s} = \left( \text{в силу } \frac{\partial P(X)_i}{\partial a_j} = P(X)_i(1 - P(X)_i)x_{ij} \right) = \sum_{i=1}^N (-P(X)_i)(1 - P(X)_i)x_{ij}x_{is}. \quad (20)$$

Реализуя этот алгоритм в Microsoft Excel, получим при  $k = 10$  ( $\nabla G \approx 0$ )

$$a_0 = 27,158, \\ a_1 = -0,082,$$

$$a_2 = 0,365, \\ a_3 = -0,623, \\ a_4 = -0,435. \\ \text{Таким образом,}$$

$$P(y = 1 | x_1, x_2, x_3, x_4) = \frac{e^{27,158 - 0,081x_1 + 0,365x_2 - 0,623x_3 - 0,435x_4}}{1 + e^{27,158 - 0,081x_1 + 0,365x_2 - 0,623x_3 - 0,435x_4}} \quad (21)$$

Оценим качество полученной модели.

Значение  $\chi^2 < \chi_{(0,05,246)}^2$  ( $270,092 < 283,586$ ). Так как значение критерия ниже

критического уровня, то нулевую гипотезу не отклоняем.

Рассмотрим матрицу прогноза, представленную в таблице 3.

Таблица 3 — Матрица прогноза

Матрица прогноза		Результат эксперимента	
		Положительная (1)	Отрицательная (0)
Оценка система	Положительная (> cutoff)	ТП	ФП
	Отрицательная (< cutoff)	ФН	ТН

В ней  $TP$  – истинно положительное решение,  $TN$  – истинно отрицательное решение,  $FP$  – ложно положительное решение,  $FN$  – ложно отрицательное решение.

Применительно к нашей модели имеем следующие данные при  $cutoff = 0,5$ :

Таблица 4 – Таблица метрик качества модели

Ошибок, ед. (%)	16 (6,48 %)
Верно классифицировано, ед. (%)	231 (93,52 %)
Фактически безопасно эвакуировались	121
Фактически не смогли эвакуироваться	126
$TP$	113
$TN$	118
$FP$	8
$FN$	8
$TPR$ (частота истинно положительных результатов, чувствительность)	0,933
$FPR$ (частота ложноположительных результатов, специфичность)	0,063

ROC-кривая – график (диаграмма), иллюстрирующий диагностическую способность дихотомической классифицирующей

системы при изменении её порога различения ( $cutoff$ ) [8].

Таблица 5 – Зависимость специфичности и чувствительности от порога различения

$cutoff$	$FPR$	$TPR$
0	1	1
0,05	0,269	1
0,1	0,190	1
0,15	0,142	1
0,2	0,126	0,983
0,25	0,126	0,966
0,3	0,111	0,966
0,35	0,103	0,950
0,4	0,071	0,950
0,45	0,071	0,942
0,5	0,063	0,933
0,55	0,063	0,917
0,6	0,055	0,909
0,65	0,039	0,892
0,7	0,039	0,884
0,75	0,039	0,876
0,8	0,023	0,842
0,85	0,023	0,826
0,9	0,015	0,793
0,95	0	0,719
1	0	0

Построим ROC кривую и оценим модель по значению AUC этой кривой, варьируя значения cutoff (рисунок 4):

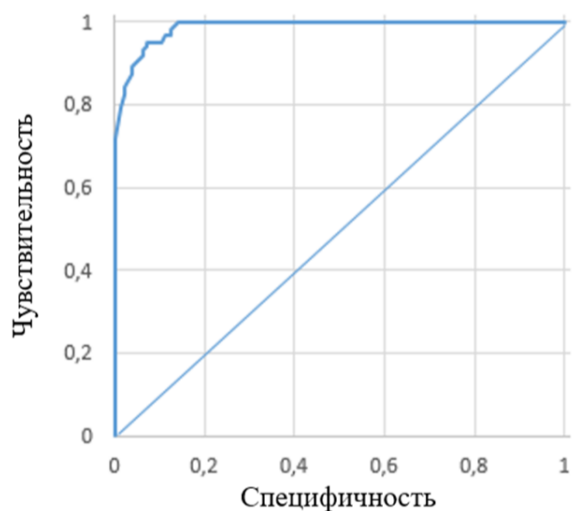


Рисунок 4 – ROC-кривая (FPR; TPR)

Применяя метод трапеций для вычисления площади под кривой (AUC – Area Under Curve), получаем  $AUC = 0,987 > 0,9$ . Последнее свидетельствует о хорошем качестве модели [9].

Несмотря на то, что многие модели могут иметь хорошую дискриминирующую способность, полученные с их помощью вероятности часто рассеиваются к предельным точкам множества [10]. Хотя и считается, что логистическая регрессия по умолчанию возвращает хорошо откалиброванные прогнозы, проверим, можно ли считать значения функции  $P(y = 1 | x_i)$  вероятностью.

Для этого построим калибровочную кривую (кривую надёжности) и оценим её вид [11].

Теперь каждому набору предикторов, имея уравнение логистической регрессии, можно поставить в соответствие значение функции этой регрессии. В исходную таблицу 1 с данными добавим соответствующий столбец, а затем, сортируя строки таблицы 6 по возрастанию значений  $P_i$ , разобьём всю выборку с данными на 11 частей, каждую из которых назовём Bucket.

Таблица 6 — Выборка полученных данных результатов натурального эксперимента без выбросов, дополненная значениями регрессии

№ п/п	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$y$	$P_i$
48	240	105	30	126	0	0,00000000001037
44	200	105	30	117	0	0,000000001365
21	210	105	30	115	0	0,000000001437
94	220	105	20	126	0	0,000000002692
13	130	105	30	126	0	0,000000008369
...						
2	20	120	10	105	1	0,99999997359
173	50	127	10	105	1	0,99999997613
193	10	120	10	105	1	0,99999998834
4	40	127	10	105	1	0,99999998946
3	30	126	10	105	1	0,999999993301

В различных Bucket может находиться разное количество строк. В таблице 7 пред-

ставлено разбиение данных на Bucket:

Таблица 7 — Разбиение полученных данных на Bucket

№ Bucket	Количество строк в Bucket
1	23
2	23
3	24
4	24
5	23
6	21
7	23
8	24
9	23
10	23
11	16

Определим теперь в каждом Bucket долю единиц в столбце  $y$  (fraction of positives) и среднее значение  $P_i$  (mean predicted probability)

(таблица 8) и построим график калибровки (рисунок 5).

Таблица 8 — Средние значения  $P_i$  и  $y$  в каждом Bucket

№ Bucket	Среднее значение $P_i$	Доля единиц $y$
1	0,000001766	0
2	0,00005082	0
3	0,002193	0
4	0,02675	0
5	0,1715	0,2173
6	0,5171	0,5714
7	0,8758	0,8695
8	0,9746	0,9166
9	0,9984	1
10	0,9999	1
11	0,9999	1

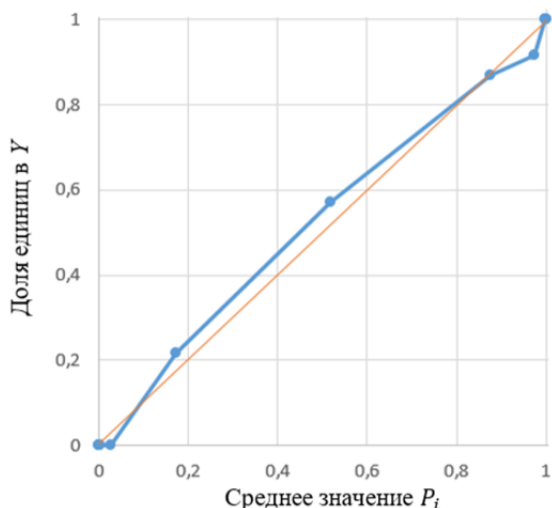


Рисунок 5 — График калибровки

Видим, что полученная кривая (синяя) не убывает, а её значения достаточно близко располагаются относительно калибровочной прямой. Можем считать, что модель действительно возвращает хорошо откалиброванные прогнозы, и поэтому значения функции  $P(y = 1 | x_1, x_2, x_3, x_4)$  можно считать вероятностями [11].

### Выводы и рекомендации

Проведение натурального эксперимента позволило уточнить ряд параметров, оказывающих влияние на состояние защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений.

В качестве целевой функции, рассматриваемой в статье выступал результат эвакуации спасателей из опасной зоны. При этом уточнена степень влияния на целевую функцию таких параметров как продолжительность рабочей смены спасателей; вид и громкость сигнала; удаленность источника сигнала; зашумленность рабочей площадки.

Инструментом проведения анализа выбрана логистическая регрессия, позволяющая оценить вероятность бинарного исхода целевой функции в зависимости от изменяемых параметров.

В результате была получена модель оценки защищенности спасателей, обладающая достаточной точностью, что подтверждается ROCAUC-метрикой и по виду калибровочной кривой.

По результатам проведенного анализа выявлено, что на защищенность спасателей наибольшее влияние оказывает время рабочей смены спасателей.

Полученные результаты лягут в основу комплексной методики обоснования защищенности спасателей при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений.

### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году. – URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2022-god> (дата обращения: 12.02.2024). – Текст: электронный.
2. Распоряжение МЧС России от 31.03.2021 № 249 «Об утверждении Методических рекомендаций по разработке системы управления охраной труда в МЧС России» | ГАРАНТ. – URL: <https://base.garant.ru/401457858/> (дата обращения: 12.02.2024). – Текст: электронный.
3. К вопросу оценки риска профессиональной деятельности спасателей с учетом факторов, влияющих на их защиту при проведении аварийно-спасательных работ в условиях обрушений зданий и сооружений / Текст: электронный. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50480412> (дата обращения: 12.02.2024).
4. Адлер Ю.П. (1976) Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – URL: <https://lib-bkm.ru/10467> (дата обращения: 12.02.2024). – Текст: электронный.
5. Пампел Ф. Логистическая регрессия / Ф. Пампел, А. Груздев, Д. Цвиркун. – ДМК Пресс. – 2023. – 218 с.
6. Некоторые эконометрические методы. Метод максимального правдоподобия в экономике. Методическое пособие | Цыплаков А.А. | скачать в Z-Library. – URL: <https://z-library.se/book/525394/93f317> (дата обращения: 13.02.2024). – Текст: электронный.
7. (PDF) Графики ROC: примечания и практические рекомендации для исследователей. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/284043217\\_ROC\\_Graphs\\_Notes\\_and\\_Practical\\_Considerations\\_for\\_Researchers](https://www.researchgate.net/publication/284043217_ROC_Graphs_Notes_and_Practical_Considerations_for_Researchers) (дата обращения: 13.02.2024). – Текст: электронный.
8. Fawcett T. An introduction to ROC analysis [перев.: Введение в ROC-анализ] / T. Fawcett // Pattern Recognition Letters. – 2006. – S. 861 – 874.
9. Brier G.W. Verification of forecasts expressed in terms of probability [перев.: Проверка прогнозов, выраженных в терминах вероятности] / G.W. Brier // Monthly Weather Review. – 1950. – S. 1 – 3.
10. Niculescu-Mizil A. Predicting good probabilities with supervised learning [перев.: Прогнозирование хороших вероятностей с помощью контролируемого обучения] / ICML 2005 – Proceedings of the 22nd International Conference on Machine Learning. – 2005. – 625 s.

## FORMATION OF A MODEL FOR ASSESSING THE PROTECTION OF RESCUEDS WHEN CARRYING OUT EMERGENCY RESCUE WORKS IN CONDITIONS OF COLLAPSE OF BUILDINGS AND STRUCTURES

### **Pavel PETRENKO**

adjunct research center  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: p.petrenko@agz.50.mchs.gov.ru

### **Eugene IVANOV**

candidate of technical sciences, associate professor,  
associate professor of the department  
(emergency rescue work)  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: e.ivanov@agz.50.mchs.gov.ru

### **Anatoliy RYBAKOV**

doctor of technical sciences, professor,  
professor of the department (higher mathematics)  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: a.rybakov@agz.50.mchs.gov.ru

### **Alexander TEREKHOV**

senior research operator department (for civil  
defense and emergency situations) research center  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: stere2008@alexandr.by

**Abstract.** The article presents the results of a full-scale experiment, based on the results of which a mathematical model was developed for assessing the protection of rescuers during emergency rescue operations in conditions of collapses of buildings and structures. During the experiment, the following parameters were clarified that influence the state of protection of rescuers during emergency rescue operations in conditions of collapses of buildings and structures: duration of work of rescuers; type and level of signal; signal distance; noisy work site; damaging factor; working environment conditions; time for rescuers to evacuate to a safe area.

**Keywords:** rescuer, collapse, rescue operations, risk, dangers, protection.

**Citation:** Petrenko P.P., Rybakov A.V., Ivanov E.V., Terekhov A.N. Formation of a model for assessing the protection of rescueds when carrying out emergency rescue works in conditions of collapse of buildings and structures // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. № 2 (61). S. 25 – 36.

### References

1. State report "On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2022". – URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2022-god> (date of access: 12.02.2024). – Text: electronic.
2. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated March 31, 2021 № 249 "On approval of Methodological Recommendations for the development of a labor safety management system in the Ministry of Emergency Situations of Russia GUARANTEE. – URL: <https://base.garant.ru/401457858/> (date of access: 12.02.2024). – Text: electronic.
3. On the issue of assessing the risk of professional activities of rescuers, taking into account factors affecting their protection during rescue operations in conditions of collapses of buildings and structures / Text: electronic. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50480412> (date of access: 12.02.2024).
4. Adler Y.P. (1976) Experimental design when searching for optimal conditions. – URL: <https://lib-bkm.ru/10467> (date of access: 12.02.2024). – Text: electronic.
5. Pampel F. Logistic regression / F. Pampel, A. Gruzdev, D. Tsvirkun. – DMK Press. – 2023. – 218 s.
6. Some econometric methods. Maximum likelihood method in economics. Methodical manual | Tsyplakov A.A. | download in Z-Library. – URL: <https://z-library.se/book/525394/93f317> (date of access: 13.02.2024). – Text: electronic.
7. (PDF) ROC Charts: Notes and Practical Guidelines for Researchers. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/284043217\\_ROC\\_Graphs\\_Notes\\_and\\_Practical\\_Considerations\\_for\\_Researchers](https://www.researchgate.net/publication/284043217_ROC_Graphs_Notes_and_Practical_Considerations_for_Researchers) (date of access: 13.02.2024). – Text: electronic.

8. Fawcett T. An introduction to ROC analysis / T. Fawcett // Pattern Recognition Letters. – 2006. – Vol. 27. – № 8. – S. 861 – 874.
9. Brier G.W. VERIFICATION OF FORECASTS EXPRESSED IN TERMS OF PROBABILITY / G.W. Brier // Monthly Weather Review. – 1950. – Vol. 78. – № 1. – S. 1 – 3.
10. Niculescu-Mizil A. Predicting good probabilities with supervised learning / A. Niculescu-Mizil, R. Caruana journalAbbreviation: ICML 2005 – Proceedings of the 22nd International Conference on Machine Learning. – 2005. – 625 s.



УДК 623.674

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС РОССИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЗРЫВОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ НА ПОСТКОНФЛИКТНОЙ ТЕРРИТОРИИ НОВЫХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**А.И. Мазаник**

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

**А.А. Агафонов**

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

**Г.А. Шарипов**

кандидат технических наук, доцент,  
адъюнкт научно-исследовательского центра  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: agz.sharipov@mail.ru

**Аннотация.** В статье выявлена проблемная ситуация в практике применения пиротехнических подразделений МЧС России при проведении взрывотехнических работ на постконфликтной территории новых регионов РФ. Приведены статистические данные, характеризующие гибель и травматизм гражданских лиц, связанные с подрывами на взрывоопасных предметах в период с 2015 по 2023 год на территориях Донецкой и Луганской народных республик. Определены возможные направления разрешения выявленной проблемной ситуации. Сформулировано противоречие в практике и определена научная гипотеза его разрешения.

**Ключевые слова:** пиротехнические подразделения, разминирование, неразорвавшиеся боеприпасы, взрывоопасные предметы, обычные средства поражения, взрывотехнические работы, саперы, постконфликтная территория, новые регионы, планы применения пиротехнических подразделений, чрезвычайные ситуации связанные с обнаружением взрывоопасных предметов.

**Цитирование:** Мазаник А.И., Агафонов А.А., Шарипов Г.А. Анализ проблемной ситуации применения пиротехнических подразделений МЧС России при проведении взрывотехнических работ на постконфликтной территории новых регионов Российской Федерации // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (61). С. 37 – 46.

Продолжающаяся специальная военная операция на Украине обуславливает необходимость проведения неотложных работ, связанных с очисткой местности от неразорвавшихся боеприпасов на постконфликтных территориях новых регионов РФ. Под постконфликтными территориями новых регионов Российской Федерации следует понимать территории в административных границах Донецкой и Луганской народных республик, на которых ранее велись боевые действия и по которым продолжают наноситься удары с применением обычных средств поражения.

Использование противоборствующими сторонами современных средств поражения

при ведении боевых действий, ведет к увеличению потенциальной опасности несанкционированного подрыва взрывоопасных предметов (далее — ВОП), что в свою очередь, повышает риск травматизма и гибели среди мирного населения. Под ВОП понимаются боеприпасы и взрывные устройства, включая самодельные, содержащие взрывчатые вещества [1]. Разминирование постконфликтных территорий новых регионов РФ должно проводиться в кратчайшие сроки, чтобы предотвратить негативные последствия воздействия ВОП на население и инфраструктуру пострадавших районов.

Обобщенные сведения о гибели и травматизме гражданских лиц, связанных с подрывами на ВОП в период с 2015 по 2023 год на пост-

конфликтных территориях Донецкой и Луганской республик (далее — ДНР и ЛНР соответственно), представлены на рисунке 1 [2].

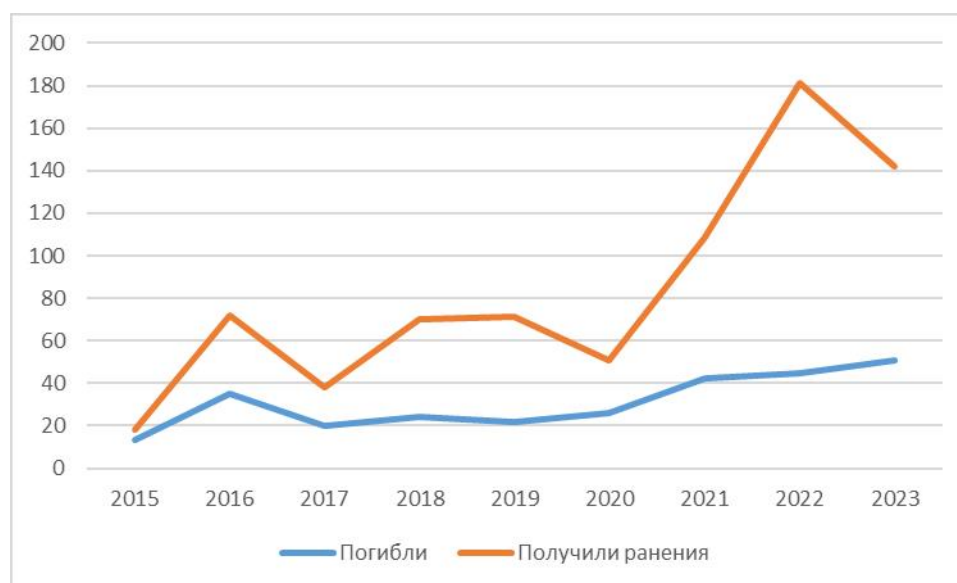


Рисунок 1 – Сведения о гибели и травматизме гражданских лиц, связанных с подрывами на ВОП на территориях ДНР и ЛНР

Значительное количество погибших и пострадавших среди мирного населения в постконфликтных регионах ДНР и ЛНР, свидетельствует о крайней необходимости проведения работ по поиску и обезвреживанию ВОП.

В соответствии с Указом Президента РФ «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» на МЧС России возложено проведение работ по поиску, обезвреживанию и (или) уничтожению ВОП (далее — ВзТР), оказанию помощи в реализации международных программ, проектов и операций по гуманитарному разминированию, а также выполнение взрывных работ [3].

К участию в проведении ВзТР в МЧС России привлекаются силы и средства отрядов, групп и расчетов разминирования пиротехнических подразделений (далее — пиротехнические подразделения). Очистка местности от ВОП осуществляется силами штатных (нештатных) пиротехнических подразделений МЧС России и проводится в плановом порядке или в рамках реали-

зации мероприятий отдельных программ, а также в порядке оперативного реагирования на все случаи обнаружения ВОП (выполнение заявок от населения, местных органов власти, организаций, учреждений и предприятий независимо от формы собственности) [1].

В состав пиротехнических подразделений МЧС России входят:

пиротехнические подразделения спасательных воинских формирований (далее — СВФ МЧС России) [7];

пиротехнические подразделения структурных подразделений федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (далее — ФПС ГПС МЧС России) и профессиональных аварийно-спасательных формирований (далее — ПАСФ МЧС России) территориальных органов (далее — ГУ МЧС России) [8, 9];

пиротехнические подразделения региональных поисково-спасательных отрядов (далее — РПСО МЧС России) [9].

Проведение ВзТР включает в себя следующие виды работ:

сплошную очистку местности от ВОП группами отрядов разминирования;

очистку от ВОП населенных пунктов и объектов группами отрядов разминирования; выполнение заявок расчетами разминирования по обезвреживанию обнаруженных ВОП.

Пиротехнические подразделения МЧС России более 25 лет принимают участие в работах по поиску и обезвреживанию ВОП, как на территории субъектов РФ, так и за рубежом [4]. Только за прошедшие 10 лет саперами МЧС России обнаружено и уничтоже-

но более 384 тыс. ВОП, в 2023 году – свыше 90 тыс. ВОП [5, 6].

В таблице 1 отображены обобщенные данные, предоставленные Главным управлением «Национальный центр управления в кризисных ситуациях» МЧС России, о привлечении пиротехнических подразделений для проведения ВЗТР (по видам работ) в период с 1999 по 2023 год (данные по ДНР, ЛНР и Республике Крым приведены с 2015 года).

Таблица 1 — Привлечение пиротехнических подразделений МЧС России для проведения ВЗТР (по видам работ)

Субъекты РФ, иностранные государства и территории, на которых проводились ВЗТР	Выполнение срочных заявок на обезвреживание ВОП	Очистка от ВОП населенных пунктов и объектов	Сплошная очистка местности от ВОП
Республика Косово	47	4	1
Республика Афганистан	50	91	-
Остров Большой Тютерс (Финский залив)	-	3	2
Республика Сербия	224	35	6
Чеченская республика	384	26	4
Кировская область	74	3	1
Сахалинская область	86	-	-
Приморский край	27	-	-
Московская область	1651	73	7
Тверская область	1023	46	9
Республика Южная Осетия	351	5	7
Орловская область	18	2	1
Калининградская область	46	3	2
Ленинградская область	3950	13	1
Республика Азербайджан	213	1	1
Республика Армения	198	45	1
ДНР	9017	237	27
ЛНР	6147	148	17
Республика Крым	1256	38	7
Итого:	24762	773	94

Из итоговых показателей таблицы 1 следует, что значительную часть деятельности пиротехнических подразделений МЧС России, составляет привлечение (оперативное реагирование) расчетов (групп) разминирования на выполнение срочных заявок, свя-

занных с обезвреживанием обнаруженных ВОП (далее — заявок). Например, согласно официальным источникам, с 2022 года по настоящее время, пиротехническое подразделение специализированного спасательного центра (далее — ССЦ МЧС России)

г. Донецк привлекали к выполнению заявок на обезвреживание обнаруженных ВОП свыше 5 тысяч раз [10].

Организация сбора сведений о выявленных ВОП, их предварительная идентификация, своевременное информирование пиротехнических подразделений о поступающих заявках, организация взаимодействия с органами исполнительной власти субъекта и органами местного самоуправления возлагается на ГУ МЧС России. Заявки на обезвреживание ВОП могут поступать посредством личного обращения граждан (организаций) в экстренные оперативные службы или в письменном виде при непосредственном обращении в ГУ МЧС России [11, 12].

Применение пиротехнических подразделений на территории Российской Федерации при возникновении чрезвычайных ситуа-

ций (далее — ЧС), связанных с обнаружением (взрывом) ВОП, осуществляется в соответствии с планами применения пиротехнических подразделений в зонах ответственности. Зонай ответственности считается территория, в границах которой применяются силы и средства пиротехнических подразделений МЧС России для проведения ВЗТР, связанных с обезвреживанием обнаруженных ВОП [13, 14].

В настоящее время пиротехнические подразделения МЧС России выполняют ВЗТР в наиболее пострадавших районах ДНР и ЛНР. Перечень и общее количество структурных подразделений МЧС России, в состав которых входят силы и средства (далее — СиС) пиротехников, способные проводить ВЗТР на постконфликтных территориях новых регионов РФ, представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Перечень и общее количество структурных подразделений МЧС России, в состав которых входят СиС пиротехников, способные проводить ВЗТР на постконфликтных территориях новых регионов РФ

Структурные подразделения МЧС России, в состав которых входят СиС пиротехников	Кол-во	Проводят ВЗТР
Спасательные центры СВФ МЧС России	9	9
ССЦ МЧС России г. Донецк	1	1
Специализированные пожарно-спасательные части ФПС ГПС ГУ МЧС России по субъектам РФ	16	-
Специализированные отряды ФПС ГПС ГУ МЧС России	3	3
Пожарно-спасательные отряды ФПС ГПС ГУ МЧС России по субъектам ДФО	4	-
Специализированный морской отряд ФПС ГПС ГУ МЧС России г. Керчь	1	1
РПСО МЧС России	4	-
Итого:	38	14

Данные, приведенные в таблице 2, позволяют сделать вывод, что из общего количества СиС пиротехников структурных подразделений МЧС России не более 36% способны принимать непосредственное участие в проведении ВЗТР на постконфликтных территориях новых регионов РФ. При этом, деятельность пиротехнических подразделений ФПС ГПС МЧС России, ПАСФ МЧС России и РПСО МЧС России ограничена выполнени-

ем взрывных работ, связанных с предупреждением и ликвидацией чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, т.е. к проведению ВЗТР на постконфликтных территориях новых регионов РФ, указанные подразделения привлекаться не могут [15].

Выполнение заявок по обезвреживанию обнаруженных ВОП (группы ВОП) осуществляется в порядке их поступления. Срок выполнения заявки, полученной пиротехническим под-

разделением, не должен превышать трех суток (кроме случаев, требующих согласования с комиссией по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности) [1]. При этом заявки на обезвреживание ВОП, обнаруженных в границах потенциально опасных объектов, расположенных в населенных пунктах, выполняются вне очереди.

Материалы, предоставленные Департаментом гражданской обороны и защиты населения МЧС России, позволили сформировать диаграмму, характеризующую количество выполненных заявок за определенные интервалы времени ССЦ г. Донецк и СО ГУ ФПС ГПС г. Старобельск при проведении ВЗТР, связанных с обезвреживанием ВОП на постконфликтных территориях ДНР и ЛНР в период с 2022 по 2023 год (рисунок 2).

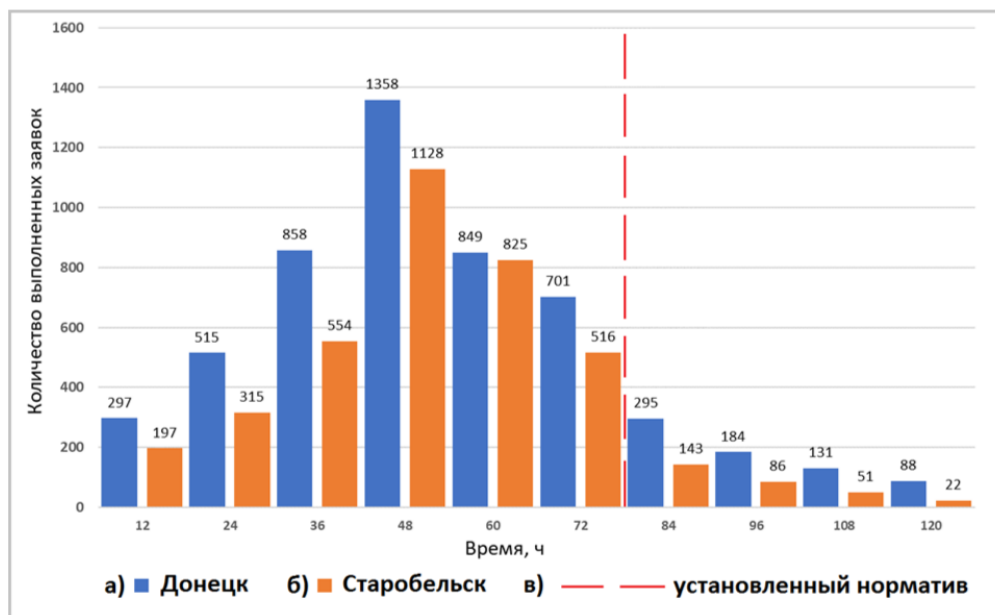


Рисунок 2 – Диаграмма, характеризующая количество выполненных заявок за определенные интервалы времени на постконфликтных территориях ДНР и ЛНР в период с 2022-2023 год

Из анализа данных диаграммы, представленной на рисунке 2, следует, что из общего количества заявок, поступающих пиротехническим подразделениям МЧС России, в установленные сроки выполняются менее 80%. При этом оставшуюся долю заявок (13,9% у ССЦ МЧС России г. Донецк и 7,2% у СО ФПС ГПС МЧС России г. Старобельск) реализуют за время, существенно превышающее установленный норматив.

Таким образом, на основе проведенного анализа применения пиротехнических подразделений МЧС России может быть сформулирована проблемная ситуация, заключающаяся в значительной части заявок, выполняемых за время, существенно превышающее установленный норматив, что в свою очередь, может

негативно повлиять на количество случаев гибели и травматизма среди мирного населения.

Для разрешения выявленной проблемной ситуации могут быть рассмотрены следующие возможные направления:

- увеличение общего количества реагирующих подразделений МЧС России;

- увеличение штатной численности каждого из реагирующих подразделений МЧС России;
- оснащение реагирующих подразделений МЧС России новыми образцами технических и инженерных средств проведения ВЗТР.

Анализ возможных направлений разрешения выявленной проблемной ситуации позволил сформулировать следующее противоречие:

- с одной стороны, реализация каждого из приведенных направлений позволит повысить

долю заявок, которые будут выполнены за установленное нормативом время;

с другой стороны, на выполнение данных мероприятий потребуются существенные людские, финансовые и временные ресурсы, объем которых ограничен.

Данное противоречие и необходимость его разрешения определили прикладную актуальность исследования в рассматриваемой предметной области и позволили сформулировать научную гипотезу, заключающуюся в том, что доля своевременно выполненных заявок может быть повышена за счет обоснования рационального плана применения пиротехнических подразделений МЧС России при проведении ВЗТР на постконфликтной территории новых регионов РФ.

Под рациональным планом применения пиротехнического подразделения МЧС России понимается порядок перемещения расчетов разминирования между объектами проведения ВЗТР (далее — объектами разминирования), реализация которого обеспечит максимальное значение доли заявок, выполненных за установленное время, с учетом значимости объектов разминирования и ограничений на выделяемые СИС.

Анализ известного научно-методического аппарата в рассматриваемой предметной области позволил сделать вывод о том, что разработанные к настоящему времени теоретические положения и практические рекомендации образуют хотя и необходимую, но вместе с тем недостаточную основу для решения задачи обоснования рационального плана применения расчетов разминирования пиротехнических подразделений МЧС России при проведении ВЗТР на постконфликтной территории новых регионов РФ. В частности, существующий научно-методический аппарат не учитывает следующие факторы:

многовариантность очередности выполнения заявок расчетами разминирования;

характеристики маршрутов передвижения расчетов разминирования между объектами проведения ВЗТР;

время, затраченное на проведение всего комплекса ВЗТР расчетами разминирования на объектах проведения ВЗТР;

значимость объектов разминирования при определении очередности проведения ВЗТР.

Таким образом, обозначилось несоответствие между существующим научно-методическим аппаратом и возможностью его применения для решения новой прикладной задачи, что и определяет научную актуальность исследования, направленного на обоснование рационального плана применения расчетов разминирования пиротехнических подразделений.

Для реализации предложенной гипотезы сформулирована научная задача, которая заключается в разработке научно-методического аппарата обоснования рационального плана применения пиротехнических подразделений МЧС России при проведении ВЗТР на постконфликтной территории новых регионов РФ с учетом значимости объектов разминирования и времени, затрачиваемого на проведение ВЗТР, в условиях ограничений на выделяемые СИС.

В рамках сформулированной научной задачи целесообразно решить следующие частные задачи:

провести всесторонний анализ факторов и условий, влияющих на выбор рационального плана применения расчетов разминирования пиротехнических подразделений МЧС России;

разработать методику определения значимости объектов разминирования с учетом возможных последствий несанкционированной детонации ВОП;

разработать методику обоснования рационального плана перемещения расчетов разминирования пиротехнических подразделений МЧС России на постконфликтной территории новых регионов РФ с учетом значимости объектов разминирования и ограничений на выделяемые СИС;

разработать рекомендации органам управления МЧС России по применению расчетов разминирования пиротехнических подразделений при проведении ВЗТР на постконфликтной территории новых регионов РФ, обеспечивающих максимальное значение доли заявок, выполненных за установленное время на объектах разминирования.

Таким образом, решение сформулированной научной задачи и реализация на практике полученных результатов позволит повы-

сить эффективность применения пиротехнических подразделений МЧС России при проведении ВЗТР на постконфликтной территории.

### Литература

1. «Инструкция по порядку организации и проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с обнаружением взрывоопасных предметов». Утверждена заместителем министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий генерал-полковником Барышевым П.Ф. 12.04.2020 г. – [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/403758796/> (дата обращения 18.02.2024).
2. Отчеты специальной мониторинговой миссии ОБСЕ в Украине 2015 – 2023 гг. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.osce.org/special-monitoring-mission-to-ukraine-2.15-2.16-2.17-2.18-2.19-2.20-2.21-2.22-2.23-closed/> (дата обращения 13.02.2024).
3. Указ Президента РФ от 11.06.2004 г. № 868 «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». (с изменениями и дополнениями от 23.11.2024 г.) – [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/187212/> (дата обращения 24.01.2024).
4. Постановление Правительства РФ от 05.08.2000 г. № 582 «О мерах по обеспечению участия Российской Федерации в международных программах, проектах и операциях по гуманитарному разминированию» – [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/374716/> (дата обращения 13.01.2024).
5. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 году» – [Электронный ресурс]. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/7343> (дата обращения 10.03.2024).
6. Сотрудники МЧС обезвредили более 90 тысяч взрывоопасных предметов в новых регионах в 2023 году – [Электронный ресурс]. URL: [https://www.ltv.ru/news/2023-11-08/464730sotrudniki\\_mchs\\_obezvredili\\_bolee\\_90\\_tysyach\\_vzryvoopasnyh\\_predmetov\\_v\\_novyh\\_regionah](https://www.ltv.ru/news/2023-11-08/464730sotrudniki_mchs_obezvredili_bolee_90_tysyach_vzryvoopasnyh_predmetov_v_novyh_regionah) (дата обращения 11.03.2024).
7. Указ Президента РФ от 30.09.2011 г. № 1265 «О спасательных воинских формированиях Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (с изменениями и дополнениями от 11.03.2024 г.) – [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_119935/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119935/) (дата обращения 25.03.2024).
8. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями от 19.10.2023 г.) – [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения 19.01.2024).
9. Федеральный закон от 22.08.1995 г. № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» (с изменениями и дополнениями от 14.07.2022 г.) – [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_15234/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/) (дата обращения 23.02.2024).
10. Материалы подведения итогов деятельности МЧС ДНР в 2023 году – [Электронный ресурс]. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-center/novosti/61122/> (дата обращения 12.01.2024).
11. Приказ МЧС России от 27.03.2020 г. № 217 «Об утверждении положения о территориальном органе МЧС России» (с изменениями и дополнениями от 23.01.2023 г.) – [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_357859/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357859/) (дата обращения 24.03.2024).
12. Приказ МЧС России от 25.06.2019 г. № 320 «Об утверждении Порядка взаимодействия в вопросах поиска, идентификации и обезвреживания (уничтожения) взрывоопасных предметов, самодельных взрывных устройств, авиационных бомб и фугасов на территории Российской Федерации».

13. Приказ МЧС России от 22.12.2023 г. № 1324 «Об организации в МЧС России управления и оперативного (экстренного) реагирования при угрозе возникновения и возникновении чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации» – [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_346848/3ba48e00e2c4d795ff754b07885c417d00-7f3cc2/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_346848/3ba48e00e2c4d795ff754b07885c417d00-7f3cc2/) (дата обращения 17.03.2024).
14. Приказ МЧС России от 05.06.2021 г. № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» – [Электронный ресурс]. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/6421> (дата обращения 12.03.2024).
15. Приказ МЧС России от 30.11.2022 г. № 1200 «Об утверждении Порядка выполнения взрывных работ спасательными воинскими формированиями, профессиональными аварийно-спасательными формированиями Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и подразделениями федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы» – [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/406171421/> (дата обращения 12.03.2024).

## ANALYSIS OF THE PROBLEMATIC SITUATION OF THE USE OF PYROTECHNIC UNITS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA DURING EXPLOSIVE WORKS IN A POST-CONFLICT AREA

### **Alexander MAZANIK**

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

### **Alexander AGAFONOV**

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

### **Gabit SHARIPOV**

candidate of technical sciences, associate professor,  
adjunct research center  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: agz.sharipov@mail.ru

**Abstract.** The article reveals a problematic situation in the practice of using pyrotechnic units of the Ministry of Emergency Situations of Russia during explosive works in the post-conflict territory of the new regions of the Russian Federation. The statistical data characterizing the deaths and injuries of civilians associated with explosions on explosive objects in the period from 2015 to 2023 in the territories of the Donetsk and Lugansk peoples republics are presented. Possible directions for resolving the identified problem situation have been identified. The contradiction in practice is formulated and the scientific hypothesis of its resolution is determined.

**Keywords:** pyrotechnic units, mine clearance, unexploded ordnance, explosive devices, conventional weapons, explosive works, sappers, post-conflict territory, new regions, plans for the use of pyrotechnic units, emergencies related to the detection of explosive objects.

**Citation:** Mazanik A.I., Agafonov A.A., Sharipov G.A. Analysis of the problematic situation of the use of pyrotechnic units of the Ministry of Emergency Situations of Russia during explosive works in a post-conflict area // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. № 2 (61). S. 37 – 46.



## References

1. "Instructions on the procedure for organizing and conducting emergency rescue operations during the liquidation of emergency situations involving the detection of explosive objects". Approved by the Deputy Minister of the Russian Federation for Civil Defense, Emergency Situations and Elimination of After-Effects of Natural Disasters, Colonel General P.F. Baryshev April 12, 2020 – [Electronic resource]. URL: <https://base.garant.ru/403758796/> (date of access: 18.02.2024).
2. Reports of the OSCE Special Monitoring Mission to Ukraine 2015 – 2023. – [Electronic resource]. URL: <https://www.osce.org/special-monitoring-mission-to-ukraine-2.15-2.16-2.17-2.18-2.19-2.20-2.21-2.22-2.23-closed/> (date of access: 13.02.2024).
3. Decree of the President of the Russian Federation dated June 11, 2004 No. 868 "Issues of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergency Situations and Disaster Relief". (with changes and additions from November 23, 2024) – [Electronic resource]. URL: <https://base.garant.ru/187212/> (date of access: 24.01.2024).
4. Decree of the Government of the Russian Federation dated August 5, 2000 No. 582 "On measures to ensure the participation of the Russian Federation in international programs, projects and operations for humanitarian demining" – [Electronic resource]. URL: <https://base.garant.ru/374716/> (date of access: 13.01.2024).
5. State report "On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2023" – [Electronic resource]. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/7343> (date of access: 10.03.2024).
6. Employees of the Ministry of Emergency Situations neutralized more than 90 thousand explosive objects in new regions in 2023 – [Electronic resource]. URL: [https://www.1tv.ru/news/2023-11-08/464730sotrudniki\\_mchs\\_obezvredili\\_bolee\\_90\\_tysyach\\_vzryvoopasnyh\\_predmetov\\_v\\_novyh\\_regionah](https://www.1tv.ru/news/2023-11-08/464730sotrudniki_mchs_obezvredili_bolee_90_tysyach_vzryvoopasnyh_predmetov_v_novyh_regionah) (date of access: 11.03.2024).
7. Decree of the President of the Russian Federation dated September 30, 2011 No. 1265 "On rescue military units of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief"(with amendments and additions dated March 11, 2024) – [Electronic resource]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_119935/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119935/) (date of access: 25.03.2024).
8. Federal Law of December 21, 1994 No. 69-FZ "On Fire Safety"(with amendments and additions of October 19, 2023) – [Electronic resource]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (date of access: 19.01.2024).
9. Federal Law of August 22, 1995 No. 151-FZ "On emergency rescue services and the status of rescuers"(with amendments and additions dated July 14, 2022) – [Electronic resource]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_15234/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/) (date of access: 23.02.2024).
10. Materials summing up the activities of the DPR Ministry of Emergency Situations in 2023 – [Electronic resource]. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-center/novosti/61122/> (date of access: 12.01.2024).
11. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated March 27, 2020 No. 217 "On approval of the regulations on the territorial body of the Ministry of Emergency Situations of Russia"(with amendments and additions dated January 23, 2023) – [Electronic resource]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_357859/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357859/) (date of access: 24.03.2024).
12. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated June 25, 2019 No. 320 "On approval of the Procedure for interaction in matters of search, identification and neutralization (destruction) of explosive objects, improvised explosive devices, aircraft bombs and land mines on the territory of the Russian Federation".
13. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated December 22, 2023 No. 1324 "On the organization in the Ministry of Emergency Situations of Russia of management and operational (emergency) response in the event of the threat and occurrence of emergency situations on the territory of the Russian Federation" – [Electronic resource]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_346848/3ba48e00e2c4d795ff754b07885c417d00-7f3cc2/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_346848/3ba48e00e2c4d795ff754b07885c417d00-7f3cc2/) (date of access: 17.03.2024).

14. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated June 05, 2021 No. 429 "On establishing criteria for information about emergency situations of a natural and man-made nature" – [Electronic resource]. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/6421> (date of access: 12.03.2024).
15. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated November 30, 2022 No. 1200 "On approval of the Procedure for carrying out blasting operations by rescue military units, professional rescue units of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief and units of the federal fire service of the State Fire Service" – [Electronic resource]. URL: <https://base.garant.ru/406171421/> (date of access: 12.03.2024).

УДК 614.841.1

## УСТОЙЧИВОСТЬ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ТЕЧЕЙ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ОПАСНЫХ ГРУЗОВ, К ТЕРМИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

### Е.Б. Аносова

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

### Л.Р. Шарифуллина

кандидат химических наук, доцент,  
заведующая кафедрой (химии и материаловедения)  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: l.sharifullina@amchs.ru

### С.М. Ляшенко

кандидат военных наук, доцент,  
заведующий кафедрой (пожарной безопасности)  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: s.lyashenko@amchs.ru

**Аннотация.** С целью устранения течей, возникших при нарушении целостности емкостей, используемых для транспортировки опасных грузов, применяют различные способы и устройства для недопущения дальнейшего разлива химически опасных веществ. Одним из таких способов является применение герметизирующих материалов ремонтных комплектов путем наложения хомутов. Ремонтные комплекты для устранения течей являются универсальными и могут применяться для различных классов опасных грузов (легковоспламеняющиеся жидкости, окисляющие вещества, едкие и коррозионные вещества и другие). Наибольшее распространение в настоящий момент получили жгуты и заплаты из полимерных материалов. Полимерные материалы имеют высокую удерживающую способность за счет своей низкой впитываемости, а также низкую себестоимость производства. Также эти материалы должны обладать устойчивостью к действию агрессивных сред и повышенных температур. В статье приведены результаты исследований термической устойчивости жгутов и заплат из полимерных материалов, используемых для устранения течей в случае аварий и инцидентов при транспортировке опасных грузов. Все исследованные образцы проявили удовлетворительную термическую стойкость.

**Ключевые слова:** аварии на железнодорожном и трубопроводном транспорте, ликвидация течей и разрывов, синхронный термический анализ, ИК-спектроскопия.

**Цитирование:** Аносова Е.Б., Шарифуллина Л.Р., Ляшенко С.М. Устойчивость материалов, используемых для устранения течей при транспортировке опасных грузов, к термическому воздействию // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (61). С. 47 – 56.

### Введение

Ежегодно в Российской Федерации большое количество опасных грузов перевозят с помощью железнодорожного и автомобильного транспорта. К опасным грузам относят легковоспламеняющиеся жидкости, окисляющие вещества и органические пероксиды, едкие и (или) коррозионные вещества и другие [1]. Многие из этих соединений обладают высокой пожаро- и взрывоопасностью, а также токсическим действием.

В Транспортной стратегии России до 2030 года основной целью указано повышение уровня безопасности транспортной системы и сни-

жение негативного воздействия транспортной системы на окружающую среду [2], однако количество происшествий и аварий на транспорте в настоящий момент не уменьшается как в России, так и за рубежом [3]. Аварии и инциденты с опасными грузами характеризуются следующими особенностями: внезапность, большое количество химически опасных веществ, загрязняющих окружающую среду, высокая скорость формирования и распространения первичного и вторичного облаков токсичных веществ. Кроме того, автомобильные дороги и железнодорожные пути сообщения часто проходят вблизи населенных пунктов, что,

в случае разгерметизации цистерн подвижного состава, может привести к необходимости эвакуации большого числа людей.

К стандартным причинам возникновения аварий и катастроф на транспортных объектах относят: неудовлетворительное состояние путей или подвижного транспорта, неисправности средств сигнализации, столкновения, наезды на препятствия на переездах, сход составов с рельс, человеческий фактор. В условиях современной военно-политической обстановки к стандартным причинам следует добавить также террористические акты, связанные с использованием беспилотных летательных аппаратов и подрывом подвижного состава [7]. Опасность таких ситуаций связана с тем, что помимо разлива АХОВ осознанно создаются условия для возгорания разлившегося токсичного вещества, что приводит к действию не только химических факторов, но и опасных факторов пожара. Примером этому может служить сход железнодорожного состава на станции Снежетьская в Брянской области 2 мая 2023 года [4], когда в результате срабатывания взрывного устройства с рельс сошли 20 вагонов и произошел выброс серы и селитры в окружающую среду.

Чтобы оперативно локализовать аварию и ликвидировать последствия, связанные с разгерметизацией емкостей с АХОВ, необ-

ходимо применять наиболее эффективные средства. Помимо магнитных герметизирующих захватов, хомутов и других технических устройств [5], для герметизации разрывов и отверстий используются жгуты, пластиры, накладки, изготовленные из современных синтетических материалов. Поскольку устранять разрывы предполагается в условиях повышенной опасности пожара, для принятия защитных мер при ликвидации последствий ЧС необходимо знать характеристики термической устойчивости данных материалов.

#### *Основная часть*

Целью проведенных экспериментов является изучение поведения образцов материалов, используемых для экстренной герметизации емкостей с АХОВ, для установления их устойчивости к повышенным температурам, а также их способности выделять токсичные вещества при термическом разложении.

Исследованные образцы: ленточный тканевый жгут, используемый для фиксации заплат и пневмоподушек на месте протечки (образец 1) и полимерные материалы, используемые для заплат и пневмоподушек (образцы 2 и 3).

Исследования выполнялись на приборе NETZSCH Jupiter 449 синхронного термического анализа на кафедре (пожарной безопасности) Академии гражданской защиты МЧС России (рисунок 1).

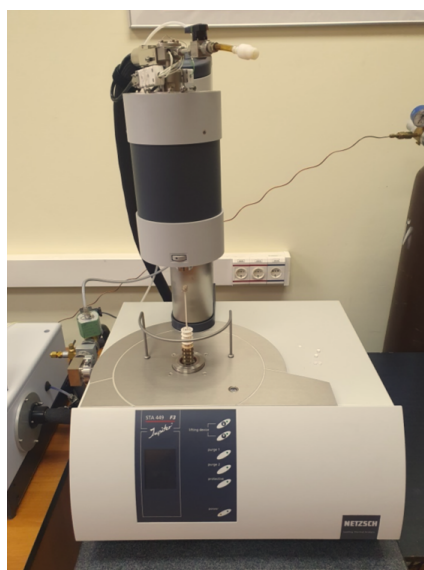


Рисунок 1 – Прибор синхронного термического анализа NETZSCH Jupiter 449

Синхронный термический анализ (далее — СТА) — это разновидность термического анализа, представляющая собой сочетание термогравиметрического анализа (измерение убыли массы в зависимости от температуры) и дифференциальную сканирующую калориметрию (регистрация выделяющегося из образца тепла при повышении температуры нагрева). Кроме того, современные программные средства позволяют определить первую производную от данных термогравиметрии, по значениям которой можно установить скорость уменьшения массы исследуемого образца [8]. Полученные результаты фиксируются программой в виде термогравиметрической (далее — ТГ), дифференциально-сканирующей (далее — ДСК) и дифференциально-термогравиметрической (далее — ДТГ) кривых, по которым можно получить важные характеристики, описывающие способность материалов разлагаться, переходить в газообразную фазу, гореть, выделять тепло при самовоспламенении, терять массу при нагревании.

К этим характеристикам относятся:

- температура начала интенсивного уменьшения массы ( $t_{н.у.}$ , °C) — температура, при которой в образце интенсифицируются процессы, связанные с испарением, термическим разложением, возгонкой и т.д. Результатом протекания

этих процессов является создание смеси газифицированного образца с воздухом, которая способна воспламениться при соответствующих условиях;

- температура максимальной скорости потери массы образца ( $t_{max}$ , °C);

- температура, определяемая как максимум пика на кривой ДТГ. Данная температура совместно с  $t_{н.у.}$  определяет интервал, в котором смесь горючего с воздухом может воспламениться;

- температура начала экзотермического эффекта ( $t_{н.э.}$ , °C) — температура, соответствующая началу процессов интенсивного выделения тепла, отраженного на кривой ДСК;

- значение энергии, выделившейся при термическом разложении исследуемого материала ( $\Delta H$ , кДж/кг);

- относительное уменьшение массы образца при нагревании ( $\Delta m$ , %). Данный параметр характеризует содержание негорючей составляющей в материале, которое не меняется при нагревании до повышенных температур. Чем выше негорючая часть, тем менее склонен к поддержанию горения исследуемый образец.

Экспериментально полученные графики зависимости ТГ, ДТГ и ДСК от температуры нагрева образцов 1, 2 и 3 представлены на рисунках 2-4. Условия опытов — скорость нагрева 20 °C/мин, масса навесок (4,2-8,8) мг, атмосфера — воздух.

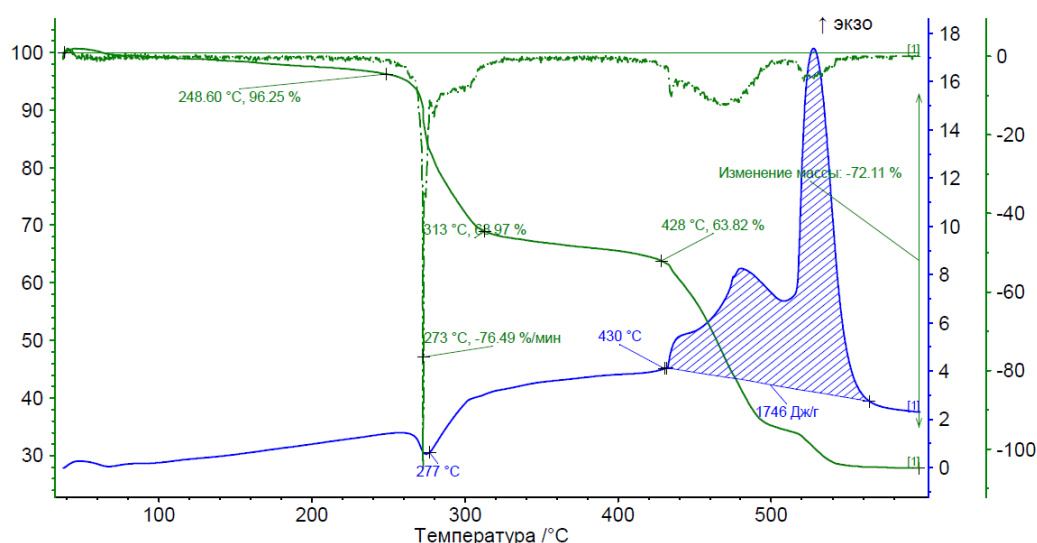


Рисунок 2 – Кривые СТА образца 1

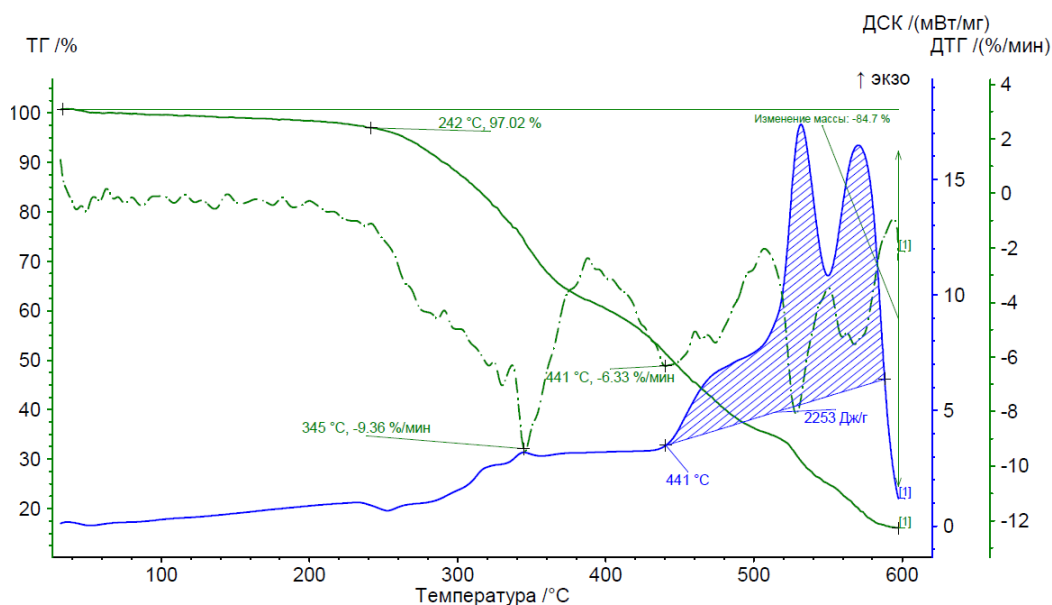


Рисунок 3 – Кривые СТА образца 2

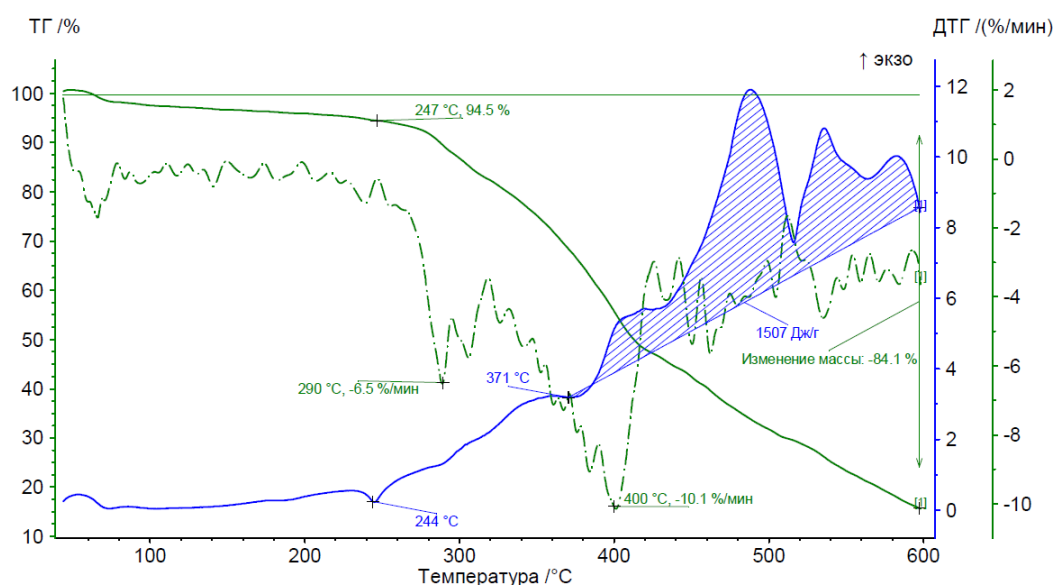


Рисунок 4 – Кривые СТА образца 3

Характеристики пожароопасности исследуемых образцов полимерных материалов,

определенные с применением СТА, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики пожароопасности образцов

Образец	$t_{н.у.}, ^\circ\text{C}$	$t_{max}, ^\circ\text{C}$	$t_{н.э.}, ^\circ\text{C}$	$\Delta H, \text{кДж/кг}$	$\Delta m, \% / \text{зольный остаток, \%}$
1	248	313	430	1746	72,11/ 17,89
2	242	345	441	2253	84,7/15,3
3	244	400	371	1507	84,1/15,9

Исходя из результатов синхронного термического анализа, следует отметить, что все рассмотренные образцы проявили термическую устойчивость при нагреве до температур свыше 240°C. Интенсивное уменьшение массы рассмотренных образцов начиналось в температурном интервале 242-248°C. При нагревании до 600°C уменьшение массы всех рассмотренных образцов составило 72,1-84,7% масс.

На кривых ДСК в интервале температур 244-271°C наблюдались незначительные эндотермические эффекты, связанные, вероятно, с разложением, плавлением и испарением органических составляющих исследуемых полимерных материалов.

В температурном интервале 371-441°C при нагревании образцов наблюдались экзотермические эффекты, соответствующие самовоспламенению. Эти экзоэффекты представляют собой пики сложной формы, площадь которых соответствует значению выделившейся энергии.

Наибольшее (2253 кДж/кг), количество энергии выделяется в случае воспламенения образца 2, а наименьшее (1507 кДж/кг) – в случае воспламенения образца 3, однако при этом температура, соответствующая началу экзотермического разложения образца 3, была наименьшая из всех исследованных образцов и составила 371°C.

Таким образом, проведенные исследования показали, что все рассмотренные образцы, в случае создания благоприятных условий, способны воспламеняться и самовоспламеняться.

Исследования с применением ИК-спектроскопии, проведенные на ИК-спектрометре Фурье TENSOR 27 имеющем газовую ячейку, совмещенном с термоанализатором (рисунок 5), позволяют представить состав продуктов термического разложения, выделившихся при нагревании в случае уменьшения массы с максимальной скоростью [6].



Рисунок 5 – Прибор NETZSCH Jupiter 449 СТА, сопряженный с газовой ячейкой ИК спектрометра Фурье TENSOR 27

Результаты ИК-спектроскопического исследования состава газообразных продуктов разложения образцов полимерных материа-

лов, применяемых для фиксации заплат и пневмоподушек на месте протечки токсичных веществ, приведены на рисунках 6-8.

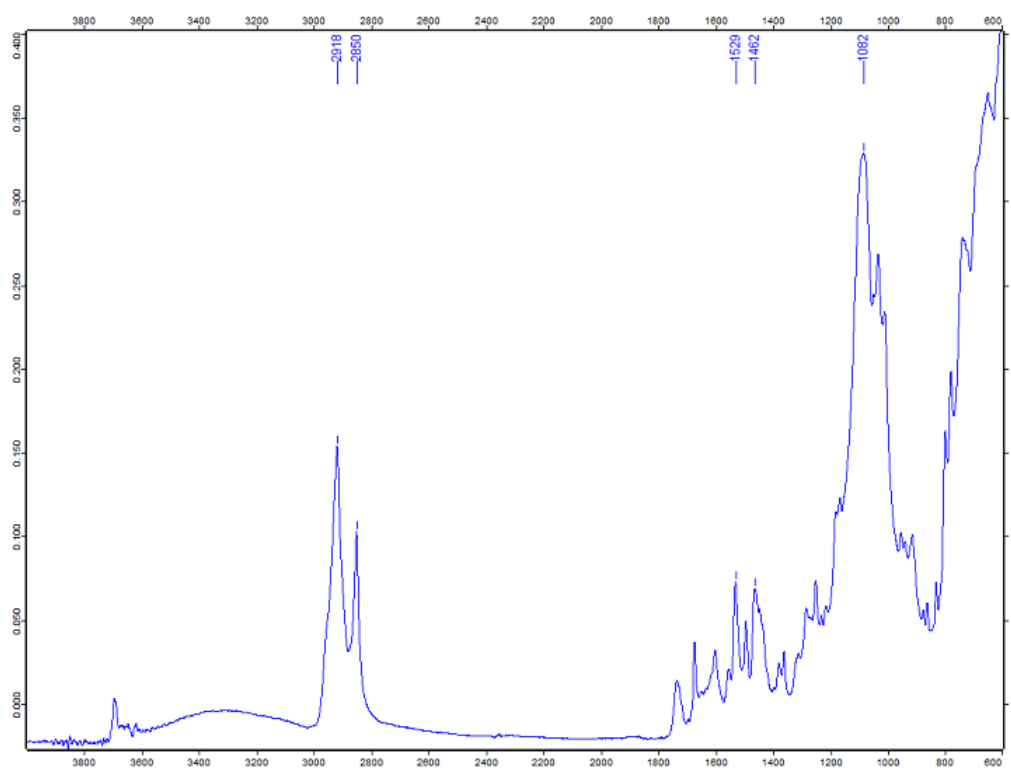


Рисунок 6 – ИК-спектр поглощения газообразных продуктов разложения образца 1 при температуре 313°С

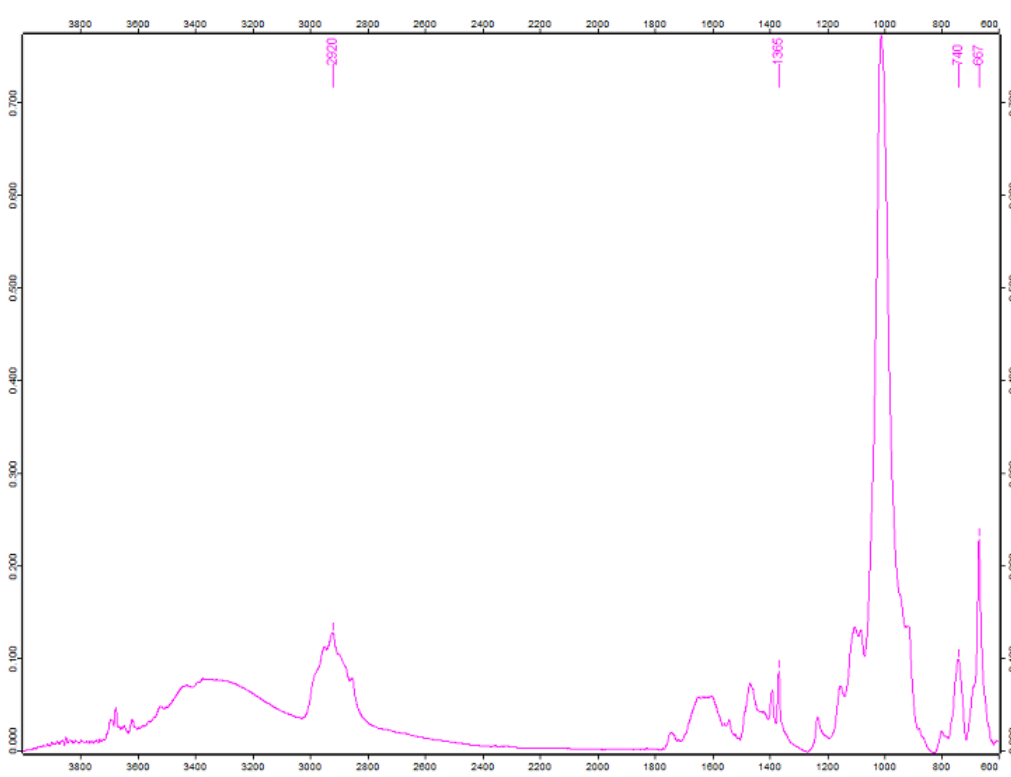


Рисунок 7 – ИК-спектр поглощения газообразных продуктов разложения образца 2 при температуре 345°С



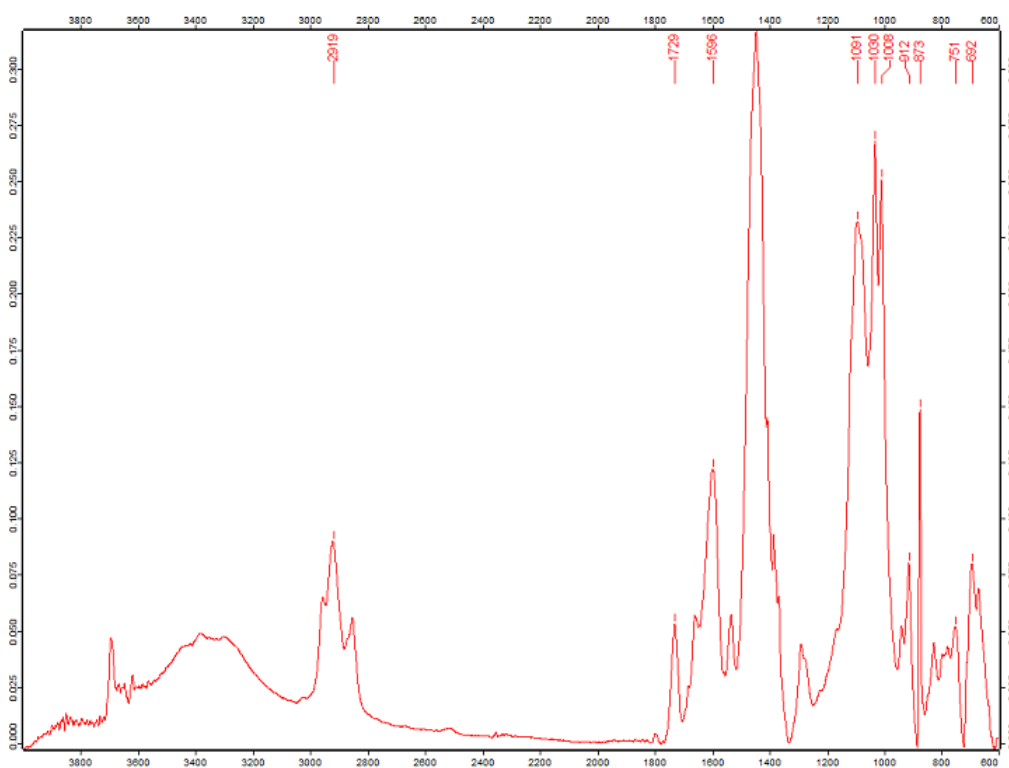


Рисунок 8 – ИК-спектр поглощения газообразных продуктов разложения образца 3 при температуре 400°С

В таблице 2 представлены результаты анализа ИК-спектров поглощения газообразных

продуктов разложения с целью идентификации состава образующихся дымовых газов.

Таблица 2 — Интенсивность и значения частот разных функциональных групп газообразных продуктов разложения образцов при температурах, соответствующих максимальной скорости уменьшения массы

Функциональная группа	Частота, см <sup>-1</sup>	Интенсивность
<i>Образец 1</i>		
-CH <sub>2</sub> , -CH <sub>3</sub>	2918, 2850	Средняя
-CH <sub>3</sub> -C, -CH <sub>2</sub>	1529, 1462	Слабая
C=C=C	1062	Сильная
<i>Образец 2</i>		
-CH <sub>2</sub> , -CH <sub>3</sub>	2919	Слабая
C=C	1729, 1596	Сильная
карбонильные и сложнэфирные группы	1091, 1030, 1008	Сильная
CR <sub>1</sub> R <sub>2</sub> =CHR <sub>3</sub>	873, 751, 692	Средняя
<i>Образец 3</i>		
-CH <sub>2</sub> , -CH <sub>3</sub>	2920	Слабая
-CH <sub>3</sub> -C	1365	Слабая
CR <sub>1</sub> R <sub>2</sub> =CHR <sub>3</sub>	740, 667	Средняя

Как видно из таблицы 2, в газообразных продуктах разложения материалов, используемых для экстренной герметизации течей емкостей с АХОВ на транспорте, присутствуют функциональные группы предельных и непредельных углеводородов, карбоновых кислот и органических эфиров. Наличие данных соединений повышает опасность токсического отравления людей и окружающей среды, а также увеличивает опасность распространения пожара. Однако, температуры, необходимые для создания подобных условий, достаточно высоки (313-400°C), так же, как и температуры начала интенсивного уменьшения массы (242-248°C).

### *Выводы*

Таким образом, исходя из данных СТА и ИК-спектроскопических исследований, показано, что рассмотренные образцы материалов ремонтного комплекта для устранения течей при транспортировке опасных грузов проявляют достаточно высокую термическую устойчивость и могут использоваться в условиях повышенных (до 240°C) температур. При температурах выше 240°C применяемые материалы теряют свою устойчивость, не способны удерживать течь из цистерны, при этом способны воспламениться от источников зажигания и образовывать токсичные продукты горения. При температурах выше 370°C жгуты, пластыри, накладки, изготовленные из современных синтетических материалов, способны самовоспламениться.

### **Литература**

1. ГОСТ 19433-88. Грузы опасные. Классификация и маркировка.
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р «О транспортной стратегии Российской Федерации». Справочная правовая система «Консультант плюс». [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82617/12dbe84ab7402c41a061dee3399c090bf6932cc3/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82617/12dbe84ab7402c41a061dee3399c090bf6932cc3/) (дата обращения 12.07.2023).
3. Отчет МСЖД 2022: статистика происшествий на железных дорогах. Научно-технический журнал «Железные дороги мира». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://zdmira.com/articles/otchet-mszhd-2022-statistika-proisshestvij-na-zheleznykh-dorogakh> (дата обращения 12.07.2023).
4. Второй подрыв за два дня: что известно о новой аварии на железной дороге в Брянской области. Сайт Газета.ru. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gazeta.ru/social/2023/05/02/16648436.shtml> (дата обращения 12.07.2023).
5. Денисов А.Н., Шереметьев С.Н. Алгоритм установки бандажа в горизонтальной ёмкости с опасными химическими веществами. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritm-ustanovki-bandazha-v-gorizontальноy-yomkosti-s-opasnymi-himicheskimi-veschestvami/viewer> (дата обращения 12.07.2023).
6. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектропии в органической химии. М.: Московский университет, 1979. 240 с.
7. Савчук О.Н., Аксенов А.А. Пути совершенствования прогнозирования последствий аварий (разрушений) железнодорожных цистерн с аварийно-химически опасными веществами в условиях информационной войны. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-sovershenstvovaniya-prognozirovaniya-posledstviy-avariy-razrusheniy-zheleznodorozhnyh-tsistern-s-avariyno-himicheskimi-veschestvami> (дата обращения 12.07.2023).
8. Уэндландт У.У. Термические методы анализа. М.: Мир, 1978. 526 с.

## RESISTANCE OF MATERIALS USED TO ELIMINATE LEAKS DURING THE TRANSPORTATION OF DANGEROUS GOODS TO THERMAL EFFECTS

### Evgeniya ANOSOVA

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

### Liliya SHARIFULLINA

candidate of chemical sciences, associate professor,  
head of the department  
(chemistry and materials science)  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: l.sharifullina@amchs.ru

### Sergei LYASHENKO

candidate of military sciences, associate professor,  
head of the department (fire safety)  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: s.lyashenko@amchs.ru

**Abstract.** In order to eliminate leaks that occur when the integrity of containers used for transporting dangerous goods is damaged, various methods and devices are used to prevent further spills of chemically hazardous substances. One such method is the use of sealing materials from repair kits by applying clamps. Repair kits for repairing leaks are universal and can be used for various classes of dangerous goods (flammable liquids, oxidizing substances, caustic and corrosive substances, etc.). The most widespread at the moment are harnesses and patches made of polymeric materials. Polymer materials have high retention capacity due to their low absorbency, as well as low production costs. Also, these materials must be resistant to aggressive environments and elevated temperatures. The article presents the results of studies of the thermal stability of bundles and patches made of polymeric materials used to eliminate leaks in the event of accidents and incidents during the transportation of dangerous goods. All tested samples showed satisfactory thermal resistance.

**Keywords:** accidents in railway and pipeline transport, elimination of leaks and ruptures, simultaneous thermal analysis, IR spectroscopy.

**Citation:** Anosova E.B., Sharifullina L.R., Lyashenko S.M. Resistance of materials used to eliminate leaks during the transportation of dangerous goods to thermal effects // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. № 2 (61). S. 47 – 56.

### References

1. GOST 19433-88. Dangerous goods. Classification and labeling.
2. Decree of the Government of the Russian Federation of November 22, 2008 No. 1734-r "On the transport strategy of the Russian Federation" // Reference legal system "Consultant plus". [Electronic resource] – Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82617/12dbe84ab7402c41a061dee3399c090bf6932cc3/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82617/12dbe84ab7402c41a061dee3399c090bf6932cc3/) (date of access: 12.07.2023).
3. UIC Report 2022: Statistics of accidents on railways. Scientific and technical journal "Railways of the World". [Electronic resource] – Access mode: <https://zdmira.com/articles/otchet-mszhd-2022-statistika-proisshestvij-na-zheleznykh-dorogakh> (date of access: 12.07.2023).
4. The second explosion in two days: what is known about a new accident on the railway in the Bryansk region. Website Gazeta.ru. [Electronic resource] – Access mode: <https://www.gazeta.ru/social/2023/05/02/16648436.shtml> (date of access: 12.07.2023).
5. Denisov A.N., Sheremetyev S.N. Algorithm for installing a bandage in a horizontal container with dangerous chemicals. [Electronic resource] – Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/algorithm-ustanovki-bandazha-v-gorizontalnoy-yomkost-i-s-opasnymi-himicheskimi-veschestvami/viewer> (date of access: 12.07.2023).

6. Kazitsyna L.A., Kupletskaya N.B. Application of UV, IR, NMR and mass spectroscopy in organic chemistry. Moscow: Moscow University, 1979. 240 s.
7. Savchuk O.N., Aksenov A.A. Ways of improving the forecasting of the consequences of accidents (destruction) of railway tanks with emergency chemically hazardous substances in the conditions of information warfare. [Electronic resource] – Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-sovershenstvovaniya-prognozirovaniya-posledstviy-avariy-ra> (date of access: 12.07.2023).
8. Wendlandt U.U. Thermal methods of analysis. Moscow: Mir, 1978. 526 s.

УДК 632.123.1

## О ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕВЕНТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ НАВОДНЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ЗАТОРНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ

**Е.В. Полевой**

преподаватель кафедры (спасательных  
робототехнических средств)  
Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика  
Адрес: 141435, Московская обл., г.о. Химки,  
мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А  
E-mail: e.polevoi@amchs.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможные направления разрешения проблемной ситуации, связанной с обеспечением безопасности населения и территорий от наводнений, вызванных заторными явлениями и постановка задачи обоснования рационального варианта распределения сил и средств территориальной подсистемы РСЧС для выполнения предупредительных инженерно-технических мероприятий в формализованном виде.

**Ключевые слова:** наводнение, ледовые заторы, предупредительные мероприятия.

**Цитирование:** Полевой Е.В. О проблемной ситуации проведения превентивных мероприятий по защите населения и территорий от наводнений, вызванных заторными явлениями // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (61). С. 57 – 64.

На реках России, протекающих в различных физико-географических зонах, образование ледостава или очищение водной поверхности ото льда происходит, как правило, не одновременно по всей длине реки и в результате формируются заторно-зажорные явления, которые вызывают резкие подъемы уровней воды, приводящие к наводнениям.

Наводнения относятся к числу стихийных бедствий, воздействию которых могут быть подвержены десятки городов и населенных пунктов, а также обширные площади сельскохозяйственных земель и крупные промышленные центры. Однако, в отличие от категории опасных природных явлений, таких как, например, землетрясения, ураганы, смерчи, предупреждение которых связано с большими трудностями из-за несопоставимости их мощи с возможностями людей, наводнения относятся к категории опасных природных явлений, негативному развитию которых может воспрепятствовать целенаправленная деятельность людей: конкретные превентивные мероприятия научного, инженерно-технического и технологического характера.

Среди территорий Российской Федерации в Сибири наводнения занимают одно из ведущих мест среди природных стихийных бед-

ствий, причем велико число наводнений, вызванных процессами ледообразования и разрушения льда (заторами и зажорами), а ущербы от них весьма значительны [1]. За период с 1985 по 2019 гг. большинство наводнений были паводочного и смешанного генезиса (от снеготаяния и заторов на равнине, снеготаяния и дождей в горах) [1]. При этом среди регионов Сибири на основе сравнительного анализа наводнений, вызванных заторами [2], Томская область выделяется как одна из самых неблагоприятных территорий по данному параметру (заторные явления). Поэтому в рамках исследования будут рассматриваться наводнения, вызванные заторными явлениями.

В целях обеспечения безопасности населения и территорий в случае возникновения наводнений, вызванных заторными явлениями, наиболее значимыми из всего перечня различных мероприятий являются инженерно-технические мероприятия (далее — ИТМ) предупредительного характера.

Одной из проблем организации и проведения таких ИТМ, обеспечивающих безопасность населения и территорий от наводнений, вызванных заторными явлениями, является сложность прогнозирования таких наводнений ввиду множества факторов, которые необ-

ходимо учитывать. В исследовании [1] выявлено, что в период с 1985 по 2019 гг. прогнозирование наводнений осуществлялось со следующими значениями горизонта прогноза (заблаговременностью), представленными в таблице 1.

Таблица 1 — Заблаговременность прогнозов

Цель прогноза	Заблаговременность
Половодье	До 15 суток
Паводок	До 5 суток
Затор	До 120 суток
Зажор	До 18 суток

Кроме того, частота заторных явлений не несет явный циклический характер, что приводит к сложности определения времени начала необходимого и достаточного объема ИТМ [2].

В целях выработки методики обоснования рационального распределения сил и средств территориальной подсистемы РСЧС для выполнения предупредительных ИТМ необходимо проанализировать, какие из них проводятся, выделить среди них мероприятия, которые могут проводиться заблаговременно и оперативные мероприятия, которые проводятся по

факту получения оперативного предупреждения (прогноза) о наступлении наводнения и время проведения которых ограничено (краткосрочный срок 3-7 дней).

Сводом правил, определяющим порядок проведения инженерной защиты территорий от затоплений и подтоплений, определен достаточно большой комплекс мероприятий, которые будут способствовать снижению вероятности возникновения подобного рода опасных явлений. Причем, защиту территорий от затопления следует осуществлять [3]:

обвалованием территорий со стороны реки, водохранилища или другого водного объекта; искусственным повышением рельефа территории до незатопляемых планировочных отметок;

аккумуляцией, регулированием, отводом поверхностных сбросных и дренажных вод с затопленных, временно затопляемых, орошаемых территорий и низинных нарушенных земель.

Виды предупредительных инженерно-технических мероприятий по защите населения и территорий от наводнений можно укрупненно сгруппировать в два класса, представленные в таблице 2.

Таблица 2 — Классы инженерно-технических мероприятий

Экстенсивные мероприятия	Интенсивные мероприятия
изменение характера хозяйственной деятельности на затопляемых территориях, контроль за хозяйственным использованием опасных зон	регулирование стока рек (перераспределение максимального стока между водохранилищами, переброска стока между бассейнами и внутри речного бассейна)
вынос объектов с затопляемых территорий	ограждение территорий дамбами (системами обвалования)
проведение защитных работ в период паводка	увеличение пропускной способности речного русла (расчистка, углубление, расширение, спрямление русла)
эвакуация населения и материальных ценностей из зон затопления	повышение отметок защищаемой территории (устройство насыпных территорий, свайных оснований, подсыпка на пойменных землях при расширении и застройке новых городских территорий)
ликвидация последствий наводнения	некоторые специальные приемы снижения опасности наводнений

Масштабы чрезвычайных ситуаций, связанных с затоплением территорий, приводят к катастрофическим последствиям, при которых гибнут люди, нарушается работа потенциально-опасных и критически важных объектов экономики. Гидротехнические защитные сооружения, такие как дамбы, насыпи

и многие другие, позволяют уменьшить зону затопления, а зачастую и предотвратить возникновение наводнений. Для защиты объектов, расположенных в непосредственной близости от берегов поверхностных вод, используются различные сооружения, перечень которых представлен в таблице 3.

Таблица 3 — Защитные береговые сооружения

Виды сооружений	Классификация защитных сооружений
Подпорные береговые стены Шпунтовые стенки Ступенчатые крепления Волноломы Монолитные покрытия откосов	Волнозащитные
Проницаемые конструкции с волногасящими камерами	Волногасящие
Подводные банкеты Буны Молю Шпоры	Грунтоудерживающие
Дамбы Сквозные шпоры Полузапруды Насыпи	Специальные

Установка, строительство и возведение подобных сооружений связано с высокими затратами различных ресурсов, таких как время, финансы, трудозатраты. Задача обеспечения безопасности населения и территорий в период весеннего половодья, в течение которого вероятность возникновения ледовых заторов достаточно высока, затрудняется еще и ввиду сложности прогнозирования возникновения заторов.

Оценка оправдываемости прогнозов наводнений, в том числе и заторных, за последние 35 лет позволяет сделать вывод о несовершенстве существующих методов прогнозирования таких опасных гидрологических явлений. На рисунке 1 представлена оправдываемость прогнозов по количеству наводнений на территории Российской Федерации.

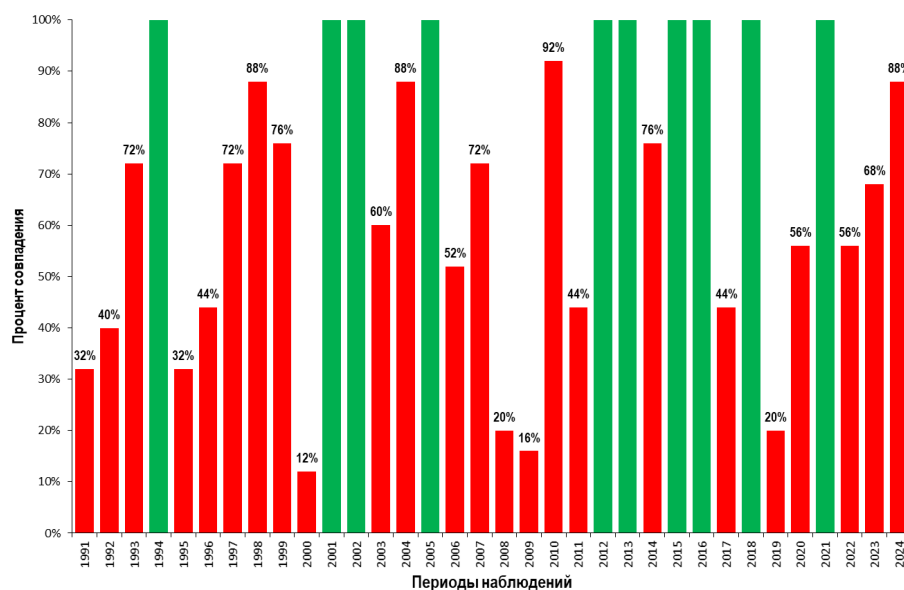


Рисунок 1 – Оправдываемость прогноза количества наводнений

Абсолютное совпадение количества фактических наводнений с прогнозным наблюдается всего лишь в 10 случаях. В большинстве случаев оправдываемость варьируется в диапазоне от 12 % до 92 %.

Таким образом, временные статистические наблюдения не в полной мере позволяют принять рациональное решение на выполнение определенного комплекса мероприятий по обеспечению защиты населения и территорий от наводнений, вызванных заторными явлениями.

Если рассматривать оправдываемость прогнозов заторных наводнений в разрезе субъектов Российской Федерации (рисунки 2 и 3), то становится ясно, что необходимо совершенствовать научно-методические подходы в части определения вероятности возникновения ледовых заторов, а также обоснования рациональных вариантов распределения сил и средств РСЧС для выполнения превентивных мероприятий по защите населения и территорий от наводнений, вызванных заторными явлениями.

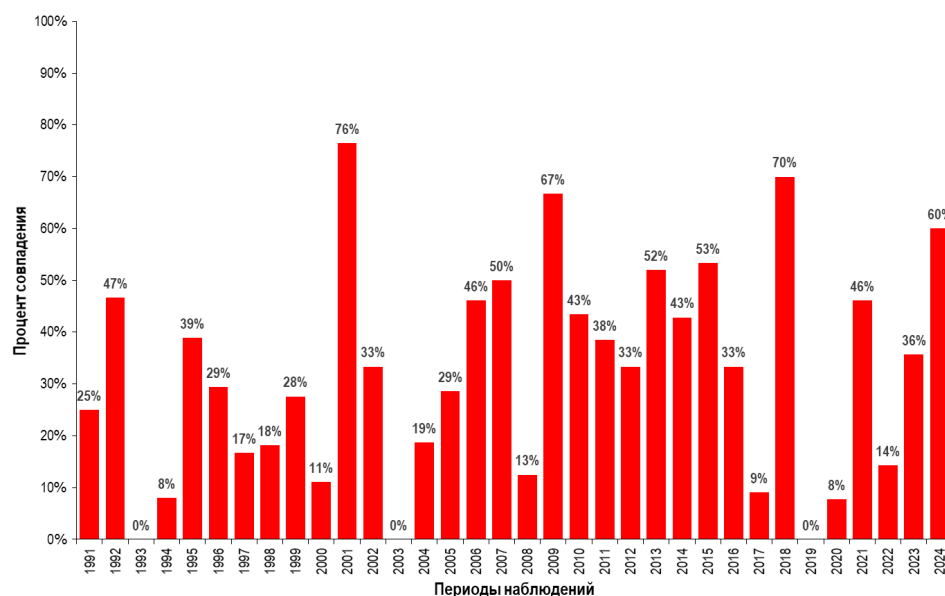


Рисунок 2 – Оправдываемость прогноза количества заторных наводнений



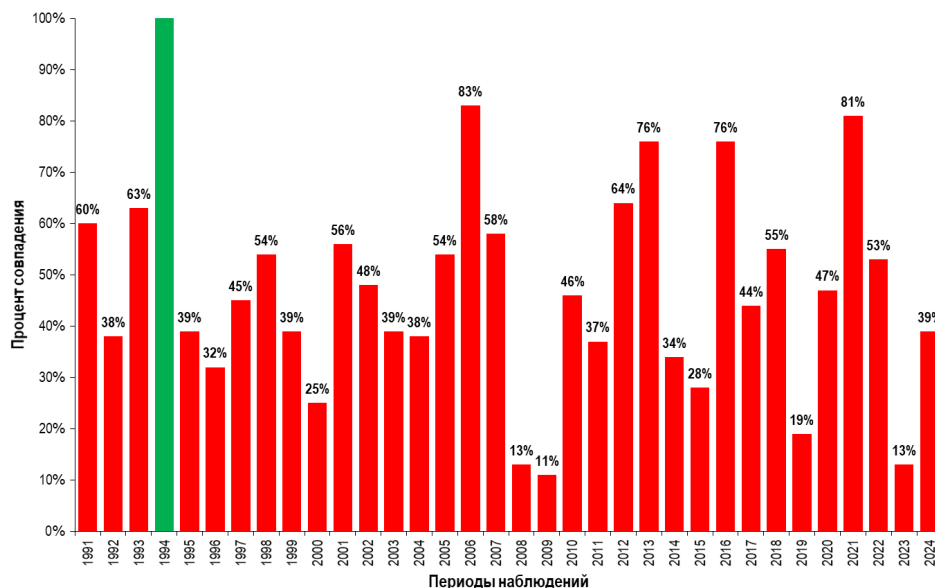


Рисунок 3 – Процент совпадения количества субъектов Российской Федерации, в которых прогнозировались наводнения, с фактическим количеством субъектов Российской Федерации, в которых фиксировались наводнения

Неточность прогнозов вынуждает органы управления территориальных подсистем РСЧС действовать по возможному наихудшему сценарию развития событий, что в свою очередь приводит к необходимости проведения всего комплекса предупредительных мероприятий и увеличению времени на их проведение и затрат на их реализацию, продолжительность и объем которых соответственно зачастую ограничены.

Разрешение подобного противоречия возможно решением задачи по определению:

значимости выполнения превентивных мероприятий по защите населения и территорий от наводнений, вызванных заторными явлениями;

обоснованию рационального варианта распределения сил и средств РСЧС для выполнения превентивных мероприятий по защите населения и территорий от наводнений, вызванных заторными явлениями.

В работах [4-7] рассматриваются подходы к определению вероятности возникновения ледовых заторов и мероприятий по ее снижению, которые могут быть учтены при решении задачи обоснования распределения сил и средств РСЧС. Однако в указанных работах не рассматривается временной фактор проведения превентивных мероприятий, которое

оказывает значительное влияние на принятие решения о выполнении конкретного вида работ.

Тогда в формализованном виде такую задачу можно представить в следующем виде.

**Для заданных:**

параметров, влияющих на образование ледовых заторов:

$K$  – количество групп (количество подразделений, назначенных для выполнения превентивных мероприятий);

$A^k = (a_{ij}^k)$  – время, необходимое для перемещения  $k$ -ой группы от  $i$ -го участка проведения ИТМ и на выполнение  $j$ -го ИТМ, мин.

Характеристик населенных пунктов и потенциально опасных объектов:

$l$  – расстояние от реки до ближайшего потенциально-опасного объекта, км;

$q$  – наибольшая работающая смена ближайшего к реке потенциально опасного объекта, чел.;

$s$  – расстояние от реки до ближайшего населенного пункта, км;

$\rho$  – плотность населения ближайшего к реке населенного пункта, чел/км<sup>2</sup>;

**необходимо найти** такое множество допустимых последовательностей выполнения работ группами, чтобы при объединении этих последовательностей наибольшее время ра-

боты групп было минимальным. При этом должны быть проведены все ИТМ, а время, затраченное группой для проведения ИТМ,

не должно превышать позднего времени проведения ИТМ:

$$t(M) = \max(t_{(I^1)}, t_{(I^2)}, \dots, t_{(I^k)}) \implies \min, \quad k = \overline{1, K}, \quad (1)$$

$$\bigcup_{k=1}^K I^k = H = \{h_i\}, \quad i = \overline{1, N}, \quad (2)$$

$$\bigcap_{k=1}^K I^k = \emptyset, \quad (3)$$

$$\sum_{f=1}^F a_{I_{f,f+1}^k} \leq t_{I_{f+1}^k}^{\text{позд.}}, \quad F = 1, 2, \dots, \|I_k\| - 1, \quad \forall k = \overline{1, K}, \quad (4)$$

где:

$t^{\text{позд.}} = \{t_i^{\text{позд.}}\} = f(p, l, \rho, q, s)$  – заданное время проведения ИТМ, мин;

$p = p(N, G, A)$  – вероятность возникновения ледового затора в створе реки в зависимости от значений морфологических, гидрометеорологических, антропогенных факторов;

$M = \{I^k\}$  – множество допустимых и перспективных последовательностей выполнения работ группами;

$t(M)$  – наибольшее время выполнения работ всеми группами;

$I^k = f(A^k, t, H, K)$  – допустимая и перспективная последовательность выполнения работ  $k$ -ой группой;

$f = \overline{1, F}$  – порядковый номер выполнения работ в последовательности  $I^k$ ;

$t_{(I^k)}$  – время выполнения работ в последовательности  $I^k$ .

Таким образом, можно сделать вывод, что, обладая информацией о вероятности возникновения ледового затора, возможно скорректировать позднее время выполнения ИТМ и рационально распределить имеющийся состав сил и средств.

### Литература

1. Кичигина Н.В. (2021). Наводнения Сибири: географический и статистический анализ за период климатических изменений. Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 66 (1), С. 41 – 60.
2. Ткаченко Ю.А., Ткаченко П.Н., Тедуриева А.Н, Иванов Е.В. Анализ научно-методических подходов к прогнозированию заторных явлений в Томской области // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2022. № 2 (53). С. 29 – 37.
3. Свод правил СП 104.13330.2016. «Инженерная защита территорий от затоплений и подтоплений» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054204> (дата обращения: 20.05.2024).
4. О подходе к минимизации материального риска при чрезвычайных ситуациях (паводках), вызванных заторными явлениями / Е.В. Иванов, П.Н. Ткаченко, Ю.А. Ткаченко, В.А. Нестеров // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2022. – № 4(27). С. 92 – 97. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.44.95.015.
5. Ткаченко Ю.А. Методика определения степени обеспечения без-опасности жизнедеятельности населения в особых природных и климатических условиях / Ю.А. Ткаченко, П.Н. Ткаченко // Ресурсосберегающие технологии в контроле, управлении качеством и безопасностью: Сборник научных трудов X Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, Томск, 09 – 11 ноября 2021 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2022. С. 212 – 215.

6. Ткаченко Ю.А. О подходе к решению задачи снижения вероятности возникновения заторов на участке реки / Ю.А. Ткаченко, П.Н. Ткаченко, Е.В. Иванов // Проблемы анализа риска. – 2024. – Т. 21, № 1. С. 56 – 64.
7. Иванов Е.В. Модель обоснования объема инженерно-технических мероприятий по снижению ущерба от чрезвычайных ситуаций, вызванных заторами / Е.В. Иванов, Ю.А. Ткаченко // Проблемы противодействия техногенным, биогенным, социокультурным угрозам и пути их решения: Сборник материалов научно-практической конференции, Москва, 24 ноября 2022 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2023. С. 33 – 37.

## ON THE PROBLEMATIC SITUATION OF PREVENTIVE MEASURES TO PROTECT THE POPULATION AND TERRITORIES FROM FLOODS CAUSED BY CONGESTION

**Evgeniy POLEVOY**

teacher of the department (rescue robotic equipment)  
The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia  
named after D.I. Mikhailika  
Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A  
E-mail: e.polevoi@amchs.ru

**Abstract.** The article discusses possible ways to resolve the problematic situation related to ensuring the safety of the population and territories from floods caused by congestion and setting the task of substantiating a rational option for the allocation of forces and means of the territorial subsystem of the emergency response system to carry out preventive engineering and technical measures in a formalized form.

**Keywords:** flooding, ice jams, preventive measures.

**Citation:** Polevoy E.V. On the problematic situation of preventive measures to protect the population and territories from floods caused by congestion // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. № 2 (61). S. 57 – 64.

### References

1. Kichigina N.V. (2021). Floods of Siberia: geographical and statistical analysis during the period of climate change. Bulletin of St. Petersburg University. Geosciences, 66 (1), S. 41 – 60.
2. Tkachenko Y.A., Tkachenko P.N., Tedurieva A.N., Ivanov E.V. Analysis of scientific and methodological approaches to forecasting congestion phenomena in the Tomsk region // Scientific and educational problems of civil protection. 2022. No. 2 (53). S. 29 – 37.
3. Set of rules SP 104.13330.2016. "Engineering protection of territories from flooding and flooding" [Electronic resource]. Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/456054204> (date of access: 20.05.2024).
4. On an approach to minimizing material risk in emergency situations (floods) caused by ice jams / E.V. Ivanov, P.N. Tkachenko, Y.A. Tkachenko, V.A. Nesterov // Siberian Fire and Rescue Bulletin. – 2022. – No. 4(27). S. 92 – 97. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.44.95.015.
5. Tkachenko Y.A. Methodology for determining the degree of ensuring the safety of life of the population in special natural and climatic conditions / Y.A. Tkachenko, P.N. Tkachenko // Resource-saving technologies in control, quality management and safety: Collection of scientific papers of the X International Conference of schoolchildren, students, graduate students, young scientists, Tomsk, November 09 – 11, 2021. – Tomsk: National Research Tomsk Polytechnic University, 2022. S. 212 – 215.
6. Tkachenko Y.A. On an approach to solving the problem of reducing the probability of congestion on a river section / Y.A. Tkachenko, P.N. Tkachenko, E.V. Ivanov // Problems of risk analysis. – 2024. – Т. 21, No. 1. S. 56 – 64.

7. Ivanov E.V. Model for substantiating the scope of engineering and technical measures to reduce damage from emergency situations caused by congestion / E.V. Ivanov, Y.A. Tkachenko // Problems of countering technogenic, biogenic, sociocultural threats and ways to solve them: Collection of materials of the scientific and practical conference, Moscow, November 24, 2022. – Moscow: All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2023. S. 33 – 37.

УДК 351.862

## МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ ЗНАЧИМОСТИ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОГО ОБЪЕКТА ЭКОНОМИКИ

**А.А. Рыжов**

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

**Аннотация.** В статье рассмотрен подход к оценке значимости структурных элементов на примере машиностроительного завода. Описаны правила построения динамической структурно-функциональной модели. Представлен сценарий опасного состояния машиностроительного завода, на основе которого с применением сценарного логико-вероятностного метода проведена оценка влияния вероятности опасного состояния структурного элемента на вероятность опасного состояния объекта.

**Ключевые слова:** алгоритм ортогонализации, значимый структурный элемент, логико-вероятностный метод, машиностроительный завод, сценарий опасного состояния, функциональная модель.

**Цитирование:** Рыжов А.А. Методический подход к решению задачи оценки значимости структурных элементов критически важного объекта экономики // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (61). С. 65 – 75.

Концептуальный анализ, проведенный в работах [1, 2], показал, что для обоснования рационального варианта системы защиты критически важного объекта необходимо решить задачу оценки значимости его структурных элементов с точки зрения их влияния на устойчивое функционирование объекта. Критически важный объект является структурно сложной системой. Сложность определяется не столько наличием множественных структурных элементов, сколько сложностью функциональных и логических связей между ними. Каждый структурный элемент выполняет функцию, значимую для обеспечения устойчивого функционирования объекта. Поэтому оценка значимости структурных элементов является необходимой задачей при разработке системы защиты объекта, особенно с учетом ограничений на финансовые и материальные ресурсы.

Доступным и практически реализуемым путем исследования структурно сложных систем является моделирование.

Критически важный объект экономики – это существующая (не создаваемая) система, для исследования которой в первую очередь строится познавательная структурная модель.

На основе структурной разрабатывается динамическая структурно-функциональная модель объекта. Анализ динамической модели позволяет определить иницирующие условия и события, реализация которых может привести объект к опасному состоянию. Под опасным состоянием объекта понимается состояние, которое характеризуется потерей его устойчивости функционирования. Далее создается сценарий опасного состояния объекта, а последующие логико-математические преобразования позволяют определить значимость структурных элементов объекта.

Значимость структурных элементов по описанному алгоритму определена на примере машиностроительного завода.

Машиностроительный завод – это сложная организационно-техническая система, структурными элементами которой являются: производственные цеха, складские помещения, сооружения энергетического и коммунального обеспечения и общезаводские объекты. В методических указаниях по архитектурному проектированию промышленных зданий [3] представлена типовая схема машиностроительного завода (рисунок 1).

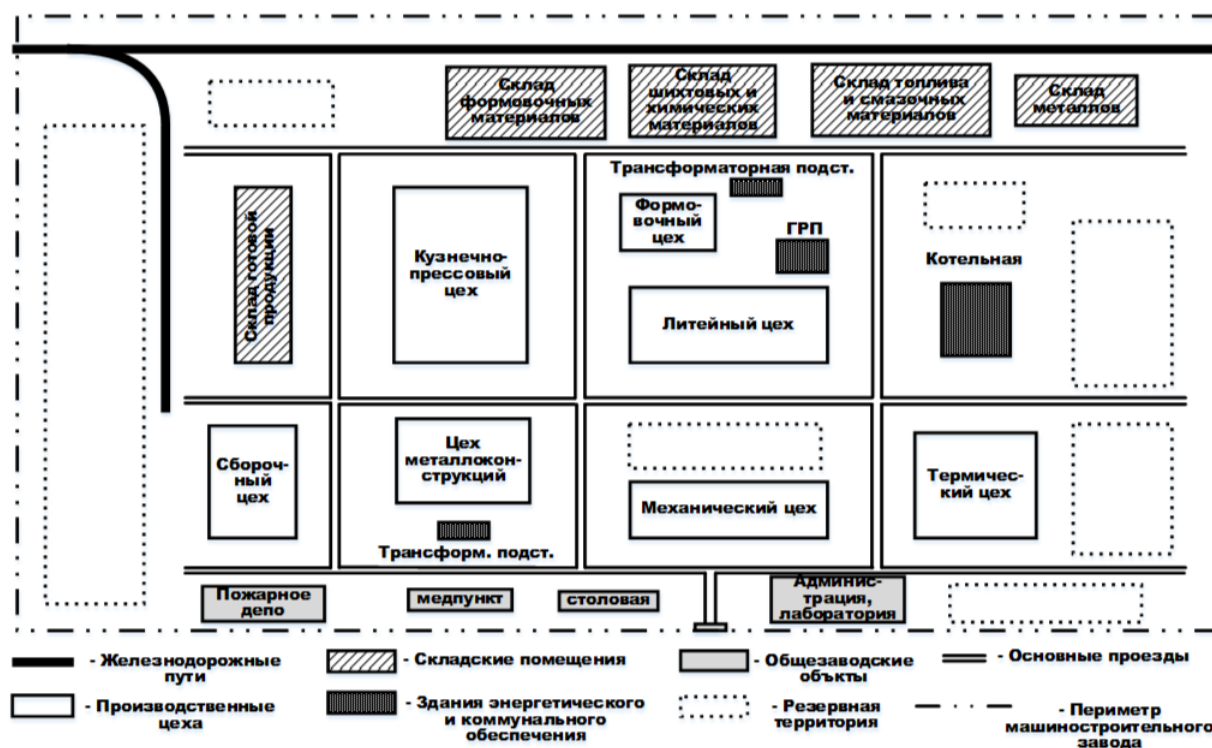


Рисунок 1 – Типовая схема машиностроительного завода

Производственные цеха условно делятся на группы в соответствии с их функциональным предназначением: заготовительные (литейный, кузнечно-прессовый, металлоконструкций), обрабатывающие (механический, термический), вспомогательный (формовочный) и сборочный. Складские помещения делятся на склады хранения производственных ресурсов (формовочных материалов, шихтовых и химических материалов, топлива и смазочных материалов, металлов) и склады готовой продукции. К сооружениям энергетического и коммунального обеспечения относятся: трансформаторные подстанции, котель-

ная и газорегуляторный пункт. Машиностроительный завод снабжается гарантированным энергетическим и коммунальным обеспечением, что подразумевает наличие как основных, так и одного или нескольких резервных источников коммунально-энергетического обеспечения, которые могут быть как внутренними, так и внешними [4]. Общезаводские объекты – это здание администрации, столовая, медпункт и пожарное депо.

Структурная модель производственного процесса машиностроительного завода представлена на рисунке 2.

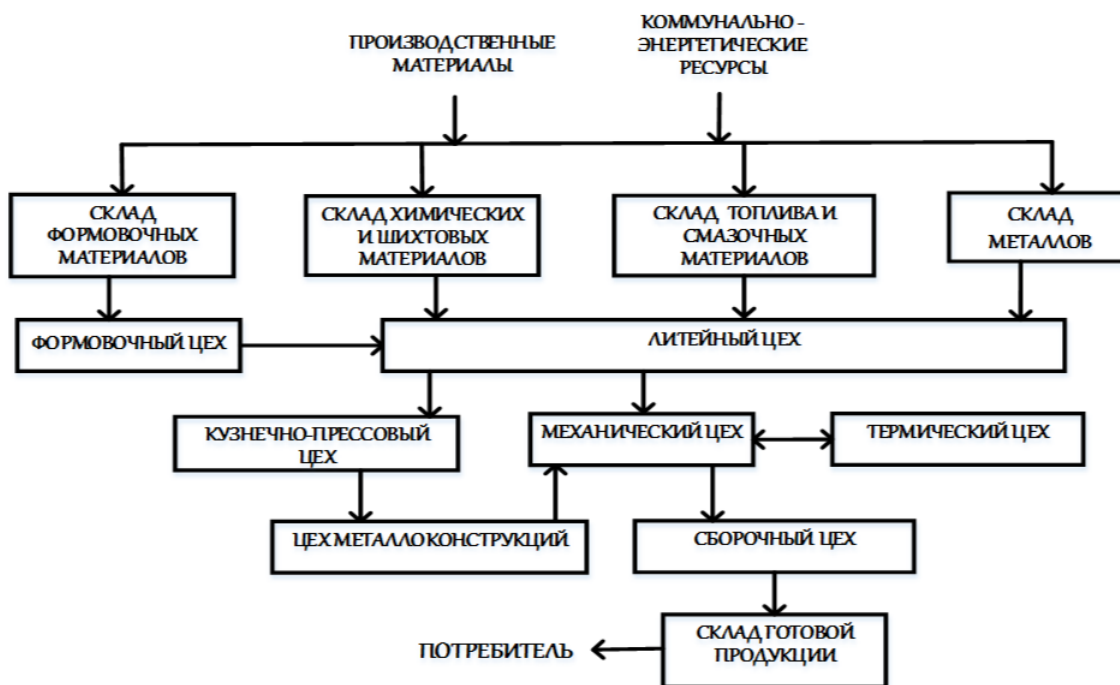


Рисунок 2 – Структурная модель производственного процесса машиностроительного завода

Структурная модель позволяет выделить основные структурные элементы (далее — компоненты) машиностроительного завода и потоки основных ресурсов, обеспечивающих производственный процесс.

Структурная модель является познавательной моделью. Для определения значимости структурных элементов необходимо перейти к динамической структурно-функциональной модели производственного процесса машиностроительного завода. Динамические модели базируются на параметрах — мерах количественного описания свойств и описывают взаимосвязь различных парамет-

ров. Параметрами в динамической модели характеризуются как компоненты, так и потоки. Потоки, как правило, характеризуются интенсивностью, а компоненты различными свойствами в зависимости от своего предназначения [5]. Например, в структурно-функциональной модели производственного процесса машиностроительного завода компоненты в основном характеризуются объемом (количеством) производимой продукции.

Структурно-функциональная модель производственного процесса машиностроительного завода представлена на рисунке 3.

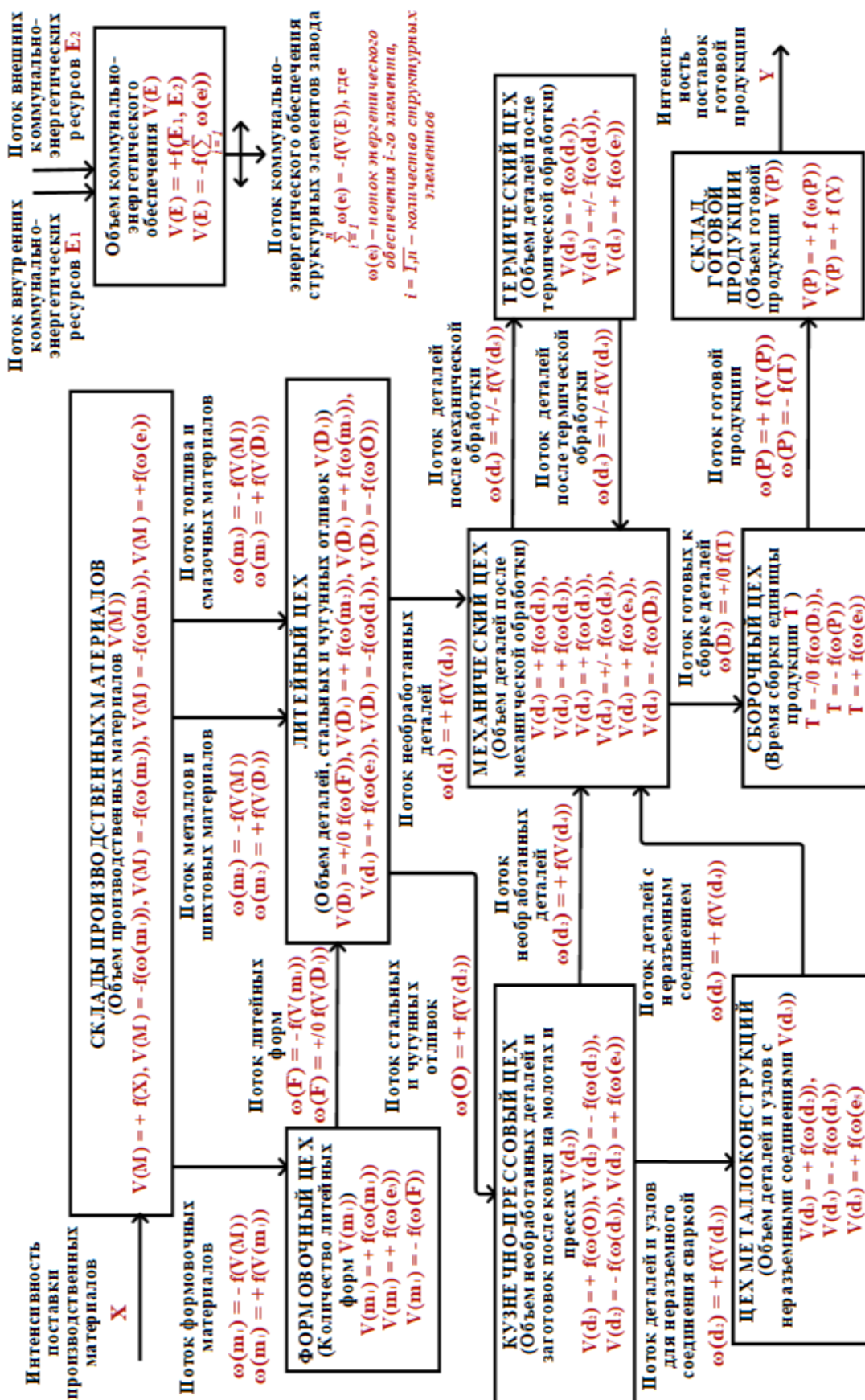


Рисунок 3 – Структурно-функциональная модель производственного процесса машиностроительного завода



Параметры потоков и компонентов находятся в функциональной зависимости. Если увеличение одного параметра приводит к увеличению другого параметра (это могут быть как параметры входящего или исходящего потока, так и компонента), то функция положительная. Соответственно, если увеличение параметра потока (компонента) приводит к уменьшению параметра компонента (потока), то функция отрицательная. Таким образом, динамическая структурно-функциональная модель представляет из себя последовательную цепочку зависимостей, определяющих, как изменение одного параметра повлияет на изменение другого. Параметры компонентов зависят только от параметров входящих и исходящих потоков или параметров самого компонента, а параметры потоков только от параметров на концах потока [5].

Запись « $\omega(m_1) = - f(V(M))$ » означает, что зависимость исходящего потока формовочных материалов на объем производственных материалов на складах отрицательная. Увеличение входящего потока формовочных материалов влияет на увеличение количества литейных форм, производимых формовочным цехом, соответственно зависимость параметров положительная « $\omega(m_1) = + f(V(m_1))$ ». Запись « $\omega(F) = +/0 f(V(D_1))$ » означает, что увеличение объема деталей, стальных и чугунных отливок, производимых литейным цехом

зависит от увеличения потока литейных форм, но со временем, после производства достаточного количества литейных форм эта зависимость исчезает.

Термическая обработка может применяться как для снижения твердости и улучшения обрабатываемости металлов перед механической обработкой, так и для закалки и повышения механических свойств металла после механической обработки. Запись « $\omega(d_5) = +/- f(V(d_4))$ » означает, что поток деталей после термической обработки может как увеличивать объем деталей после механической обработки, так и уменьшать его в зависимости от последовательности проводимых механической и термической обработок деталей.

На основе структурно-функциональной модели разработан сценарий опасного состояния машиностроительного завода (далее — МСЗ), который рассматривается как совокупность условий, которые могут привести объект к потере устойчивости функционирования. Причинами потери устойчивости функционирования объекта являются следующие события: нарушение энергетического и коммунального обеспечения производственного процесса, отсутствие заготовительных материалов, нарушение процесса сборки основной продукции, нарушение процесса обработки деталей (рисунок 4).

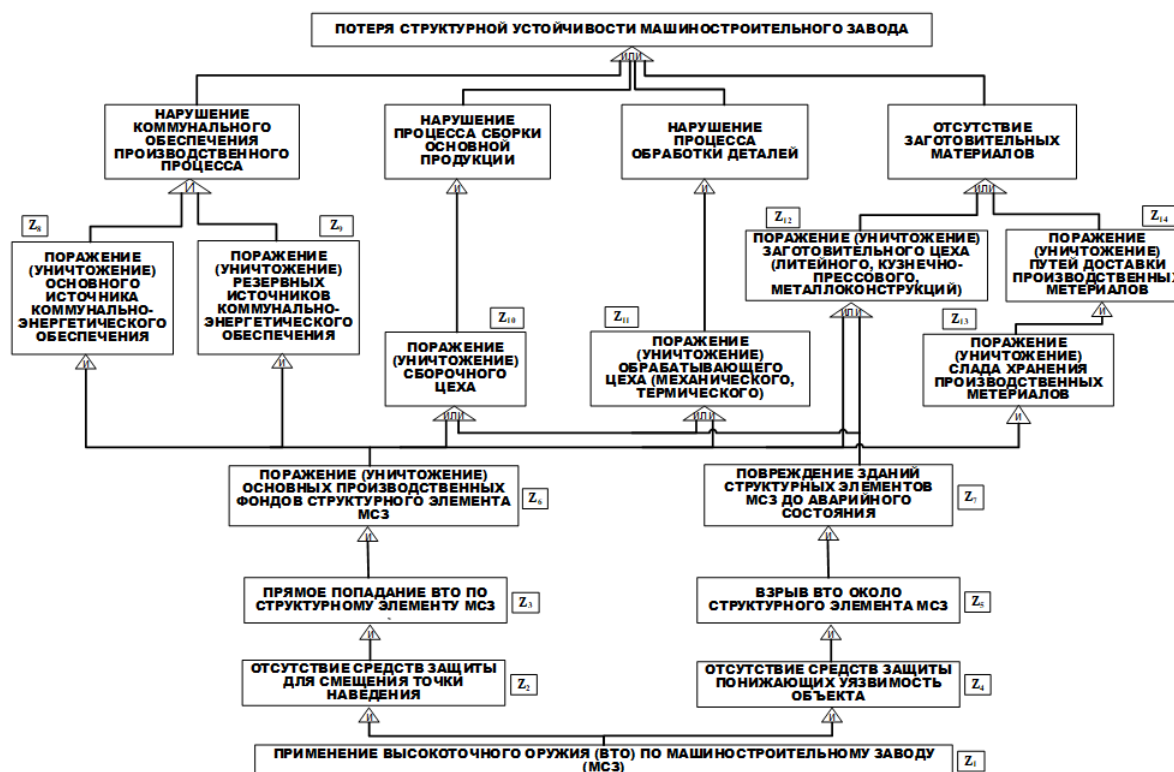


Рисунок 4 – Сценарий опасного состояния машиностроительного завода

Опасным инициирующим событием в условиях военного конфликта является применение противником высокоточного оружия (далее – ВТО) по МСЗ (инициирующее событие –  $Z_1$ ). Учитывая характеристики современных высокоточных средств поражения [6], отсутствие средств защиты для смещения точки наведения (инициирующие условие (далее – ИУ) –  $Z_2$ ) приведет к прямому попаданию ВТО по структурному элементу МСЗ (ИУ –  $Z_3$ ), а отсутствие средств защиты, понижающих уязвимость объекта (ИУ –  $Z_4$ ) приведет к опасному состоянию при условии взрыва ВТО около структурного элемента МСЗ (ИУ –  $Z_5$ ). Потеря устойчивости функционирования возможна при условии поражения основных производственных фондов (ИУ –  $Z_6$ ) или повреждения зданий структурных элементов МСЗ до аварийного состояния (ИУ –  $Z_7$ ). Методика оценки технического состояния промышленных зданий по внешним признакам представлена в [7].

Основными инициирующими условиями, приводящими МСЗ к опасному состоянию, являются следующие события:  $Z_8$  – поражение (уничтожение) основного источни-

ка коммунально-энергетического обеспечения,  $Z_9$  – поражение (уничтожение) резервных источников коммунально-энергетического обеспечения,  $Z_{10}$  – поражение (уничтожение) сборочного цеха,  $Z_{11}$  – поражение (уничтожение) обрабатывающего цеха,  $Z_{12}$  – поражение (уничтожение) заготовительного цеха,  $Z_{13}$  – поражение (уничтожение) склада хранения производственных материалов,  $Z_{14}$  – поражение (уничтожение) путей доставки производственных материалов.

Сценарный логико-вероятностный метод [8, 9] позволяет оценить влияние структурных элементов МСЗ на его опасное состояние.

Функция опасного состояния (далее – ФОС) – это функция алгебры логики (далее – ФАЛ), записанная в виде логической матрицы кратчайших путей к опасному состоянию. Кратчайший путь – это минимальное количество логических событий, которые должны произойти для реализации опасного состояния объекта. Так, например, для реализации опасного состояния, связанного с нарушением процесса сборки основной продукции должны произойти следующие события: применение противником ВТО по МСЗ, от-

существование средств защиты для смещения точки наведения, прямое попадание ВТО по структурному элементу МСЗ, уничтожение основных производственных фондов сборочного цеха. Логические события кратчайшего пути объединяются логическим «И» или конъюнкцией (логическим умножением). Таким образом, получим конъюнкцию кратчайшего пути  $Z_1Z_2Z_3Z_6Z_{10}$ . Объединив все кратчайшие пути логическим «ИЛИ» или дизъюнкцией (логическим сложением) получим ФОС МСЗ.

Для дальнейших логических преобразований ФОС удобно представить в виде логической матрицы, в которой конъюнкции логических событий располагаются в строке, а их дизъюнкции – в столбце, т.е. строки логической матрицы ФОС – это кратчайшие пути опасного состояния.

Запишем логическую матрицу ФОС для сценария опасного состояния МСЗ, представленного на рисунке 4.

$$\begin{pmatrix} Z_1Z_2Z_3Z_6Z_8Z_9 \\ Z_1Z_2Z_3Z_6Z_{10} \\ Z_1Z_2Z_3Z_6Z_{11} \\ Z_1Z_2Z_3Z_6Z_{12} \\ Z_1Z_2Z_3Z_6Z_{13}Z_{14} \\ Z_1Z_4Z_5Z_7Z_{10} \\ Z_1Z_4Z_5Z_7Z_{11} \\ Z_1Z_4Z_5Z_7Z_{12} \end{pmatrix} \quad (1)$$

ФОС представлена в дизъюнктивной нормальной форме (далее – ДНФ), т.е. в виде

$$f(Z_1, Z_2, \dots, Z_m) = K_1 \vee K_1'K_2 \vee K_1'K_2'K_3 \vee \dots \vee K_1' \dots K_{n-1}'K_n, \quad (3)$$

где  $K_1'$  – отрицание элементарной конъюнкции  $K_1$ .

дизъюнкций элементарных конъюнкций различного ранга. Для оценки влияния структурных элементов на вероятность перехода МСЗ в опасное состояние, необходимо ФОС представить в виде вероятностной функции (далее – ВФ). Для этого полученную ФОС необходимо перевести в форму перехода к полному замещению (далее – ФППЗ). ФППЗ – это форма ФАЛ, допускающая переход к вероятностной функции путем полной замены логических переменных соответствующими вероятностями, а логические операции арифметическими.

В соответствии с теоремами алгебры логики и вероятностной логики ортогональная дизъюнктивная нормальная форма (далее – ОДНФ) является ФППЗ. ОДНФ – это ДНФ, все члены которой попарно ортогональны [8].

Для перевода в ОДНФ пронумеруем конъюнкции ДНФ (1) следующим образом:

$$\begin{pmatrix} K_1 = Z_1Z_2Z_3Z_6Z_8Z_9 \\ K_2 = Z_1Z_2Z_3Z_6Z_{10} \\ K_3 = Z_1Z_2Z_3Z_6Z_{11} \\ K_4 = Z_1Z_2Z_3Z_6Z_{12} \\ K_5 = Z_1Z_2Z_3Z_6Z_{13}Z_{14} \\ K_6 = Z_1Z_4Z_5Z_7Z_{10} \\ K_7 = Z_1Z_4Z_5Z_7Z_{11} \\ K_8 = Z_1Z_4Z_5Z_7Z_{12} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Для получения функции в ОДНФ, необходимо привести ФАЛ к виду:

В матричной форме уравнение (3) будет иметь следующий вид:

$$f(Z_1, Z_2, \dots, Z_m) = \begin{pmatrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \\ * \\ * \\ * \\ K_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K_1 \\ K_1'K_2 \\ K_1'K_2'K_3 \\ * \\ * \\ * \\ K_1'K_2'K_3' \dots K_{n-1}'K_n \end{pmatrix} \quad (4)$$

Преобразовав уравнение (4) с помощью основных логических операций, получим

ОДНФ функции опасного состояния:

$$\begin{aligned}
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_6 Z_8 Z_9 \\
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_6 Z_8 Z_{10} \\
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_6 Z_8 Z_9 Z_{10} \\
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_6 Z_8 Z_{10}' Z_{11} \\
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_6 Z_8 Z_9 Z_{10}' Z_{11} \\
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_6 Z_8 Z_{10}' Z_{11}' Z_{12} \\
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_6 Z_8 Z_9 Z_{10}' Z_{11}' Z_{12} \\
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_6 Z_8 Z_{10}' Z_{11}' Z_{12}' Z_{13} Z_{14} \\
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_6 Z_8 Z_9 Z_{10}' Z_{11}' Z_{12}' Z_{13} Z_{14} \\
 & * * * * * \\
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_4 Z_5 Z_7 Z_{10}' Z_{11}' Z_{12} \\
 & Z_1 Z_2 Z_3 Z_4 Z_5 Z_6 Z_7 Z_{10}' Z_{11}' Z_{12}
 \end{aligned} \tag{5}$$

Все члены ФАЛ (5) попарно ортогональны, следовательно, функция представлена в ФППЗ. Полученную функцию можно привести к вероятностному виду заменив логические переменные вероятностными, а логиче-

ские конъюнкции и дизъюнкции на алгебраические умножения и сложения. Замещение логических переменных соответствующими вероятностными осуществляется по правилу:

$$P\{Z_i = 1\} = O_i, P\{Z_i = 0\} = P\{Z_i' = 1\} = B_i = 1 - O_i, \tag{6}$$

где:  $O_i$  – вероятность опасного состояния  $i$ -элемента;

$B_i$  – вероятность безопасного состояния  $i$ -элемента.

Получим функцию вероятности опасного состояния системы:

$$\begin{aligned}
 O_c = & O_1 O_2 O_3 O_6 O_8 O_9 + O_1 O_2 O_3 O_6 B_8 O_{10} + O_1 O_2 O_3 O_6 O_8 B_9 O_{10} + \\
 & O_1 O_2 O_3 O_6 B_8 B_{10} O_{11} + O_1 O_2 O_3 O_6 O_8 B_9 B_{10} O_{11} + O_1 O_2 O_3 O_6 B_8 B_{10} B_{11} O_{12} + \\
 & O_1 O_2 O_3 O_6 O_8 B_9 B_{10} B_{11} O_{12} + * * * * * + O_1 O_2 B_3 O_4 O_5 O_7 B_{10} B_{11} O_{12} + \\
 & O_1 O_2 O_3 O_4 O_5 B_6 O_7 B_{10} B_{11} O_{12}
 \end{aligned} \tag{7}$$

Значимость элемента отражает его влияние на опасное состояние системы и определяется как частная производная вероятности опасного состояния системы по вероятности опасного состояния элемента.

Принимая условие равновероятности опасного и безопасного состояния структурного элемента ( $O_i = B_i = 0,5$ ), значимость элемента определяется по формуле:

$$\xi_i = \frac{\partial O_c}{\partial O_i} = \sum_{f=1}^k 2^{-(r_f-1)} - \sum_{j=1}^l 2^{-(r_j-1)}, \tag{8}$$

где:  $k, r_f$  – число и ранг вероятностных произведений, содержащих элемент  $O_i$ ;

$l, r_j$  – число и ранг вероятностных произведений, содержащих элемент  $B_i$ .

Результаты расчетов значимости элементов модели опасного состояния МСЗ представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Значимость элементов модели опасного состояния МСЗ

$\xi_1$	$\xi_2$	$\xi_3$	$\xi_4$	$\xi_5$	$\xi_6$	$\xi_7$
0,2119	0,1025	0,1025	0,0957	0,0957	0,1025	0,0957
$\xi_8$	$\xi_9$	$\xi_{10}$	$\xi_{11}$	$\xi_{12}$	$\xi_{13}$	$\xi_{14}$
0,0029	0,0029	0,0225	0,0225	0,0225	0,0029	0,0029

- коэффициент значимости событий;

- коэффициент значимости структурных элементы.

Значимость элемента характеризует скорость изменения опасного состояния всей системы и указывает, как изменение опасного состояния элемента на величину  $\Delta O_i$  повлияет на прирост опасного состояния всей системы на величину  $\Delta O_c$ .

$$\Delta O_c = \xi_i * \Delta O_i, \quad (9)$$

где:  $\Delta O_c$  – изменение опасного состояния системы;

$\Delta O_i$  – изменение опасного состояния  $i$ -элемента.

Таким образом, анализ структурно-функциональной модели производственного процесса МСЗ позволил создать модель сценария опасного состояния и применить сценарный логико-вероятностный метод для оценки значимости структурных элементов МСЗ.

Анализ показал, что наиболее значимыми структурными элементами, оказывающими наибольшее влияние на опасное состояние машиностроительного завода, являются производственные цеха. Полученные результаты оценки значимости событий, оказывающих влияние на опасное состояние МСЗ, позволяют сделать вывод, что в системе защиты более значимыми являются мероприятия, направленные на смещение точки наведения.

В условиях ограничений на финансовые и материальные ресурсы в полной мере защитить все структурные элементы объекта от ВТО не представляется возможным, поэтому определение значимости структурных элементов является важной задачей для обоснования рационального варианта системы защиты КВО в условиях военных конфликтов.

### Литература

1. Рыжов А.А., Добров А.В., Письменский Н.В., Иванченко Д.И. Концептуальная модель обоснования рациональной системы защиты критически важных объектов в условиях современных военных конфликтов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1 (56). С. 37 – 46.
2. Рыжов А.А., Добров А.В., Лебедев А.Ю., Иванченко Д.И. Постановка научной задачи обоснования рациональных параметров системы защиты зданий и сооружений критически важных объектов в условиях военных конфликтов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2 (57). С. 46 – 54.
3. Методические указания по архитектурному проектированию промышленных зданий. Владимирский государственный университет, 1999. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/50/50884/index.htm> (дата обращения: 15.04.2024 г.).
4. Баранчикова С.Г. [и др.]. Управление машиностроительным предприятием: учебное пособие / Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. 2015. 252 с.

5. Жилин Д.М. Теория систем: опыт построения курса. Изд. 2-е, испр. – М.: Едиториал УРСС. 2004. 184 с.
6. Рыжов А.А., Добров А.В. Анализ проблемной ситуации в области обеспечения безопасности критически важных объектов в условиях военных конфликтов. В сборнике: Совершенствование Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и системы мероприятий гражданской обороны Российской Федерации на современном этапе. Сборник трудов XXXIV Международной научно-практической конференции. Химки. 2024. С. 41 – 46.
7. Рыжов А.А., Добров А.В., Шаповалова Г.Н. Методический подход к решению задачи диагностики технического состояния зданий и сооружений критически важных объектов экономики // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 1 (60). С. 34 – 49.
8. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. – СПб.: Политехника. 2000. 248 с.
9. Соложенцев Е.Д. Сценарное логико-вероятностное управления риском в бизнесе и технике. – СПб.: Издательский дом «Бизнес-пресса». 2004. 432 с.

## A METHODOLOGICAL APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM OF ASSESSING THE SIGNIFICANCE OF STRUCTURAL ELEMENTS OF A CRITICALLY IMPORTANT ECONOMIC OBJECT

**Alexander RYZHOV**

adjunct research center

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

Address: 141435, Moscow region, city Khimki,  
md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A

E-mail: a.ryzhov@amchs.ru

**Abstract.** The article discusses a methodological approach to assessing the significance of structural elements using the example of a machine-building plant. The rules for constructing a dynamic functional model are described. A scenario of a dangerous state of a machine-building plant is presented, on the basis of which, using the scenario logical-probabilistic method, the influence of the probability of a dangerous state of a structural element on the probability of a dangerous state of an object was assessed.

**Keywords:** orthogonalization algorithm, significant structural element, logical-probabilistic method, machine-building plant, dangerous condition scenario, functional model.

**Citation:** Ryzhov A.A. A methodological approach to solving the problem of assessing the significance of structural elements of a critically important economic object // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. № 2 (61). S. 65 – 75.

### References

1. Ryzhov A.A., Dobrov A.V., Pismensky N.V., Ivanchenko D.I. Conceptual model for justifying a rational system for the protection of critical objects in the conditions of modern military conflicts // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. No. 1 (56). S. 37 – 46.
2. Ryzhov A.A., Dobrov A.V., Lebedev A.Y., Ivanchenko D.I. Statement of the scientific problem of substantiating the rational parameters of the system for protecting buildings and structures of critical objects in the conditions of military conflicts // Scientific and educational problems of civil protection. 2023. No. 2 (57). S. 46 – 54.
3. Guidelines for the architectural design of industrial buildings. Vladimir State University, 1999. [Electronic resource]. – Access mode: <https://files.stroyinf.ru/Data1/50/50884/index.htm> (date of access: 15.04.2024).
4. Baranchikova S.G. [and others]. Management of a machine-building enterprise: a textbook / Ekaterinburg: Ural Publishing House. University. 2015. 252 s.
5. Zhilin D.M. Systems theory: experience in building a course. Ed. 2nd, rev. – М.: Editorial URSS. 2004. 184 s.

6. Ryzhov A.A., Dobrov A.V. Analysis of the problematic situation in the field of ensuring the security of critical facilities in military conflicts. In the collection: Improving the Unified State System for the Prevention and Elimination of Emergency Situations and the System of Civil Defense Measures of the Russian Federation at the Present Stage. Collection of proceedings of the XXXIV International Scientific and Practical Conference. Khimki. 2024. S. 172 – 176.
7. Ryzhov A.A., Dobrov A.V., Shapovalova G.N. A methodological approach to solving the problem of diagnosing the technical condition of buildings and structures of critical economic objects // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. No. 1 (60). S. 34 – 49.
8. Ryabinin I.A. Reliability and safety of structurally complex systems. – St. Petersburg: Politekhnik. 2000. 248 s.
9. Solozhentsev E.D. Scenario logical and probabilistic risk management in business and technology. – St. Petersburg: Publishing House "Business Press". 2004. 432 s.

УДК 614.8.084

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНОВ С ПОЗИЦИЙ РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ФОРМИРОВАНИЙ

**П. А. Матюшев**

ассистент кафедры (промышленной и экологической безопасности)

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Адрес: 420111, г. Казань, ул. К. Маркса, 10

E-mail: ardias@bk.ru

**Аннотация.** В статье описан подход к оценке потенциальной опасности территорий муниципальных районов субъектов РФ. На основе метода анализа иерархий определен интегральный показатель потенциальной опасности территорий, компонентами которого являются комплексные показатели, характеризующие возможные чрезвычайные ситуации и происшествия различной природы, чувствительность территорий к внешним воздействиям, а также потенциал противодействия опасностям и угрозам. Формирование перечней единичных показателей, входящих в комплексные, осуществлено с учетом основных и дополнительных видов деятельности профессиональных аварийно-спасательных формирований субъектов. Значения интегрального показателя потенциальной опасности территорий, полученные для всех муниципальных районов субъекта Российской Федерации, используются в дальнейшем при определении рационального количества и мест размещения профессиональных аварийно-спасательных формирований субъектов. Описанный подход реализован на примере Республики Татарстан.

**Ключевые слова:** опасность, чрезвычайные ситуации и происшествия, уязвимость территории, защищенность территории, комплексный показатель, интегральный показатель, профессиональные аварийно-спасательные формирования.

**Цитирование:** Матюшев П. А. Оценка уровня потенциальной опасности территорий муниципальных районов с позиций рационального размещения аварийно-спасательных формирований // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (61). С. 76 – 86.

### Введение

Эффективное противодействие опасностям и угрозам с учетом рисков возникновения чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС), пожаров и происшествий на водных объектах, а также прогнозируемых опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов является одной из ключевых задач государственной политики по защите населения и территорий РФ от ЧС [1].

Органами управления сил и средств, предназначенных для решения задач по предупреждению и ликвидации ЧС, в соответствии с Федеральным законом от 22.08.1995 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» (далее — ФЗ-151) [2], являются аварийно-спасательные службы (далее — АСС), основу которых составляют аварийно-спасательные формирования (далее — АСФ).

Ввиду обширной территории РФ и большого объема задач, возложенных на АСС и АСФ,

реализация ФЗ-151 осуществляется преимущественно путем создания профессиональных АСС и АСФ в субъектах РФ. Ограниченное бюджетное финансирование не позволяет создавать их на муниципальном уровне, за исключением крупных городов в составе субъектов, поэтому решение вопросов защиты населения и территорий субъектов от ЧС возлагается на профессиональные АСС и АСФ, созданные органами исполнительной власти субъектов (далее — ПАСФ субъекта).

В период создания ПАСФ, который приходится на вторую половину 1990-х годов, в большинстве субъектов основным критерием при определении количества и мест размещения ПАСФ был объем финансовых затрат на их содержание. Широкий спектр поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ, выполняемых последними в природной среде и на водных объектах, которые не попадают под критерии ЧС, не был принят к учету, как не приняты к учету изменения за послед-



ние 30 лет, связанные развитием экономики, транспортных и инфраструктурных объектов, миграцией населения. Как следствие, недостаточность количества ПАСФ субъекта, их отдаленность от мест размещения потенциально опасных объектов сказываются на тяжести последствий от ЧС и происшествий.

Анализ нормативно-правовой базы и исследований, посвященных вопросам повышения эффективности деятельности АСС и АСФ, указывает на необходимость учета «индивидуальных» особенностей территорий, в том числе свойственных им географических и природно-климатических условий, социально-экономических характеристик населенных пунктов.

В большинстве исследований оценка уровней опасностей и угроз территорий основывается на статистической информации о количестве ЧС по видам, времени, территории возникновения и социально-экономическим последствиям. В качестве наиболее значимых угроз рассматриваются такие ЧС, которые происходят редко, но сопровождаются большими ущербами. При определении количества ПАСФ и мест их размещения на территории субъекта такой подход к оценке уровней опасностей территорий является недопустимым, так как остаются неучтенными неблагоприятные события, которые происходят часто, но причиняют меньший ущерб жизни и здоровью людей, природным и материальным ресурсам. Следовательно, учету должны подлежать все ЧС и происшествия, к предотвращению и устранению последствий которых привлекаются ПАСФ.

Количество ПАСФ должно быть определено с учетом принципа рациональности, который предполагает достижение поставленной цели с учетом заданных ограничений и имеющихся возможностей. Нецелесообразно размещать ПАСФ субъекта во всех административных центрах муниципальных районов, поэтому в условиях существующего административно-территориального устройства субъектов следует провести оценку уровня потенциальной опасности территории в разрезе муниципальных районов (далее — МР).

Отсюда следует цель исследования — разработать методический аппарат, позволяющий оценить уровни потенциальных опасностей и угроз территорий МР субъекта федерации с учетом рисков возникновения ЧС и происшествий, в предупреждении и ликвидации последствий которых, в случае их возникновения, участвуют ПАСФ субъекта, а также с учетом чувствительности территорий к внешним воздействиям и готовности противодействовать им.

Для оценки уровней потенциальных опасностей и угроз территорий МР применяются количественные, качественные и комбинированные методы. Качественные методы (методы экспертных оценок) позволяют проводить оценку уровней опасностей и угроз при наличии качественных показателей, а также когда количество показателей является недостаточным для применения количественных методов. Количественные методы (вероятностно-статистические) предполагают построение моделей при наличии большого объема статистических данных для установления динамики процесса. Как показывает практика, не все важные факторы, которые следует учитывать в модели оценки потенциальных опасностей и угроз, можно представить в виде количественного показателя со значениями за период времени, необходимый для рассмотрения. Поэтому наиболее перспективным видится применение комбинированного метода.

В настоящее время достаточно много примеров применения вероятностно-статистических методов при оценивании территориального риска возникновения ЧС в показателях опасности, уязвимости и защищенности. В этих исследованиях территориальный риск ЧС рассматривается как индекс риска в баллах, индексы опасности, уязвимости и защищенности, являющиеся качественными характеристиками территорий, также представляются в баллах.

Тридворнов А.Ю. [3] применил данный подход для оценки комплексного риска ЧС территорий Красноярского края. Он предлагает определить индексы опасности и уязвимости через индикаторы, имеющие определенные весовые коэффициенты. Уязвимость предлагается определять через степень урбаниза-

ции территории и степень ее защищенности. Такой же подход применен Бычковым И.В., Никольчуком О.А., Павловым А.И. и Юриным А.Ю. [4] при оценке риска административных образований (районов) Иркутской области. Для оценки территориального риска Аноп Макс. Ф. и Катуева Я.В. [5] предлагают дополнить индексы опасности и уязвимости индексом защищенности, определяемом на основе данных о противодействии опасностям и уязвимости территории. Для оценки риска возникновения ЧС на определенной территории Ничепорчук В.В. [6] предлагает рассматривать его как функцию опасности, уязвимости и защищенности территорий. В соответствии с международным информационным проектом INFORM [7], ориентированным на применение методов индексов риска для оценки и управления рисками ЧС, представители ВНИИ ГОЧС [8] предлагают определить интегральный индекс риска  $I$  на основании оценки трех составляющих – степени опасностей, уровня уязвимости и потенциала противодействия

$$I = \sqrt[3]{K \times V \times (1 - S)},$$

где  $K = g(K_{\text{пр}}, K_{\text{тех}})$  – индикатор природных  $K_{\text{пр}}$  и техногенных  $K_{\text{тех}}$  опасностей,  $V$  – индикатор уязвимости;  $S$  – индикатор недостаточности потенциала противодействия опасностям и угрозам.

Немало примеров применения качественных методов при оценивании территориального риска возникновения ЧС. В работе [9] на основе иерархической модели осуществляется оценка комплексного показателя  $K_j$  потенциальной опасности регионов Украины по техногенным и природным ЧС:

$$K_j = \sum_{i=1}^n v_i X_{ij}, j = 1, \dots, m,$$

где  $v_i$  – удельный вклад (весовой коэффициент) характеристики  $X_i$  в комплексный показатель потенциальной опасности,  $X_{ij}$  – нормированное значение характеристики  $i$  для  $j$ -го региона. Для определения весовых коэффициентов показателей авторы используют метод парных сравнений.

Метус А.М. [10] предлагает для оценки состояния природно-техногенной безопасности территорий использовать метод интегрального аналитического оценивания, который обеспечивает формирование комплексного показателя на основе многомерного аналитического моделирования состояния окружающей среды и объектов техносферы, позволяет получить интегральную оценку природно-техногенной безопасности территорий.

Москвичёв В.В., Ничепорчук В.В., Потапов В.П., Тасейко О.В. [11], рассматривая территорию как сложный объект, характеризующийся большим количеством показателей, подходы к систематизации последних представляют в виде иерархической модели из пяти уровней. Оценка уровней риска авторы производят в показателях опасности, уязвимости и защищенности территорий.

Из представленного анализа следует, что для оценки уровня потенциальной опасности территории МР, представляющей собой комплексную оценку, которая позволяет проводить всесторонний анализ внешних воздействий на территории МР со всеми находящимися на них природными объектами и объектами экономики, учитывать чувствительность и потенциал противодействия внешним воздействиям, необходимо сформировать интегральный показатель потенциальной опасности территорий МР субъекта.

## Материалы и методы

Под интегральным показателем потенциальной опасности территорий МР будем понимать агрегированный показатель, учитывающий опасности и угрозы возникновения ЧС и происшествий техногенного, природного, биологического и социального характера, чувствительность территорий к внешним воздействиям и потенциал противодействия им, который позволяет определить уровень потенциальной опасности территорий на основании количественных и качественных оценок.

Рассматривая территории МР субъекта как сложные системы, интегральную оценку  $I$  уровня потенциальных опасностей и угроз территорий можно представить как обобщенную характеристику:

$$I = f(K, V, S), \quad (1)$$

где

$$K = g(K_{ТО}, K_{ПО}, K_{БО}, K_{СО}) \quad (2)$$

является комплексным показателем техногенных  $K_{ТО}$ , природных  $K_{ПО}$ , биологических  $K_{БО}$  и социальных  $K_{СО}$  ЧС и происшествий;  $V$ ,  $S$  – комплексные показатели уязвимости и недостаточности потенциала противодействия территориям МР угрозам и опасностям, получаемые с учетом географических, природно-климатических условий и социально-экономических характеристик территорий.

Из (1) и (2) следует, что для получения интегральной оценки  $I$  уровня потенциальной опасности территории МР необходимо оценить комплексные показатели  $K$ ,  $V$ ,  $S$ , характеризующие уровни опасностей и угроз, чувствительность территорий к внешним воздействиям и недостаточность потенциала противодействия угрозам и опасностям. Оценка показателя  $K$  основывается на оценке комплекс-

ных показателей  $K_{ТО}$ ,  $K_{ПО}$ ,  $K_{БО}$ ,  $K_{СО}$  следующего уровня и т.д. Эффективным инструментом реализации данного подхода является метод анализа иерархий, в основе которого лежат принципы декомпозиции, парных сравнений и синтеза приоритетов.

Принцип декомпозиции представлен на рисунке 1, демонстрирующем пять уровней иерархической модели: на первом уровне цель исследования – оценка интегрального показателя потенциальной опасности территорий МР, на втором уровне – оценка комплексных показателей опасностей и угроз появления ЧС и происшествий, комплексных показателей уязвимости и защищенности территорий МР, на третьем уровне – идентификация природы появления ЧС и происшествий на территориях МР, на четвертом уровне – идентификация опасностей и угроз возникновения ЧС и происшествий на территориях МР; на пятом уровне – характеристики рисков возникновения ЧС и происшествий на территориях МР.

Основными этапами оценки интегрального показателя потенциальной опасности территорий МР являются:

- 1) формирование перечней показателей, характеризующих факторы риска возникновения ЧС и происшествий – показателей опасностей и угроз; показателей уязвимости и защищенности территорий МР;



Рисунок 1 – Иерархическая модель оценки интегрального показателя потенциальной опасности территории МР (ТО – техногенные опасности, ПО – природные опасности, БО – биологические опасности, СО – социальные опасности)

2) формирование базы статистических данных за 10 лет в разрезе МР субъекта по показателям опасностей и угроз, уязвимости и защищенности территорий МР; нормирование статистических данных;

3) формирование критериев для определения приоритетов показателей опасностей и угроз территорий МР;

4) определение значимости (весов) критериев на основе усреднения результатов количественных и качественных методов, учитывающих значения критериев (среди количественных методов наиболее предпочтительными являются методы, основанные на формулах Фишберна и вычислении коэффициентов относительного разброса значений критериев; среди качественных – метод попарных сравнений с использованием шкалы относительной важности Т. Саати);

5) определение приоритетов показателей иерархической модели, характеризующих факторы рисков на территориях МР, по каждому критерию (составление матриц парных сравнений, определение собственных векторов, их нормирование, расчет локальных приоритетов по каждому критерию, оценка согласованности суждений экспертов, усреднение результатов опросов экспертов по каждому критерию);

6) определение глобальных приоритетов показателей иерархической модели с учетом значимости всех рассматриваемых критериев – весовых коэффициентов;

7) определение комплексного показателя К опасности территорий МР субъекта по ЧС и происшествиям техногенного, природного, биологического и социального характера;

8) определение приоритетов показателей уязвимости территорий МР (составление матриц парных сравнений, определение собственных векторов, их нормирование, расчет локальных приоритетов, оценка согласованности суждений экспертов, усреднение результатов опросов экспертов);

9) определение приоритетов показателей защищенности территорий МР (составление матриц парных сравнений, определение собственных векторов, их нормирование, расчет локальных приоритетов по каждому критерию, оценка согласованности суждений экспертов, усреднение результатов опросов экспертов по каждому критерию);

10) определение интегрального показателя  $I$  потенциальной опасности территорий МР субъекта, учитывающего уровни ЧС и происшествий, чувствительность территорий МР к внешним воздействиям и потенциал противодействия угрозам и опасностям.

Весовые коэффициенты  $v_i$  и  $\alpha_j$  в комплексном ( $K_l$ ) и интегральном ( $I_l$ ) показателях опасностей территорий  $l$ -го МР определяются на основе метода Саати [12]

$$K_l = \sum_{i=1}^4 v_i Z_{li}, \quad l = 1, \dots, m, \quad (3)$$

$$I_l = \alpha_1 K_l + \alpha_2 V_l + \alpha_3 S_l, \quad l = 1, \dots, m, \quad (4)$$

где  $Z_{l1}, Z_{l2}, Z_{l3}, Z_{l4}$  – нормированные значения показателей опасностей техногенного, природного, биологического и социального характера соответственно;  $K, V, S$  – значения комплексных показателей опасностей, уязвимости и недостаточности защищенности территорий МР;  $0 \leq v_i \leq 1, i = 1, 2, 3, 4; 0 \leq \alpha_j \leq 1, j = 1, 2, 3$ .

Особого внимания требует формирование перечней показателей, характеризующих риски возникновения ЧС и происшествий; уязвимость и защищенность территорий МР. Идентификация опасностей и угроз, которые должны быть учтены при определении рационального количества и мест размещения ПАСФ субъекта, осуществлена с привлечением ведущих специалистов в области гражданской обороны и ЧС. При идентификации опасностей и угроз техногенного, природного и биоло-

гического характера учтен Паспорт безопасности административно-территориальных единиц [13-14].

Укрупненная классификация основных показателей опасностей на территориях МР представлена в разрезе природы происхождения опасностей:

1) опасности техногенного характера: на транспорте; связанные с взрывами и (или) разрушениями (обрушениями); с авариями на системах жизнеобеспечения; с выбросом, сбросом опасных химических веществ; с разливом (выбросом) нефти и нефтепродуктов; с выбросом, сбросом, проливом ядерных материалов, радиоактивных веществ и отходов; с выбросом (проливом, просыпом) патогенных микроорганизмов; с выходом из строя (разрушением) гидротехнических сооружений или их частей;

2) опасности природного характера: связанные с геофизическими явлениями; с геологическими явлениями; с метеорологическими явлениями; с морскими гидрометеорологическими явлениями; с гидрологическими явлениями; опасные явления в лесах; с гелиогеофизическими явлениями; с космосом;

3) опасности биологического характера: эпидемии, массовые отравления; эпизоотии; эпифитотии;

4) опасности социального характера: опасности, связанные с конфликтами; с попаданием человека в опасную зону; с нападением животных; с изменениями психического состояния.

В исследованиях [4-8] уязвимость территорий определяется, как правило, через степень урбанизации территории (плотность населения, плотность дорожной сети, количество промышленных и инженерных объектов, др.). Наиболее полный перечень показателей уязвимости территорий представлен в работе [8].

Принятые к рассмотрению в данном исследовании показатели уязвимости территорий МР отражают: уязвимость отдельных категорий населения; уязвимость домашних животных от воздействий техногенного и природного характера; уязвимость природных объектов; уязвимость объектов социально-культурного, коммунально-бытового назначения; уязвимость объектов экономики.

Рассмотренные в исследовании показатели защищенности территорий МР отражают наличие и достаточность локальных систем информирования и оповещения; средств индивидуальной защиты населения; транспортных средств для целей эвакуации населения и животных; объектов массового пребывания людей и критически важных объектов, оснащенных техническими средствами экстренного оповещения; медицинских учреждений и койко-мест в них; очистных сооружений; запасов воды, продуктов питания и предметов первой необходимости (в том числе лекарственных средств); численности профессиональных поисково-спасательных формирований и АСФ МЧС России, нештатных АСФ, общественных АСФ; численности врачей и медицинского персонала).

### Результаты и их обсуждение

Реализация метода осуществлена на примере Республики Татарстан (далее — РТ) с населением более 4,0 млн человек, проживающим на территории общей площадью 67,8 тыс. км<sup>2</sup>. Административно-территориальное деление представлено 43 районами.

На территориях МР с высокой плотностью населения располагается большое количество объектов нефтегазохимического, машиностроительного, оборонного и транспортного комплексов федерального и регионального значения, создающих предпосылку возникновения ЧС и происшествий техногенного характера. Из опасностей природного характера для территории РТ свойственны опасные гидрометеорологические явления, опасные гидроло-

гические явления, опасные явления в лесах, опасные геофизические и геологические явления. Наиболее распространенными биологическими опасностями на территории РТ являются инфекционные, паразитарные болезни и отравления людей, особо опасные болезни сельскохозяйственных животных, карантинные и особо опасные болезни и вредители сельскохозяйственных растений и леса. Опасности социального характера, как правило, обусловлены попаданием человека в опасную зону (водные объекты, природная среда, высотные здания и сооружения, места массового скопления людей и т.д.), террористическими актами, неформальными объединениями, вредными и опасными привычками, нарушением здоровья.

Для оценки показателей опасности территорий МР определены 4 критерия: частота происхождения ЧС и происшествий (далее — ЧЧС), число погибших и пострадавших в результате ЧС и происшествий (далее — ЧПП), размер материального ущерба от ЧС и происшествий (далее — РМУ), количество реагирований ПАСФ субъекта на ЧС и происшествия (далее — КР). Веса критериев, рассчитанные путем усреднения значений весов, полученных перечисленными выше количественными методами и методом попарных сравнений с участием 10 экспертов, сведены в таблицу 1. Далее по каждому из критериев определены локальные приоритеты показателей опасностей и угроз территорий, соответствующих III уровню иерархической модели, а также глобальные приоритеты по всем критериям  $P_{\text{глоб}}$  (таблица 1).

Таблица 1 — Расчетные значения весов критериев

Локальные и глобальные веса компонентов комплексного показателя К III уровня иерархии	Веса критериев				$P_{\text{глоб}}$
	ЧЧС	ЧПП	РМУ	КР	
	<b>0,15</b>	<b>0,45</b>	<b>0,23</b>	<b>0,17</b>	
Техногенные опасности и угрозы ( $K_{\text{ТО}}$ )	0,53	0,36	0,32	0,27	<b>0,43</b>
Природные опасности и угрозы ( $K_{\text{ПО}}$ )	0,28	0,41	0,43	0,28	<b>0,30</b>
Социальные опасности и угрозы ( $K_{\text{СО}}$ )	0,14	0,12	0,07	0,38	<b>0,16</b>
Биологические опасности и угрозы ( $K_{\text{БО}}$ )	0,05	0,11	0,18	0,07	<b>0,11</b>

В соответствии с формулами (3) – (4) получаем функции  $K$  и  $I$ :

$$K_l = 0,43Z_{l1} + 0,30Z_{l2} + 0,16Z_{l3} + 0,11Z_{l4}, \tag{5}$$

$$I_l = 0,52K_l + 0,32V_l + 0,16S_l, \quad l = 1, \dots, 43. \tag{6}$$

Результат ранжирования МР РТ на основании формулы (6) приведен на рисунке 2.

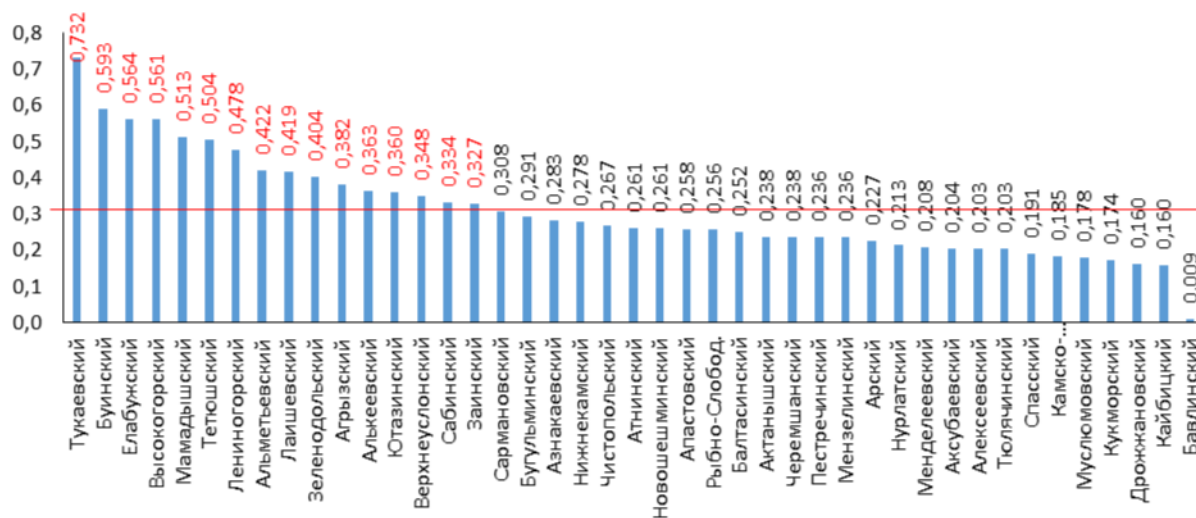


Рисунок 2 – Ранжирование МО РТ по интегральному показателю опасности

Из рисунка 2 следует, что 16 МР имеют уровни потенциальной опасности, превышающие среднее значение по РТ.

### Выводы

Разработан методический подход оценки интегрального показателя потенциальной опасности территорий МР субъекта РФ, позволяющий на основе количественных и каче-

ственных статистических данных об опасностях и угрозах техногенного, природного, биологического и социального характера, показателей уязвимости и защищенности территорий проводить ранжирование МР.

Результаты ранжирования территорий МР могут быть учтены при определении количества ПАСФ субъекта, мест их размещения и зон реагирования.

### Литература

1. О стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территории от ЧС, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года // Указ Президента РФ от 16.10.2019 № 501 «Стратегия в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения 21.05.2024).
2. Федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения 21.05.2024).
3. Тридворнов А.В. Оценка природного, техногенного и комплексного рисков территориально-промышленных образований (на примере Красноярского края) // дисс. по специальности 05.11.13 Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий (технические науки).

4. Бычков И.В., Николайчук О.А., Павлов А.И., Юрин А.Ю. Использование показателей уязвимости и опасности для оценки риска территорий Иркутской области // Проблемы анализа риска. Т. 17. 2020. №6. С. 22 – 37.
5. Аноп Макс. Ф., Катуева Я.В. Управление техногенной безопасностью региона на основе индексов опасности, уязвимости и защищенности // Информатика и системы управления. 2014. №3 (31). С. 140 – 147.
6. Ничепорчук В.В. Использование карт для управления процессами предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Сиббезопасность-Спасиб. 2013. №1. С. 189 – 194.
7. INFORM. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.inform-index.org> (дата обращения 21.05.2024).
8. Олтян И.Ю., Арефьева Е.В., Болгов М.В., Фалеев М.И. Методология и технология дистанционной оценки риска // Проблемы анализа риска. Т. 15. 2018. №4. С. 18 – 30.
9. Лисиченко Г.В., Забулонов Ю.Л., Хміль Г.А. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління – К.: Наукова думка, 2008.
10. Метус А.М. Актуальные задачи комплексного оценивания природно-техногенной безопасности территории // Молодой учёный. № 11 (91) Математика. Июнь, 2015. С. 89 – 92.
11. Москвичёв В.В., Ничепорчук В.В., Потапов В.П., Тасейко О.В. Цифровой паспорт безопасности территорий промышленных агломераций и регионов // Вычислительные технологии. Т. 26, № 6. 2021. С. 110 – 132. DOI: 10.25743/ICT.2021.26.6.008.
12. Саати, Томас Л. Принятие решений: Метод анализа иерархий / Т. Саати; Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – Москва: Радио и связь, 1993. – 314 с.
13. Изменения в Методические рекомендации по порядку разработки, проверки, оценки и корректировки электронных паспортов территорий (объектов), утв. Заместителем Министра РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий от 15.07.2016 №2-4-71-40 (изм. от 14.06.2017 № 2-4-71-28).
14. Постановление Правительства РФ от 14.07.2022 № 1265 «Об утверждении Правил разработки и формы паспорта безопасности потенциально опасного объекта». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404900781/> (дата обращения 21.05.2024).

## ASSESSMENT OF THE LEVEL OF POTENTIAL HAZARD IN MUNICIPAL TERRITORIES FROM THE POSITION OF EMERGENCY RESCUE UNITS RATIONAL PLACEMENT

**Pavel MATYUSHEV**

assistant department (industrial and environmental safety)

Kazan National Research University

Technical University named after A.N. Tupolev-KAI

Address: 420111, Kazan, st. K. Marx, 10

E-mail: ardias@bk.ru



**Abstract.** The article describes an approach to assessing the potential danger of territories of municipal districts of the Russian Federation's constituent entities. Based on the method of analyzing hierarchies, an integral indicator of the potential danger of territories has been determined, the components of which are complex indicators characterizing possible emergency situations and incidents of various natures, the sensitivity of territories to external influences, as well as the potential to counter dangers and threats. The formation of lists of individual indicators included in the complex ones was carried out taking into account the main and additional types of activities of professional emergency rescue teams of the constituent entities. The values of the integral indicator of the potential danger of territories, obtained for all municipal districts of the constituent entity of the federation, are used in the future in determining the rational number and locations of professional emergency rescue units of the constituent entities. The described approach is implemented using the example of the Republic of Tatarstan.

**Keywords:** hazard, emergencies and incidents, vulnerability of the territory, protection of the territory, complex indicator, integral indicator, professional emergency rescue teams.

**Citation:** Matyushev P.A. Assessment of the level of potential hazard in municipal territories from the position of emergency rescue units rational placement // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. № 2 (61). S. 76 – 86.

### References

1. On the strategy in the field of development of civil defense, protection of the population and territory from emergencies, ensuring fire safety and safety of people on water bodies for the period until 2030 // Decree of the President of the Russian Federation of October 16, 2019 No. 501 "Strategy in the field of development of civil defense, protection of the population and territories from emergency situations, ensuring fire safety and safety of people on water bodies for the period until 2030". [Electronic resource] – Access mode: <https://www.consultant.ru/> (date of access: 21.05.2024).
2. Federal Law of August 22, 1995 No. 151-FZ "On emergency rescue services and the status of rescuers". [Electronic resource] – Access mode: <https://www.consultant.ru/> (date of access: 21.05.2024).
3. Tridvornov A.V. Assessment of natural, man-made and complex risks of territorial-industrial formations (on the example of the Krasnoyarsk Territory) // diss. specialty 05.11.13 Instruments and methods for monitoring the natural environment, substances, materials and products (technical sciences).
4. Bychkov I.V., Nikolaychuk O.A., Pavlov A.I., Yurin A.Y. Using vulnerability and danger indicators to assess the risk of territories in the Irkutsk region // Problems of risk analysis. T. 17. 2020. No. 6. S. 22 – 37.
5. Anop Max. F., Katueva Y.V. Management of technogenic safety of the region based on indices of danger, vulnerability and security // Informatics and control systems. 2014. No. 3 (31). S. 140 – 147.
6. Nicheporchuk V.V. Using maps to manage the processes of preventing and eliminating emergency situations // Sibbezopasnost-Spassib. 2013. No. 1. S. 189 – 194.
7. INFORM. [Electronic resource] – Access mode: <http://www.inform-index.org> (date of access: 21.05.2024).
8. Oltyan I.Y., Arefieva E.V., Bolgov M.V., Faleev M.I. Methodology and technology of remote risk assessment // Problems of risk analysis. T. 15. 2018. No. 4. S. 18 – 30.
9. Lisichenko G.V., Zabulonov Y.L., Khmil G.A. Natural, technogenic and environmental risks: analysis, assessment, management – K.: Naukova Dumka, 2008.
10. Metus A.M. Current tasks of comprehensive assessment of natural and man-made safety of the territory // Young scientist. No. 11 (91) Mathematics. June, 2015. S. 89 – 92.
11. Moskvichev V.V., Nicheporchuk V.V., Potapov V.P., Taseiko O.V. Digital safety passport of territories of industrial agglomerations and regions // Computational technologies. T. 26, No. 6. 2021. S. 110 – 132. DOI: 10.25743/ICT.2021.26.6.008.
12. Saaty, Thomas L. Decision making: Method of analyzing hierarchies / T. Saaty; Per. from English R.G. Vachnadze. – Moscow: Radio and Communications, 1993. – 314 s.
13. Changes to the Methodological recommendations on the procedure for developing, checking, evaluating and adjusting electronic passports of territories (objects), approved. Deputy Minister of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief dated July 15, 2016 No. 2-4-71-40 (amended from June 14, 2017 No. 2-4-71-28).

14. Decree of the Government of the Russian Federation dated July 14, 2022 No. 1265 "On approval of the Rules for the development and form of a safety data sheet for a potentially dangerous object". [Electronic resource] – Access mode: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404900781/> (date of access: 21.05.2024).

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОЙ СИТУАЦИИ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АУДИТОРНОГО ФОНДА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**А.С. Яшкова**

старший преподаватель кафедры  
(педагогика и психологии)

Академия гражданской защиты МЧС России  
имени Д.И. Михайлика

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

E-mail: a.yashkova@agz.50.mchs.gov.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы, касающиеся оценки эффективности функционирования образовательной организации с точки зрения использования имеющихся в её распоряжении ресурсов. Проведен анализ статистических данных и обозначена проблемная ситуация прикладного характера, заключающаяся в нерациональном использовании аудиторного фонда. Определены возможные направления разрешения сформулированной проблемной ситуации и проведен их анализ на предмет необходимости выделения дополнительных ресурсов для реализации. Сформулировано противоречие в практике рассматриваемой предметной области и осуществлен выбор научной гипотезы исследования, заключающейся в том, что увеличить потенциал образовательной организации в части возможного приема большего количества обучаемых возможно за счет рационального распределения нагрузки на имеющийся аудиторный фонд. Проведен анализ факторов, влияющих на рациональное распределение нагрузки, и сформулирована научная задача исследования на вербальном уровне с указанием основных ограничений и допущений.

**Ключевые слова:** аудиторный фонд, образовательная программа, эффективность использования ресурсов.

**Цитирование:** Яшкова А.С. Анализ проблемной ситуации в области использования аудиторного фонда образовательной организации // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2024. № 2 (61). С. 87 – 93.

Рациональное использование имеющихся различного рода ресурсов на протяжении существования «Homo sapiens» было и остается предметом активного изучения. Получение максимальной выгоды от имеющихся природных, финансовых, материальных и других средств, либо снижение их затрат при заданных показателях производительности является актуальной задачей управленческого звена на любом этапе функционирования организации, так как для эффективной хозяйственной деятельности важны не только технологии, оборудование и материалы, но и процесс их применения, а также философия управления деятельностью людей [1].

Не является исключением в представленном контексте и образовательная организация: от грамотного использования учебно-материальной базы (далее — УМБ) и профессорско-преподавательского состава (далее — ППС), а также распределения финансовых потоков на поддержание требуемых значений параметров этих важнейших элемен-

тов образовательного процесса зависит текущее положение дел в учебном заведении и его перспективы.

Безусловно, образовательная деятельность в своем большинстве не предполагает самоокупаемость и, тем более, существенную прибыльность, а поэтому во многих развитых странах «массовое» образование субсидируется государством. Например, в Российской Федерации гарантируются общедоступность и бесплатность дошкольного, начального общего, основного общего и среднего общего образования, среднего профессионального образования, а также, на конкурсной основе, высшего образования [2]. Однако это не означает, что использование выделяемых на образовательную деятельность ресурсов, в особенности в области высшего образования, не должно обладать высокой эффективностью, а руководящий состав не должен стремиться к её повышению, в том числе путем увеличения финансовой прибыли за счет приносящей доход деятельности, используя имеющиеся ресурсы.

Основным источником получения дохода образовательной организации высшего образования (далее — ООВО) является оказание платных образовательных услуг, при этом развитие данного направления может происходить двумя способами: за счет повышения стоимости оказываемых услуг, а также путем привлечения большего количества платно обучающихся лиц.

Модель ценообразования при рыночной экономике, с одной стороны, проста и понятна: при заданном уровне спроса и малом количестве предложений (низкий уровень конкуренции) стоимость будет высокой. С увеличением количества предложений стоимость, как правило, должна снижаться до минимально рентабельного уровня. С другой стороны, в ценообразование вносят существенный вклад такие факторы, как маркетинг, логистика, политика и прочие. Кроме того, в части, касающейся оказания образовательных услуг высшего образования, значительное место в определении их стоимости часто занимает сложнотемпературный фактор качества предоставляемых услуг, к основным показателям которого относят квалификационный уровень ППС, качество учебно-материального обеспечения и учебных программ, востребованность и конкурентоспособность выпускников на рынке труда, престиж образовательной организации. По представленным показателям (и многим другим) формируются рейтинги ООВО, на основе которых будущие абитуриенты делают выбор той или иной образовательной организации, формируя тем самым спрос на образовательные услуги и цену этих услуг.

Ввиду сложной формализации задачи установления стоимости образовательных услуг высшего образования от их качества и высокого риска потерь в случае установления несоответствующей цены, многие ООВО устанавливают первоначально минимально рентабельную цену на предоставляемые ими образовательные услуги и ежегодно корректируют её в зависимости от краткосрочного прогноза конкурса (количества абитуриентов на место). В этой связи, а точнее в связи с невысокой способностью ООВО влиять на цену образовательных услуг, формируемую «рынком», наиболее предпочтительным способом увеличения прибыли от приносящей доход деятельности является привлечение большего количества платно обучающихся лиц.

Очевидно, что максимальное количество студентов в ООВО находится в прямой зависимости от его обеспеченности УМБ (аудиторным фондом) и ППС, а также от их рационального использования. Следует отметить, что вопрос комплектования ППС является более гибким, по сравнению с вводом дополнительных мест проведения занятий.

Анализ статистических данных о степени использования последних (на примере ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России» (далее — Академия)) показал, что при максимальном ресурсе аудиторного фонда в 695 часов в день, средняя доля его использования в учебном процессе составляет около 21,6 % (рисунок 1), при этом загруженность в пиковые часы (1-3 пары занятий) — 31,9 % (рисунок 2), а для некоторых аудиторий — 88 % (рисунок 3).

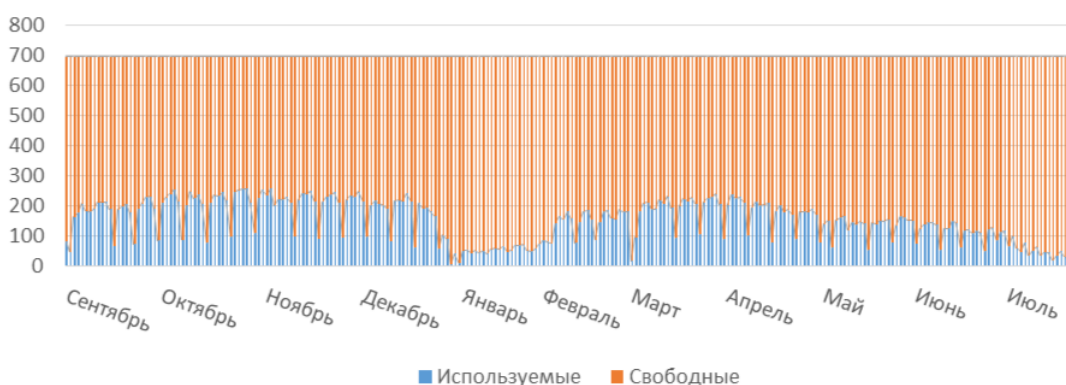


Рисунок 1 – Сведения об использовании аудиторного фонда в Академии в 2023-2024 учебном году

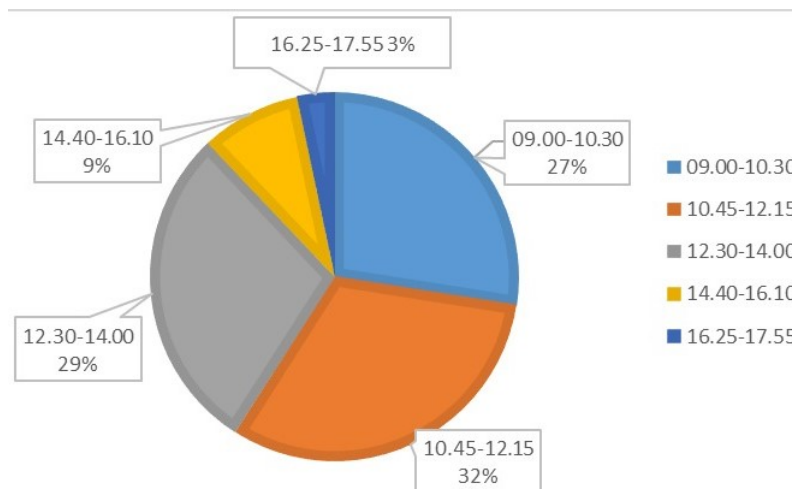


Рисунок 2 – Распределение занятий по времени в 2023-2024 учебном году

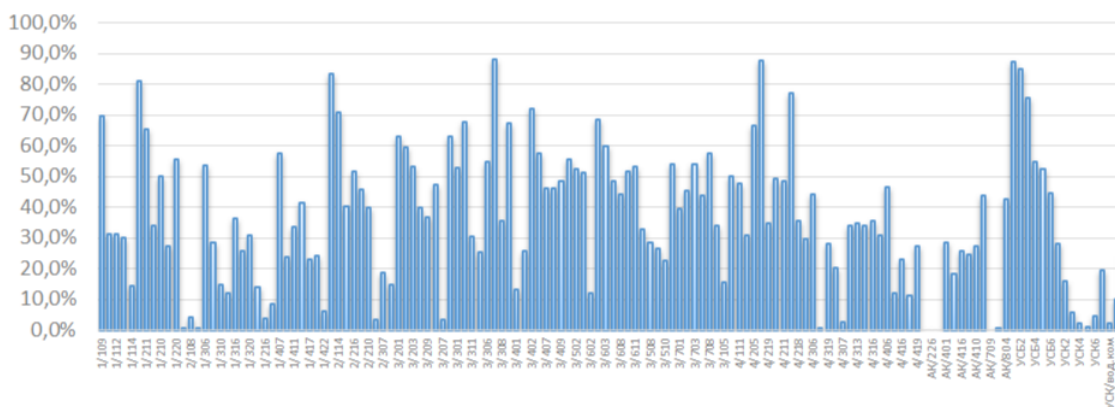


Рисунок 3 – Коэффициенты загрузки аудиторий Академии в 2023-2024 учебном году

Следует отметить, что каждая аудитория представляет собой учебное место для проведения занятий определенного типа:

поточные и полупоточные аудитории применяются, как правило, при проведении занятий лекционного типа (общее количество равняется 9);

учебные – практических и семинарских занятий по большинству дисциплин (общее количество равняется 61);

лаборатории – при проведении лабораторных работ по одной или нескольким дисциплинам (общее количество равняется 28);

специализированные – для проведения занятий по определенной дисциплине (общее количество равняется 28).

Средняя загрузка аудиторий занятиями по типу используемого аудиторного фонда представлена на рисунке 4.

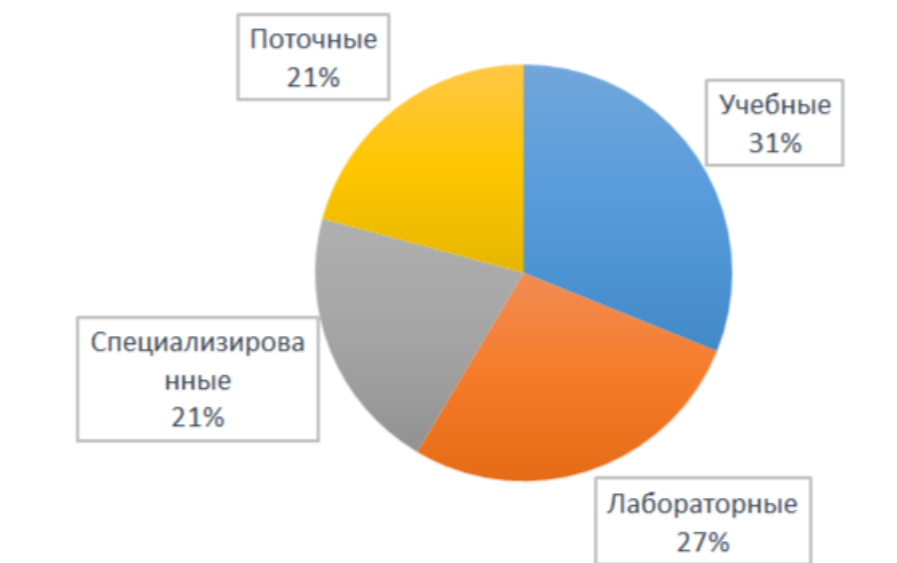


Рисунок 4 – Распределение занятий по типу аудиторий в 2023-2024 учебном году

Несмотря на невысокую среднестатистическую нагрузку аудиторий, часть из них, как было отмечено выше (рисунок 3), оказываются загруженными более 80 % учебного времени, в то время как четверть от общего количества имеют загрузку менее 20 %. Похожая нагрузка наблюдается и в других ООВО [3].

Несмотря на приведенные выше статистические данные, анализ результатов экспертного опроса специалистов по организации и планированию учебного процесса в Академии, наибольшую сложность при составлении расписания занятий в части обеспечения аудиторным фондом вызывают следующие проблемы:

- нехватка поточных и полупоточных аудиторий в начале периода обучения;

- распределение 4-х и 6-ти часовых занятий в лабораториях, предназначенных для проведения занятий по дисциплинам «Химия», «Безопасность жизнедеятельности», а также в комплексе газодымозащитной службы ввиду сложностей, связанных с большим количеством групп, обучающихся по схожим рабочим программам дисциплин, графиком работы преподавателей и уникальностью представленных учебных мест (в течении около 2-ух недель необходимо организовать подготовку в рамках 6-ти часового занятия для 8-9 учебных групп в единственной, подходящей для этого занятия, аудитории);

- высокая загруженность в целом некоторых учебных мест.

Представленный анализ статистических данных и экспертного опроса позволил сделать следующие выводы:

- во-первых, о наличии проблемной ситуации, связанной с низкой эффективностью использования аудиторного фонда и, как следствие, упущенной выгодой от его потенциального использования;

- во-вторых, многогранностью вопроса обеспечения эффективного использования учебных мест и наличия особенностей планирования в каждой ООВО;

- в-третьих, об отсутствии возможности разрешения вопроса обеспечения эффективного использования учебных мест при применяемых подходах к планированию учебного процесса.

В качестве возможных направлений разрешения выявленной проблемной ситуации могут быть предложены следующие:

- совершенствование собственного аудиторного фонда ООВО путем создания дополнительных мест проведения занятий, однако данное направление связано со значительными финансовыми расходами;

- переоборудование существующих «незагруженных» в аналог «перегруженных» занятиями аудиторий, однако реализация предложенного пути помимо финансовых затрат, несет риск утраты специализированных классов, отражающих индивидуальность ООВО;

использование УМБ и ППС сторонних организаций, однако предложенное направление в ряде случаев может повлечь за собой ухудшение условий обучения, и, как следствие, снизить престиж ООВО, либо неудобства, связанные с транспортной доступностью, а также необходимость дополнительных финансовых и людских ресурсов.

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

с одной стороны, реализация предложенных направлений позволит повысить эффективность использования аудиторного фонда, устранив «узкие места» в виде «перегруженных» занятиями классов;

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

Научная гипотеза разрешения противоречия в практике состоит в предположении о том, что повысить эффективность использования аудиторного фонда ООВО возможно за счет обоснования рационального плана распределения нагрузки между его элементами.

В целях обоснования рационального плана вышеуказанного распределения необходим учет следующих факторов:

реализуемые в ООВО образовательные программы (их характеристики в виде требований по обеспечению аудиторным фондом с учетом периодов обучения);

количество групп, обучающихся на каждом курсе и возможность их объединения в потоки;

особенности графика-календаря и регламента учебного времени ООВО;

особенности планирования учебной работы;

технические характеристики аудиторного фонда ООВО, в том числе принадлежность к определенной кафедре.

Следует отметить, что если вопрос распределения учебной нагрузки между ППС изучен достаточно широко (в особенности с точки зрения нормирования труда), то вопросу исследования использования учебных мест ООВО посвящено лишь незначительное количество научных трудов. Большинство работ, в которых так или иначе исследуется вопрос эф-

фективности использования аудиторного фонда [3-6], связаны с составлением расписания учебных занятий и рассматривают аудиторный фонд либо в качестве ограничений, либо с позиции такого его распределения между занятиями, которое обеспечит максимальное качество учебного процесса, уделяя недостаточное внимание экономической эффективности. Наиболее основательно к решению данной проблемы подошел автор работы [7], предложивший в своем диссертационном исследовании такое распределение занятий между аудиторным фондом, которое обеспечит минимум целевой функции, показателем которой выступает сумма затрат на содержание аудиторий и оборудования, путем задействования минимального необходимого количества аудиторий, при этом критерий по количеству обучающихся, определенных путем вероятностного подхода, предлагается использовать в роли ограничения. Кроме того, на основании общей практики составления расписаний в ООВО делается допущение о том, что общее количество свободных пар «место-время» (ячеек в таблице расписания, в которые можно назначить занятие) значительно превосходит общее количество занятий. Данное допущение подтверждает наличие в образовательных организациях проблемной ситуации, связанной с недостаточной эффективностью использования её аудиторного фонда.

Таким образом, научная задача исследования заключается в обосновании рационального плана распределения нагрузки между аудиторным фондом образовательной организации с учетом требований образовательных программ и особенностей ООВО.

Решение представленной научной задачи позволит:

обосновать рациональный план распределения аудиторного фонда, обеспечивающий оптимум экономической и образовательной составляющих деятельности ООВО;

сформировать план закрепления аудиторного фонда между учебными подразделениями;

разработать рекомендации по формированию графика-календаря учебного процесса и расписания занятий, а также регламента учебного времени ООВО.

### Литература

1. Управленческие решения: учебное пособие по специальности «Менеджмент организации» / Ю.Н. Лапыгин, Д.Ю. Лапыгин. – Москва: Эксмо. 2009. 445 с.
2. Конституция Российской Федерации. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/10103000/> (дата обращения: 25.03.2024).
3. Дранко О.И., Отарашвили З.А. Использование метода «затраты – эффект» для повышения коэффициента загрузки аудиторий ВУЗа // Вестник Российского нового университета. № 4. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2016. С. 43 – 50.
4. Яковенко Н.И., Головки А.П., Волк В.К. Автоматизированная система формирования и контроля качества расписания учебных занятий // Математическое и информационное моделирование: сборник научных трудов. Выпуск 15. Часть 1. – Тюмень: Тюменский государственный университет. 2017. С. 521 – 528.
5. Шевчук Е.В., Шпак А.В. Опыт автоматизации управления аудиторными ресурсами // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Материалы V Международной научной конференции. – Красноярск: Сибирский федеральный университет. 2021. С. 380 – 384.
6. Шевчук Е.В., Шпак А.В. Управление аудиторными ресурсами образовательной организации // Информатика и образование. 2022. Т. 37, № 5. С. 15 – 25.
7. Истомин А.Л. Методологические основы оптимального планирования учебного процесса в вузе: автореферат дис. доктора технических наук: 05.13.10. Методологические основы оптимального планирования учебного процесса в вузе. – Астрахань: ФГБОУ ВПО «Ангарская государственная техническая академия». 2012. 32 с.

## ANALYSIS OF THE PROBLEMATIC SITUATION IN THE FIELD OF USING THE CLASSROOM FUND OF AN EDUCATIONAL ORGANIZATION

**Anastasia YASHKOVA**

senior lecturer of the department

(pedagogy and psychology)

The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia

named after D.I. Mikhailika

Address: 141435, Moscow region, city Khimki,

md. Novogorsk, st. Sokolovskaya, building 1A

E-mail: a.yashkova@agz.50.mchs.gov.ru

**Abstract.** The article deals with issues related to evaluating the effectiveness of the functioning of an educational organization in terms of using the resources at its disposal. The analysis of statistical data is carried out and a problematic situation of an applied nature is identified, which consists in the irrational use of the classroom fund. Possible directions for resolving the formulated problem situation are identified and their analysis is carried out for the need to allocate additional resources for implementation. The contradiction in the practice of the subject area under consideration has been formulated and a scientific research hypothesis has been chosen, which is that it is possible to increase the potential of an educational organization in terms of the possible admission of a larger number of students through the rational distribution of the load on the existing classroom fund. The analysis of the factors influencing the rational distribution of the load is carried out and the scientific task of the study is formulated at the verbal level, indicating the main limitations and assumptions.

**Keywords:** classroom fund, educational program, resource efficiency.

**Citation:** Yashkova A.S. Analysis of the problematic situation in the field of using the classroom fund of an educational organization // Scientific and educational problems of civil protection. 2024. № 2 (61). S. 87 – 93.



### References

1. Management decisions: a textbook for the specialty "Organization Management" / Y.N. Lapygin, D.Y. Lapygin. – Moscow: Eksmo. 2009. 445 s.
2. Constitution of the Russian Federation. [Electronic resource] – Access mode: <https://base.garant.ru/10103000/> (date of access: 25.03.2024).
3. Dranko O.I., Otarashvili Z.A. Using the cost-effect method to increase the load factor of university classrooms // Bulletin of the Russian New University. No. 4. Series: Complex systems: models, analysis and control. 2016. S. 43 – 50.
4. Yakovenko N.I., Golovko A.P., Volk V.K. Automated system for the formation and quality control of training schedules // Mathematical and information modeling: collection of scientific papers. Issue 15. Part 1. – Tyumen: Tyumen State University. 2017. S. 521 – 528.
5. Shevchuk E.V., Shpak A.V. Experience in automation of classroom resource management // Informatization of education and e-learning methodology: digital technologies in education: Proceedings of the V International Scientific Conference. – Krasnoyarsk: Siberian Federal University. 2021. S. 380 – 384.
6. Shevchuk E.V., Shpak A.V. Managing classroom resources of an educational organization // Informatics and Education. 2022. T. 37, No. 5. S. 15 – 25.
7. Istomin A.L. Methodological foundations of optimal planning of the educational process at a university: abstract of thesis. Doctor of Technical Sciences: 05.13.10. Methodological foundations of optimal planning of the educational process at a university. – Astrakhan: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Angarsk State Technical Academy". 2012. 32 s.

## Правила направления и опубликования статей

### *Rules of articles submission and publication*

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

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

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

Редакция просит авторов при подготовке рукописи руководствоваться изложенными ниже правилами.

#### I. Статья

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

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

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

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

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

3. Основные структурные элементы статьи:

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

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

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

3.4. аннотация. Следует кратко отражать следующие аспекты содержания статьи: предмет, цель, методологию, результаты, область применения результатов, выводы. Объем аннотации – от 120 до 250 слов;

3.5. ключевые слова (рекомендуемое количество ключевых слов – 5-7), слова перечислять через запятую. Обращаем внимание, что ключевые слова представляют собой список понятий для поиска статьи в информационном пространстве, а не тезисы или словосочетания из нескольких слов;

3.6. основная часть статьи;

3.7. литература. В списке указываются наиболее значимые работы в соответствии с действующими правилами оформления библиографического списка (ГОСТ 7.1-2003, Р 7.0.5- 2008). Не менее половины источников должны быть включены в один из ведущих индексов цитирования: Российский индекс научного цитирования eLibrary, Web of Science, Scopus, Chemical Abstracts, MathSciNet, Springer и др. В случае присвоения публикациям цифрового идентификатора объекта (DOI – в поиске поможет сайт: <http://www.crossref.org>) его необходимо указать, что позволит однозначно идентифицировать объект в базах данных. Если в качестве библиографической ссылки используется URL или DOI – автору следует проверить корректность их написания и доступность ресурса по ссылке. Выполнение данного требования будет свидетельствовать о том, что авторы используют предыдущие научные достижения в необходимой мере. Состав источников должен быть актуальным и содержать **не менее половины современных (не старше 10 лет)** статей из научных журналов или других публикаций.

В списке литературы должно быть не более 30 % источников, автором либо соавтором которых является автор статьи.

Не следует включать в список литературы нормативные документы, приказы, ГОСТ, патенты и т.п., ссылки на них должны быть даны непосредственно по тексту статьи.

Указанная в списке литературы информация (Ф.И.О. автора, название книги или журнала, год издания, том, номер и количество (интервал) страниц) должна быть корректной.

Неопубликованные результаты, проекты документов, личные сообщения и т.п. не следует указывать в списке литературы, но они могут быть упомянуты в тексте.

4. После русскоязычной части статьи в журнале публикуется информация на английском языке. Она включает в себя перевод пунктов 3.2, 3.3, аннотацию на английском языке, 3.5, 3.7.

В редакцию текст аннотации следует представлять на русском языке, после редактирования он переводится на английский язык. Рекомендуемый объём – 120-250 слов. В англоязычной аннотации уместно размещать ключевые фрагменты основной части статьи.

5. При оформлении основных элементов статьи следует соблюдать ряд правил:

5.1. иллюстрации (рисунки, фотоснимки, схемы, графики) представляются в виде отдельных файлов общепринятых графических форматов (jpeg, cdr, eps, pdf). Диаграммы, схемы, графики должны быть доступными для редактирования (Word, Excel, Visio). Изображения должны быть **четкими, контрастными**. Используемые в тексте сканированные изображения должны иметь разрешение не менее 300 dpi.

Обязательны подрисуночные подписи. Иллюстрации нумеруются, если их две или более. Подписи к рисункам должны содержать достаточно полную информацию для того, чтобы приводимые данные могли быть понятны без обращения к тексту (если эта информация уже не дана в другой иллюстрации);

5.2. таблицы должны иметь заголовки и быть пронумерованными, если их две или более;

5.3. формулы выполняются в редакторе **Microsoft Office**. Они располагаются по центру строки. Номер формулы указывается справа в круглых скобках. Нумеруются только формулы, на которые имеется ссылка в тексте;

5.4. ссылки на литературу обозначаются цифрами в квадратных скобках.

## II. Сведения об авторах

6. Сведения об авторах для опубликования в журнале представляются в **электронном** виде:

6.1. на русском языке указываются следующие данные:

- фамилия, имя, отчество;
- год рождения;
- учёная степень;
- учёное звание;
- должность;

- место работы (полное наименование учреждения);

- адрес места работы с указанием почтового индекса;

- рабочий телефон;

- адрес электронной почты;

6.2. на английском языке указываются все данные перечисленные в пункте 6.1.

## III. Рецензия

7. Поступившая в редакцию рукопись научной статьи рассматривается главным редактором (научным редактором) на предмет соответствия профилю журнала и требованиям к оформлению.

8. Если рукопись научной статьи соответствует тематике журнала и содержит новые актуальные результаты, то она направляется рецензентам для экспертной оценки:

8.1. рецензент оценивает:

- соответствие содержания статьи её названию;

- структуру статьи (предмет исследования, постановка задачи, ход проведения исследований, результаты и выводы);

- наличие в статье научной или технической новизны;

- достоинства и недостатки статьи;

8.2. рецензент даёт заключение о целесообразности публикации статьи:

- принять статью;

- принять статью с незначительной доработкой.

В этом случае автору направляется текст рецензии с предложением внести необходимые изменения и дополнения в статью или аргументированно опровергнуть замечания рецензента;

- рассмотреть статью повторно после серьёзной переработки. В данном случае автору направляется текст рецензии с предложением переработать статью. Переработанная автором статья направляется на повторное рецензирование;

- отклонить статью. Мотивированный отказ опубликования статьи направляется автору, к повторному рассмотрению материалы не принимаются;

8.3. рецензии хранятся в редакции журнала в течение 5 лет.

## IV. Подготовка материалов к опубликованию

9. Поступившие в редакцию материалы рассматриваются, после чего принимается решение об их подготовке к публикации, необходимости доработки или отказе. Главный редактор определяет соответствие рукописи статьи профилю журнала и требованиям, предъявляемым к оформлению. Если статья не соответствует профилю журнала, то автору сообщается о невозможности её публикации. О результатах рассмотрения материалов следует узнавать в редакции.

10. В случае положительного решения редакция совместно с автором ведёт подготовку материала к публикации.

11. Рукописи статей, принятых к публикации, автору не возвращаются.

12. Материалы, не соответствующие данным правилам, не рассматриваются.

---

## Публикационная этика

### *Publication Ethics*

Авторы, рецензенты и редакторы, принимающие участие в подготовке материалов к публикации в журнале «Научные и образовательные проблемы гражданской защиты», должны соблюдать нормы публикационной этики. Настоящие нормы соответствуют этическим принципам, принятым Комитетом по публикационной этике (COPE).

Общей задачей авторов, рецензентов и редакторов является публикация материалов, которые представляют интерес с научной точки зрения и заслуживают внимания научного сообщества. В соответствии с этим, статья должна раскрывать актуальную проблему современной науки или (и) образования, обладать новизной и научно-практической значимостью.

### I. Авторы

Авторы несут ответственность за содержание своих материалов перед научным сообществом. Грубые нарушения публикационной этики и правил публикации статей могут иметь отрицательные последствия для репутации и карьеры авторов.

Авторы материала обязаны соблюдать нормы авторского права. Авторами статьи могут быть указаны только те лица, кто внёс непосредственный вклад в её создание. Не допускается, чтобы статья была написана лицом, не упомянутым в списке авторов. Если какие-то лица участвовали в проведении исследований или сыграли роль в развитии важных для материала идей, их следует упомянуть в тексте или списке литературы.

Плагиат воспрещён. Статья должна быть оригинальной, не повторять опубликованные ранее материалы. Текст или иллюстрации, принадлежащие другим авторам, могут использоваться с обязательным указанием на авторство в виде ссылок. Существенные для материала источники также могут быть указаны в списке литературы. Авторам следует ограничить количество ссылок на собственные до 1-2.

Воспроизведение авторами собственных положений допустимо в виде их краткого изложения, если это необходимо для обоснования или развития положений в представленном материале.

Авторам следует принять все меры для того, чтобы в их материалах использовались проверенные, точные данные. Если автор обнаружит в опубликованной статье ошибки, он обязан уведомить об этом редакторов.

При упоминании в тексте других исследователей авторам следует проявлять корректность по отношению к ним.

Источники финансирования исследования, как и другие формы поддержки, указываются в тексте материала.

При подготовке материала к опубликованию авторы взаимодействуют с редакторами на основе взаимного уважения, проявляя добросовестность, своевременно представляя необходимую информацию и производя требуемые изменения.

### II. Рецензенты

Рецензент гарантирует объективность и беспристрастность рассмотрения представленного для рецензирования материала.

Положения рецензии должны быть изложены четко и аргументированно. По возможности рецензенту следует дать совет автору, как улучшить материал или осуществить дальнейшие шаги в исследовании.

Рецензент не должен показывать представленный для рецензирования материал третьим лицам, обсуждать его с ними, за исключением лиц, обговоренных с редакторами. Рецензенту следует обратить внимание редакторов на сходство или совпадение между рассматриваемым материалом и другими известными ему источниками, а также использование недостоверных сведений.

### III. Редакторы

Редакторы гарантируют высокий уровень публикуемых в журнале материалов как с точки зрения содержания, так и их оформления.

Представленные для рассмотрения материалы оцениваются редакторами независимо от расы, пола, сексуальной ориентации, религиозных убеждений, этнического происхождения, гражданства или политических взглядов их авторов. Авторы вправе рассчитывать на аргументированное решение по своему материалу.

Подготовка материалов к опубликованию ведётся совместно авторами и редакторами на основе взаимного уважения и доброжелательности.

Редакторы не раскрывают дополнительные сведения о материале и ходе работы над ним, а также личные данные авторов третьим лицам.

При необходимости в журнале будут опубликованы сообщения о допущенных ошибках, открывшихся после публикации материала существенных фактах и т.д.

# Хроника научных событий Академии

## АКАДЕМИЯ ПРИНЯЛА УЧАСТИЕ В XI МОСКОВСКОМ МЕЖДУНАРОДНОМ САЛОНЕ ОБРАЗОВАНИЯ (ММСО-2024)

В период с 3 по 4 апреля 2024 года на территории ЦВК «Экспоцентр» был проведен XI Московский международный Салон образования (ММСО-2024). Это одно из важнейших событий в сфере образования, самая масштабная в стране выставочная, дискуссионная и презентационная площадка с участием всех ведущих образовательных учреждений нашей страны.

Академия традиционно приняла активное участие в мероприятиях деловой программы Московского международного Салона, представив всем гостям и участникам интерактивный информационно-выставочный стенд «ВУЗы МЧС РОССИИ».

На информационно-выставочном стенде преподаватели и обучающиеся Академии (курсанты и студенты всех факультетов) организовали целый ряд мероприятий, направленных на популяризацию профессии спасателя, освещение деятельности вуза и направлений подготовки специалистов различного профиля, демонстрацию возможностей Академии и всей системы высшего образования МЧС России.



## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ»

24 апреля 2024 года в Академии гражданской защиты МЧС России была проведена Международная научно-практическая конференция на тему: «Актуальные вопросы инженерной защиты населения и территорий».

Тематика докладов конференции была направлена на освещение наиболее важных современных проблем в решении задач инженерной защиты населения и территорий как на этапе предупреждения чрезвычайных ситуаций различного масштаба и характера, так и в ходе выполнения задач по ликвидации их последствий.

В программу конференции по заявкам участников были включены доклады по проблематике и перспективным направлениям развития робототехники для решения задач инженерного обеспечения, по организации укрытия населения в заглубленных помещениях подземного пространства городов и ряд других.

Безусловно особое внимание в ходе конференции было уделено изучению опыта решения задач инженерного обеспечения в ходе специальной военной операции, задач по предупреждению и ликвидации последствий весеннего паводка и ряд других.





## АКАДЕМИЯ – УЧАСТНИК МЕЖДУНАРОДНОГО САЛОНА СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ «КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ-2024»

В рамках деловой программы Салона научно-педагогическим составом и обучающимися Академии были организованы следующие научно-практические мероприятия:

### *Заседание Научно-образовательного комитета Международной организации гражданской обороны*



### *Круглый стол «Проблемные вопросы организации подготовки пиротехников для системы МЧС России»*



### *Научно-практическая конференция «Психолого-педагогические аспекты подготовки спасателей к профессиональной деятельности в экстремальных условиях»*



### *Сессия «Большие данные и перспективы их применения для прогнозирования чрезвычайных ситуаций»*





## АКАДЕМИЯ – УЧАСТНИК МЕЖДУНАРОДНОГО САЛОНА СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ «КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ-2024»

В рамках деловой программы научно-педагогический состав и обучающиеся Академии приняли активное участие в научно-практических мероприятиях, организованных другими участниками Салона:

Заседание Совета начальников образовательных организаций высших образований МЧС России;

круглый стол «Совершенствование мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций на территории Российской Федерации»;

семинар «Разработка мер по повышению эффективности организации связи в интересах подразделений чрезвычайных ведомств стран-участниц СНГ»;

конференция «Актуальные проблемы развития служебно-прикладных и военно-прикладных видов спорта»;

круглый стол «Подготовка сотрудников правоохранительных органов, использующих в своей деятельности беспилотные воздушные судна»;

круглый стол «Средства индивидуальной защиты спасателей при выполнении аварийно-спасательных работ»;

круглый стол «Совершенствование системы подготовки населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций в современных условиях»;

круглый стол «Комплексная программа создания робототехники для экстренной медпомощи»;

VI Всероссийский робототехнический фестиваль МЧС России «RoboEmercom»;

Международная научно-практическая конференция «Международный опыт управления рисками чрезвычайных ситуаций»;

Форум социальной рекламы.

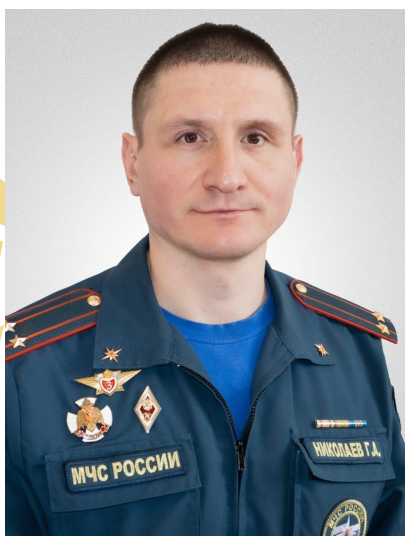


# Организация подготовки научно-педагогических кадров

## В АКАДЕМИИ УСПЕШНО ЗАЩИЩЕНА ДИССЕРТАЦИЯ

В Академии гражданской защиты МЧС России 10 апреля 2024 года состоялось заседание специального диссертационного совета, на котором была рассмотрена и успешно защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 6.1.6. Защита населения, территорий и акваторий от чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время.

**Соискатель ученой степени кандидата технических наук**  
Николаев Глеб Александрович



**Научный руководитель –**  
главный научный сотрудник  
научно-исследовательского центра,  
доктор военных наук, профессор,  
Почетный работник науки и высоких  
технологий Российской Федерации  
Мазаник Александр Иванович



Диссертация Николаева Г.А. посвящена разработке комплексной методики обоснования рациональных параметров плана технической модернизации измерительной системы радиационного контроля.

*Поздравляем соискателя с успешной защитой диссертации, желаем ему успехов и новых достижений в будущей профессиональной деятельности!*

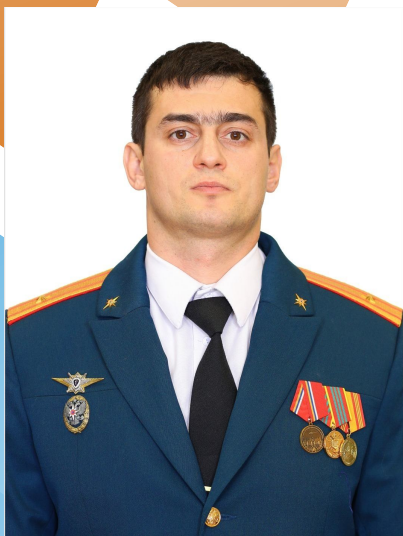


## В АКАДЕМИИ УСПЕШНО ЗАЩИЩЕНА ДИССЕРТАЦИЯ

---

В Академии гражданской защиты МЧС России 10 апреля 2024 года состоялось заседание специального диссертационного совета, на котором была рассмотрена и успешно защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 6.1.6. Защита населения, территорий и акваторий от чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время.

**Соискатель ученой степени  
кандидата технических наук  
Топкарян Андраник Хачикович**



**Научный руководитель –  
офицер отдела оперативного  
моделирования ЧС Управления  
оперативного применения  
цифровых технологий  
ГУ НЦУКС МЧС России,  
кандидат технических наук  
Белоусов Роман Леонидович**



Диссертация Топкаряна А.Х. посвящена разработке комплексной методики рационального распределения сил и средств РСЧС для подтверждения природных пожаров по данным космического мониторинга.

*Поздравляем соискателя с успешной защитой диссертации, желаем ему успехов и новых достижений в будущей профессиональной деятельности!*

# НАУЧНЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

16+

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

## ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

### **Учредитель:**

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И.Михайлика»

### **Адрес учредителя:**

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

### **Свидетельство о регистрации:**

ПИ № ФС77-47315 от 17.11.2011  
Роскомнадзор

### **Выпуск №2 (61):**

Дата выхода в свет: 02.07.2024 г.  
Периодичность выпуска: 4 раза в год  
Свободная цена

### **Адрес типографии:**

394052, Воронежская обл., г. Воронеж, ул. Маршала Неделина, д. 27, кв. 56

### **Адрес издателя и редакции:**

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

### **Главный редактор:**

Мазаник А.И.

### **Тираж:**

150 экз.

### **Электронная почта:**

[journal@agz.50.mchs.gov.ru](mailto:journal@agz.50.mchs.gov.ru)

### **Сайт:**

<https://amchs.ru/nauka/nauchnyy-zhurnal/>

### **Подписной индекс:**

10587 в Интернет-каталоге  
«Пресса России»

Научный журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования (<http://elibrary.ru/>) и в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, на соискание ученой степени кандидата наук

Информация предназначена для лиц старше 16 лет

© ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», 2024





## СТАТЬИ ВЫПУСКА 1'2024, КОТОРЫЕ НАБРАЛИ НАИБОЛЬШЕЕ КОЛИЧЕСТВО ПРОСМОТРОВ В СИСТЕМЕ ELIBRARY.RU

### Анализ современной системы оценки качества образования в образовательных учреждениях высшего образования

В статье рассмотрены подходы к формированию системы оценки качества образования в Российской Федерации. Показаны особенности данной системы на каждом этапе ее развития. Определены основные блоки сложившейся к настоящему времени современной системы оценки качества высшего образования. Рассмотрены особенности функционирования каждого блока с учетом решаемых ими задач. Выявлено множество процедур, выполняемых в рамках внешней и независимой оценки качества образования, которые по ряду объективных и субъективных причин не могут быть в полном объеме реализованы в образовательных организациях, осуществляющих подготовку кадров в интересах обеспечения обороны и безопасности государства. На основе проведенного анализа сделан вывод о том, что в современных условиях существенно возрастает роль и значение процедур, предусмотренных в рамках внутренней оценки качества образования. Определен перечень показателей для оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся.

Авторы: Колмычков И.М., Кондратьев Е.Б., Мазаник А.И., Исаев Д.А.

### Методика оценки основных параметров компетентностной модели выпускников образовательных организаций высшего образования МЧС России при переходе на обучение в условиях военного времени

В статье рассмотрены вопросы подготовки курсантов в области гражданской обороны в военное время. Обозначена проблемная ситуация прикладного характера, заключающаяся в недостаточном уровне подготовки специалистов, выпускаемых образовательными организациями высшего образования МЧС России, к решению задач гражданской обороны, и научная гипотеза ее разрешения. Сформулирована научная задача и определен общий научно-организационный замысел ее решения. Осуществлена декомпозиция сформулированной задачи на частные задачи исследования. Разработана методика решения первой частной задачи, заключающейся в определении перечня компетенций и их коэффициентов значимости в компетентностной модели выпускника.

Авторы: Мазаник А.И., Яшков Р.Н., Колмычков И.М., Сидорова О.О.

### Применение мажоритарного принципа передачи информации для обеспечения постоянной готовности систем оповещения населения в чрезвычайных ситуациях

В статье рассмотрен новый способ обеспечения постоянной готовности системы оповещения населения в чрезвычайных ситуациях, основанный на мажоритарном принципе передачи информации в существующих системах оповещения и информирования. Обосновывается необходимость передачи сигнала не менее чем по трем каналам связи (в общем случае по нечетному числу каналов), как структурно независимым, так и зависимым по общим (мостиковым) элементам двухполюсной сети. Показан расчетный пример, обосновывающий повышение эффективности решения задач системной оповещения населения, за счет использования предлагаемого принципа передачи информации.

Авторы: Носов М.В., Иванов Е.В., Полужктова Ю.С.



[amchs.ru](http://amchs.ru)