



Учредитель журнала

ISSN 2686-8075

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Сетевой научный журнал

**CURRENT FIRE SAFETY
ISSUES**

Online scientific journal

2025 • № 2 (24)



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР ПО НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОБЛЕМАМ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Уважаемые коллеги!

С сентября 2024 года на базе ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» проводится на постоянной основе научно-практический семинар по нормативно-техническим проблемам в области пожарной безопасности.

Периодичность проведения данных мероприятий запланирована ежеквартально, а также по мере необходимости с учетом разработки новых проектов сводов правил, национальных и межгосударственных стандартов, а также изменений в действующие нормативные документы по пожарной безопасности.

В рамках научно-практического семинара планируется рассмотрение различных нормативно-технических вопросов в области пожарной безопасности, а именно:

- разработка новых нормативных документов в области пожарной безопасности;
- обсуждение актуальных изменений в действующие нормативные правовые акты, своды правил и стандарты, методики проведения испытаний и т. д.;
- выработка нормативных требований и технических решений для уникальных объектов защиты и комплексов различного функционального назначения, ориентированных на повышение уровня обеспечения пожарной безопасности;
- обсуждение отдельных нормативных требований в области пожарной безопасности, направленных на повышение уровня безопасности людей при возникновении пожаров;
- разработка методологии оценки эффективности испытаний пожарно-технического вооружения, систем обнаружения пожара и оповещения людей о пожаре, установок и устройств пожаротушения, конструкций, материалов и изделий различных объектов и технологических систем, технологий тушения пожаров с последующим их внедрением в практику.

Научно-практический семинар ориентирован на нормативно-технических работников, представителей проектно-строительного комплекса, производителей и потребителей пожарно-технической продукции, специалистов и экспертов в области пожарной безопасности.

Приглашаем принять участие в проводимых научно-практических семинарах все заинтересованные органы власти, государственные корпорации, проектные и строительные организации, органы экспертизы, научно-исследовательские и образовательные организации, производителей и потребителей продукции и услуг в области обеспечения пожарной безопасности.

В работе семинаров планируется участие руководства МЧС России, представителей структурных подразделений Центрального аппарата МЧС России, руководителей и специалистов ФГБУ ВНИИПО МЧС России и других научных и образовательных организаций системы МЧС России.

Участникам мероприятий будет предоставлена возможность выступить с докладами и презентациями, озвучить свои замечания и предложения к проектам нормативных правовых актов и нормативных документов, получить подробные разъяснения по отдельным положениям сводов правил и стандартов, обсудить с коллегами имеющиеся нормативные коллизии на примерах проектных решений реальных объектов защиты.

Результаты обсуждений планируются к освещению в ведомственных научных изданиях, на официальных электронных ресурсах МЧС России и ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

По вопросам формирования актуальных повесток семинаров, участия в них и иным предложениям по организации и проведению мероприятий просим обращаться на электронные адреса: vniiipo@vniiipo.ru и otr@vniiipo.ru (отдел технического регулирования научно-исследовательского центра технического регулирования ФГБУ ВНИИПО МЧС России).



XII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПониЖЕННОЙ ГОРЮЧЕСТИ»

9–12 сентября 2025 года на базе Всероссийского ордена «Знак Почета» научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России состоится XII Международная конференция «Полимерные материалы пониженной горючести».

Конференция «Полимерные материалы пониженной горючести» является одним из наиболее известных и авторитетных научных мероприятий в сфере создания и технологии полимерных материалов. Свою историю данная конференция начинает с 1978 года. Начиная с 1981 года под эгидой Академии наук СССР в рамках данного направления проводились тематические всесоюзные конференции, а именно «Огнезащитные полимерные материалы, проблемы оценки их свойств», «Горение полимеров и создание ограниченно горючих материалов», Всесоюзная конференция по горению полимеров и созданию ограниченно горючих материалов.

В 1990 году конференция получает статус международной. Конференция имеет обширную географию мест ее проведения на базе ведущих учебных и научно-исследовательских организаций (Алматы, Таллин, Волгоград, Саки, Суздаль, Вологда, Таганрог, Минск).

Основные направления научной конференции:

- химия и технология функциональных полимеров и материалов на их основе;
- механизм действия и синтез новых высокоэффективных ингибиторов горения полимеров;
- разработка новых полимерных материалов и композиций пониженной горючести;
- термоокислительная деструкция и пиролиз полимеров;
- теория горения полимерных материалов;
- экологическая и противопожарная безопасность материалов и конструкций;
- техника и методы оценки пожарной безопасности полимерных материалов;
- методы и средства обеспечения требуемой пожарной безопасности конструкций из полимерных материалов;
- анализ чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Программа конференции включает серию лекций, докладов, дискуссий и стендовых сессий, выставку, подведение итогов, заявленных оргкомитетом конкурса на лучшую работу молодых ученых. По итогам работы конференции будет издан сборник тезисов и внесен в базу данных РИНЦ. Избранные статьи будут опубликованы в журнале, рекомендованном ВАК.

По всем вопросам обращаться к организаторам конференции:

Круглов Евгений Юрьевич, тел./mess.: +7 (925) 344 19 43; эл. почта: e.kruglov@vniipo.ru.

Нигматуллина Динара Магафуровна, тел./mess.: +7 (967) 083 37 99.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

СЕТЕВОЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, экономико-статистических и других данных, а также за использование сведений, не подлежащих открытой публикации.

Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора.

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Актуальные вопросы пожарной безопасности», допускается только с письменного разрешения редакции.

Журнал зарегистрирован в Федеральном агентстве Российской Федерации по печати и массовым коммуникациям. Регистрационное свидетельство Эл № ФС77-77054

CURRENT FIRE SAFETY ISSUES

ONLINE SCIENTIFIC JOURNAL

Founder: The Badge of Honour Federal State Budgetary Establishment All-Russian Research Institute for Fire Protection Ministry of Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters

Authors of published materials are responsible for selection and accuracy of adduced facts, economic-statistical and other data as well as for using of information, prohibited for open publication.

Editorial staff may publish articles in order of discussions, not sharing an author's view.

No part of the publications in «Current Fire Safety Issues» journal may be reprinted without the prior written permission of the editor.

The journal is registered in the State Press Committee of the Russian Federation.

The registration certificate Эл № ФС77-77054

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Сивенков А.Б. (гл. ред.), д-р техн. наук, нач. ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Балашиха, Московская обл., Россия)

Хасанов И.Р. (зам. гл. ред.), д-р техн. наук, гл. науч. сотр. ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Балашиха, Московская обл., Россия)

Алешков М.В., д-р техн. наук, зам. нач. Академии ГПС МЧС России (Москва, Россия)

Альменбаев М.М., канд. техн. наук, доцент, зам. нач. Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан по научной работе

Барботько С.Л., д-р техн. наук, нач. сектора ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ) (Москва, Россия)

Берлин А.А., д-р хим. наук, проф., акад. РАН, науч. рук. Института химической физики им. Н.Н. Семенова РАН (Москва, Россия)

Богданова В.В., д-р хим. наук, проф., зав. лаборатории огнетушащих материалов НИИ ФХП БГУ (Минск, Республика Беларусь)

Болодьян И.А., д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки Рос. Федерации, гл. науч. сотрудник ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Балашиха, Московская обл., Россия)

Гарашченко А.Н., д-р техн. наук, доцент, нач. отд. АО «Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения» (Хотьково, Московская обл., Россия)

Гончаренко И.А., д-р физ.-мат. наук, проф., проф. каф. естественных наук Государственного учреждения образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»

EDITORIAL BOARD

Sivenkov A.B. (Editor-in-Chief), Doctor of Technical Sciences, Head of FGBU VNIPO EMERCOM of Russia (Balashikha, Moscow region, Russia)

Khasanov I.R. (Deputy Chief Editor), Doctor of Technical Sciences, Main Researcher of FGBU VNIPO EMERCOM of Russia (Balashikha, Moscow region, Russia)

Aleshkov M.V., Doctor of Technical Sciences, Deputy Chief of State Fire Academy EMERCOM of Russia (Moscow, Russia)

Almenbaev M.M., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Head on Scientific Work of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan

Barbotko S.L., Doctor of Technical Sciences, Head of Sector of All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials of National Research Center «Kurchatov Institute» (Moscow, Russia)

Berlin A.A., Doctor of Chemistry, Professor, Academician of RAS, Scientific Head of Semenov Federal Research Center for Chemical Physics RAS (Moscow, Russia)

Bogdanova V.V., Doctor of Chemistry, Professor, Head of Laboratory of Fire Retardant Materials of Research Institute for Physical Chemical Problems of the Belarusian State University (Minsk, Republic of Belarus)

Bolodyan I.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Main Researcher of FGBU VNIPO EMERCOM of Russia (Balashikha, Moscow region, Russia)

Garashchenko A.N., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of JSC Central Research Institute of Special Engineering (Khotkovo, Moscow region, Russia)

Goncharenko I.A., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of Department of Natural Sciences of the State Educational Institution “University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus” EMERCOM of the Republic of Belarus

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Копылов Н.П., д-р техн. наук, проф., засл. деят. науки Рос. Федерации, гл. науч. сотр. ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Балашиха, Московская обл., Россия)

Копылов С.Н., д-р техн. наук, гл. науч. сотр. ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Балашиха, Московская обл., Россия)

Логинов В.И., д-р техн. наук, гл. науч. сотр. ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Балашиха, Московская обл., Россия)

Мухамедгалиев Б.А., д-р хим. наук, акад. Академии Наук ТУРОН, проф. Ташкентского архитектурно-строительного университета (Ташкент, Узбекистан)

Порошин А.А., д-р техн. наук, гл. науч. сотр. ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Балашиха, Московская обл., Россия)

Самошин Д.А., д-р техн. наук, проф., нач. учебно-методического комплекса пожарной безопасности объектов защиты Академии ГПС МЧС России (Москва, Россия)

Стрижак П.А., д-р физ.-мат. наук, проф. НОЦ И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО НИ ТПУ (Томск, Россия)

Цариченко С.Г., д-р техн. наук, проф. кафедры «Комплексная безопасность в строительстве» НИУ МГСУ (Москва, Россия)

Шебеко Ю.Н., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. ФГБУ ВНИИПО МЧС России (Балашиха, Московская обл., Россия)

Шуклин С.Г., д-р хим. наук, проф. кафедры защита в чрезвычайных ситуациях и управления рисками ФГБОУ ВО УдГУ (Ижевск, Россия)

EDITORIAL BOARD

Kopylov N.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Main Researcher of FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia (Balashikha, Moscow region, Russia)

Kopylov S.N., Doctor of Technical Sciences, Main Researcher of FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia (Balashikha, Moscow region, Russia)

Loginov V.I., Doctor of Technical Sciences, Main Researcher of FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia (Balashikha, Moscow region, Russia)

Mukhamedgaliev B.A., Doctor of Chemistry, Academician of the Turon Academy of Sciences, Professor of Tashkent University of Architecture and Civil Engineering (Tashkent, Uzbekistan)

Poroshin A.A., Doctor of Technical Sciences, Main Researcher of FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia (Balashikha, Moscow region, Russia)

Samoshin D.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Educational and Scientific Complex of Fire Safety of Protected Facilities of the State Fire Academy of EMERCOM of Russia (Moscow, Russia)

Strizhak P.A., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of I.N. Butakov Scientific and Educational Center of Institute of Power Engineering of Tomsk Polytechnic University (Tomsk, Russia)

Tsarichenko S.G., Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Integrated Safety in Construction of Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (Moscow, Russia)

Shebeko Yu.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Main Researcher of FGBU VNIIPPO EMERCOM of Russia (Balashikha, Moscow region, Russia)

Shuklin S.G., Doctor of Chemistry, Professor of Department of Emergency Defence and Risk Management of Udmurt State University (Izhevsk, Russia)

СОДЕРЖАНИЕ

Теоретические и экспериментальные исследования

9

Дымов С.М., Вищекин М.В., Кисляков Р.А., Коренкова О.А.

Измерение температуры в подкасочном пространстве при длительном воздействии низких температур и ветровой нагрузки

20

Оспанов К.К., Хасенов Ж.Х.

Анализ риска аварий на установке гидроочистки дизельного топлива с применением систем противоаварийной защиты

28

Ахмедов С.И., Мухамедов Н.А., Ахунжанова С.Р., Абдукадилов Ф.Б., Сивенков А.Б.

Добавки нового поколения на основе техногенных отходов для повышения огнестойкости цементных композиций

34

Шамонин В.Г., Голкин А.В., Зуев С.А., Хатунцева С.Ю., Леончук П.А.

Проектирование эвакуационных выходов в зданиях коридорного эллиптического типа. Алгоритм расчета широких коридоров

CONTENTS

Theoretical and experimental research

9

Vishchekin M.V., Dymov S.M., Kislyakov R.A., Korenkova O.A.

Temperature measurement in the underbody under prolonged exposure to low temperatures and wind loads

20

Ospanov K.K., Khasenov Zh. Kh.

Accident risk analysis at a diesel fuel hydrotreating plant using emergency protection systems

28

Akhmedov S.I., Mukhamedov N.A., Akhunzhanova S.R., Abdukadirov F.B., Sivenkov A.B.

New generation additives based on man-made waste to increase the fire resistance of cement compositions

34

Shamonin V.G., Golkin A.V., Zuev S.A., Khatuntseva S.Yu., Leonchuk P.A.

Design of evacuation exits in elliptical corridor type buildings. Calculation algorithm for wide corridors

Обмен опытом

43

Сибирко В.И., Гончаренко В.С., Чечетина Т.А., Мартынов В.А.

Участие членов добровольной пожарной охраны в тушении пожаров в Российской Федерации

50

Зенкова И.Ф.

Техносферная безопасность в Арктике: промежуточные итоги и пути развития

62

Шестаев А.А., Новиков А.А., Щербатых Л.В., Ермак В.В.

Синергия интеграции систем каталогизации и стандартизации в системе МЧС России

Experience exchange

43

Sibirko V.I., Goncharenko V.S., Chechetina T.A., Martynov V.A.

Participation of volunteer fire service members in extinguishing fires in the Russian Federation

50

Zenkova I.F.

Technosphere safety in the Arctic: interim results and development paths

62

Shestaev A.A., Novikov A.A., Shcherbatykh L.V., Ermak V.V.

Synergy of integration of cataloguing and standardization systems in the structure of the EMERCOM of Russia

Информация

Information

ОБЗОР ПАТЕНТОВ

PATENT REVIEW

68

68

**Языкова Л.И., Зотова Т.Н., Курицын А.Б.,
Карташов В.В.**

**Yazykova L.I., Zotova T.N., Kuritsyn A.B.,
Kartashov V.V.**

Перспективные российские разработки в области пожарной безопасности (I квартал 2025 года)

Promising Russian developments in the field of fire safety (I quarter of 2025)

ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

SCIENTIFIC LITERATURE REVIEW

79

79

**Мельникова Ю.В., Сайгина Н.В.,
Каспина О.Г., Архипова Е.Е.**

**Melnikova Yu.V., Saygina N.V., Kaspina O.G.,
Arkhipova E.E.**

Реферативный обзор журнала Process Safety and Environmental Protection, № 160 (2022)

Abstract review of the journal Process Safety and Environmental Protection, Vol. 160 (2022)

86

86

**Лобко И.Г., Завидская М.Г., Дробышева Г.Н.,
Агапова А.И.**

**Lobko I.G., Zavidskaya M.G, Drobysheva G.N.,
Agapova A.I.**

Научная литература в области пожарной безопасности (II квартал 2025 года, новое и актуальное)

Scientific literature in the field of fire safety (II quarter of 2025, new and relevant)

УДК 614.84

DOI: <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2025.64.73.001>

EDN: <https://elibrary.ru/aatyop>

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПОДКАСОЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР И ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ

Сергей Михайлович Дымов, Максим Вадимович Вищекин, Роман Аркадьевич Кисляков, Ольга Александровна Коренкова

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые методики измерения температуры на голове человека в средствах индивидуальной защиты от ветровых нагрузок и низких температур. Приведены выборочные данные натурных испытаний. Показаны схемы воздушных зазоров в каске пожарного и прохождение в них потоков воздуха. Поставлены вопросы о необходимости инструментального контроля температуры в подкасочном пространстве и возможных критериях субъективной оценки защитных свойств каски пожарной.

Ключевые слова: каска пожарного, методика измерения температуры, температура в подкасочном пространстве, методика климатических испытаний, средства индивидуальной защиты

Для цитирования: Измерение температуры в подкасочном пространстве при длительном воздействии низких температур и ветровой нагрузки / С.М. Дымов, М.В. Вищекин, Р.А. Кисляков, О.А. Коренкова // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2025. № 2 (24). С. 9–19. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.64.73.001. EDN AATYOP.

TEMPERATURE MEASUREMENT IN THE UNDERBODY UNDER PROLONGED EXPOSURE TO LOW TEMPERATURES AND WIND LOADS

Sergey M. Dymov, Maxim V. Vishchekin, Roman A. Kislyakov, Olga A. Korenkova

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Abstract. The article discusses some methods for measuring the temperature on a person's head in personal protective equipment against wind loads and low temperatures. Sample data from field tests are presented. Diagrams of air gaps in a firefighter's helmet and the passage of air flows through them are shown. The need for instrumental temperature control in the engine compartment and possible criteria for a subjective assessment of the protective properties of a fire helmet is stated.

Keywords: firefighter's helmet, temperature measurement methodology, temperature in the underbody space, climatic test methodology, personal protective equipment

For citation: Vishchekin M.V., Dymov S.M., Kislyakov R.A., Korenkova O.A. Temperature measurement in the underbody under prolonged exposure to low temperatures and wind loads. Aktual'nye voprosy pozharnoi bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2025, no. 2, pp. 9-19. (In Russ.). DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.64.73.001. EDN AATYOP.

В настоящее время специальных методик по определению температуры под каской пожарного при длительном и одновременном воздействии низких температур и ветровой нагрузки не существует. Отчасти это связано с тем, что традиционная концепция развития касок пожарных предполагала в первую очередь обеспечение защиты головы от опасных факторов пожара, падающего теплового потока, открытого пламени и повышенной температуры. Для установления этих защитных свойств касок и шлемов пожарных разработаны соответствующие нормативные методики испытаний в ГОСТ Р 53269–2019 [1] и ГОСТ 30694–2021 [2]. Необходимо отметить, что данные методы относятся не эксплуатационным характеристикам, определяемым в системе человек – каска, а к сугубо техническим, то есть устанавливается устойчивость материалов к сопротивлению внешним воздействиям, но не сохранение благоприятных температурных режимов под каской пожарного. Тестом на замер температуры на поверхности муляжа головы под каской при воздействии падающего теплового потока в ГОСТ Р 53269 является требование п. 5.3.10, а в ГОСТ 30694 – требование п. 4.8.7.

И все же измерение температуры подкасового пространства для условий жаркого климата при тушении ландшафтных пожаров и продолжительного воздействия повышенной температуры проводилось [3]. Здесь коллектив исследователей применил собственную методику инструментального контроля. Фиксировались такие параметры, как температура под каской на поверхности головы, влажность под каской, температура тела человека, частота сердечных сокращений, площадь корпуса каски, масса каски, площадь вентиляционных отверстий. Испытательное оборудование состояло из беговой дорожки, инфракрасной лампы, секундомера, датчиков регистрации температуры, влажности, прибора создания микроклимата. Были определены относительные и абсолютные значения всех показателей, времени с точностью до 1 с, температуры с точностью до 0,1 °С, массы с точностью до 1 г, влажности до 1 %. Оформлены табличные массивы, для наглядности переведенные в графики. Фактические данные с приборов были сравнены с субъективными показаниями добровольцев-испытателей. Применяемая методика проста: одну термопару размещали в подкасовом пространстве без особых требований к позиционированию термодатчика. Это понятно, потому что в этом эксперименте главной задачей было отведение тепла и водяного пара из подкасового пространства, в том числе принудительно с помощью встроенного вентилятора. Мы же рассматриваем задачу с точностью до наоборот – при отрицательных температурах и ветровом воздействии необходимо привести к минимуму воздухо- и теплообмен в подкасовом пространстве.

Проведенный информационный поиск показывает, что методики по определению защитных свойств одежды при низких температурах и ветровой нагрузке большей частью относятся к испытаниям верхней одежды и косвенно – к головным уборам. Так, ГОСТ 12.4.303–2016 [4] содержит данные по тепловым сопротивлениям средств индивидуальной защиты (СИЗ) для температуры минус 41 °С при скорости ветра 1,3 м/с, или для температуры минус 25 °С при скорости ветра 6,8 м/с. Однако стандарт не содержит самостоятельных методов испытаний и приводит ссылки на соответствующие нормативы. В приложении В определены места расположения температурных и тепломерных датчиков, всего 11 шт. Единственная точка на голове – это середина лба. Термодатчики при этом должны крепиться к обнаженной коже скотчем или пластырем (рис. 1).

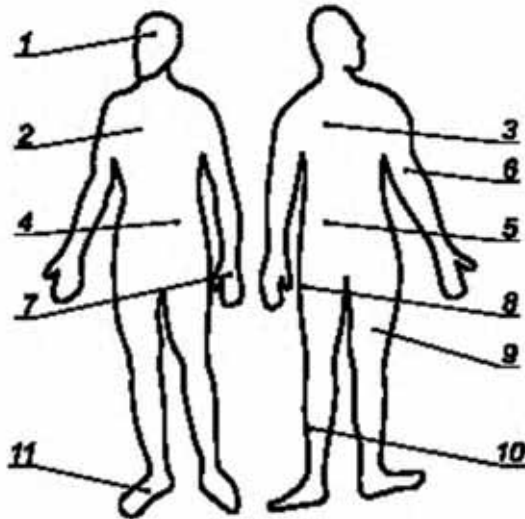


Рис. 1. Расположение температурных датчиков на поверхности тела испытателя
(рис. В.1 из ГОСТ 12.4.303–2016)

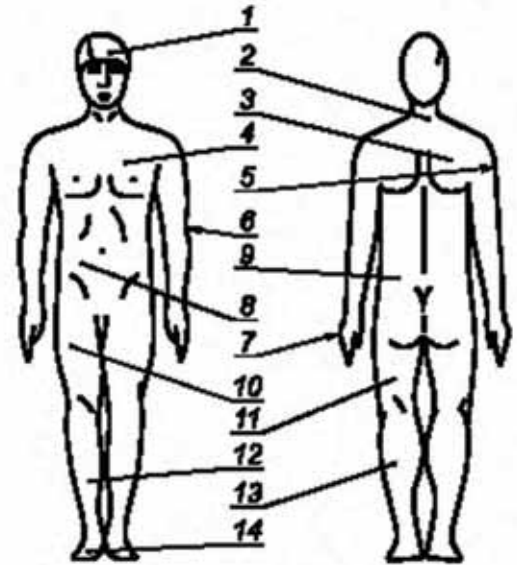


Рис. 2. Расположение точек измерений на теле человека
(рис. В.1 из ГОСТ Р ИСО 9886–2008)

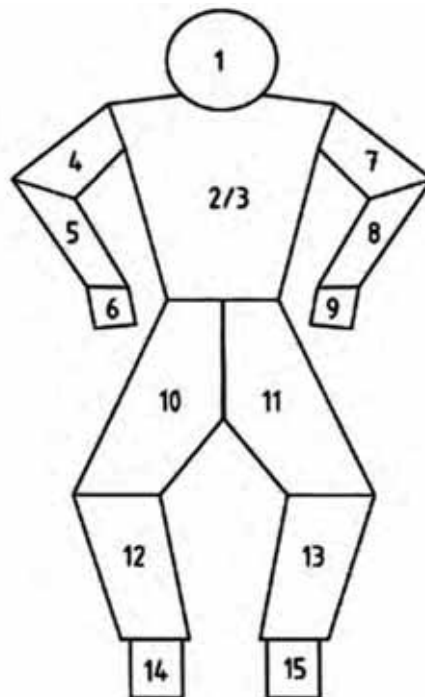


Рис. 3. Схематическое расположение сегментов корпуса термоманекена
(рис. 1 из ГОСТ ISO 15831–2013)

Стандарт ГОСТ Р ИСО 9886–2008 [5] увеличивает количество точек измерения температуры кожи с 10 до 14, но для головы середина лба остается единственной точкой, определенной на инфографике примерно (рис. 2). ГОСТ ISO 15831–2013 еще менее конкретен [6]: для термоманекена определены 15 сегментов без точного указания мест расположения датчиков или зон определения температуры (рис. 3).

Возникает логичный вопрос, почему температуру меряют не под головным убором, а на открытом участке головы посередине лба? Это вытекает из при-

нятого способа крепления термодатчика к коже человека. Датчик должен плотно прилегать, постоянно контактировать с кожей, поэтому для измерения температуры кожи на голове придется брить волосы в месте установки. Но в этом случае происходит нарушение естественного защитного волосяного покрова и результат испытаний будет некорректным. Используя методики ГОСТ 12.4.303, ГОСТ Р ИСО 9886 применительно к СИЗ головы пожарного, на лобную термопару (рис. 4) будет одет подшлемник (рис. 5), маска дыхательного аппарата и сверху шлем (рис. 6).



Рис. 4. Испытатель с прикрепленной на лбу термопарой экипуруется для входа в климатическую камеру



Рис. 5. Испытатель при выходе из климатической камеры при снятой каске

Определить, какое из средств защиты – подшлемник, маска или шлем – и в каких пропорциях обеспечивает тепловую защиту головы, невозможно. Кроме того, если испытание проводится без средств защиты органов дыхания, лицевой щиток шлема, как правило, всегда опущен (рис. 7), и тепло выдыхаемого человеком воздух будет подогревать зону лица и лба.

В ФГБУ ВНИИПО МЧС России в рамках выполнения государственного задания [7] были проведены эксперименты по отработке комплексной методики испытаний средств индивидуальной защиты пожарных (боевая одежда пожарного, дыхательные аппараты, средства защиты рук, ног, головы пожарного) различного климатического исполнения при сочетанном воздействии экстремально отрицательных температур, ветровых нагрузок и огнетушащих веществ при температуре минус 50 °С и скорости воздушного потока 3,6 м/с. На рис. 8–10 приведены графики показаний термопары, расположенной на лбу, для трех различных испытаний, по оси ординат обозначена температура в градусах Цельсия, по оси абсцисс – время в минутах.



Рис. 6. Испытатель при выходе из климатической камеры в полной экипировке



Рис. 7. Образование локального подогреваемого внутреннего пространства при опущенном лицевом щитке (подшлемник не показан)

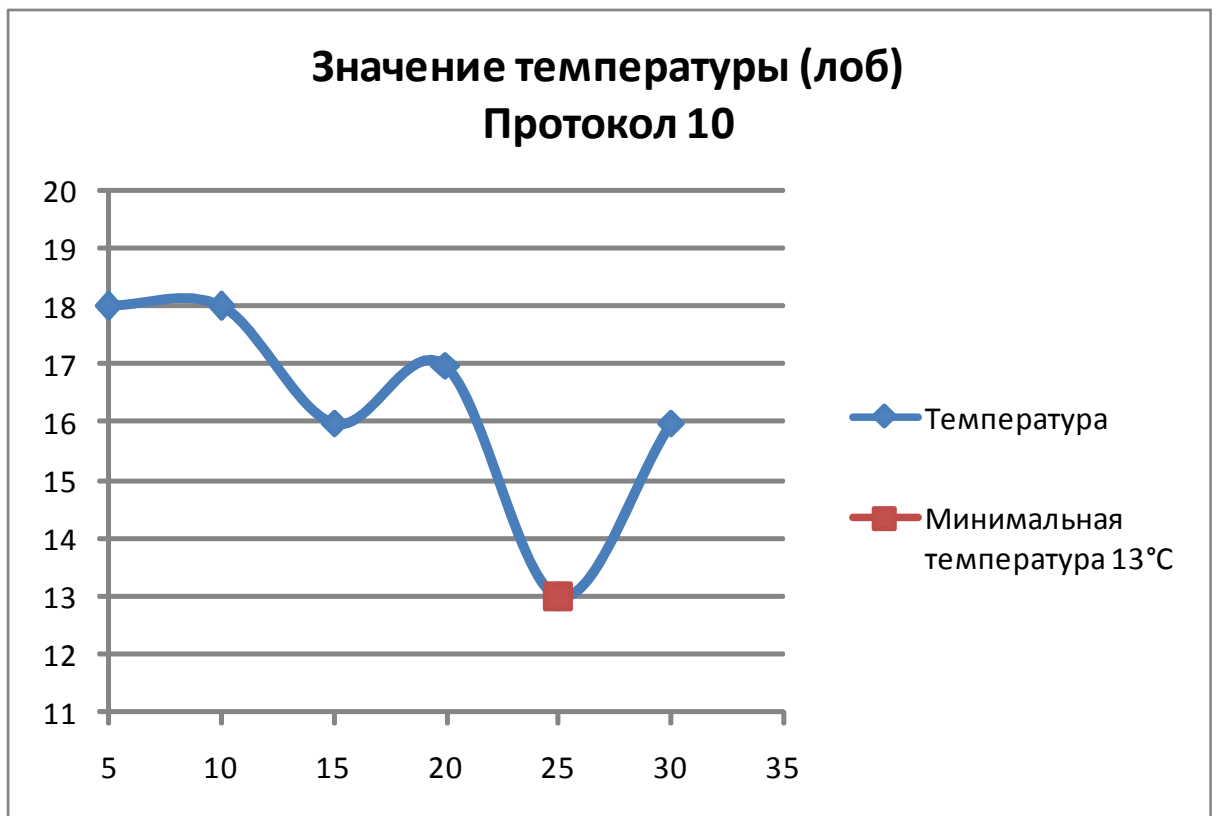


Рис. 8. График изменения температуры кожи лба; испытал И.В. Баженов



Рис. 9. График изменения температуры кожи лба; испытал М.И. Дорожкин

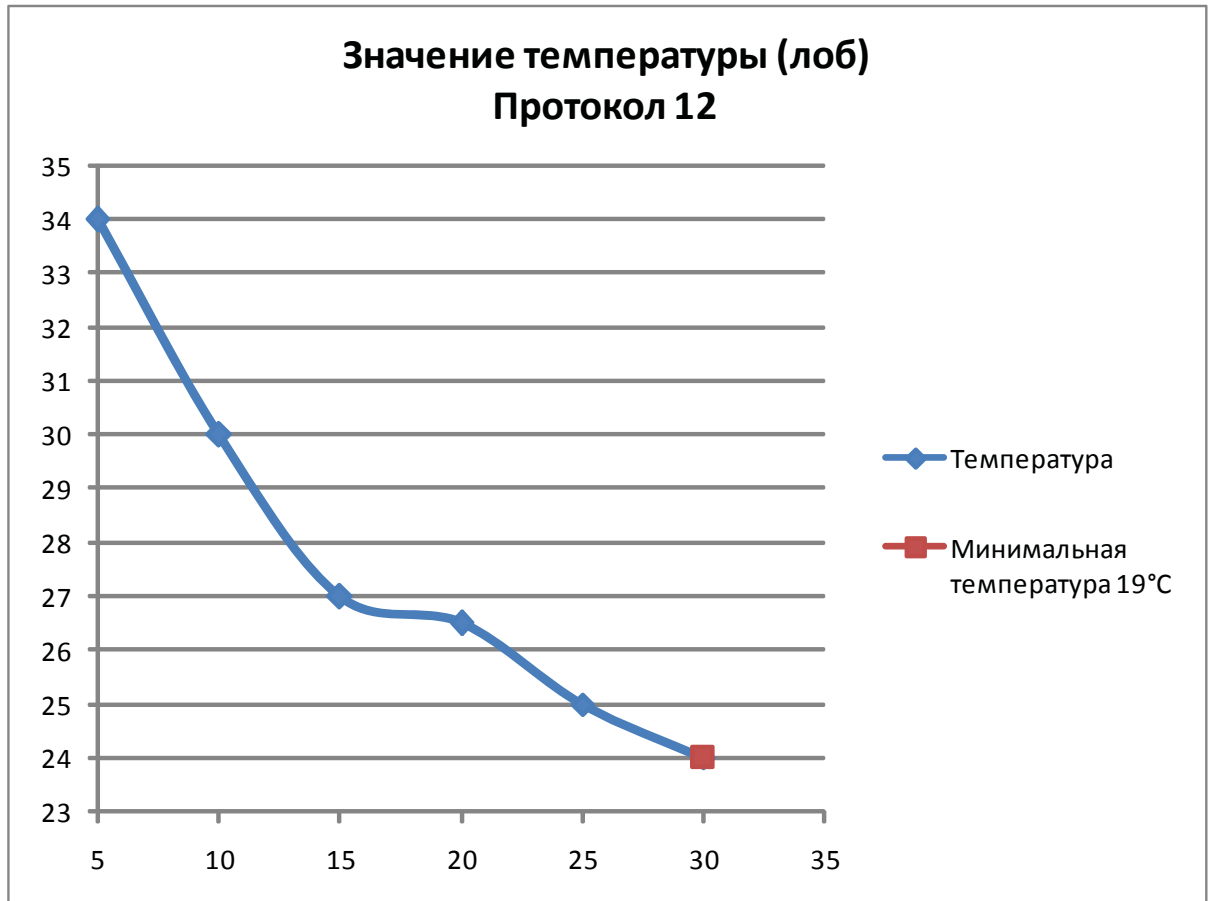


Рис. 10. График изменения температуры кожи лба; испытал И.В. Баженов

По истечении 30 мин значения минимальной температуры зафиксированы от 13 до 24 °С. При этом испытал жаловались не на неприятные ощущения в области лба, а во всех случаях на ощутимое охлаждение затылка, и в одном случае – макушки. Данное явление вполне предсказуемо, учитывая условия проведения эксперимента, в ходе которого испытал должен был периодически поворачиваться к вентилятору лицом, боком и спиной. Когда испытал поворачивался к вентилятору спиной и совершал наклоны, подъем тяжестей, работу на тренажере, то в образовавшуюся щель между пелериной и боевой одеждой пожарного как по тоннелю холодный воздух проходил к затылку (рис. 11).



Рис. 11. Проход холодного воздуха в подкасочное пространство сзади

При проведении эксперимента с поднятым лицевым щитком или в средстве защиты органов дыхания такой же тоннель образовывался между лбом и корпусом каски (рис. 12).



Рис. 12. Проход холодного воздуха в подкасочное пространство спереди

Каски пожарные, как правило, производятся из твердых материалов, ударопрочного пластика, металла и часто с наружным лакокрасочным покрытием. Поэтому корпуса касок имеют близкую к нулю влаго- и воздухопроницаемость, так как они должны сохранять свои прочностные свойства после воздействия на них в течение не менее 4 ч воды и следующих агрессивных сред: серной кислоты плотностью 1,21 г/см³; натрия едкого или натрия гидроокиси плотностью 1,25 г/см³; масла трансформаторного или другого минерального масла плотностью от 0,875 до 0,905 г/см³ (пп. 5.3.12, 5.3.13 ГОСТ Р 53269 [1] и пп. 4.8.10, 4.8.11 ГОСТ 30694) [2], и свободный проход воздуха внутрь подкасочного пространства возможен только в случаях, рассмотренных выше. Сбоку, несмотря на требование нормативных документов о наличии свободного воздушного зазора не менее 5 мм между внутренней обвязкой и корпусом (п. 5.1.7 ГОСТ Р 53269 и п. 4.10.1 ГОСТ 30694), холодный воздух не проходит. Вероятно, сказывается инстинктивный наклон головы навстречу набегающему потоку воздуха и лабиринтное уплотнение, образовавшееся из многокомпонентной и плотной конструкции внутренней обвязки на височной зоне головы.

Каски имеют сложившуюся систему технических требований, которые формируют общую для всех изделий специфическую конструкцию. Так, помимо устойчивости к воздействию различных сред, каска должна иметь не только кольцевой боковой зазор, но и достаточное свободное пространство между корпусом и внутренней обвязкой, которое обеспечивает нужный воздушный термослой и так необходимое буферное пространство для амортизации удара сверху. Кроме воздушного зазора, между головой и внешней средой будут находиться подшлемник, гигиеническая накладка, силовой набор внутренней обвязки, ударопоглощающая вставка и дополнительная прокладка из нескольких слоев арамидной ткани. Как видно из рис. 7, 11, 12, под каской находится много слоев различных материалов и замкнутых объемов воздушного пространства. То есть обеспечение термозащиты осуществляется не только свойствами материалов, но и конструкцией каски. При этом хорошо видно, что корпус каски как бы висит в воздухе над головой, создавая сквозной тоннель для прохода воздуха.

Выводы, полученные в ходе проведения экспериментов во ВНИИПО.

1. Методики проверки специальной одежды для защиты от пониженных температур по ГОСТ [4–6] не позволяют измерять температуру головы человека или температуру подкасочного пространства.

2. Для получения объективной картины температурного поля под каской нужно установить количество точек замера не менее 5 шт.: лоб, макушка, затылок, виски.

3. Разнообразие моделей касок не позволит создать единую (универсальную) схему для размещения термодатчиков на всех СИЗ головы. Например, первые модели шлема ШПМ производства ООО «АСО» имели вставку из вспененного полиуретана, которая заполняла все свободное пространство внутри шлема и являлась одновременно и амортизирующим вкладышем и внутренней обвязкой, а облегченные модели касок типа КП-80 или HPS 4100 не имеют развитой височной и затылочной части.

4. Существующие в настоящее время методики проверки специальной одежды для защиты от пониженных температур и ветровой нагрузки не предусматривают проведение отдельных испытаний каски, а только комплекта всей одежды. Это вносит в испытание много случайных и индивидуальных элементов. Достаточно посмотреть графики измерения температуры лба у одного и того же испытателя (рис. 8, 10) – значения температуры при равных условиях отличаются на 11 °С.

5. Существенную роль при испытаниях в критических условиях играет поведение испытателя, которое зависит от опыта участия в подобных экспериментах, физического и психологического состояний в данный момент времени. При этом неразумно требовать от испытателя идти на встречный поток ледяного воздуха «с открытым забралом», так как надо понимать, что атака в лицо очень быстро завершит ход испытаний. Как только испытатель почувствует усиливающийся дискомфорт или опасность для здоровья, испытание останавливается, это одно из основных положений методики в обеспечении техники безопасности. В итоге испытание гарантированно прекратится до момента истечения запланированного времени воздействия. Чтобы человек не обморозился, необходимо всегда защищать лицо и голову всеми имеющимися в данном комплекте СИЗ средствами: и лицевым щитком, и подшлемником, и воротником, и капюшоном. Насколько корректно тогда говорить о тщательном определении температуры в подкасочном пространстве?

6. Неясно, нужно ли измерять температуру под каской, и в каких местах. При сложных конструкциях внутренней обвязки температура под корпусом может почти не влиять на температуру кожи. Так, при классической схеме каски с открытым воздушным зазором между корпусом шлема и головой человека каска в принципе не может обеспечить поддержание постоянной температуры, в этом случае защита головы осуществляется подшлемником. При этом в ходе данных экспериментов одновременно фиксируются и субъективные ощущения испытателя, которые наравне с инструментальными методами контроля позволяют дать оценку защитным свойствам СИЗ. Но что тогда следует считать за доминирующий показатель – значения термопар или субъективные ощущения?

7. Проблематика защиты головы при длительном воздействии отрицательных температур и ветра существует для всех реагирующих подразделений, а ведь опасными для жизни и здоровья человека являются и положительные температуры, летальный исход от воздействия холода может наступить даже при температуре воздуха 3 °С [8].

8. При таком количестве вопросов с установлением значений температур под каской не обязательно использовать метод инструментального контроля при определении защитных свойств СИЗ головы. В материалах специальных

медицинских исследований по субъективным ощущениям человека приведены признаки и сигналы о переохлаждении организма [8–14]. Применяя эти признаки, можно достаточно точно определить степень охлаждения участков тела и соотнести ее с соответствующим диапазоном температуры тела, а также установить уровень двигательной активности и нервно-психологического состояния человека.

9. При отсутствии острой проблемы с защитными свойствами СИЗ при работе в условиях экстремально низких температур и ветрового воздействия задача защиты личного состава МЧС России является, несомненно, актуальной. Так, помимо прямых повреждений организма, вызванных воздействием низких температур (обморожение), у работников, занятых при выполнении постоянных работ в зонах с холодным климатом, развиваются и наведенные болезни внутренних органов, органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки, болезни костно-мышечной и соединительной ткани [9]. Поэтому достаточность защитных свойств СИЗ головы необходимо устанавливать не только для критических величин разового воздействия, но в комплексе со статистическими данными хронических заболеваний для конкретной местности.

Список литературы

1. ГОСТ Р 53269–2019. Техника пожарная. Каски пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс»: сайт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200167817> (дата обращения: 28.01.2025).
2. ГОСТ 30694–2021. Техника пожарная. Шлем пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс»: сайт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200184144> (дата обращения: 28.01.2025).
3. Davis G.A., Edmisten E.D., Thomas R.E., Rummer R.B., Pascoe D.D. (2001). Effects of ventilated safety helmets in a hot environment. 27(5), 321–329. DOI 10.1016/s0169-8141(00)00059-7.
4. ГОСТ 12.4.303-2016. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136075> (дата обращения: 28.01.2025).
5. ГОСТ Р ИСО 9886–2008. Эргономика термальной среды. Оценка температурной нагрузки на основе физиологических измерений // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200068729> (дата обращения: 28.01.2025).
6. ГОСТ ISO 15831–2013. Одежда. Физиологическое воздействие. Метод измерения теплоизоляции на термоманекене // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200112164> дата обращения: 28.01.2025).
7. Разработка комплексной методики испытаний средств индивидуальной защиты (СИЗ) пожарных (боевая одежда пожарного, дыхательные аппараты, средства защиты рук, ног, головы пожарного) различного климатического исполнения при сочетанном воздействии экстремально отрицательных температур, ветровых нагрузок и огнетушащих веществ с разработкой требований к климатическому исполнению СИЗ для включения в технические задания на их закупку в том числе, в рамках государственного оборонного заказа и внесение методики испытаний в профильные межгосударственные стандарты: отчет о НИР (п. 1.14 раздела II План научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций,

обеспечения пожарной безопасности, преодоления последствий радиационных аварий и катастроф на 2024 год и на плановый период 2025 и 2026 годов, утв. приказом МЧС России от 13.09.2023 г. № 939) / ВНИИПО; рук. *В.И. Логинов*; исполн. *Д.Ю. Русанов, К.Э. Архиреев, М.В. Вищекин, Р.А. Кисляков* и др.

8. Обучение сотрудников особенностям действий в условиях низких температур окружающей среды / *О.В. Хомяков, М.А. Калинин, С.В. Коньков* [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 10 (52). С. 195–197. DOI 10.18454/IRJ.2016.52.122. EDN WWSEIZ.

9. *Заровняев А.П.* Влияние низких температур на безопасность работающих // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8, № 3 (47). С. 241–246. EDN OGHXWM.

10. *Хекерт Е.В., Томилин А.Н.* Гипотермия как проблема обеспечения безопасности жизни членов экипажа судна // Эксплуатация морского транспорта. 2016. № 1 (78). С. 42–48. EDN WCLXPV.

11. *Радушкевич В.Л., Барташевич Б.И., Ткаченко Н.В.* Особенности проведения реанимации у больных с непреднамеренным общим охлаждением организма // Медицинский алфавит. 2010. Т. 4, № 17. С. 20–25. EDN NDGKQB.

12. *Черемисинов А.Н., Землячев Э.В.* Сохранение здоровья военнослужащих в условиях воздействия холода // Физическая культура в системе профессионального образования: идеи, технологии и перспективы: сб. материалов IV Всерос. науч.-практ. конф., Омск, 19 апреля 2019 года. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2019. С. 109–114. EDN ZGWYXB.

13. *Черемисинов А.Н., Землячев Э.В.* Человек в условиях воздействия холода // Физическая культура в системе профессионального образования: идеи, технологии и перспективы: сб. материалов IV Всерос. науч.-практ. конф., Омск, 19 апреля 2019 года. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2019. С. 115–118. EDN YIQYUR.

14. Экспериментальная оценка теплозащитных функций средств индивидуальной защиты военнослужащего от холода с применением теплового манекена / *С.В. Мартынов, Б.Г. Еремин, А.В. Назаров, А.С. Бутранов* // Известия Института инженерной физики. 2019. № 1 (51). С. 7–12. EDN YWVTFJ.

Статья поступила в редакцию 28.01.2025;

одобрена после рецензирования 28.02.2025;

принята к публикации 28.03.2025.

Дымов Сергей Михайлович – старший научный сотрудник; **Вищекин Максим Вадимович** – заместитель начальника отдела – начальник сектора; **Кисляков Роман Аркадьевич** – заместитель начальника отдела – начальник сектора; **Коренкова Ольга Александровна** – старший научный сотрудник.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Sergey M. Dymov – Senior Researcher; **Maxim V. Vishchekin** – Deputy Head of Department – Chief of Sector; **Roman A. Kislyakov** – Deputy Head of Department – Chief of Sector; **Olga A. Korenkova** – Senior Researcher.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

УДК 629.039.58

DOI: <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2025.32.54.002>

EDN: <https://elibrary.ru/bpklpk>

АНАЛИЗ РИСКА АВАРИЙ НА УСТАНОВКЕ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Кайрат Кельденович Оспанов, Жумабек Хасенович Хасенов

Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Республика Казахстан

Аннотация. В статье рассмотрен анализ риска возникновения аварий на технологической установке гидроочистки дизельного топлива комплекса первичной переработки нефти ЛК-6У. Проведено моделирование вероятности аварийных событий с использованием диаграммы «галстук-бабочка», объединяющей деревья отказов и событий. Оценены основные причины возникновения аварий и их последствия, а также предложены мероприятия по эффективному снижению их частоты и возможных последствий с использованием системы противоаварийной и противопожарной защиты. Результаты исследования показали возможность значительного снижения уровня пожарного риска при внедрении современных технических решений и системы автоматического контроля.

Ключевые слова: риск, авария, пожарная безопасность, противоаварийная защита, гидроочистка дизельного топлива, технологическая установка, снижение риска

Для цитирования: Оспанов К.К., Хасенов Ж.Х. Анализ риска аварий на установке гидроочистки дизельного топлива с применением систем противоаварийной защиты // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2025. № 2 (24). С. 20–27. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.32.54.002. EDN BPKLPK.

ACCIDENT RISK ANALYSIS AT A DIESEL FUEL HYDROTREATING PLANT USING EMERGENCY PROTECTION SYSTEMS

Kairat K. Ospanov, Zhumabek Kh. Khasenov

The Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Republic of Kazakhstan

Abstract. This article presents an analysis of the risk of accidents at the diesel fuel hydrotreating process plant of the LK-6U primary oil refining complex. The probability of accident scenarios was modeled using a «bow-tie» diagram that combines fault trees and event trees. The main causes of accidents and their consequences are assessed, and measures to effectively reduce their frequency and possible consequences using an emergency and fire protection system are proposed. The results of the study showed the possibility of significant reduction of fire risk level with the introduction of modern technical solutions and automatic control system.

Keywords: risk, accident, fire safety, emergency protection, diesel fuel hydrotreating, process plant, risk reduction

For citation: Ospanov K.K., Khasenov Zh. Kh. Accident risk analysis at a diesel fuel hydrotreating plant using emergency protection systems. Aktual'nye voprosy pozharnoi bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2025, no. 2, pp. 20-27. (In Russ.). DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.32.54.002. EDN BPKLPK.

Введение

Предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, исходя из свойств перерабатываемых и производимых продуктов, а также особенностей технологических процессов, относятся к объектам повышенной опасности. На подобных объектах ежегодно происходят аварии, которые приводят к человеческим жертвам, значительным материальным потерям и наносят ущерб окружающей среде.

Согласно статистическим данным [1], ущерб от аварий в нефтегазовой промышленности в только 2018–2019 годах составил около 4,5 миллиардов долларов США, что эквивалентно примерно одной десятой всех убытков, понесенных отраслью за последние 50 лет. При этом на долю нефтеперерабатывающих заводов приходится около 50 % новых потерь, тогда как на предприятия нефтехимической промышленности – около 25 % [2].

В настоящее время одним из наиболее эффективных способов предупреждения и снижения количества аварий на опасных производственных объектах (ОПО) является анализ риска их возникновения. Основной целью данного анализа является предотвращение вероятных аварийных ситуаций за счет своевременного выявления угроз и разработки мер по их устранению.

Процесс анализа риска включает несколько ключевых этапов. Первым шагом является определение уровня опасности ОПО и его компонентов. Это предполагает выявление возможных угроз, которые могут инициировать аварийные события, а также оценку частоты их возникновения и потенциальных последствий. Следующий этап связан с определением величины риска, что осуществляется через моделирование и расчет сценариев возникновения аварийных ситуаций на основе логических схем их реализации. Завершается анализ выработкой рекомендаций, направленных на снижение уровня риска.

Согласно методике [3], приоритет отдается количественным методам анализа, которые позволяют проводить численную оценку как отдельных рисков, так и общей опасности для всего объекта. Такая оценка является особенно важной на этапах предпроектных работ, проектирования, ввода или вывода объектов из эксплуатации, а также в процессе их консервации.

Для оценки вероятностей инициирующих и аварийных событий наиболее эффективными считаются методы анализа деревьев отказов и анализа деревьев событий [3, 4]. Проведение комплексного анализа риска без использования специализированного программного обеспечения значительно затруднено, поэтому в данной работе для моделирования и расчета аварийных рисков был применен программный комплекс АРБИТР [5].

Результаты исследования представлены на примере анализа рисков, связанных с эксплуатацией технологической установки гидроочистки дизельного топлива (ТУ ГДТ) комплекса первичной переработки нефти (КППН) ЛК-6У.

Оценка опасности ОПО и составляющих его частей

Гидроочистка дизельного топлива, или гидрообессеривание, представляет собой процесс удаления серы из дизельной фракции. Этот процесс осуществляется на поверхности катализатора в среде водородсодержащего газа [6]. В технологическом плане процесс реализуется в секции С-300/1 комплекса первичной переработки нефти (КППН) ЛК-6У.

Наиболее опасным элементом технологической установки гидроочистки дизельного топлива (ТУ ГДТ) является реакторный блок Р-301/1. Уровень опасности определяется рядом факторов. Во-первых, обращение с большими объемами взрывоопасных веществ, достигающими 15 тонн паров дизельной фракции,

создает серьезные риски. Во-вторых, в реакционной смеси содержится высокая концентрация углеводородных газов, что повышает вероятность возникновения аварийных ситуаций. Дополнительную угрозу создают высокие параметры технологического процесса, включая температуру в диапазоне 330–420 °С и давление от 3 до 6,4 МПа. Также токсичность применяемых продуктов, таких как сероводород и аммиак, увеличивает потенциальную опасность работы установки.

Наибольшую угрозу для ТУ ГДТ представляет выход технологических параметров за критические пределы. Это может привести к совокупному воздействию опасных факторов на оборудование и аппаратуру, что, в свою очередь, способно вызвать разгерметизацию системы. Причинами подобных отклонений могут быть прекращение подачи воздуха к контрольно-измерительным приборам (КИП), аварийная остановка циркуляционного компрессора водородсодержащего газа (ЦК-301), отключение высоковольтного электропитания напряжением 6000 В, а также прекращение подачи сырья или свежего водородсодержащего газа. К числу других причин относятся нарушение герметичности оборудования и аппаратуры, а также отказ распределительной системы управления (PCY). Каждое из этих событий способно спровоцировать выброс значительного количества нефтепродуктов, что может привести к взрыву, пожару или загрязнению атмосферы опасными веществами.

На рис. 1 представлено дерево отказов для сценария с головным событием, которым является разгерметизация реактора P-301/1 с последующим выбросом технологической среды (ТС). Эта схема разработана в виде схемы функциональной целостности (СФЦ), где аварийные события отображаются в виде функциональных вершин. Взаимосвязи между ними выражаются логическими операциями через дизъюнктивные (ИЛИ) и конъюнктивные (И) ребра, на которых указываются условные вероятности наступления соответствующих событий. Условные вероятности сценариев возникновения аварии получены на основе данных, представленных в работе [7].

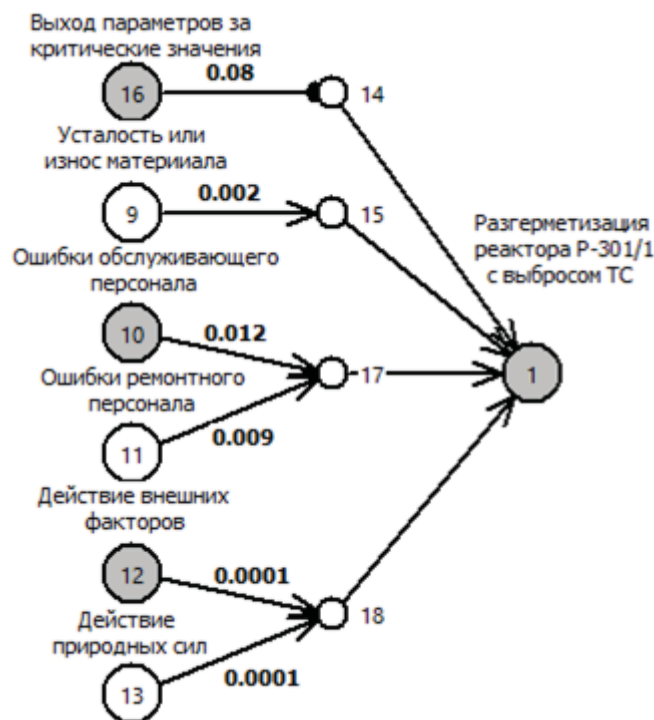


Рис. 1. СФЦ «дерево отказов» аварии P-301/1 с выбросом ТС

Основными источниками зажигания горючей среды на установке гидроочистки дизельного топлива являются открытое пламя технологических печей, перегретые продукты переработки, которые используются в качестве теплоносителей, а также электрический ток, необходимый для работы электродвигателей насосов и систем освещения.

Обеспечение пожаровзрывобезопасности на установке осуществляется с помощью комплекса технических средств. Важную роль играет контрольно-измерительная аппаратура, которая используется для постоянного мониторинга технологических параметров. Для предотвращения распространения аварийных ситуаций установлены системы пожарной сигнализации и блокировочной защиты. Контроль качества воздушной среды в производственных помещениях осуществляется с помощью газоанализаторов, позволяющих своевременно выявлять превышение концентраций опасных веществ.

Для предотвращения накопления статических зарядов применяется защитное заземление трубопроводов, технологического оборудования и корпусов электродвигателей. Автоматическое реагирование на аварийные события обеспечивают системы контроля, управления и исполнительные механизмы. В случае возгорания на ранней стадии срабатывает система пожаротушения, способная быстро локализовать и ликвидировать пожар. Дополнительно установлены вентиляционные системы, которые предотвращают накопление горючих газов и способствуют поддержанию безопасной атмосферы на объекте. Все эти меры направлены на снижение вероятности возникновения пожаровзрывоопасных ситуаций и минимизацию последствий возможных аварий.

На рис. 2 представлена схема функциональной целостности (СФЦ) для сценария разгерметизации реактора Р-301/1 с выбросом технологической среды (ТС). В нижней части каждого возможного исхода указана условная вероятность соответствующего события, при этом сумма вероятностей всех несовместимых вариантов развития событий равна 1. Условные вероятности сценариев развития аварии получены на основе данных, представленных в работе [7].

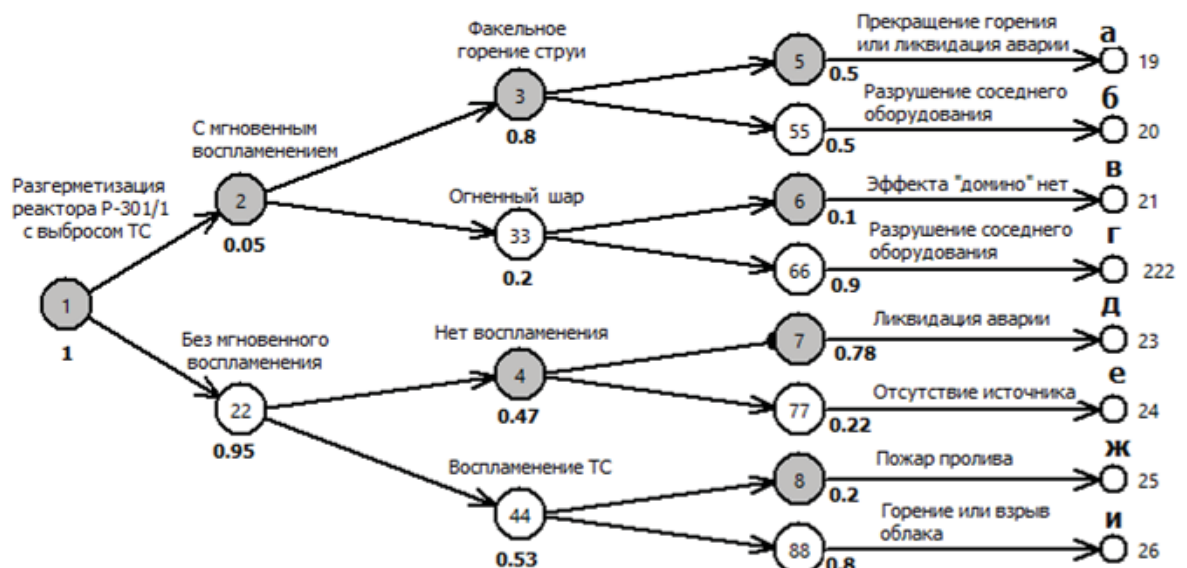


Рис. 2. СФЦ «дерево событий» аварии Р-301/1 с выбросом ТС

Из анализа СФЦ, показанной на рис. 2, следует, что головным событием является разгерметизация реактора Р-301/1, условная вероятность которой принимается за 1. Риск возникновения этого события определяется суммой вероятностей двух основных исходов: разгерметизации с мгновенным воспламенением и разгерметизации без мгновенного воспламенения. Эти два сценария учитыва-

ют все возможные варианты развития аварийной ситуации после наступления головного события.

Распределение рисков для последующих событий осуществляется аналогичным образом. Для более наглядного представления и оценки риска на рис. 3 приведена диаграмма типа «галстук-бабочка». В этой диаграмме левая часть отображает дерево отказов, показывающее причины возникновения головного события, тогда как правая часть представляет собой дерево событий, иллюстрирующее возможные последствия его реализации.

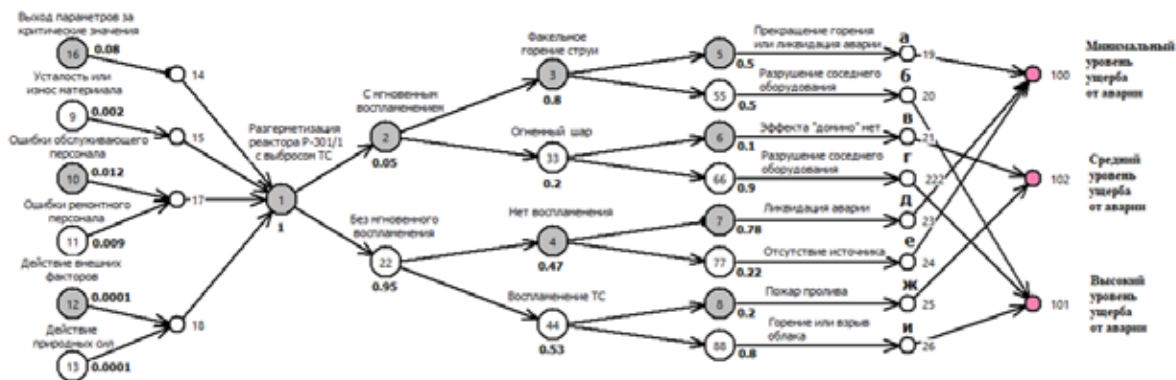


Рис. 3. СФЦ «галстук-бабочка» аварии P-301/1 с выбросом ТС

На рис. 3 вершинами 100, 101 и 102 логически обозначены события, которые приводят к минимальному, среднему и наибольшему ущербу в результате аварии. На рис. 4 представлена диаграмма отрицательных вкладов событий, способствующих возникновению наибольшего ущерба (вершина 101). Наиболее значимым иницирующим событием, оказывающим наибольшее отрицательное влияние, следует считать выход технологических параметров за критические значения (вершина 16).

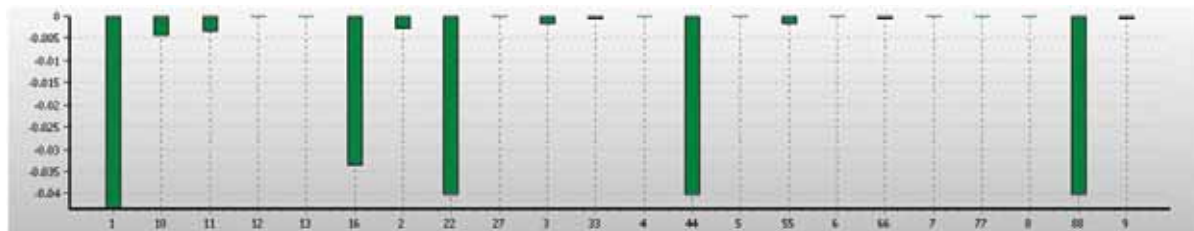


Рис. 4. Диаграмма отрицательных вкладов событий, приводящих к наибольшему ущербу

На основании диаграммы отрицательных вкладов необходимо снизить риск возникновения иницирующего события 16, связанного с выходом параметров за критические значения. Для этого проводится расчет с уменьшением вероятности реализации данного события вдвое. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительные результаты моделирования наиболее опасных событий аварии реактора P-301/1

Номер вершины (событие)	Иницирующее событие 16 (выход за критические значения) $P_i = 0,08$	Иницирующее событие 16 (выход за критические значения) $P_i = 0,04$	Снижение вероятности возникновения аварийного события при условии $P_i = 0,04$
55	0,002	0,0012	60 %
66	0,0009	0,0005	56 %
88	0,0404	0,0248	61 %
101	0,0434	0,0266	61 %

Внедрение на объект элементов системы ПА и ППЗ позволит снизить вероятность реализации пожароопасных сценариев, таких как «огненный шар», «горение» или «взрыв облака». Дополнительно это увеличит вероятность рассеивания взрывоопасного облака за счет эффективного срабатывания системы защиты. После реализации указанных мер расчетный пожарный риск будет снижен до $2,51 \cdot 10^{-8}$ год⁻¹, что в среднем уменьшает вероятность возникновения аварии в 4 раза.

Список литературы

1. 100 Largest Losses in the Hydrocarbon Industry 1974–2019 [100 крупнейших потерь в углеводородной отрасли за 1974–2019 годы] // Marsh LLC. 2020. Vol. 26. P. 1–3. URL: marsh.com/content/dam/marsh/Documents/PDF/UK-en/100-largest-losses-in-hydrocarbon-history.pdf (дата обращения: 15.01.2025).
2. Анализ статистики и причинно-следственных связей аварий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности России и Казахстана [Электронный ресурс] / А.В. Федоров, К.К. Оспанов, Е.Н. Ломаев [и др.] // Технологии техносферной безопасности. 2021. № 2 (92). DOI 10.25257/TTS.2021.2.92.156–168. URL: www.elibrary.ru/download/elibrary_46411321_75980813.pdf (дата обращения: 15.01.2025).
3. Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»: приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 03.11.2022 г. № 387 // Гарант.ру: информационно-правовой портал. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405790773/?ysclid=mace8jlgji242478572> (дата обращения: 15.01.2025).
4. Федосов А.В., Маннанова Г.Р., Шипилова Ю.А. Анализ опасностей, оценка риска аварий на опасных производственных объектах и рекомендации по выбору методов анализа риска // Нефтегазовое дело. 2016. № 3. С. 322–336.
5. Нозик А.А., Струков А.В., Можаяева И.А. Программная реализация методов количественного анализа риска аварий опасных производственных объектов на основе логико-вероятностного и логико-детерминированного подходов // Наука и безопасность. 2016. № 2 (20). С. 26–31.
6. Кожемякин М.Ю., Черкасова Е.И. Гидроочистка дизельного топлива // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18, № 23. С. 28–32.
7. Скворцов М.С. Проектирование систем ПАЗ с учетом анализа опасностей и риска аварий на опасном производственном объекте // Автоматизация в промышленности. 2018. № 3. С. 61–65.
8. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ МЧС России от 10.07.2009 г. № 404 (с изменениями на 14.12.2010 г.) // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: docs.cntd.ru/document/902170886 (дата обращения: 15.01.2025).
9. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов. Москва: ВНИИПО МЧС России. 2012. 160 с.

**Статья поступила в редакцию 15.01.2025;
одобрена после рецензирования 28.02.2025;
принята к публикации 31.03.2025.**

Оспанов Кайрат Кельденович – доцент кафедры пожарной профилактики Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан; **Хасенов Жумабек Хасенович** – начальник Академии гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан.

Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан.

Kairat K. Ospanov – Associate Professor of Fire Prevention Department; **Zhumabek K. Khasenov** – Head of the Academy.

The Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan.

УДК 564.48.01

DOI: <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2025.51.53.003>

EDN: <https://elibrary.ru/epsdep>

ДОБАВКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Султан Илясович Ахмедов¹, Нодир Абдуганиевич Мухамедов¹, Сайёра Руфатовна Ахунжанова¹, Фирдавс Бахтиёрович Абдукадилов¹, Андрей Борисович Сивенков²

¹ Ташкентский архитектурно-строительный университет, Ташкент, Республика Узбекистан.

² Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые вопросы повышения огне- и жаропрочности бетонных и железобетонных конструкции. Показаны возможности создания огнезащитных материалов широкого профиля для бетонных, железобетонных, облицовочных и отделочных материалов. Приведены конкретные пути практического применения новых разработок.

Ключевые слова: бетон, огнезащита, жаропрочность, полимерная композиция, штукатурка, отделочный материал

Для цитирования: Добавки нового поколения на основе техногенных отходов для повышения огнестойкости цементных композиций / С.И. Ахмедов, Н.А. Мухамедов, С.Р. Ахунжанова, Ф.Б. Абдукадилов, А.Б. Сивенков // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2025. № 2 (24). С. 28–33. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.51.53.003. EDN EPSDEP.

NEW GENERATION ADDITIVES BASED ON MAN-MADE WASTE TO INCREASE THE FIRE RESISTANCE OF CEMENT COMPOSITIONS

Sultan I. Akhmedov¹, Nodir A. Mukhamedov¹, Sayera R. Akhunzhanova¹, Firdavs B. Abdukadirov¹, Andrey B. Sivenkov²

¹ Tashkent University of Architecture and Civil Engineering, Tashkent, Republic of Uzbekistan

² All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Abstract. The article considers some of the possibilities of creating fire-retardant materials of a wide profile for concrete and reinforced concrete as well as for facing and finishing materials. Specific ways of practical application of new developments are given.

Keywords: concrete, fire protection, heat resistance, polymer composition, plaster, finishing material

For citation: Akhmedov S.I., Mukhamedov N.A., Akhunzhanova S.R., Abdukadirov F.B., Sivenkov A.B. New generation additives based on man-made waste to increase the fire resistance of cement compositions. Aktual'nye voprosy pozharnoi bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2025, no. 2, pp. 28-33. (In Russ.). DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.51.53.003. EDN EPSDEP.

При проектировании промышленных предприятий следует учитывать специальные требования безопасности. Необходимо, чтобы используемые строительные конструкции обладали требуемой огнестойкостью, т. е. способностью сохранять под действием высоких температур пожара свои рабочие функции, связанные с огнепреграждающей, теплоизолирующей или несущей способностью [1].

Огнепреграждающая способность строительных конструкций характеризует их стойкость к образованию трещин или сквозных отверстий, через которые проникают продукты горения или пламя.

Огне- и жаропрочность конструкции зависит от их способности к прогреву. Многие строительные материалы плохо проводят тепло (обладают низкой теплопроводностью). Это объясняется тем, что они имеют пористую структуру, причем в их ячейках заключен воздух, теплопроводность которого мала. Огнестойкость по теплоизолирующей способности характеризуется повышением температуры в любой точке на необогреваемой поверхности конструкции более чем на 180 °С по сравнению с ее первоначальной температурой (до нагрева) [2].

В свете вышесказанного, нами на протяжении многих лет проводятся исследования по подбору составов цементных композиций для высокопрочных, огне- и жаростойких бетонов. В качестве минеральных тонкодисперсных добавок использовались различные модификации микрокремнезема, а также золошлак Бекабадского металлургического комбината. Использование микрокремнезема позволяет получать цементные композиции с высокими эксплуатационными характеристиками. В составы вводились микрокремнезем уплотненный БМК-04 Бекабадского металлургического комбината, тонкодисперсный осажденный диоксид кремния Кунградского содового завода КСЗ-10, а также микродисперсный кремнезем (МНА-3), полученный гель-методом из природного диатомита Навбахорского месторождения.

Химические составы усредненных проб золошлака и добавки «МНА» приведены в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав добавки «МНА»

Наименование компонентов	Содержание массовой доли оксидов, %							
	П.п.п	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅
Золошлак	7,97	54,82	21,34	3,18	5,72	1,30	0,56	0,14*
Диатомит Навбахорского месторождения	19,61	3,04	0,74	0,78	29,44	0,25	43,22	2,42*

*Массовая доля водорастворимых фосфатов, %, в пересчете на P₂O₅.

При расчете составов композиционных добавок учитывали содержание (SO₃) в каждом сырьевом компоненте добавки и при принятом соотношении каждого из них рассчитывали суммарное содержание SO₃ в механических смесях «МНА-3» (табл. 2).

Таблица 2

Вещественный и химический составы добавок нового поколения «МНА»

Условное обозначение смесей	Вещественный состав смеси, % (масс.)		Суммарное содержание SO ₃ , % (масс.)
	Золошлак	Диатомит Навбахорского месторождения	
МНА-1	50	50	21,89
МНА-2	70	30	13,36

Условное обозначение смесей	Вещественный состав смеси, % (масс.)						Суммарное содержание SO ₃ , % (масс.)		
	Золошлак		Диатомит Навбахорского месторождения				SO ₃	P ₂ O ₅	Пр.
П.п.п	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO				
МНА-1	13,51	28,93	11,04	1,98	14,72	0,78	21,89	1,28	5,87
МНА-2	11,31	39,28	15,16	2,46	12,83	0,98	13,36	0,83	3,79

Для проведения эксперимента изготавливались и испытывались образцы балочки размером 2 × 2 × 7 см. Испытания на прочность проходили через семь суток после изготовления, образцы выдерживались в стандартных условиях.

По данным табл. 2, химический состав добавок МНА-1 и МНА-2 представлен преимущественно оксидами кремния (28,93 % и 39,28 %), алюминия (11,04 % и 15,16 %) соответственно. Содержание SO₃ составляет 21,89 % и 13,36 % соответственно в МНА-1 и МНА-2, результаты химического анализа физико-химически активированных добавок «МНА» указывают на возможность их использования в качестве активных минеральных добавок, и возможно – регулятора сроков схватывания взамен гипсового камня для получения композиционных портландцементов.

По данным табл. 3, в начальные сроки твердения прочность цементов ПМНА2-15, ПМНА-20, в возрасте семи суток составила 26,8 МПа и 24,1 МПа соответственно, что практически не отличается от прочности контрольного цемента ПЦ-Д0 (26,8 МПа).

Таблица 3

Прочностные характеристики цементов, содержащих в качестве добавки физико-химически активированную добавку «МНА»

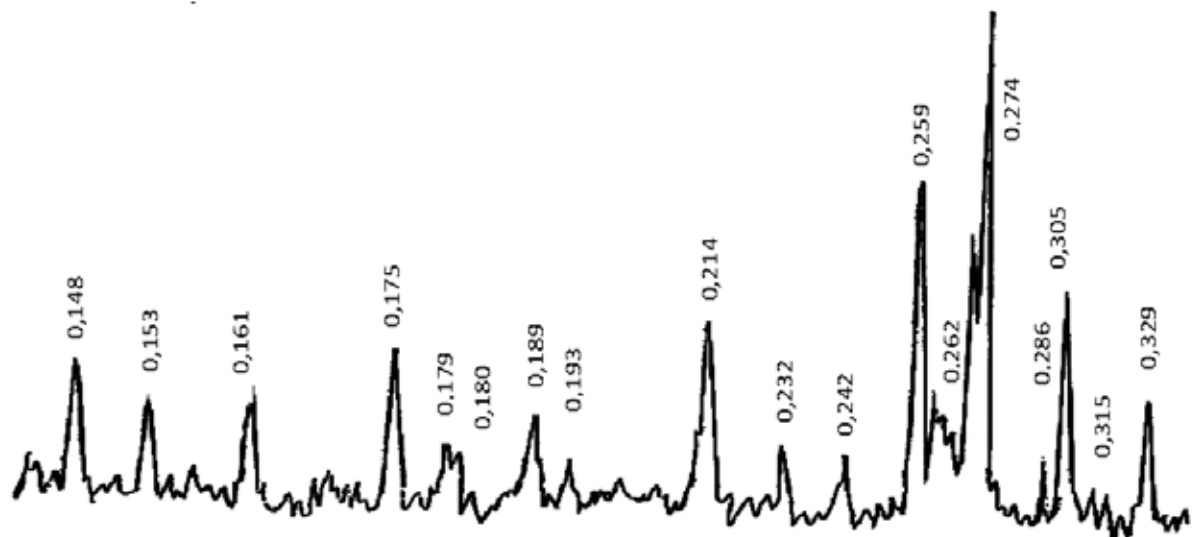
Условное обозначение цементов	В/Ц	Расплав конуса, мм	Предел прочности, МПа при изгибе и сжатии через: d / (% в 28 сут. при сжатии)				Марка цемента
			7d		28d		
			R _{из}	R _{сж}	R _{из}	R _{сж}	
ПЦ-Д0	0,368	115	5,3	26,8	5,8	42,2/100	400
ПМНА1-15	0,356	113	4,4	21,9	5,9	43,1/102	400
ПМНА1-20	0,362	113	3,8	18,2	4,2	26,8/63,5	Не соответствует
ПМНА2-15	0,356	112	4,9	26,8	6,2	47,8/113	400
ПМНА-20	0,356	113	4,4	24,1	6,2	50,8/120	500

Химическая активность физико-химически активированной добавки «МНА» по поглощению извести составила 56,2 мг, что соответствует минимально допустимой активности, характерной для группы искусственных (техногенных) алюмосиликатных гидравлических добавок. Следовательно, добавка «МНА» является химически активной минеральной добавкой и классифицируется по происхождению (изготовлению) как добавка искусственная техногенного происхождения, по химическому составу – кислая, по химической активности – гидравлическая.

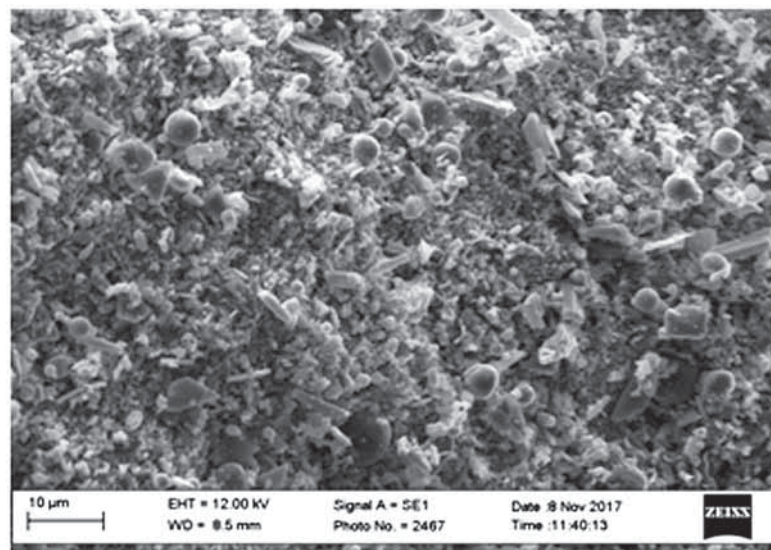
Рентгенофазовый анализ физико-химически активированной добавки «МНА» подтверждает присутствие в ее составе как гипсовых минералов, так и гидратных новообразований гидросульфалюминатных и гидросиликатных структур: на ее дифрактограмме идентифицируется четко обозначенные аналитические линии гидратов как сульфатсодержащих, так и кальциевых силикатных минералов: CaSO₄ · 2H₂O при d/n = 0,315; 0,305; 0,286; 0,278; 0,259; 0,214; 0,189;

0,179; 0,153... nm; $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ($d/n = 0,278; 0,232; 0,189; 0,179...$ nm); гидросульфатоалюминатов кальция ($\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и $\text{C}_3\text{A} \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 31\text{H}_2\text{O}$) при $d/n = 0,3,03; 0,257; 0,242...$ nm; низкоосновных гидросиликатов кальция (C_2SH (A), C_2SH (C), C_2SH (B) при $d/n = 0,329; 0,260; 0,241; 0,276; 0,189; 0,180...$ nm; гидросиликатов тоберморитовой группы ($\text{C}_4\text{S}_5\text{H}$, $\text{C}_4\text{S}_3\text{H}$, C_6SH_3 , CSH (B), CSH (A), $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$) с $d/n = 0,296; 0,278; 0,274; 0,214; 0,180; 0,174,160; 0,153; 0,148...$ nm; негидратированных двухкальциевых силикатов ($\alpha\text{-C}_2\text{S}$, $\beta\text{-C}_2\text{S}$) при $d/n = 0,278; 0,262; 0,215; 0,180; 0,175...$ nm и гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при $d/n = 0,262; 0,193; 0,179...$ nm.

Результаты электронно-микроскопического анализа физико-химически активированной добавки «МНА» подтверждают образование кристаллической структуры в процессе автоклавной обработки смеси диатомита Навбахорского месторождения и золошлака, и то, что она похожа на структуру твердеющей цементной пасты в ранние периоды твердения и представлена в основном из гидратированных сульфатсодержащих минералов и новообразований в виде гидросульфатоалюминатных и низкоосновных гидросиликатных соединений (см. рисунок).



а



б

Рентгенограмма (а) и электронная микрофотография (б) физико-химически активированной добавки «МНА», х 500

При вводе в цемент физико-химически активированной добавки «МНА» эти гидратные новообразования играют роль кристаллических затравок – «центров кристаллизации», которые выступают инициаторами возникновения новых зародышей новообразований гидросульфоалюминатного и гидросиликатного типа, ускоряют процесс их кристаллизации и формирования кристаллического каркаса твердеющей цементной дисперсии, и как следствие – интенсифицируют процессы гидролиза и гидратации алюминатных и силикатных минералов ПЦ клинкера. Для исследования влияния физико-химически активированной добавки «МНА» на физико-механические свойства ПЦ АО «Бекабадцемент» приготовлены шихты, включающие «65–85 % ПЦ клинкер + 15–35 % «МНА», а для сравнительных испытаний – «95 % ПЦ клинкер + 5 % гипсовый камень». Физико-химически активированную добавку «МНА» вводили в сырьевую шихту с учетом содержания в ней 8,56 % SO_3 . Установлено, что в присутствии добавки «МНА» размолоспособность смесей повышается по сравнению с измельчением ПЦ клинкера с 5 % гипсового камня: при постоянно фиксированном времени (40 min), тонкость помола цементов с добавкой «МНА», определяемая по остатку на сите № 008, колеблется в пределах (2–6) % по сравнению с 10 % остатка ПЦ-Д0. Цементы с добавкой «МНА» соответствуют требованиям ГОСТ 10178 по содержанию SO_3 (2,33–3,80 %), так как по НД оптимальное содержание SO_3 в ПЦ должно быть не менее 1,0 % и не более 4,0 % по массе. Скорости начальных реакций цементов с добавкой «МНА» с водой мало отличаются от скорости реакций бездобавочного ПЦ. Процесс начала схватывания цементов ПЦ-Ф15, ПЦ-Ф20, ПЦ-Ф25 удлиняется на 15-30 минут. Увеличение водопотребности добавочных ПЦ объясняется повышенным содержанием в них алюминатных фаз и более тонкой степенью измельчения по сравнению с цементом ПЦ-Д0. В соответствии с данными табл. 4, прочность цемента с добавкой 15 % «МНА (ПЦ-Ф15), как в возрасте 28 суток нормального твердения, так и при более длительном твердении (три месяца) практически не отличаются от прочности цемента ПЦ-Д0.

Таблица 4

Физико-механические показатели цементов с добавкой «МНА»

Условное обозначение цемента	В/Ц раствора 1:3	Расплав конуса, мм	Предел прочности, МПа, при изгибе и сжатии, в возрасте					
			3d		7d		28d	
			$R_{из}$	$R_{сж}$	$R_{из}$	$R_{сж}$	$R_{из}$	$R_{сж}$
ПЦ-Д0	0,380	115	5,0	12,7	6,0	25,2	7,0	41,5
ПЦ-Ф15	0,376	113	3,8	9,3	5,4	21,2	7,0	42,0
ПЦ-Ф20	0,376	113	3,3	8,8	5,3	20,2	6,8	40,2
ПЦ-Ф25	0,398	113	3,3	8,6	5,3	20,7	6,7	38,1
ПЦ-Ф30	0,400	115	3,3	8,6	5,2	19,8	6,0	28,0
ПЦ-Ф35	0,392	115	3,2	8,4	4,9	19,8	5,7	27,4

Исследование генезиса формирования цементного композита на основе модифицированного цемента показало, что его взаимодействие с водой протекает бурно с образованием уже через сутки множества мельчайших кристаллических новообразований, покрывающих поверхность клинкерных зерен. Вяжущим компонентом выступал портландцемент марки М400 Кизилкумского цементного завода. Повышение количества МНА-1 свыше 0,5 % от содержания цемента положительно сказывается на пределе прочности при сжатии. Максимум прочности при сжатии достигается при содержании уплотненного микрокремнезема в количестве 15 % от массы цемента. Данные эксперимента показали, что использование разработанных нами на основе техногенных отходов поликарбоксилат-

ных суперпластификаторов серии «МНА-3» в сочетании с микродисперсными добавками позволяет добиться повышения огне- и жаропрочности на сжатие до 100 МПа и выше, а также прочности на растяжение при изгибе до 15 МПа на седьмые сутки.

Результатами проведенных огневых испытаний установлено, что полимерная связка, как и карбонатный заполнитель, уменьшает скорость прогрева бетона вследствие происходящих в них реакций разложения, на которые расходуется тепло. При этом массивные элементы конструкции лучше сопротивляются воздействию огня. Таким образом, нами выявлены некоторые возможные варианты повышения прикладных свойств цементных композиции, бетонных и железобетонных огнепреградительных конструкций, введением добавок нового поколения на основе техногенных отходов.

Список литературы

1. *Баженов С.И., Львов В.И.* Огнестойкие бетоны. Москва: Стройиздат, 1997.
2. *Золотухин И.В.* Специальные добавки к бетонам. Санкт-Петербург: Химия, 2008.
3. *Ибрагимов Б.Т.* Огнестойкие и жаропрочные бетоны // Ёнғинга чидамли курилиш материаллари яратишнинг долзарб муаммолари ва ечимлари: материалы Республиканской науч.-техн. конф., 28 августа 2021 г. С. 79–82.

**Статья поступила в редакцию 10.03.2025;
одобрена после рецензирования 14.04.2025;
принята к публикации 19.05.2025.**

Ахмедов Султан Илясович – кандидат технических наук, профессор ТАСУ; **Мухамедов Нодир Абдуганиевич** – ассистент ТАСУ; **Ахунжанова Сайёра Руфатовна** – ассистент ТАСУ; **Абдукадиров Фирдавс Бахтиёрович** – ассистент ТАСУ.

Ташкентский архитектурно-строительный университет, Ташкент, Республика Узбекистан.

Сивенков Андрей Борисович – доктор технических наук, профессор, начальник ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Sultan I. Akhmedov – Candidate of Technical Sciences, Professor; **Nodir A. Mukhamedov** – Assistant; **Sayera R. Akhunzhanova** – Assistant; **Firdavs B. Abdukadirov** – Assistant.

Tashkent University of Architecture and Civil Engineering, Tashkent, Republic of Uzbekistan.

Andrey B. Sivenkov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Institute.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

УДК 614.838.44:536.3

DOI: <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2025.99.56.004>

EDN: <https://elibrary.ru/iottgc>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭВАКУАЦИОННЫХ ВЫХОДОВ В ЗДАНИЯХ КОРИДОРНОГО ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ТИПА. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ШИРОКИХ КОРИДОРОВ

Валерий Геннадьевич Шамонин, Алексей Викторович Голкин, Станислав Анатольевич Зуев, Светлана Юрьевна Хатунцева, Петр Алексеевич Леончук

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Аннотация. Рассмотрена возможность решения задачи оптимального выбора эвакуационных выходов вдоль одной или обеих сторон криволинейных коридоров, обе стороны которого представляют собой части эллипса для последующей минимизации смешения людских потоков (и, соответственно, предотвращения заторов при движении людей) при эвакуации в случае пожара или других чрезвычайных ситуациях. Представлен алгоритм определения оптимального распределения выходов для широких коридоров.

Ключевые слова: эвакуационный выход, координаты центров и число эвакуационных выходов, эллиптические интегралы 2-го рода, метод локальных вариаций, широкие и узкие коридоры

Для цитирования: Проектирование эвакуационных выходов в зданиях коридорного эллиптического типа. Алгоритм расчета широких коридоров / В.Г. Шамонин, А.В. Голкин, С.А. Зуев, С.Ю. Хатунцева, П.А. Леончук // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2025. № 2 (24). С. 34–42. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.99.56.004. EDN IOTTGC.

DESIGN OF EVACUATION EXITS IN ELLIPTICAL CORRIDOR TYPE BUILDINGS. CALCULATION ALGORITHM FOR WIDE CORRIDORS

Valery G. Shamonin, Alexey V. Golkin, Stanislav A. Zuev, Svetlana Yu. Khatuntseva, Petr A. Leonchuk

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Abstract. The possibility of solving the problem of optimal choice of evacuation exits along one or both sides of curved corridors, both sides of which are parts of an ellipse, is considered for further minimizing the human flows mixing (and, accordingly, preventing congestion during movement of people) during evacuation in a fire or other emergency situations. An algorithm for determining the optimal distribution of outputs for wide corridors is presented.

Keywords: evacuation exit, centers coordinates and evacuation exits number, 2nd kind elliptical integrals, local variations method, wide and narrow corridors

For citation: Shamonin V.G., Golkin A.V., Zuev S.A., Khatuntseva S.Yu., Leonchuk P.A. Design of evacuation exits in elliptical corridor type buildings.

Calculation algorithm for wide corridors. Aktual'nye voprosy pozharnoi bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2025, no. 2, pp. 34-42. (In Russ.). DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.99.56.004. EDN IOTTGC.

Введение

Работа является продолжением трех предыдущих [1–3]. Рассматривается вопрос о расположении эвакуационных выходов (ЭВ) по обеим сторонам коридора, в торцах которого имеется хотя бы один ЭВ, ведущий на лестничную клетку или в безопасную зону. Разработка алгоритма оптимальной конфигурации ЭВ осуществлена аналогично таковой для кольцевого коридора [4], но оказалась значительно сложнее, что обусловлено тем, что рассматриваемая область (коридор, см. рис. 1–3) не является выпуклой.

Также как и в статье [4], при отсутствии конкретных проектных решений по расположению ЭВ, обусловленных конфигурацией этажа, предлагается решение по максимальной удаленности ЭВ друг от друга, минимизирующее смешение людских потоков (и, соответственно, возникновение паники и заторов) при эвакуации в случае пожара или других чрезвычайных ситуаций.

Сформулирована неклассическая задача $\max(\min)$; ввиду того, что нами не найдено алгоритмов ее решения (и, хотя бы аналитических рассмотрений, теорем и пр.) в доступных публикациях, был предложен численный вариант ее решения с помощью метода локальных вариаций (МЛВ) [5].

1. Постановка задачи

Рассматривается вопрос об оптимальном расположении ЭВ на «верхней» (рис. 1) и «нижней» сторонах длинного коридора с длинами L_2, L_1 (полупериметров, соответственно и шириной h на концах коридора и в его середине (как отмечено в статье [2], эта величина несколько меняется, т. е. эллипсы не являются эквидистантами)).

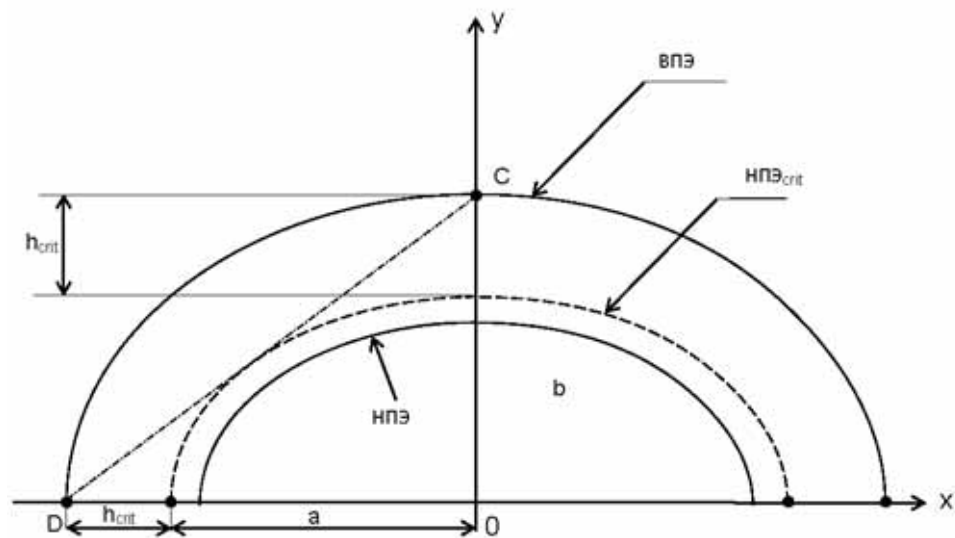


Рис. 1. Схематическое изображение разделения эллиптических коридоров на широкие и узкие

Считаем, что в проектном решении заданы величины a, γ и h (или L_1, γ и h), (или L_1, L_2 и γ), N_2, N_1 (числа ЭВ на верхней и нижней сторонах коридора соответственно), а также их ширины $du_1, du_2, \dots, du_{N_1}, dv_1, \dots, dv_{N_2}$ (хотя, чаще всего, в большинстве, они одинаковы). Из двух главных выходов (на лестничную клетку или в безопасную зону) предусмотрен хотя бы один, пусть это будет ЭВ₁, второй ЭВ₂ может отсутствовать или быть аварийным на наружную лестницу. Здесь и да-

лее, $\gamma = b/a$, a и b – большая и малая полуоси «нижнего» полуэллипса (L_1), далее, для краткости НПЭ, для «верхнего» (L_2) – ВПЭ.

Нижние ЭВ могут отсутствовать вообще по проекту (глухая стена). Также в проектном решении может быть предусмотрено расположение ЭВ, исходя из конфигурации этажа (наличие проходов между стеллажами в хранилище или в торговом зале). В противном (рассматриваемом нами) случае возникает вопрос о размещении ЭВ исходя из соображений здравого смысла.

А именно, как отмечено во введении, целесообразно максимально удалить ЭВ друг от друга. Введем обозначения (рис. 1):

u_1 – расстояние от центра 1-го ЭВ до правого торца коридора по дуге НПЭ;

u_{N_1+1} – расстояние от центра N_1 -го ЭВ до левого торца коридора по дуге НПЭ;

u_i – расстояние между центрами $i-1$ и i ЭВ.

И аналогично для ЭВ ВПЭ с заменой $u \rightarrow v$.

Координаты центров ЭВ нижней стороны коридора (по длине дуги НПЭ, начало отсчета – в правом углу (точка B_1 (рис. 1)):

$$Su_1 = u_1, Su_{N_1} = L_1 - u_{N_1+1}, Su_i = Su_{i-1} + u_i; i = \overline{2, N_1}, \quad (1)$$

А также для ЭВ ВПЭ с заменой $u \rightarrow v$.

Имеем две задачи:

I («одномерная»). Размещение ЭВ на одной из сторон коридора, на другой – их нет вообще (глухая стена).

II («двумерная»). Следует определить оптимальное размещение ЭВ на обеих сторонах, учитывая их «влияние» друг на друга, т. е. расстояние между ними (рис. 1–3).

Задача I имеет элементарное решение, аналогично представленному в статье [4] – равномерному распределению ЭВ по длине полуэллипса (L_1 или L_2), для решения II привлечен численный метод.

Рассматриваемая задача (II), в свою очередь, подразделяется на две: для «широких» и «узких» коридоров по их граничной ширине h_{crit} [3]. Критерий разделения иллюстрирует рис. 1, где НПЭ-штрих касается «диагонали» коридора CD .

Далее рассматриваются только «широкие» коридоры ($h > h_{crit}$), «узким» будет посвящена наша следующая публикация.

В первом проектном варианте задаются a , γ и h , длины НПЭ и ВПЭ находятся по формуле Рамануджана [3, 7].

Во втором варианте задаются L_1 , γ и h , полуось НПЭ a находится по формуле Рамануджана [3, 7] $a = a(L_1, \gamma)$, а полуось ВПЭ также по этой формуле $L_2 = L_2(a, \gamma, h)$.

В третьем варианте (L_1 , L_2 и γ) полуось НПЭ a находится из отношения полуосей с использованием формулы Рамануджана:

$$\frac{L_2}{L_1} = w \left[1 + \frac{\Delta_2}{(10 + \sqrt{4 - \Delta_2})} \right] / ((1 + \gamma) [*]_1), \quad (2)$$

$$\text{где } [*]_1 = \left[1 + \frac{\Delta_1}{(10 + \sqrt{4 - \Delta_1})} \right], \Delta_1 = 3 \left(\frac{1 - \gamma}{1 + \gamma} \right)^2, \Delta_2 = 3 \left((1 - \gamma) / w \right)^2;$$

и введена новая неизвестная:

$$w = 1 + \gamma + 2h/a.$$

Учитывая соотношение $\Delta_2 = \Delta_1((1 + \gamma)/w)^2$ видно, что (2) представляет нелинейное уравнение относительно w , решаемое, например, методом дихотомии, и, далее, $h/a = (w - 1 - \gamma)/2$.

Более подробно, обозначив $C_h = (1 + \gamma) [*]_1 L_2/L_1$, уравнение (2) эквивалентно уравнению:

$$\theta(w) = w[1 + \Delta_2 / (10 + \sqrt{4 - \Delta_2})] - C_h = 0$$

Отсюда имеем:

$$(1 + \gamma) = (1 + \gamma)[*]_1 (1 - \frac{L_2}{L_1}) < 0, \theta(C_h) = \Delta_2 / (10 + \sqrt{4 - \Delta_2}) > 0,$$

после чего – метод дихотомии.

Наконец, a , как и во втором варианте, находится по формуле Рамануджана.

Также задаются начальные конфигурации варьируемых переменных:

$$u_i^{(0)}, i=1, N_1 + 1, v_j^{(0)}, j=1, N_2 + 1.$$

В отличие от кольцевого коридора [4] обезразмеривание (нормировка) всех геометрических величин в далее осуществлена делением на a .

Наконец, расстояния между ЭВ, выражаемые эллиптическими интегралами 2-го рода, вычисляются по формуле Симпсона [3], а граничные условия для ЭВ и формулы для матричных элементов Fv и Fuv (как и в [4]) будут представлены ниже.

2. Математическая модель задачи

2.1. Граничные условия

Прежде всего, аналогично принятому в [4] записываем ограничения в размерном виде:

$$u_1 \geq du_1/2, u_2 \geq (du_1 + du_2)/2 \dots u_{N_1} \geq (du_{N_1-1} + du_{N_1})/2, u_{N_1+1} \geq du_{N_1}/2, \\ u_1 + u_2 + \dots u_{N_1+1} = L_1. \tag{3}$$

Аналогичные ограничения имеют место для «верхнего» полукруга с заменой $u \rightarrow v$.

Для приведения (3) к удобному безразмерному виду отнесем все размерные величины к большей полуоси НПЭ a (обозначив безразмерные величины черточкой сверху):

$$\bar{u}_i = u_i / a, i = \overline{1, N_1}, \bar{L}_1 = L_1 / a, \bar{L}_2 = L_2 / a.$$

Обозначив:

$$du_{\max} = \max(du_i), \tilde{d}u_i = du_i / du_{\max}; i = \overline{1, N_1}, k_1 = 0,5 * du_{\max} / a,$$

будем иметь:

$$\bar{u}_1 \geq k_1 * \tilde{d}u_1, u_2 \geq k_1 * (\tilde{d}u_1 + \tilde{d}u_2), \dots \bar{u}_{N_1} \geq k_1 * (\tilde{d}u_{N_1-1} + \tilde{d}u_{N_1}), \bar{u}_{N_1+1} \geq k_1 * \tilde{d}u_{N_1}, \\ \bar{u}_1 + \bar{u}_2 + \dots \bar{u}_{N_1+1} = \bar{L}_1. \tag{4}$$

Для ЭВ для ВПЭ безразмерные граничные условия имеют аналогичный с заменой $\bar{u} \rightarrow \bar{v}$, $k_1 \rightarrow k_2 = 0,5 * dv_{\max} / a$ и нормировочная сумма (4) = \bar{L}_2 .

В дальнейшем черточки и волны над безразмерными величинами опущены для простоты. Это также касается координат центров ЭВ сторон коридора (1) $Su_i = Su_i / a, Sv_j = Sv_j / a, i = \overline{1, N_1}; j = \overline{1, N_2}$. *Здесь и далее жирным шрифтом обозначаются векторы. Как и ранее [4], для численной реализации сформулированной ниже задачи максимина ($\max(\min)$) нами выбран (МЛВ) [5].

2.2. Формулировка задачи максимина

Аналогично [4] формулируется задача максимина: найти

$$M12R = \max(u_1, u_{N_1+1}, v_1, v_{N_2+1}, \min(u_2 \dots u_{N_1}, Fv_{ij}, Fuv_{ij})), i = \overline{1, N_1}, j = \overline{1, N_2} \tag{5}$$

при ограничениях (4) и аналогичных для ЭВ «верхнего» полукруга.

Здесь Fv, Fuv – матрицы размера $N_2 \times N_2$ и $N_1 \times N_2$ соответственно, элементы которых зависят от искомых величин u и v . Элементы Fv определяют расстояния между ЭВ на ВПЭ (это не только хорды, их соединяющие), формулы для их расчета представлены ниже. Элементы Fuv задают расстояния между ЭВ на ВПЭ и НПЭ.

Функцию минимизации в (4*) далее представим в эквивалентном виде: $\min(\min(u_2 \dots u_{N_1}), \min Fv_{ij}, \min Fuv_{ij}), i = 1, N_1, j = 1, N_2$.

2.3. Дополнительные соотношения

2.3.1. Связь между декартовыми и полярными координатами ЭВ:

$x = (1 + h)\cos\varphi, y = (\gamma + h)\sin\varphi$ для ВПЭ, для НПЭ – $h = 0$.

Обратное преобразование ($y \geq 0$):

$$\varphi = \{\arctg(ky/x), x > 0, \pi/2, x = 0, \pi + \arctg(ky/x)\}, \quad (6)$$

где $k = (1 + h)/(\gamma + h)$ для ВПЭ и $k = 1/\gamma$ – для НПЭ.

2.3.2. Формулы связи координат центров ЭВ и параметрических углов φ значительно сложнее, чем для кольцевых коридоров. Обозначим:

$\varphi u_i, \varphi v_j, i = 1, N_1, j = 1, N_2$ – параметрические углы на «нижней» и «верхней» границах коридора соответственно, необходимые для вычисления матричных элементов Fv, Fuv .

При варьировании переменных конфигурации u_i и v_j в методе МЛВ [5] меняются также вышеуказанные углы, связанные неполным эллиптическим интегралом 2-го рода, вычисляемым по формуле Симпсона [3]. Введем для удобства дополнительные углы для НПЭ и ВПЭ:

$$\varphi u_0 = \varphi v_0 = 0; \varphi u_{N_1+1} = \pi; \varphi v_{N_2+1} = \pi.$$

Для эксцентриситетов для НПЭ и ВПЭ имеем: $e_0^2 = 1 - \gamma^2; e_h^2 = 1 - ((\gamma + h)/(1 + h))^2$, и связь между конфигурациями ЭВ и указанными углами задается интегралами:

$$u_i = \int_{\varphi u_{i-1}}^{\varphi u_i} \sqrt{(1 - e_0^2 * \cos^2 \varphi)} d\varphi, i = 1, N_1 + 1, \quad (7)$$

$$v_j = (\gamma + h) \int_{\varphi v_{j-1}}^{\varphi v_j} \sqrt{(1 - e_h^2 * \cos^2 \varphi)} d\varphi, j = 1, N_2 + 1. \quad (8)$$

2.3.3. Обоснование критерия разделения коридоров на широкие и узкие.

Уравнение прямой, проходящей через точки $C(0, \gamma + h)$ и $D(-1 - h, 0)$ (рис. 1):

$$y(x) = (\gamma + h)[1 + x/(1 + h)],$$

уравнение НПЭ:

$$y = \gamma\sqrt{1 - x^2}.$$

Нужно показать справедливость неравенства:

$$(\gamma + h)[1 + x/(1 + h)] > \gamma\sqrt{1 - x^2}, -1 \leq x \leq 0 \quad (9)$$

для $h > h_{crit}$.

Учитывая, что $x = \cos\varphi, \pi/2 \leq \varphi \leq \pi$, сделаем замену:

$$z = \tg\varphi/2 (1 \leq z < \infty) \text{ и подставим в (9) } \sin\varphi = 2z/(1 + z^2), \cos\varphi = (1 - z^2)/(1 + z^2),$$

тогда требуемое неравенство (9) примет вид:

$$[z - \gamma(1 + h)/h(\gamma + h)]^2 + \Delta > 0,$$

$$\text{Где } \Delta = 1 + 2/h - [\gamma(1 + h)/h(\gamma + h)]^2.$$

Легко показать, что неравенство $\Delta > 0$ эквивалентно следующему

$$\Phi(h, \gamma) = h^4 + 2(1 + \gamma)h^3 + 4\gamma h^2 - 4\gamma^2 > 0. \quad (10)$$

Для «разделительной» ширины коридора h_{crit} в статье [3] было получено алгебраическое уравнение $\Phi(h_{crit}, \gamma) = 0$. Вычитая из (10) это уравнение, получим:

$$\Phi(h, \gamma) - \Phi(h_{crit}, \gamma) = (h - h_{crit})\sigma,$$

где $\sigma(h, h_{crit}, \gamma) = (h^2 + h_{crit}^2)(h + h_{crit}) + 2(1 + \gamma)(h^2 + hh_{crit} + h_{crit}^2) + 4\gamma(h + h_{crit})$.

Поскольку $h > 0, h_{crit} > 0$, то $\sigma > 0$, т. е. неравенство (10) эквивалентно

$h > h_{crit}$, ч. т. д.

2.3.4. Координаты пересечения касательных к НПЭ с ВПЭ

Горизонтальная касательная (рис. 2):

$$L_1(-x_L, \gamma) \text{ и } L_2(x_L, \gamma), \tag{11}$$

где $x_L = (1 + h) \sqrt{2\gamma h + h^2} / (\gamma + h)$, определяются из уравнения ВПЭ.

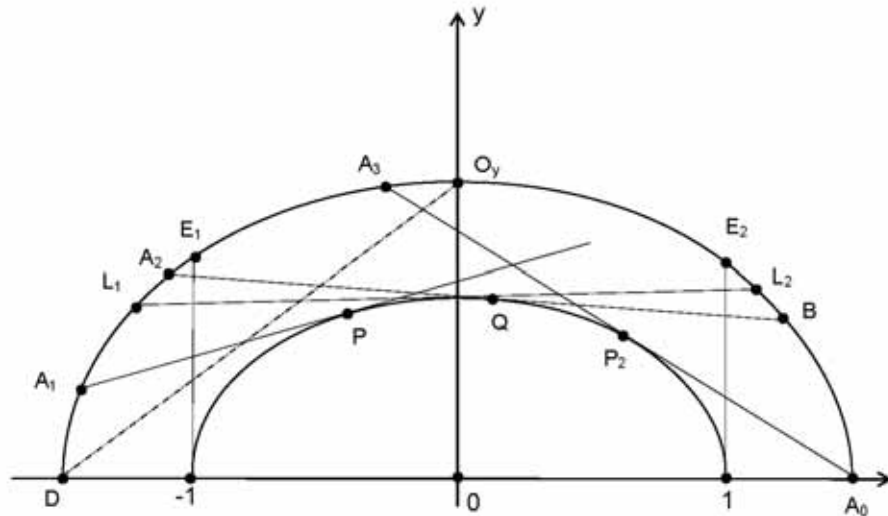


Рис. 2. Расстояния между ЭВ на ВПЭ, широкий коридор

Вертикальные касательные (рис. 2):

$$E_1(-1, y_E) \text{ и } E_2(1, y_E), \text{ где } y_E = (\gamma + h) \sqrt{2h + h^2} / (1 + h), \tag{12}$$

определяются из уравнения ВПЭ.

Можно показать, что неравенства $x_L > 1$ и $y_E > \gamma$, визуально следующие из рис. 2, сводятся к неравенству (10).

Аналогично кольцевому коридору [4] найдем координаты пересечения касательной к НПЭ (из правого угла ВПЭ) с ВПЭ $A_3(x_3, y_3)$ (рис. 2). Для определения этих координат воспользуемся уравнением касательной к НПЭ (в безразмерных координатах) [6]:

$$xx_t + yy_t/\gamma^2 = 1, \tag{13}$$

где символ t (*tangent*) символизирует точку касания.

Подставляя в (12*) координаты правого конца ВПЭ $A(1 + h, 0)$ и используя уравнение НПЭ $x_t^2 + y_t^2/\gamma^2 = 1$, найдем $x_t = 1/(1 + h)$, $y_t = \gamma \sqrt{2h + h^2}/(1 + h)$.

Подставляя эти выражения и $x = x_3$, $y = y_3$ в формулу (13) и используя уравнение ВПЭ $x_3^2/(1 + h)^2 + y_3^2/(\gamma + h)^2 = 1$, получим систему двух нелинейных уравнений, решение которой имеет вид:

$$y_3 = 2\gamma(1 + h)(\gamma + h)^2 \sqrt{2h + h^2}/P_4, \quad x_3 = (1 + h)[1 - 2(2h + h^2)(1 + \gamma)^2/P_4], \tag{14}$$

где $P_4 = h^4 + 2(1 + \gamma)h^3 + 2\gamma(\gamma + 2)h^2 + 4\gamma^2h + \gamma^2$.

Визуально из рис. 2 следует, что $x_3 < 0$. Можно показать, что условие отрицательности квадратной скобки в (14) приводится к неравенству (10), справедливому для широких коридоров.

3. Формулы для матричных элементов Fv

ЭВ на ВПЭ обозначим A и B (см. рис. 2). Их декартовы координаты определяются в циклах (индексы у A и B) опущены:

$$x_B = (1 + h) \cos(\varphi_{v_i}); \quad y_B = (\gamma + h) \sin(\varphi_{v_i}), \quad i = \overline{1, N_2};$$

$$x_A = (1 + h) \cos(\varphi_{v_j}); \quad y_A = (\gamma + h) \sin(\varphi_{v_j}), \quad j = \overline{1, N_2}.$$

Из рис. 2 следует, что кратчайшими линиями, соединяющими эти ЭВ, будут

хорды, т. е.

$$\rho_E(A, B) = |\overrightarrow{AB}| = [(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2]^{1/2} \quad (15)$$

1) на дуге $L_1 \widehat{O_y} L_2$ сегмента $L_1 O_y L_2$;

2) точки A и B находятся одновременно либо на левой, либо на правой стороне «верхнего» полукруга, т. е. $x_A x_B > 0$;

3) точки A и B находятся одновременно дуге $\widehat{A_3} O_y A$.

Обозначая индексом e координаты ЭВ на ВПЭ, используя уравнение НПЭ $x_t^2 + y_t^2/\gamma^2 = 1$ и (12*), получим:

$$y_t = \gamma^2 [y_e \pm x_e [y_e^2 + \gamma^2(x_e^2 - 1)]^{1/2}] / (y_e^2 + \gamma^2 x_e^2); \quad x_t = (1 - y_e y_t / \gamma^2) / x_e. \quad (16)$$

Знак в этой формуле определяется предельными переходами $e \rightarrow L_1$ и $e \rightarrow L_2$. При этом $y_e \rightarrow \gamma$, $x_e \rightarrow \mp x_E$ (формула (11)), где верхний знак соответствует L_1 , а нижний – L_2 . В соответствии с формулой (16) для внутренней скобки имеем:

$$[y_e^2 + \gamma^2(x_e^2 - 1)]^{1/2} \rightarrow \gamma|x_e|.$$

Поэтому для ЭВ в левой полуплоскости ($x_e < 0$) в формуле (16) – знак (-), а для ($x_e > 0$) – знак (+).

Далее рассматриваются случаи, когда кратчайшими линиями являются отрезки касательных к «нижней» границе коридора и дуги на ней, т. е. расстояния $\rho(A, B)$ определяются более сложными формулами, чем (15). Считаем, что ЭВ A лежит в левой полуплоскости, а B – в правой (рис. 2), противоположный случай учитывается условием симметрии $Fv_{ji} = Fv_{ij}$.

Касательная AP (формула (13), $e = A, t = P$), где $x_A < x_3$ (рис. 2). Если ЭВ B находится выше этой касательной, то расстояние $\rho(A, B)$ определяется формулой (15), это условие имеет вид: $y_B > \gamma^2(1 - x_B x_P)$, а x_P определяется формулой (16), знак (-).

В противном случае имеем касательную BQ (формула (16), $e = B, t = Q$), и искомое геодезическое расстояние определяется суммой длин отрезков касательных и дуги эллипса:

$$\rho(A, B) = \rho(A, P) + \rho(B, Q) + \int_{\varphi_Q}^{\varphi_P} \sqrt{(1 - e_0^2 * \cos^2 \varphi)} d\varphi;$$

Угловые координаты точек касания φ_P и φ_Q определяются формулой (5).

4. Формулы для матричных элементов Fuv

Буквами A и B на рис. 3 обозначаются ЭВ на ВПЭ и НПЭ соответственно.

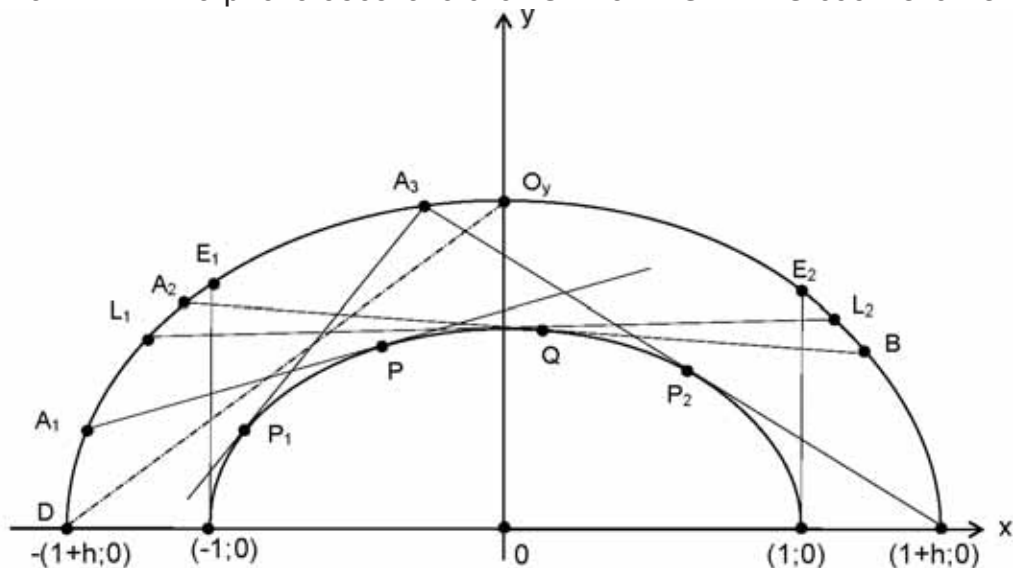


Рис. 3. Расстояния между ЭВ на ВПЭ

В случае $y_A < y_E$ и $x_A < 0$ (ВПЭ – на дуге DE_1) координаты точки касания P определяются формулами (15*), где $e = A$, $t = P$, знак (-). Если $x_B < x_P$, то $\rho(A, B) = |\vec{AB}|$. В противном случае $\rho(A, B) = |\vec{AP}| + \int_{\varphi_B}^{\varphi_P} \sqrt{(1 - e_0^2 * \cos^2 \varphi)} d\varphi$, где здесь и ниже угловые координаты точек касания определяются формулой (5).

Если ВПЭ расположен в правой полуплоскости (на дуге FE_2), $y_A < y_E$, $x_A > 0$, то для точки касания Q в формулах (16) имеем $e = A$, $t = Q$, знак (+). Если $x_B > x_Q$, то $\rho(A, B) = |\vec{AB}|$. В противном случае $\rho(A, B) = |\vec{AQ}| + \int_{\varphi_B}^{\varphi_Q} \sqrt{(1 - e_0^2 * \cos^2 \varphi)} d\varphi$.

Наконец, если ВПЭ A_* расположен на дуге $E_1 O_y E_2$ ($y_{A^*} > \gamma$, $-1 \leq x_{A^*} \leq 1$) (см. рис. 3). Имеем две касательные: A_*P_1 и A_*P_2 , координаты точек пересечения вертикальных касательных к НПЭ с ВПЭ, рис. 3, заданы формулами (12).

Для касательной A_*P_1 в них должен фигурировать знак (+), что определяется предельным переходом $A_* \rightarrow E_1$: $x_{A^*} \rightarrow -1$; $y_{A^*} \rightarrow y_E$.

Аналогично для касательной A_*P_2 – знак (-), предельный переход $A_* \rightarrow E_2$: $x_{A^*} \rightarrow 1$; $y_{A^*} \rightarrow y_E$. Расчетные формулы:

$$-1 < x_B \leq x_{p1}: \rho(A, B) = |\vec{AP}_1| + \int_{\varphi_{P1}}^{\varphi_B} \sqrt{(1 - e_0^2 * \cos^2 \varphi)} d\varphi,$$

$$x_{p2} \leq x_B < 1: \rho(A, B) = |\vec{AP}_2| + \int_{\varphi_B}^{\varphi_{P2}} \sqrt{(1 - e_0^2 * \cos^2 \varphi)} d\varphi,$$

$$x_{p1} \leq x_B \leq x_{p2}: \rho(A, B) = |\vec{AB}|.$$

5. Локальные вариации

Уравнения (7) и (8) связывают искомые конфигурационные переменные u_i и v_j с угловыми координатами ЭВ φ_{u_i} и φ_{v_j} . В [4] (и более ранних наших публикациях) в МЛВ варьировались u_i и v_j , а затем вычислялись φ_{u_i} и φ_{v_j} . Но для эллиптических коридоров эта процедура заметно сложнее, чем для кольцевых. Запишем (7) в форме:

$$\Psi(x) = \int_{\varphi_{u_{i-1}}}^x \sqrt{(1 - e_0^2 * \cos^2 \varphi)} d\varphi - u_i = 0. \tag{17}$$

Уравнение (17) представляет собой систему рекуррентных уравнений, по заданному набору u_i последовательно вычисляются φ_{u_i} , $i = 1, 2, \dots, N_1 + 1$. Решение (17) методом дихотомии наталкивается на небольшое осложнение. Многократное применение этого метода для минимизации времени счета требует оценки минимальной длины интервала (LS, RS), где $\Psi(LS) < 0$ и $\Psi(RS) > 0$. Очевидно, что $\Psi(\varphi_{u_{i-1}}) < 0$, но если $\Psi(\varphi_{u_{i+1}}^{old}) < 0$, где символ *old* символизирует значение $\varphi_{u_{i+1}}$ на предыдущей итерации, то нам представляется выбор: либо задать $RS = K * \varphi_{u_{i+1}}^{old}$ ($K > 1$ некоторая константа), либо уменьшить начальный шаг варьирования u_i [5].

Для ВПЭ, т. е. уравнения (8), всевыше представленные рассуждения аналогичны. Альтернативный способ работы МЛВ заключается в варьировании угловых переменных φ_{u_i} и φ_{v_j} , вычислении конфигурационных переменных u_i и v_j и проверке граничных условий (3).

6. Начальные значения параметров ЭВ

Для угловых координат принято равномерное распределение:

$$\varphi_{u_i} = i\pi / (N_1 + 1), i = \overline{1, N_1 + 1}; \varphi_{v_j} = j\pi / (N_2 + 1), j = \overline{1, N_2 + 1}.$$

Декартовы координаты ЭВ (безразмерные):

$$x_i = \cos \varphi_{u_i}, y_i = \gamma \sin \varphi_{u_i} - \text{НПЭ}; x_j = (1 + h) \cos \varphi_{v_j}, y_j = \gamma \sin \varphi_{v_j} - \text{ВПЭ}.$$

Безразмерные расстояния между ЭВ u_i и v_j вычисляются по формулам (7) и (8) для НПЭ и ВПЭ соответственно.

Выводы

В представленной работе приведен алгоритм расчета для оптимального проектирования эвакуационных выходов в зданиях коридорного типа (административных, торговых центрах и т. п.) для широких коридоров в форме концентрических полуэллипсов. Разработанный алгоритм, далее будет использован для разработки соответствующей программы расчета.

Список литературы

1. Проектирование эвакуационных выходов в зданиях с коридорами эллиптической формы. Схема исследований / *А.В. Голкин, В.Г. Шамонин, С.А. Зуев, С.Ю. Хатунцева* // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2024. № 2 (20). С. 6–12. <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2024.96.61.001>.
2. Проектирование эвакуационных выходов в зданиях коридорного эллиптического типа. Ширина коридора / *А.В. Голкин, В.Г. Шамонин, С.А. Зуев, С.Ю. Хатунцева* // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2024. № 3 (21). С. 6–14. <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2024.69.92.001>.
3. Проектирование эвакуационных выходов в зданиях коридорного кольцевого типа. Широкий коридор / *В.Г. Шамонин, А.В. Голкин, С.А. Зуев, С.Ю. Хатунцева* // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2023. № 4 (18). С. 16–24. <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2023.13.77.002>.
4. Проектирование эвакуационных выходов в зданиях коридорного кольцевого типа. Узкий коридор / *А.В. Голкин, В.Г. Шамонин, С.А. Зуев, С.Ю. Хатунцева* // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2024. № 1 (19). С. 6–9. <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2024.20.45.001>.
5. *Черноусько Ф.Л.* и др. Вариационные задачи механики и управления (Численные методы). Москва: Изд-во «Наука», 1973. 238 с.
6. *Беклемишев Д.В.* Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. Москва: Высшая школа, 1998. 320 с.
7. Эллипс // Википедия: сайт: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Эллипс>.

**Статья поступила в редакцию 17.03.2025;
одобрена после рецензирования 17.04.2025;
принята к публикации 20.05.2025.**

Шамонин Валерий Геннадьевич – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: k708@yandex.ru; **Голкин Алексей Викторович** – заместитель начальника отдела. E-mail: 2102pro@mail.ru; **Зуев Станислав Анатольевич** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник; **Хатунцева Светлана Юрьевна** – начальник сектора. E-mail: lu2986@yandex.ru; **Леончук Петр Алексеевич** – начальник сектора. E-mail: peter-1@yandex.ru.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Valery G. Shamonin – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Leading Researcher. E-mail: k708@yandex.ru; **Alexey V. Golkin** – Deputy Head of Department. E-mail: 2102pro@mail.ru; **Stanislav A. Zuev** – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher; **Svetlana Yu. Khatuntseva** – Chief of Sector. E-mail: lu2986@yandex.ru; **Petr A. Leonchuk** – Chief of Sector. E-mail: peter-1@yandex.ru.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

УДК 614.84:31

DOI: <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2025.70.20.005>EDN: <https://elibrary.ru/jlzsbox>

УЧАСТИЕ ЧЛЕНОВ ДОБРОВОЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ В ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Виталий Иванович Сибирко, Валентина Сергеевна Гончаренко,
Татьяна Алексеевна Чечетина, Владимир Алексеевич Мартынов*

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Аннотация. Представлены данные по всем пожарам, в тушении которых участвовали члены добровольной пожарной охраны, а также по пожарам, где добровольные пожарные являлись единственными участниками тушения из числа подразделений пожарной охраны как в городах и поселках городского типа, так и в сельской местности. Рассмотрена динамика, а также суммарное число пожаров за 2014–2021 гг., в том числе распределение по объектам пожаров, данные о применении пожарной техники и стволов на пожарах членами добровольной пожарной охраны и другими видами пожарной охраны в 2021 году. Представлены данные по числу спасенных людей в расчете на 100 пожаров. Сделаны выводы о необходимости повышения ресурсной обеспеченности и уровня подготовки добровольных пожарных.

Ключевые слова: добровольная пожарная охрана, пожар, число спасенных людей на пожаре, пожарная техника, пожарные стволы, уровень подготовки пожарных

Для цитирования: Участие членов добровольной пожарной охраны в тушении пожаров в Российской Федерации / В.И. Сибирко, В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.А. Мартынов // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2025. № 2 (24). С. 43–49. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.70.20.005. EDN JLZSBX.

PARTICIPATION OF VOLUNTEER FIRE SERVICE MEMBERS IN EXTINGUISHING FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION

Vitaly I. Sibirko, Valentina S. Goncharenko, Tatyana A. Chechetina, Vladimir A. Martynov

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Abstract. There are represented the data on all fires in which member of volunteer fire service participated, as well as on fires where volunteer fire service members were the only participants from among fire service brigades either in cities and urban-type settlements or in rural areas. There are considered the dynamics as well as the total number of fires for 2014-2021, including distribution by fire objects, data on the use of fire-fighting equipment and nozzles at fires by the members of volunteer fire service and other kinds of fire services in 2021. The data of the number of people rescued per 100 fires are represented. Conclusions are drawn on the need to increase the resource availability and training level of volunteer firefighters.

Keywords: volunteer fire service, fire, number of people rescued in a fire, fire equipment, fire nozzles, firefighters training level

For citation: Sibirko V.I., Goncharenko V.S., Chechetina T.A., Martynov V.A. Participation of volunteer fire service members in extinguishing fires in the Russian Federation. Aktual'nye voprosy pozharnoi bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2025, no. 2, pp. 43-49. (In Russ.). DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.70.20.005. EDN JLZSBX.

В статье представлены данные за 2014–2021 гг. по пожарам, в тушении которых принимали участие члены добровольной пожарной охраны (ДПО), а также по пожарам, где члены ДПО были единственными участниками тушения из числа подразделений пожарной охраны (ПО), то есть тушили или полностью самостоятельно, или вместе с населением, работниками предприятий, организаций. Отсутствие данных за 2022–2024 гг. обусловлено тем, что не представляется возможным рассчитать по электронным базам данных учета пожаров и их последствий за данные годы значения показателей обстановки с пожарами, в тушении которых участвовали только члены ДПО. В данные по пожарам за 2014–2018 гг. включены данные по загораниям, к которым относились случаи неконтролируемого горения, не подлежавшие в соответствии с приказом МЧС России [1] официальному статистическому учету как пожары (горение сухой травы, мусора на открытых территориях и др.). С 2019 года загорания подлежат официальному статистическому учету как пожары (приказ МЧС России [2]).

Если в 2014–2018 гг. доля числа пожаров, в тушении которых участвовали члены ДПО, от общего числа пожаров в России составляла 4,6–4,9 %, с 2019 года отмечена тенденция роста значений показателя (рис. 1). В результате в 2021 году соответствующее значение достигло 10,1 %. В целом за восемь рассматриваемых лет значение показателя составило 5,6 %. В 2014 году членами ДПО принято участие в тушении 27 133 пожаров, в 2021 году – 39 531 пожара, за 2014–2021 гг. – 212 912 пожаров. В 2023 году соответствующая доля составила 10,0 %, в 2024 году отмечено снижение значения показателя до 8,6 %.

Аналогичная динамика соответствует пожарам, тушившимся только членами ДПО: в 2014–2018 гг. значение показателя находилось в пределах 0,6–0,7 %, в 2021 году достигло 1,0 %. За восемь лет соответствующая доля составила 0,7 %.

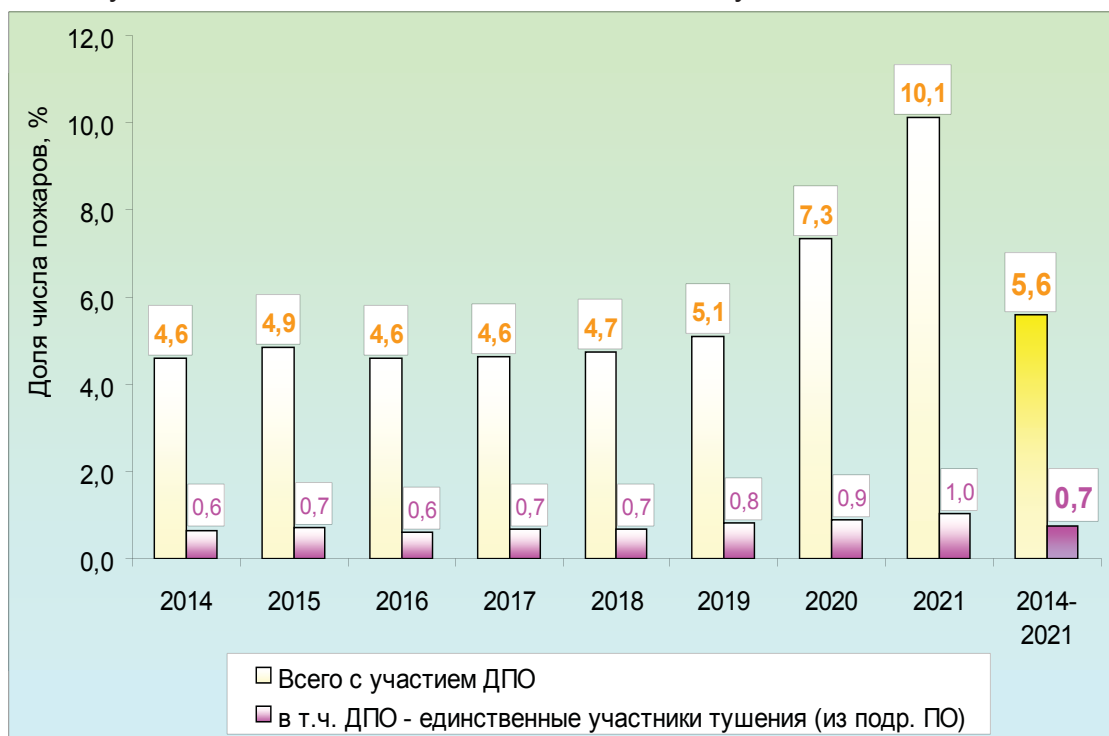


Рис. 1. Динамика доли числа пожаров, участниками тушения которых являлись члены ДПО, от общего числа пожаров в России за 2014–2021 гг.

В городах и поселках городского типа (далее – пгт) члены ДПО участвовали в тушении пожаров в 2014–2021 гг. почти в 10 раз реже, чем в сельской местности: доля числа пожаров, тушившихся с участием ДПО, в городах и пгт составила 1,2 %, в сельской местности – 11,8 % (рис. 2). Вследствие намного большего числа пожаров, тушащихся с участием ДПО в сельской местности, а также того, что по данным за 2024 год по сравнению с аналогичным периодом прошлого года произошло резкое снижение общего числа пожаров в сельской местности в России – на 7,8 %, в то время как в городах и пгт отмечен рост на 0,004 % (значение показателя практически не изменилось), доля числа пожаров, потушенных с участием ДПО в течение 2024 года, снизилась до 8,6 %, о чем было упомянуто ранее (2023 год – 10,0 %). За восемь лет членами ДПО принято участие в тушении 27 647 пожаров в городах и пгт, 185 265 пожаров – в сельской местности.

Доля числа пожаров, тушившихся только ДПО, в городах и пгт составила 0,1 %, что более чем в 15 раз меньше значения, соответствующего сельской местности – 1,6 %.

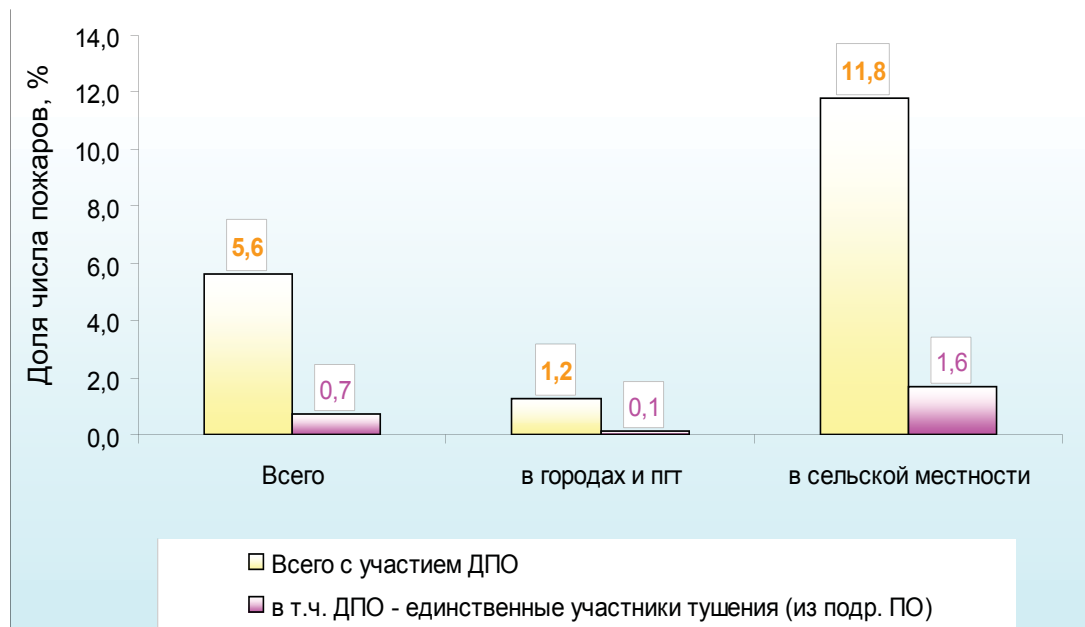


Рис. 2. Доля числа пожаров, участниками тушения которых являлись члены ДПО, от общего числа пожаров в городах и пгт и сельской местности за 2014–2021 гг.

Число спасенных людей в расчете на 100 пожаров, тушившихся с участием ДПО, составило 7,6 чел. в целом по России, 23,7 чел. в городах и пгт, 5,2 чел. в сельской местности (рис. 3). Число спасенных на 100 пожаров, тушившихся только ДПО, – 1,4 чел., 1,2 чел. и 1,5 чел. соответственно. Значительное превышение значения показателя в городах и пгт над значением, соответствующим сельской местности, для всех пожаров, где члены ДПО были участниками тушения, объясняется намного большим числом многоквартирных жилых домов и общественных зданий, в том числе этажностью, большей одного этажа, в городах и пгт. При этом, с одной стороны, доля объектов данного вида, имеющих I–II степени огнестойкости, от общего их числа намного больше, чем для многоквартирных жилых домов. А чем меньше степень огнестойкости, тем медленнее скорость распространения огня по объекту и, как следствие, выше вероятность спасения людей. С другой стороны, как правило, в двухэтажных и выше многоквартирных жилых домах находится значительно больше людей, чем в одноэтажных (одноквартирных), соответственно, в случае пожара вероятность необходимости спа-

сения и эвакуации большего числа людей из таких зданий значительно выше. В результате по данным за 2021 год число спасенных людей в расчете на 100 пожаров в одноэтажных многоквартирных жилых домах в городах и пгт составило 66,7 чел., в сельской местности – 23,7 чел., в двухэтажных и выше многоквартирных жилых домах в городах и пгт – 200,5 чел., в сельской местности – 68,3 чел. (см. таблицу). Число спасенных на 100 пожаров в многоквартирных жилых домах в городах и пгт – 29,5 чел., в сельской местности – 15,5 чел. Значительно более низкие значения показателя для пожаров, где члены ДПО являлись единственными участниками тушения, объясняются более низкой как ресурсной оснащённостью, так и уровнем подготовки пожарных, по сравнению с подразделениями ПО других видов.

Всего на пожарах, в тушении которых участвовали члены ДПО, за восемь рассматриваемых лет спасено 16 180 чел., в том числе в городах и пгт – 6545 чел., в сельской местности – 9635 чел.

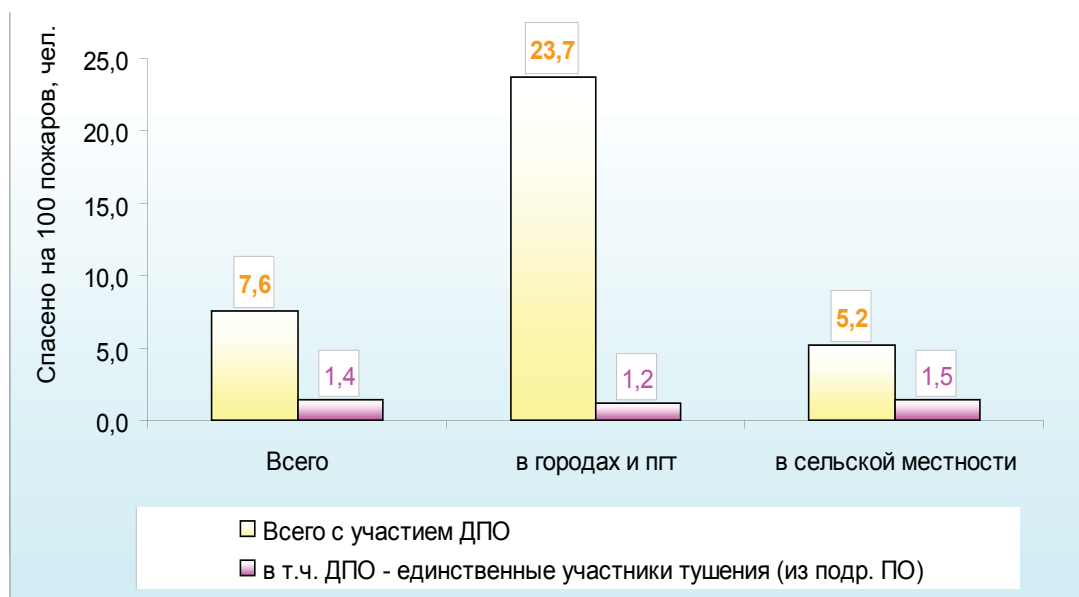


Рис. 3. Число спасенных людей в расчете на 100 пожаров, участниками тушения которых являлись члены ДПО, в городах и пгт и сельской местности, за 2014–2021 гг.

Распределение числа спасенных людей на пожарах в Российской Федерации в 2021 году, участниками тушения которых являлись члены ДПО, по виду местности и объектам пожаров

Участники тушения	Вид местности	Объект пожара	Кол-во пожаров, ед.	Спасено людей, чел.	Спасено людей на 100 пож., чел.
Всего с участием ДПО	Города и пгт	Одноквартирный жилой дом	716	211	29,5
		Одноэтажный многоквартирный жилой дом	144	96	66,7
		Двухэтажный и более многоквартирный жилой дом	395	792	200,5
	Сельская местность	Одноквартирный жилой дом	4555	706	15,5
		Одноэтажный многоквартирный жилой дом	806	191	23,7
		Двухэтажный и более многоквартирный жилой дом	145	99	68,3

Окончание таблицы

Участники тушения	Вид местности	Объект пожара	Кол-во пожаров, ед.	Спасено людей, чел.	Спасено людей на 100 пож., чел.
В т. ч. ДПО – единственные участники тушения (из подр. ПО)	Города и пгт	Одноквартирный жилой дом	20	2	10,0
		Одноэтажный многоквартирный жилой дом	2	0	0
		Двухэтажный и более многоквартирный жилой дом	19	2	10,5
	Сельская местность	Одноквартирный жилой дом	112	9	8,0
		Одноэтажный многоквартирный жилой дом	32	5	15,6
		Двухэтажный и более многоквартирный жилой дом	7	1	14,3

Объектами 51,9 % пожаров, в тушении которых члены ДПО принимали участие в 2014–2021 гг., являлись места открытого хранения веществ, материалов, сельскохозяйственные угодья и прочие открытые территории (рис. 4). Объектами несколько меньшего числа пожаров – 46,2 % от общего количества – стали здания и сооружения. На транспортные средства пришлось 1,8 % пожаров, на другие объекты – 0,1 %. Соответствующие распределения числа пожаров в городах и пгт и в сельской местности являются сходными. А вот распределение числа пожаров, где члены ДПО являлись единственными участниками тушения из числа подразделений ПО, другое: 84,9 % таких пожаров тушилось на открытых территориях, в зданиях, сооружениях – 13,1 % (рис. 5). На транспортные средства пришлось 1,9 %, на другие объекты – 0,1 %. Таким образом, здания и сооружения совместно с подразделениями ПО других видов (Государственная противопожарная служба (ГПС), ведомственная, муниципальная, частная ПО) членами ДПО тушатся намного чаще, чем самостоятельно. Это в определенной степени объясняется в целом значительно более высокой сложностью тушения пожаров в зданиях и сооружениях, что вызывает необходимость задействовать звенья газодымозащитной службы, применять различные виды пожарно-спасательного вооружения, средства индивидуальной защиты и спасения, в частности средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) (дыхательные аппараты со сжатым воздухом, дыхательные аппараты со сжатым кислородом, спасательные устройства дыхательного аппарата со сжатым воздухом и другие), большее количество пожарной техники и стволов. Членами ДПО соответствующая техника и вооружение применяются значительно меньше. Так, в 2021 году в среднем на один пожар в многоквартирном жилом доме, тушившийся только ДПО, прибывало 1,4 ед. пожарно-спасательной и другой техники, подавалось 0,83 пожарных ствола, на один пожар, тушившийся подразделениями других видов ПО, – 3,25 ед. техники и 1,31 ствола. На один пожар в зданиях и сооружениях жилого сектора (кроме многоквартирных жилых домов), тушившийся только ДПО, в среднем прибывало 1,62 ед. техники, и подавалось 1,09 пожарных ствола, на один пожар, тушившийся подразделениями ПО других видов, прибывало 2,46 ед. техники и подавалось 1,82 ствола. На пожарах, тушившихся в многоквартирных жилых домах в 2021 году только ДПО, в 3,3 % от общего числа случаев применялись СИЗОД, на пожарах, где участниками тушения были подразделения ПО других видов, СИЗОД применялись более чем в 14 раз чаще – в 48,0 % случаев. При тушении

пожаров в зданиях, сооружениях жилого сектора (за исключением многоквартирных жилых домов) исключительно силами ДПО СИЗОД применялись в 4,1 % случаев, при тушении подразделениями ПО других видов – в 27,3 % случаев, то есть, почти в 7 раз чаще.

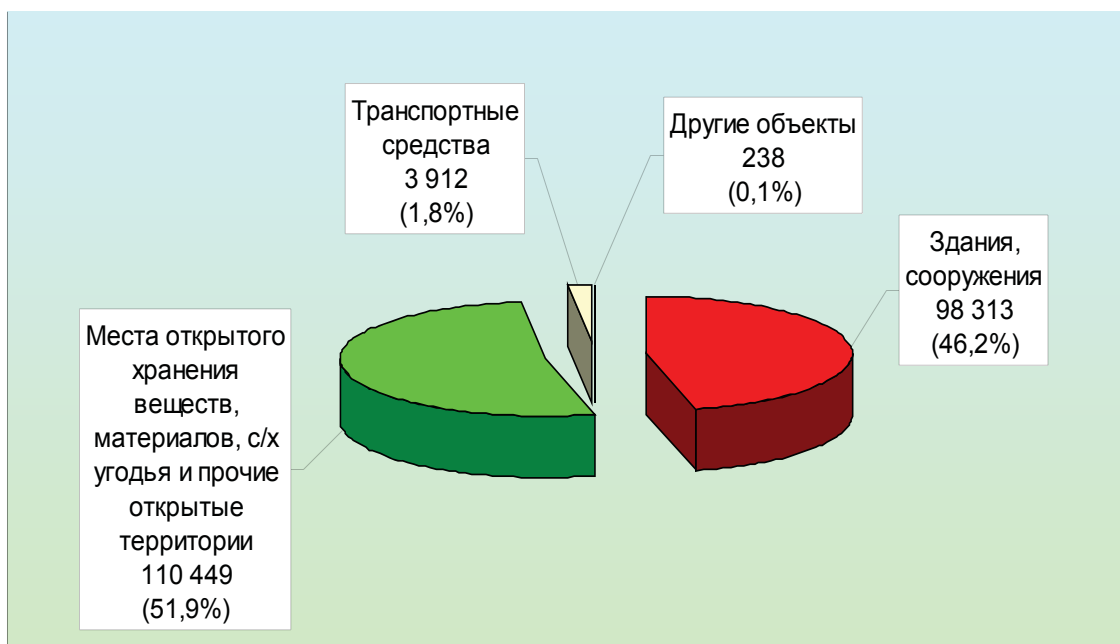


Рис. 4. Распределение числа пожаров, участниками тушения которых являлись члены ДПО в 2014–2021 гг., по группам объектов пожаров

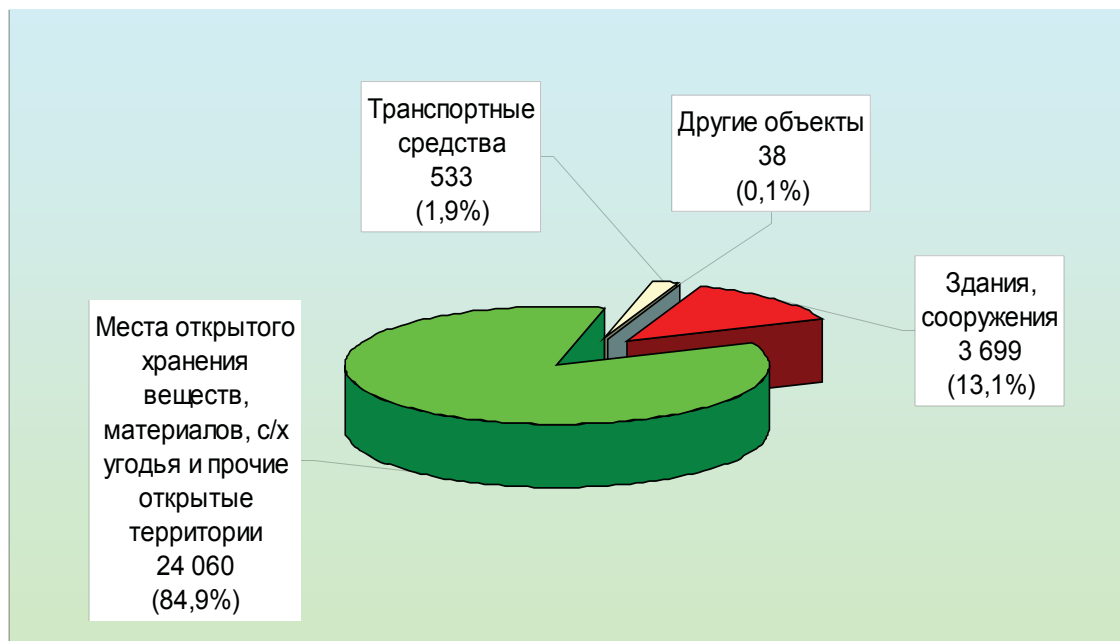


Рис. 5. Распределение числа пожаров, на которых члены ДПО являлись единственными участниками тушения из числа подразделений ПО в 2014–2021 гг., по группам объектов пожаров

Выводы

В странах Западной Европы и США добровольные пожарные являются одними из основных участников тушения пожаров. Их оснащённость техникой и другими ресурсами, уровень подготовки соответствуют уровню профессиональных пожарных. Это обеспечивается необходимым финансированием, включающим различные льготы для пожарных (по оплате жилищно-коммунальных услуг и др.). В России на сегодняшний день, несмотря на то, что в соответствии с Фе-

деральным законом № 69-ФЗ [3] ДПО наряду с ГПС, ведомственной, частной и муниципальной ПО является одним из видов ПО, как по уровню оснащенности, так и по уровню подготовки пожарных уступает данным видам ПО. Это объясняется существенно более низким уровнем финансирования ДПО, в том числе фактическим отсутствием льгот для добровольных пожарных.

В результате члены ДПО в большей степени оказывают помощь в тушении пожаров другим видам ПО. При этом во многих сельских населенных пунктах члены ДПО являются единственными из числа подразделений ПО, кто имеет возможность прибыть на пожар максимально быстро.

Одним из основных факторов, которые позволят повысить уровень профессиональной подготовки добровольных пожарных в России, является повышение уровня финансирования ДПО, включая введение различных льгот для добровольных пожарных.

Список литературы

1. Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий: приказ МЧС России от 21.11.2008 г. № 714 // КонсультантПлюс: справ.-правовая система. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82616/ (дата обращения: 24.03.2025).

2. О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714: приказ МЧС России от 08.10.2018 г. № 431 // Гарант.ру: информационно-правовой портал. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72025364/> (дата обращения: 24.03.2025).

3. О пожарной безопасности: Федеральный закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 69-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 18 нояб. 1994 г. // КонсультантПлюс: справ.-правовая система. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 24.03.2025).

**Статья поступила в редакцию 24.03.2025;
одобрена после рецензирования 28.04.2025;
принята к публикации 26.05.2025.**

Сибирко Виталий Иванович – начальник сектора; **Гончаренко Валентина Сергеевна** – научный сотрудник; **Чечетина Татьяна Алексеевна** – научный сотрудник; **Мартынов Владимир Алексеевич** – старший научный сотрудник. Тел. (495) 524-81-05. E-mail: otdel-16@vniipo.ru.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Vitaly I. Sibirko – Chief of Sector; **Valentina S. Goncharenko** – Researcher; **Tatyana A. Chechetina** – Researcher; **Vladimir A. Martynov** – Senior Researcher. E-mail: otdel-16@vniipo.ru.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

УДК 614.849

DOI: <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2025.95.51.006>EDN: <https://elibrary.ru/kteefo>

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В АРКТИКЕ: ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ИТОГИ И ПУТИ РАЗВИТИЯ

Ирина Федоровна Зенкова

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Аннотация. В статье приведен обзор работы пленарной, стратегической, основной и рабочей сессий секции «Техносферная безопасность в Арктике», проведенной Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России в рамках VIII Международной научно-практической конференции «Вселенная белого медведя: эффективное сотрудничество в Арктике».

В работе секции рассматривались такие вопросы, как научно-технологическое и экологичное сотрудничество в Арктике, расширение компетенций в области обеспечения безопасности жизнедеятельности Арктики и Антарктики, возможности использования новых разработок вездеходной техники для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Кроме того, были предложены методы контроля и прогнозирования технического состояния транспортных средств в условиях Арктики, особенности арктического гардероба, итоги реализации проекта по эвакуации и обеспечению оказания высококвалифицированной медицинской помощи пострадавшим в результате несчастных случаев на удаленных промышленных объектах Крайнего Севера и Арктической зоны Российской Федерации.

В отдельном докладе участники конференции ознакомились с организацией связи при проведении по территории Чукотского автономного округа экспедиции «Безопасная Арктика – 2025».

Ключевые слова: техносферная безопасность, Арктическая зона Российской Федерации, Вселенная белого медведя, МЧС России, экспедиция

Для цитирования: Зенкова И.Ф. Техносферная безопасность в Арктике: промежуточные итоги и пути развития // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2025. № 2 (24). С. 50–61. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.95.51.006. EDN KTEEFO.

TECHNOSPHERE SAFETY IN THE ARCTIC: INTERIM RESULTS AND DEVELOPMENT PATHS

Irina F. Zenkova

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Abstract. The article provides an overview of the work of the plenary, strategic, main and working sessions of the section «Technosphere Security in the Arctic» held by the St. Petersburg University of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia in the framework of the 8th International Scientific and Practical Conference «Polar Bear Universe: Effective Cooperation in the Arctic».

The section considered such issues as scientific, technological and environmental cooperation in the Arctic, expanding competencies in the field of ensuring the safety of

life in the Arctic and Antarctic, the possibility of using new developments of all-terrain equipment to eliminate the consequences of emergencies.

In addition, there were proposed methods for monitoring and forecasting the technical condition of vehicles in the Arctic. The features of the Arctic clothing were considered. The results of the project to evacuate and provide highly qualified medical assistance to victims of accidents at remote industrial facilities in the Far North and Arctic zone of the Russian Federation were summarised.

In a separate report, the conference participants got acquainted with the organization of communications during the Safe Arctic 2025 expedition across the Chukotka Autonomous Area.

Keywords: technosphere safety, Arctic zone of the Russian Federation, Polar Bear Universe, EMERCOM of Russia, expedition

For citation: Zenkova I.F. Technosphere safety in the Arctic: interim results and development paths. Aktual'nye voprosy pozharnoi bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2025, no. 2, pp. 50-61. (In Russ.). DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.95.51.006. EDN KTEEFO.

Введение

Развитие Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) регламентируется рядом документов стратегического планирования в сфере обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, цели и задачи которых служат защите национальных интересов Российской Федерации в Арктике [1, 2].

Необходимость увеличения грузоперевозок по Северному морскому пути без ущерба для экологии и угрозы создания экологических рисков, отсутствие связи, проблемы очистки воды, создание теплиц на базе технопарков, актуальное состояние действующих арктических станций – вот только несколько из многочисленных стратегических и оперативных задач развития АЗРФ, рассмотренных на секции «Техносферная безопасность в Арктике» (далее – Секция), проведенной Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России в рамках VIII Международной научно-практической конференции «Вселенная белого медведя: эффективное сотрудничество в Арктике» 21 марта 2025 года на площадке «Технопарк» (в рамках пленарной, стратегической, основной и рабочей сессий). Архитектура Секции представлена на рис. 1.



Рис. 1. Архитектура секции «Техносферная безопасность в Арктике»

В работе пленарной и стратегических сессий были представлены доклады по следующим направлениям:

- научно-технологическое и экологическое сотрудничество в Арктике;
- центр компетенций в области обеспечения безопасности жизнедеятельности Арктики и Антарктики;
- модульный подход в обеспечении комплексной безопасности в Арктике (экологическая и техносферная безопасность);
- техносферная безопасность как составляющая национальной безопасности в АЗРФ;
- подготовка кадров по направлению «Техносферная безопасность» для Арктического региона;
- обеспечение безопасности объектов ПАО «Газпром» в Арктическом регионе;
- основные направления и механизмы реализации программы «Умный город» в рамках реализации государственной политики Российской Федерации в Арктике до 2035 года, вопросы безопасности;
- первая помощь в АЗРФ;
- изменение климата, рост антропогенной нагрузки и угрозы биоразнообразию в Арктике;
- волонтерское движение в Арктике;
- электронные планы действий для арктических территорий;
- система регионального прогноза динамических явлений по непрерывным сейсмоакустическим наблюдениям на шахтах, рудниках и в инженерных сооружениях;
- вездеходная техника для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в АЗРФ;
- комплексирование средств безопасности и жизнеобеспечения пунктов временного размещения населения АЗРФ в чрезвычайных ситуациях;
- противообледенительные покрытия для объектов нефтегазовой промышленности (разработки, предусматривающие температурный диапазон эксплуатации от -150 °С до +150 °С, фторполимерное покрытие, разработанное полностью на основе отечественного сырья);
- комплексная система обеспечения безопасности арктических объектов и населения в Арктике на удаленных территориях.

Обзор отдельных докладов Секции

Остановимся более подробно на некоторых докладах, прозвучавших на Секции.

Доклад на тему «Полярные решения»: центр компетенций в области обеспечения безопасности жизнедеятельности Арктики и Антарктики. Результаты и перспективы» представил начальник НИИПИ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России А.А. Мельник.

В 2020 году на базе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России приказом от 27.04.2020 г. № 441 создан центр компетенций по обеспечению безопасности АЗРФ (далее – Центр). Центр принимал участие в научно-методическом сопровождении опытно-исследовательских задач в рамках учений «Безопасная Арктика» в 2021, 2023 и 2025 годах [3], ряде научных мероприятий, таких как Международный Арктический саммит «Арктика: перспективы, инновации и развитие регионов», Международный форум «Инновации и технологии в Арктике» и др. В ходе выполнения НИР «Север-23» рассмотрены такие направления исследований, как:

- правовое регулирование международного сотрудничества;
- возможности применения отечественных колесных и гусеничных вездеходных транспортных средств, отечественных образцов специальной одежды, включая обувь;

вопросы подготовки специалистов подразделений МЧС России, их связи и управления, организации питания личного состава, а также предотвращения конфликтных ситуаций с крупными арктическими хищниками;

тактика применения и состав поисково-спасательного подразделения МЧС России;

доставка сил и средств МЧС России и их комплексное применение.

В докладе нашли отражение следующие практические результаты выполнения НИР «Север-23»:

приняты на снабжение в системе МЧС России снегоболотоход «Бурлак» с колесной формулой 6 × 6 на шинах низкого давления (в арктическом исполнении) с прицепом и гусеничная транспортная машина (снегоболотоход) ТМ-140;

закуплены опытные партии и проводятся приемочные испытания комплектов десантно-грузовой (парашютной грузовой) системы СДГ-133-2, СДГ-390, парашютно-грузовой платформы УПП-1500, по пять единиц парашютной системы специального назначения «Лесник-3М» и «Беркут-2»;

продлены сроки проведения опытной эксплуатации радиостанций и определена целесообразность проведения дополнительных испытаний в других территориальных органах МЧС России радиостанций «Аксимут-20М» и «Аксимут-100С»;

произведена корректировка программ подготовки личного состава МЧС России к действиям в условиях АЗРФ;

разработаны рекомендации по предотвращению конфликтных ситуаций с арктическими хищниками в целях применения при инструктаже и обучении личного состава МЧС России;

внесены изменения в приказ Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации от 13.11.2028 г. № 499, касающиеся пунктов (разделов), устанавливающих порядок выдачи и комплекующие арктического рациона питания и рациона питания (промежуточного);

разработаны научно обоснованные рекомендации, которые используются при закупке вещевого имущества для обеспечения личного состава профессиональных аварийно-спасательных формирований в АЗРФ.

Кроме того, результаты НИР «Север-23» учтены при подготовке приказа МЧС России от 28.12.2023 г. № 1372 «Об утверждении норм материально-технического обеспечения профессиональных аварийно-спасательных формирований Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, выполняющих поисково-спасательные работы».

В докладе также были затронуты вопросы импортозамещения для арктической техники, проведение сертификационных и иных испытаний продукции различного назначения в целях определения возможности применения в условиях Арктики, а также озвучена задача управления уже сформированными компетенциями.

С докладом на тему «Подготовка кадров по направлению «Техносферная безопасность» для Арктического региона» выступил исполняющий обязанности ректора, председатель ученого совета Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (САФУ) П.А. Марьяндышев.

В САФУ подготовка специалистов по направлению «Техносферная безопасность» проводится по трем следующим профилям обучения:

безопасность технологических процессов и производств;

защита в чрезвычайных ситуациях;

охрана труда и защита в чрезвычайных ситуациях (первый выпуск состоится в 2026 году).

Обучение проводится в активном сотрудничестве с Главным управлением МЧС России по Архангельской области – с лекционными и практическими занятиями, руководством курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ, участием в государственных экзаменационных комиссиях. Кроме того, оказывается помощь в организации практической подготовки студентов, консультировании преподавателей, совместное участие в международных проектах и научно-практических мероприятиях.

Добровольный студенческий пожарно-спасательный отряд САФУ «Помор-Спас» принимает участие в учебно-тренировочных сборах, проводимых МЧС России.

Научно-педагогическим коллективом САФУ ведутся следующие научные разработки:

- исследование процессов морозного пучения глинистых и техногенных грунтов с целью повышения точности прогноза деформаций при использовании их в строительстве в северных климатических условиях;

- изучение физико-механических свойств мерзлых, промерзающих и оттаивающих грунтов и отходов промышленного производства, применяемых при возведении зданий и сооружений;

- мониторинг ледовой обстановки, в том числе с помощью спутника ArcticSat.

Также в процессе экспедиций Арктического плавучего университета изучается состояние прибрежных экосистем Баренцева и Карского морей в условиях изменения климата в Арктике и роста антропогенной нагрузки.

С докладом «Изменение климата, рост антропогенной нагрузки и угрозы биоразнообразию в Арктике» выступила заместитель директора Росзаповедцентра Минприроды России О.Н. Кревер.

Арктика в границах Российской Федерации включает северное побережье Евразии, Северный Ледовитый океан и его моря (Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское), Землю Франца-Иосифа, Новую Землю, Северную Землю, Новосибирские острова и остров Врангеля, а также часть Тихого океана, омывающую Чукотку, и имеет соответствующее видовое разнообразие и ландшафты. На рис. 2 и 3 представлены сведения об особо охраняемых природных территориях (ООПТ), входящих в АЗРФ, и факторы, влияющие на состояние их биосферы и экосистем.



Рис. 2. Природные зоны и находящиеся на их территории ООПТ

Природные

Глобальное и региональное изменение климата

Арктики (увеличение продолжительности вегетационного периода (для растений), гнездового периода (для птиц), теплого сезона (для беспозвоночных), продвижение на север границы леса, расширение ареала отдельных видов растений, млекопитающих и птиц, изменение х путей миграции, внедрение чужеродных видов и пр.)

Трансформация климатических условий для наземной биоты (обусловленная изменениями циркуляции атмосферы и океанических течений (рост частоты климатических аномалий – зимние оттепели, летние заморозки, рост количества осадков, в т.ч. снега и пр.), массовая гибель отдельных популяций (северного оленя при образовании наста зимой или возврата холодов при оттепели), освоение арктических территорий бореальными видами (бурый медведь в лесотундре и южных тундрах)

Активные неотектонические процессы (поднятие суши и образование новых участков для заселения биотой (образование новых, рост и смыкание старых островов, образование морских террас, маршевых поверхностей и пр.);

Антропогенные

Загрязнение окружающей среды (тропосферный перенос, выбросы от импактных источников, аварийные выбросы и разливы нефти и пр., трансформация растительного покрова и животного населения отдельных территорий, включение загрязняющих веществ в пищевые цепи, накопление загрязнителей в организмах консументов высшего порядка (хищных млекопитающих, птиц и рыб);

Механическое нарушение почвенно-растительного покрова (в результате нерегулируемого движения транспорта, строительства и проведения геологоразведочных работ: фрагментация экосистем, формирование полуприродных и искусственных местообитаний, их заселение сорными растениями;

Разрушение растительного покрова в результате перевыпаса домашних оленей и нарушения традиционных норм и мест выпаса

Браконьерство и нерегулируемое использование биоресурсов

Внедрение адвентивных видов растений освоение ими новых местообитаний, что препятствует восстановлению исходной растительности

Преднамеренное и непреднамеренное внедрение чужеродных видов (кроме реакклиматизации овцебыка) в арктические экосистемы, способное вызвать региональный экологический кризис

Рис. 3. Факторы, влияющие на современное состояние биосферы и экосистем АЗРФ

В докладе прозвучали следующие приоритетные направления сохранения биоразнообразия в Арктике:

оценка, мониторинг и прогноз изменения климата и состояния атмосферы, изучение последствий изменения климата;

изменение эмиссии и поглощение парниковых газов почвами, почвогрунтами, растениями и пресными водоемами: региональные оценки, моделирование, прогноз;

оценка риска термоэрозии берегов рек, озер и морей для природных экосистем, населенных пунктов и инженерных сооружений: районирование и геоэкологический мониторинг;

выявление связи роста риска развития биотических катастроф в Арктике в связи с изменением климата;

оценка критических изменений местообитаний некоторых типичных и редких арктических морских и сухопутных видов;

разработка дополнительных мер по защите населения от инфекционных заболеваний, распространение которых обусловлено трансформацией биоты и экосистем вследствие антропогенного воздействия и изменения климата Арктики, прогноз возможного кумулятивного эффекта;

разработка комплекса мер по адаптации традиционного хозяйства малочисленных коренных народов Севера и климатических изменений;

сохранение и расширение представленности редких и нуждающихся в охране видов арктических животных и растений с проведением оценки деградации флоры регионов хозяйственного освоения.

Председатель правления Фонда развития пожарной безопасности и других сфер безопасности жизнедеятельности «Система» С.В. Бахтин выступил с докладом «Экологическая и техносферная безопасность. Модульный подход», в котором предусматривается, что:

экологическая безопасность охватывает направления, связанные с антропогенной нагрузкой, целостностью природных систем, ресурсосбережением, биоразнообразием и экопросвещением;

в техносферную безопасность вошли пожарная безопасность, экологическая безопасность, промышленная безопасность, ГО и ЧС, а также охрана труда.

Предлагаемый подход устанавливает, что модули, обеспечивающие экологическую и техносферную безопасность, должны отвечать целям формирования оптимальных решений и быть максимально совместимы. В рамках реализа-

ции указанного подхода состоялось подписание шестистороннего Соглашения о сотрудничестве между следующими сторонами: ФГБУ «Информационно-аналитический центр поддержки заповедного дела», Всероссийская общественная организация «Русское географическое общество», ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России», ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН», АНО «Экологический центр «Экофактор» и Фонд развития пожарной безопасности и других сфер безопасности жизнедеятельности «Система».

С докладом по теме «Вклад волонтеров в экологическое благополучие Арктики» выступил административный директор общественного экологического проекта «Чистая Арктика» Д.С. Федосеев.

Арктика остро нуждается в генеральной уборке: по оценке Росприроднадзора, только в прибрежной зоне Северного Ледовитого океана скопилось около 12 млн бочек из-под горюче-смазочных материалов. «Чистая Арктика» – это масштабный общественный проект по очистке арктической территории от накопленных с советских времен отходов. Провести «генеральную уборку» Арктики предложили капитан атомного ледокола «50 лет Победы» Д.В. Лобусов (г. Мурманск) и советский и российский капитан ледокола, Герой Труда Российской Федерации Г.И. Антохин (г. Владивосток). Их идея вылилась в общественную инициативу, которую уже поддержали экологи, общественные и волонтерские организации, ученые и главы субъектов.

За время реализации проекта «Чистая Арктика» убрано порядка 19 800 тонн отходов, очищен 791 гектар земли, всего же с начала запуска в проекте участвовало более 7700 волонтеров.

В 2024 году волонтеры провели сложнейшую экспедицию в истории проекта на самую северную точку Евразии – мыс Челюскин. Они создали на полуострове волонтерскую базу, которая примет четыре смены добровольцев уже летом 2025 года.

В рамках проекта большое внимание уделяется благоустройству военных городков, где проживают участники СВО и их семьи. В 2023 году в поселке Спутник проведена уборка территории (собрано 209 тонн отходов), смонтирована смотровая площадка, благоустроены шесть контейнерных площадок.

В 2025 году волонтеры проекта «Чистая Арктика» сосредоточат свои усилия на благоустройстве памятных мест Великой Отечественной войны, братских могил, мемориалов.

АНО «Чистая Арктика» в рамках гранта Минобрнауки России (федеральный проект «Популяризация науки и технологий») проводит мультимедийный конкурс для студентов и молодых ученых «Билет в Арктику». Конкурс направлен на популяризацию научно-технологического развития России. Десять победителей отправятся в арктическую экспедицию, посетят передовые научно-технологические и производственные площадки в АЗРФ.

Дополнительно к основной теме доклада был затронут вопрос о создании в АЗРФ «медвежьих патрулей», деятельность которых направлена на предотвращение конфликтного столкновения человека и белого медведя.

В основную и заключительную рабочие сессии Секции вошли доклады по таким направлениям, как:

участие ООО «Газпром добыча Надым» в учениях «Безопасная Арктика 2025» на Бованенковском месторождении (вводная 13, эпизод 1 «Действия органов управления и сил ПАО «Газпром» при локализации и ликвидации газового фонтана на Бованенковском нефтегазоконденсатном месторождении» и эпизод 2 «Авария на нефтеперекачивающей насосной станции с последующим возгоранием»);

реализация образовательных курсов по средствам реагирования на конфликтные ситуации «человек – белый медведь» (пример конфликта – происшествие на китобойном фестивале) в условиях дефицита узкопрофильных специалистов, изучающих белых медведей, и формирование материальной базы, позволяющей обеспечить оперативное их изъятие из зоны конфликта;

оценка временных показателей боевого развертывания первым прибывшим подразделением в условиях АЗРФ в средствах индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) и без СИЗОД в целях определения коэффициента, влияющего на данный показатель;

организация работы с волонтерами в условиях Арктической зоны: рекрутинг, мотивация, управление рисками (внешняя и внутренняя мотивации);

опыт по возврату медвежат в традиционную среду обитания (на примере медвежат Хары и Савэя, которые через 18 дней, преодолев 600 км, вернулись в вахтовый поселок Харасавэйского месторождения);

целлюлозные биоразлагаемые сорбенты для ликвидации разливов нефти и очистки в труднодоступных районах;

некоторые вопросы организации первоочередного жизнеобеспечения населения при чрезвычайных ситуациях и в ходе военных конфликтов в муниципальных образованиях;

применение подводных средств движения при проведении поисково-спасательных работ на водных акваториях АЗРФ;

методы контроля и прогнозирования технического состояния транспортных средств в условиях Арктики;

необходимость разработки единого регламента работ на припае морей АЗРФ;

термическая утилизация мусорных свалок в Якутии и водных растворов токсичных веществ;

применение дирижаблей полужесткого типа серии SW в АЗРФ;

мастер-план арктических поселений как инструмент федеральной политики в АЗРФ;

методика долгосрочного прогнозирования максимальных уровней воды рек;

мобильный комплекс для ликвидации аварийных разливов нефти на базе вездеходов-амфибий;

организация связи при проведении по территории Чукотского автономного округа экспедиции «Безопасная Арктика – 2025»;

применение современных цифровых сигналов в коротковолновой радиосвязи и телеметрии в Арктике;

анализ источников опасностей возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в АЗРФ;

арктический гардероб;

реализация проекта по эвакуации и обеспечению оказания высококвалифицированной медицинской помощи пострадавшим в результате несчастных случаев на удаленных промышленных объектах Крайнего Севера и АЗРФ;

безопасность движения высокоавтоматизированных транспортных средств в условиях Арктики.

Остановимся кратко на некоторых из прозвучавших в рамках указанных сессий докладов.

С докладом на тему «Организация связи при проведении экспедиции «Безопасная Арктика – 2025» по территории Чукотского автономного округа в рамках комплексных учений МЧС России» выступил научный сотрудник НИИПИ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России В.К. Сидоров.

Во время учений применялась базовая станция комплексной системы связи «Аксимут» (г. Певек, Арктический комплексный аварийно-спасательный центр МЧС России по Чукотскому автономному округу), в том числе в мобильном исполнении, и разворачивалась дипольная резонансная «траповая» антенна.

Сигнал о поступлении информации выделяется на пульте управления радиостанцией «Аксимут-100С» базовой станции КСС «Аксимут» в режиме КСС желтой подсветкой.

С докладом по теме «Применение современных цифровых сигналов в коротковолновой радиосвязи и телеметрии в Арктике» выступил генеральный директор ООО «Фирма «Радиал» Е.Я. Слодкевич. Он отметил, что текстовая связь является более помехоустойчивой, чем голосовая. Предлагаемые технические решения основаны на особом виде модуляции радиосигнала – IFSK, который в отличие от азбуки Морзе имеет несколько тонов с одинаковой длительностью.

IFSK представляет собой режим радиосвязи с помощью текстовых сообщений. Для этого радиостанцию в SSB-модуляции подключают к смартфону с программой «КВпейджер» и используют режим IFSK для передачи и приема сообщений на большие расстояния.

Безопасность судоходства по Северному морскому пути, мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера обеспечиваются связью через спутниковые системы. Но есть и альтернативные пути – КВ ретрансляторы сигналов ADSB с передачей телеметрических данных. С помощью предлагаемого решения может быть сформированы онлайн карта грозовых разрядов, погодный координатор на КВ с приемом адресного прогноза погоды на координаты по запросу.

Применение программы «КВпейджер» позволит обеспечить связь в условиях, когда иные виды связи не смогут работать, отобразить маршрут движущегося объекта посредством коротковолнового маяка и системы КВ шлюза. Пилотный проект текстовой радиосвязи с использованием коротковолновых радиостанций ООО «Безопасная Арктика» представлен в 2023 году на апробацию в Кобяйском улусе Республики Саха (Якутия).

С интересным докладом по теме «Арктический гардероб: что носить, если Вы не белый медведь» выступила менеджер проектов Группы компаний «Центр Корпоративной Медицины» С.П. Рудеева.

В докладе была представлена информация об особенностях природной защиты белых медведей от холода: медведь имеет черный цвет кожи и прозрачные шерстинки, полые внутри (рис. 4). Поскольку черный цвет поглощает солнечный свет, который свободно проходит через прозрачный мех, то медведю становится теплее. Кроме того, волосяной покров данных млекопитающих покрыт особым маслянистым слоем из жира, который помогает защитить кожу и мех от обледенения.



Рис. 4. Особенности строения белого медведя

Белые медведи могут снижать температуру лап до 4 °С, чтобы свести к минимуму потерю тепла через незащищенные от холода конечности, что обеспечивает подвижность и защиту от обморожения.

Ученые из КНР на основе полученных результатов исследований феномена белого медведя создали одежду, обладающую повышенным уровнем защищенности от холода. Опираясь на предлагаемые подходы, ООО «Альфамед» разработала комплекты одежды, которые прошли апробацию в ходе учений МЧС России «Безопасная Арктика – 2025». По итогам учений были сформированы предложения по модернизации моделей с учетом потребностей и погодных условий АЗРФ. В частности, осуществлена изоляция металлических частей фурнитуры для предотвращения угрозы обморожения при попадании на кожу в условиях сильных мороза и ветра.

С докладом по теме «Реализация проекта по эвакуации и обеспечению оказания высококвалифицированной медицинской помощи пострадавшим в результате несчастных случаев на удаленных промышленных объектах Крайнего Севера и Арктической зоны Российской Федерации» выступил руководитель проекта «Ассистанс» ГК «Центр корпоративной медицины» С.В. Хахалин. Доклад освещает следующие вопросы:

- текущая проблематика отрасли, требующая привлечения «Ассистанс»;
- возможности «Ассистанс» на всех этапах оказания медицинской помощи;
- пример реализации трехэтапной эвакуации с автономной группы месторождений;

- структура и задачи проекта;

- привлекаемая экспертиза и ресурсы;

- итоги реализации проекта на текущий момент.

С докладом, завершающим работу Секции, по теме «Безопасность движения высокоавтоматизированных транспортных средств в условиях Арктики» выступил аспирант Санкт-Петербургского государственного университета А.В. Хохлов.

Площадь регионов и население АЗРФ составляют 4,8 млн кв. км (28 % территории Российской Федерации) и 2,6 млн человек (более 50 % населения мировой Арктики). При этом АЗРФ характеризуется суровыми климатическими условиями, особенностями инфраструктуры, географическими и природными особенностями, техническими вызовами и социально-экономическими факторами.

Остро встает вопрос реализации грузоперевозок с учетом особенностей АЗРФ. На рис. 5 докладчиком представлены сведения о результатах испытаний беспилотных автомобилей КамАЗ, проведенных в реальных условиях на Восточно-Мессояхском месторождении.

Машины перевозили грузы по 140-километровой сезонной дороге (зимнику).



Рис. 5. Результаты испытаний беспилотных автомобилей КамАЗ

Также в докладе были рассмотрены:

безопасность высокоавтоматизированных транспортных средств (ВАТС) – активная (эксплуатационные свойства, рабочее место водителя), пассивная (внешняя, внутренняя), послеаварийная и экологическая;

критерии эффективности функционирования грузовых ВАТС;

критерии оценки безопасности дорожного движения с участием ВАТС.

Заключение

По итогам проведенной VIII Международной научно-практической конференции «Вселенная белого медведя: эффективное сотрудничество в Арктике», в том числе работы Секции, была сформирована резолюция, которая направлена для включения в итоговый документ VI Международного арктического форума «Арктика – территория диалога», проходившего 26 и 27 марта 2025 года в г. Мурманске.

Вывод

Принятая по итогам научно-практической конференции «Вселенная белого медведя: эффективное сотрудничество в Арктике» резолюция о необходимости создания международной экспертной площадки для поддержания регулярного диалога представителей органов государственной власти, бизнеса, науки и общества по вопросам развития Арктики [4] позволит обеспечить многофакторность принимаемых решений и отвечает целям и задачам развития регионов, входящих в АЗРФ.

Список литературы

1. Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года: указ Президента Рос. Федерации от 05.03.2020 г. № 164 // КонсультантПлюс: справ.-правовая система. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_347129/?ysclid=mamcdzinan756461204 (дата обращения: 28.03.2025).

2. О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: указ Президента Рос. Федерации от 26.10.2020 г. № 645 // КонсультантПлюс: справ.-правовая система. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_366065/?ysclid=mamcxzupr3i924503439 (дата обращения: 28.03.2025).

3. Безопасная Арктика 2025. Межведомственные учения сил и средств. Арктическая зона: сайт. URL: <https://safearctic.sibpsa.ru/about/> (дата обращения: 28.03.2025).

4. Вселенная белого медведя: эффективное сотрудничество в Арктике: VIII Международная научно-практическая конференция, 18–21 марта 2025 г.: сайт. URL: <https://polarbearuniverse.ru/2025/03/27/itogi-konferencii-vselennaja-belogo-medvedja-predstavili-na-maf-2025/> (дата обращения: 28.03.2025).

**Статья поступила в редакцию 28.03.2025;
одобрена после рецензирования 28.04.2025;
принята к публикации 26.05.2025.**

Зенкова Ирина Федоровна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражд-

данской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Irina F. Zenkova – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

УДК 614.843

DOI: <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2025.26.90.007>EDN: <https://elibrary.ru/lllwud>

СИНЕРГИЯ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ КАТАЛОГИЗАЦИИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ МЧС РОССИИ

*Анатолий Алексеевич Шестаев¹, Алексей Александрович Новиков¹,
Лилия Вячеславовна Щербатых¹, Виктор Валерьевич Ермак²*

¹ Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

² Специальное управление Федеральной противопожарной службы № 20 Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (СУ ФПС № 20 МЧС России), Москва, Россия.

Аннотация. В данной статье исследуется потенциал интеграции систем каталогизации и стандартизации в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России). Рассматриваются текущие подходы к управлению ресурсами, анализируются преимущества синергии этих систем для повышения эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации, а также предлагаются рекомендации по реализации интегрированной системы. Особое внимание уделяется влиянию включения в стандарты требований использования изделий с федеральным номенклатурным номером на процесс каталогизации продукции производителями.

Ключевые слова: синергия систем, МЧС России, каталогизация, стандартизация, интеграция, федеральный номенклатурный номер, управление ресурсами, чрезвычайные ситуации, безопасность, быстрое реагирование

Для цитирования: Синергия интеграции систем каталогизации и стандартизации в системе МЧС России / А.А. Шестаев, А.А. Новиков, Л.В. Щербатых, В.В. Ермак // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2025. № 2 (24). С. 62–67. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.26.90.007. EDN LLLWUD.

SYNERGY OF INTEGRATION OF CATALOGUING AND STANDARDIZATION SYSTEMS IN THE STRUCTURE OF THE EMERCOM OF RUSSIA

Anatoly A. Shestae¹, Alexey A. Novikov¹, Liliya V. Shcherbatykh¹, Victor V. Ermak²

¹ All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

² Special Directorate No. 20 of the Federal Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (SD FFS No. 20 of the EMERCOM of Russia), Moscow, Russia.

Abstract. This article examines the potential for the integration of cataloguing and standardization systems in the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia). Current approaches to resource management are considered, as well as the advantages of synergy of these systems to improve the efficiency of emergency

response are analyzed. The recommendations on the implementation of an integrated system are offered. The impact of including in the standards the requirement to use products with a federal stock number on the process of product cataloguing by manufacturers is focused on.

Keywords: synergy of systems, EMERCOM of Russia, cataloguing, standardization, integration, federal stock number, resource management, emergency situations, security, rapid response

For citation: Shestaeв A.A., Novikov A.A., Shcherbatykh L.V., Ermak V.V. Synergy of integration of cataloguing and standardization systems in the structure of the EMERCOM of Russia. Aktual'nye voprosy pozharnoi bezopasnosti – Current Fire Safety Issues, 2025, no. 2, pp. 62-67. (In Russ.). DOI 10.37657/vniipo.avpb.2025.26.90.007. EDN LLLWUD.

Введение

Современные вызовы в области безопасности и управления чрезвычайными ситуациями требуют от МЧС России постоянного совершенствования механизмов управления ресурсами и информационными потоками [1]. Системы каталогизации и стандартизации играют ключевую роль в обеспечении оперативности и скоординированности действий при ликвидации последствий стихийных бедствий и техногенных катастроф [2]. Однако раздельное функционирование этих систем может приводить к дублированию данных, неэффективному использованию ресурсов и замедлению процессов принятия решений [3]. Интеграция систем каталогизации и стандартизации способна создать синергетический эффект, значительно повышающий общую эффективность работы ведомства [4].

Каталогизация в МЧС России представляет собой процесс систематизации и учета всех доступных ресурсов, включая человеческие, технические и материальные [5]. Этот процесс включает в себя детальный учет наличия и состояния техники и оборудования, персонального состава и квалификации сотрудников, а также материальных запасов и их местонахождения [6]. Эффективная система каталогизации позволяет быстро получать актуальную информацию о доступных ресурсах, что критически важно для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации и эффективного распределения сил и средств [7].

Стандартизация направлена на унификацию процессов, оборудования и методик, используемых при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Она обеспечивает совместимость техники и оборудования различных подразделений, единые процедуры и протоколы действий, а также повышение качества и безопасности выполняемых работ [8]. Стандартизация позволяет сократить время на обучение персонала, минимизировать риски, связанные с человеческим фактором, и обеспечить соответствие деятельности МЧС международным и национальным стандартам [9]. Интеграция данных о ресурсах с их стандартными характеристиками позволяет автоматически подбирать оптимальные средства и методы для конкретной ситуации [10].

Объединение каталогов ресурсов с требованиями стандартов способствует быстрому и точному выбору необходимого оборудования и техники, что ускоряет процесс принятия решений и развертывания сил. Интегрированная система снижает вероятность ошибок при вводе и обновлении данных благодаря использованию стандартизированных форматов и процедур, которые обеспечивают единообразие информации. Это особенно важно в условиях, когда своевременность и точность данных могут напрямую влиять на эффективность действий по ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Синергия систем позволяет более эффективно распределять ресурсы, избегая дублирования и неэффективного использования техники и персонала. Это достигается за счет единого видения текущего состояния и доступности всех ресурсов, а также понимания их соответствия установленным стандартам. Единая система, объединяющая каталоги и стандарты, обеспечивает доступ к актуальной и стандартизированной информации, что облегчает процесс обучения и повышения квалификации сотрудников МЧС. Это способствует развитию унифицированных программ обучения и методических материалов, повышая общий уровень профессиональной подготовки персонала.

Включение в стандарты требований использования при закупках изделий, имеющих федеральный номенклатурный номер, оказывает значительное влияние на процессы каталогизации продукции производителями. Это требование стимулирует производителей к систематизации и классификации своей продукции в соответствии с установленными стандартами, что в свою очередь способствует наполнению и обновлению каталогов. Производители, стремясь соответствовать стандартам и участвовать в государственных закупках для нужд МЧС России, вынуждены каталогизировать свою продукцию, присваивая ей федеральные номенклатурные номера. Этот процесс включает в себя подробное описание характеристик изделий, их соответствие стандартам и техническим требованиям. Таким образом, требования стандартизации напрямую способствуют развитию и актуализации каталогов продукции, доступных для МЧС России. Обязательность наличия федерального номенклатурного номера стимулирует производителей не только к каталогизации, но и к повышению качества продукции, чтобы она соответствовала установленным стандартам. Это ведет к общему повышению уровня технического оснащения МЧС России, так как закупаемая техника и оборудование будут соответствовать актуальным требованиям безопасности и эффективности.

Использование изделий с федеральным номенклатурным номером упрощает и ускоряет процедуры государственных закупок. Наличие стандартизированных каталогов позволяет быстро сравнивать предложения различных производителей, оценивать их соответствие требованиям и принимать обоснованные решения о закупке. Это повышает прозрачность и эффективность закупочных процессов, снижая вероятность ошибок и злоупотреблений.

На сегодняшний день в МЧС России используются различные информационные системы для управления ресурсами и стандартами, однако их интеграция является недостаточной. Это приводит к несогласованности данных, трудоемкости обновления информации и ограниченной аналитике. Включение в стандарты требований об обязательном использовании изделий с федеральным номенклатурным номером может стать катализатором для развития интегрированной системы, объединяющей каталогизацию и стандартизацию.

Международный опыт показывает, что интеграция систем каталогизации и стандартизации является эффективным инструментом повышения оперативности и эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации. Например, Европейское агентство по управлению оперативным сотрудничеством на внешних границах (Frontex) использует интегрированные системы для управления ресурсами и стандартизации процедур, что позволяет быстро мобилизовать необходимые силы и средства из разных стран – членов ЕС.

Создание централизованной системы, объединяющей каталоги ресурсов с их стандартными характеристиками и федеральными номенклатурными номе-

рами, позволит обеспечить единое информационное пространство для всех подразделений МЧС. Такая платформа должна обеспечивать:

- единый формат данных: использование общих классификаторов и стандартов для всех типов ресурсов, что упростит обмен информацией и ее обработку;
- доступность в реальном времени: оперативное обновление данных и доступ к ним для всех заинтересованных сторон;
- интеграцию с внешними системами: возможность взаимодействия с системами других государственных органов и производителей, что расширит доступ к информации и повысит точность данных;
- использование передовых информационных технологий, включая блокчейн для обеспечения неизменности данных, искусственный интеллект и машинное обучение для анализа и прогнозирования потребностей, а также мобильные приложения для оперативного доступа к информации на местах, позволит повысить эффективность работы системы.

Для успешного внедрения интегрированной системы необходимо обеспечить обучение персонала работе с новой платформой, включая понимание важности стандартов и правильной каталогизации. Это может включать проведение семинаров, вебинаров, разработку учебных материалов и программ сертификации. Необходимо разработать и утвердить нормативные акты, которые будут регламентировать порядок ведения и обновления каталогов и стандартов, ответственность за достоверность и актуальность данных, а также использование интегрированной системы в оперативной деятельности. Включение в стандарты требований использования изделий с федеральным номенклатурным номером должно быть закреплено на законодательном уровне.

Внедрение интегрированной системы каталогизации и стандартизации приведет к существенному повышению эффективности работы МЧС России. Ожидаемые результаты включают:

- сокращение времени реагирования на чрезвычайные ситуации благодаря быстрому доступу к полной и актуальной информации о ресурсах;
- повышение эффективности использования ресурсов за счет оптимального распределения техники и персонала;
- улучшение качества принятия решений благодаря использованию стандартизированных данных и методов анализа;
- снижение операционных расходов через оптимизацию процессов закупок и управления ресурсами;
- повышение уровня безопасности для населения и сотрудников МЧС России за счет использования оборудования, соответствующего установленным стандартам.

Целесообразно начать с внедрения пилотных проектов в отдельных регионах или подразделениях МЧС России, что позволит оценить эффективность интеграции на практике, выявить возможные проблемы и разработать решения для их устранения. Опыт пилотных проектов станет основой для масштабирования системы на всю страну.

Необходимо установить тесное взаимодействие с производителями техники и оборудования, чтобы обеспечить их готовность каталогизировать продукцию и присваивать федеральные номенклатурные номера. Это может включать проведение совместных семинаров, разъяснительную работу и разработку стимулирующих мер.

Для успешной реализации проекта важно провести детальный экономический анализ, который обоснует затраты и ожидаемые выгоды от внедрения интегрированной системы. Возможности финансирования могут включать государственный бюджет, государственно-частное партнерство и привлечение грантовых средств.

Заключение

Синергия систем каталогизации и стандартизации в МЧС России является перспективным направлением развития, которое способно значительно повысить эффективность и надежность работы ведомства [11]. Включение в стандарты требований использования изделий с федеральным номенклатурным номером не только стимулирует производителей к каталогизации продукции, но и способствует наполнению и актуализации каталогов, необходимых для оперативного управления ресурсами [9]. Интеграция этих систем требует комплексного подхода, включающего технологические инновации, нормативно-правовое обеспечение и подготовку персонала [8]. В условиях возрастающих рисков чрезвычайных ситуаций создание единой интегрированной системы управления ресурсами и стандартами становится стратегически важной задачей для обеспечения безопасности и устойчивого развития страны [4].

Список литературы

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федер. закон Рос. Федерации от 21 дек. 1994 г. № 68-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 11 нояб. 1994 г. // Собрание законодательства РФ. 1994. № 35. Ст. 3648.
2. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: постановление Правительства Рос. Федерации от 30.12.2003 г. № 794 // Собрание законодательства РФ. 2004. № 2. Ст. 121.
3. Кузнецов А.В., Смирнов Б.В. Информационные технологии в управлении чрезвычайными ситуациями // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 6. С. 45–52.
4. ISO 22320:2018. Безопасность и устойчивость. Управление чрезвычайными ситуациями. Руководство по управлению инцидентами. Женева: ISO. 2018.
5. О гражданской обороне: Федер. закон Рос. Федерации от 12 фев. 1998 г. № 28-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 26 дек. 1997 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 28 янв. 1998 г. // Собрание законодательства РФ. 1998. № 7. Ст. 799.
6. Об утверждении Положения об организации оперативно-служебной деятельности территориальных органов МЧС России: приказ МЧС России от 18.06.2003 г. № 313 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2003. № 30.
7. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы: указ Президента Рос. Федерации от 09.05.2017 г. № 203 // Собрание законодательства РФ. 2017. № 20. Ст. 2901.
8. Государственная программа Российской Федерации «Обеспечение общественной безопасности» на 2021–2025 годы: утв. Постановлением Правительства Рос. Федерации от 02.04.2021 г. № 534 // Собрание законодательства РФ. 2021. № 15. Ст. 2563.
9. Методические рекомендации по присвоению федеральных номенклатурных номеров продукции: утв. приказом Росстандарта от 15.03.2021 г. № 123-ст // Вестник стандартизации и сертификации. 2021. № 3. С. 22–30.

10. ГОСТ Р 22.0.01-2020. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения. Москва: Стандартинформ, 2020.

11. Стратегия развития МЧС России до 2030 года: утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 15.07.2021 г. № 1920-р // Собрание законодательства РФ. 2021. № 30. Ст. 5124.

**Статья поступила в редакцию 28.03.2025;
одобрена после рецензирования 28.04.2025;
принята к публикации 26.05.2025.**

Шестаев Анатолий Алексеевич – кандидат технических наук, начальник сектора; **Новиков Алексей Александрович** – старший научный сотрудник, **Щербатых Лилия Вячеславовна** – старший научный сотрудник.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Ермак Виктор Валерьевич – инспектор отделения № 1.

Специальное управление Федеральной противопожарной службы № 20 Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (СУ ФПС № 20 МЧС России), Москва, Россия.

Anatoly A. Shestaev – Candidate of Technical Sciences, Chief of Sector; **Alexey A. Novikov** – Senior Researcher; **Lilia V. Shcherbatykh** – Senior Researcher.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Viktor V. Ermak – Inspector of No. 1 Department.

Special Directorate No. 20 of the Federal Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (SD FFS No. 20 of EMERCOM of Russia), Moscow, Russia.

ОБЗОР ПАТЕНТОВ

УДК (088.8)614.8

EDN: <https://elibrary.ru/pwarce>

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (I КВАРТАЛ 2025 ГОДА)

Пат. 2832945 на изобретение Рос. Федерация, (51) А62С 3/06 (2006.01), А62С 13/20 (2006.01), А62С 35/13 (2006.01), А62С 5/00 (2006.01). **СИСТЕМА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ, ДВУХСТОРОННИХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ОГNETУШАЩИХ СОСТАВОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ИМПУЛЬСНОГО ТУШЕНИЯ В РЕЗЕРВУАРЕ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ** / Захматов В.Д. (RU), Мироньчев А.В. (RU), Щербак Н.В. (RU). Заявка № 2024107485; заявл. 19.03.2024; опубл. 10.01.2025, Бюл. № 1.

Патентообладатель – Захматов Владимир Дмитриевич (RU).

Изобретение относится к области пожаротушения, а именно к исполнительной системе ударно-волновых распылителей огнетушащих составов для автоматической установки импульсного тушения возгораний и пожаров в резервуаре хранения нефти и нефтепродуктов. Исполнительная система состоит из распылителей, расположенных по периметру нефтерезервуара и закрепленных на его борту или на краю плавающей крыши, при этом распылители выполнены ударно-волновыми, пиротехническими, двухстороннего распыления, безоткатными; исполнительная система включает не менее чем одну подсистему залпового срабатывания распылителей; при наличии двух подсистем залпового срабатывания вторая подсистема выполнена с возможностью тушения повторных возгораний, при наличии более двух подсистем залпового срабатывания, подсистемы выполнены с возможностью заряжания различными огнетушащими составами для создания последовательного комбинированного тушения; распылители выполнены из труб, разделенных посередине герметичной муфтой с образованием стволов, в каналы стволов с обеих сторон вставлены унитарные распылительные контейнеры бутылкообразной формы, плотно входящие горловинами в муфту, донная часть каждого контейнера выполнена наименее прочной его частью в виде полусферы, при этом в цилиндрической части горловины размещен распылительный патрон, герметично отделенный пыжом пористым, за которым емкость контейнера полностью заполнена огнетушащим составом.

Пат. 2833189 на изобретение Рос. Федерация, (51) А62С 2/06 (2006.01), А62С8/06 (2006.01), В65Н 18/08 (2006.01). **НАКРЫВНОЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЕ УСТРОЙСТВО** / Емельянов Р.А. (RU), Казаков А.В. (RU), Бухтояров Д.В. (RU), Корчинская О.А. (RU), Петров А.Н. (RU), Земсков И.В. (RU). Заявка № 2024108559; заявл. 01.04.2024; опубл. 15.01.2025, Бюл. № 2.

Патентообладатель – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) (RU).

Изобретение относится к первичным средствам пожаротушения, а именно к накрывному противопожарному устройству, включающему противопожарное полотно, в средней и двух крайних частях которого имеется не менее чем

по одному откидному клапану, при этом противопожарное устройство снабжено боксом для размещения полотна, который выполнен с валом для наматывания и размазывания полотна, закрепленном внутри бокса в его торцевой части, а противоположная торцевая часть бокса имеет горизонтальное окно для перемещения полотна из бокса или в бокс, при этом перед окном смонтирована горизонтально расположенная с зазором относительно боковых стенок бокса опорная пластина для полотна, которая соединена с нижней или верхней стенкой бокса посредством вертикальной стойки, закрепленной симметрично относительно боковых стенок бокса, причем кромка выходной из бокса части полотна выполнена с тремя поперечными ребрами жесткости, между которыми расположены узлы присоединения средств извлечения полотна из бокса, среднее ребро жесткости выполнено длиной не более внутренней ширины бокса, а два крайних ребра жесткости имеют каждый длину не более этой ширины, причем часть торцевого участка полотна, предназначенная для наматывания на вал, выполнена с симметричными боковыми вырезами с образованием центральной части полотна шириной не более длины вала, а поперечная ширина каждого выреза не превышает половины длины вала. Технические результаты: обеспечение возможности использования изобретения в зонах ограниченного доступа к очагу возгорания при расположении возможных объектов возгорания в непосредственной близости друг от друга, обеспечение повышения техники безопасности, снижение трудоемкости, обеспечение возможности разворачивания полотна непосредственно над всей площадью возгорания без нахождения людей в непосредственной близости от очага возгорания, сведение к минимуму огневого воздействия на человека в процессе укрытия полотном очага возгорания.

Пат. 2833213 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62С 27/00 (2006.01), А62С 5/02 (2006.01), А62С 31/02 (2006.01). **ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ПОЛОТНО** / Емельянов Р.А. (RU), Казаков А.В. (RU), Бухтояров Д.В. (RU), Корчинская О.А. (RU), Петров А.Н. (RU). Заявка № 2024108560; заявл. 01.04.2024; опубл. 15.01.2025, Бюл. № 2.

Патентообладатели – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) (RU).

Изобретение относится к первичным средствам пожаротушения, а именно к противопожарному полотну, которое может быть использовано, в частности, при тушении транспортных средств и иных очагов возгорания. Полотно включает по крайней мере один клапан и узлы крепления, среднюю продольную сплошную часть полотна, крайние продольные части полотна, расположенные вдоль продольной средней части, в которых выполнен не менее чем один откидной клапан. Полотно снабжено расположенными по периферии крайних продольных частей полотна утяжелителями, которые имеют возможность съема, узлами подвеса полотна над объектом предполагаемого возгорания или местом его расположения и тепловым замком с узлами его фиксации на полотне и над площадкой расположения предполагаемого объекта возгорания. Клапан выполнен с утяжеленными по периметру кромками, перекрывающими прорези в полотне, причем утяжелители полотна имеют общий вес больше суммарного веса утяжеленных кромок клапана. Технический результат заключается в обеспечении возможности использования полотна в зоне ограниченного доступа к очагу возгорания.

Пат. 2833462 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62С 33/04 (2006.01), В65Н 75/34 (2006.01), В65Н 75/40 (2006.01). **УНИВЕРСАЛЬНОЕ ПЕРЕНОСНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ** / Ивачёв А.Д. (RU). Заявка № 2023122033; заявл. 23.08.2023; опубл. 21.01.2025, Бюл. № 3.

Патентообладатель – Ивачёв Алексей Дмитриевич (RU).

Изобретение относится к средствам противопожарной безопасности, в частности для подготовки, ремонта, обслуживания, профилактического осмотра пожарных рукавов, и может быть использовано в производственных зданиях и помещениях, мастерских, пожарных частях, морских или речных судах, в полевых условиях.

Пат. 2833925 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62С 3/06 (2006.01), А62С 31/02 (2006.01), А62С 35/02 (2006.01), А62С 35/64 (2006.01). **СТАЦИОНАРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА ПРОЛИВА СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА** / Селивёрстов В.И. (RU), Саенкова А.Б. (RU), Безбородов В.И. (RU), Баклыков В.Н. (RU), Вагенлейтнер Е.В. (RU). Заявка № 2024101707; заявл. 24.01.2024; опубл. 31.01.2025, Бюл. № 4.

Патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью «Каланча инжиниринг» (RU), Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (RU).

Изобретение относится к противопожарной технике, в частности к устройствам для выпуска и распределения газопорошкового огнетушащего вещества (ГПОВ), а именно к стационарным установкам, которые используются для тушения пожара пролива сжиженного природного газа (СПГ) в прямках.

Пат. 2834501 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62С 3/02 (2006.01), А62С 37/00 (2006.01), А62С 31/02 (2006.01), А62С 27/00 (2006.01), G08В 17/00 (2006.01), А62С35/58 (2006.01). **СПОСОБ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ПРИ АВАРИЯХ В ТОННЕЛЯХ** / Горбань Ю.И. (RU), Немчинов С.Г. (RU), Харевский В.А. (RU). Заявка № 2024106249; заявл. 11.03.2024; опубл. 11.02.2025, Бюл. № 5.

Патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью «Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР» (RU).

Изобретение относится к области пожаротушения и касается комплекса работ по ликвидации аварий, возникающих в железнодорожных и автомобильных тоннелях, сопровождаемых пожарами и/или взрывами горючих и химически опасных веществ и материалов, транспортируемых в жидком, твердом и газообразном состоянии, и самих железнодорожных, пассажирских и грузовых составов (далее – подвижные составы), а также автомобильных транспортных средств.

Пат. 2834501 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62С 3/02 (2006.01), А62С 37/00 (2006.01), А62С 31/02 (2006.01), А62С 27/00 (2006.01), G08В 17/00 (2006.01), А62С 35/58 (2006.01). **СПОСОБ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ПРИ АВАРИЯХ В ТОННЕЛЯХ** / Горбань Ю.И. (RU), Немчинов С.Г. (RU), Харевский В.А. (RU). Заявка № 2024106249; заявл. 11.03.2024; опубл. 11.02.2025, Бюл. № 5.

Патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью «Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЭР»(RU).

Изобретение относится к области пожаротушения и касается комплекса работ по ликвидации аварий, возникающих в железнодорожных и автомобильных

тоннелях, сопровождаемых пожарами и/или взрывами горючих и химически опасных веществ и материалов, транспортируемых в жидком, твердом и газообразном состоянии, и самих железнодорожных, пассажирских и грузовых составов (далее – подвижные составы), а также автомобильных транспортных средств.

Пат. 2834895 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК 62С 35/00 (2006.01), А62С 35/15 (2006.01), А62С 35/02 (2006.01), А62С 2/08 (2006.01), А62С 37/00 (2006.01), А62С 37/08 (2006.01), А62С 31/00 (2006.01). **СПОСОБ СДЕРЖИВАНИЯ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИИ И УСТАНОВКА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТАКОГО СПОСОБА** / Танклевский Л.Т. (RU), Зыбина О.А. (RU), Бондар А.И. (RU), Таранцев А.А. (RU), Балабанов И.Д. (RU). Заявка № 2024101219; заявл. 18.01.2024; опубл. 17.02.2025, Бюл. № 5.

Патентообладатель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева» (RU).

Изобретение относится к пожарной технике, в частности к автоматическим установкам подачи огнетушащих веществ и направлено на создание водяных автоматических установок сдерживания пожара (АУСП) для помещений, в которых применение других автоматических установок пожаротушения (АУП) нецелесообразно или технически невозможно.

Пат. 2835235 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62D 1/02 (2006.01), А62С 31/12 (2006.01). **СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ КОМПРЕССИОННОЙ ПЕНЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ ОТРАБОТАННЫЕ ВЫХЛОПНЫЕ ГАЗЫ** / Гавкалюк Б.В. (RU), Смирнов А.С. (RU), Ивахнюк С.Г. (RU), Мельник А.А. (RU), Самигуллин Г.Х. (RU), Константинова А.С. (RU), Мещеряков И.В. (RU). Заявка № 2024122577; заявл. 13.05.2024; опубл. 24.02.2025, Бюл. № 6.

Патентообладатель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева» (RU).

Изобретение относится к противопожарной технике, в частности к средствам получения компрессионной пены для повышения эффективности тушения очагов пожаров малой площади. Система генерации компрессионной пены, содержащей отработанные выхлопные газы из выхлопной трубы автомобиля, предусматривает последующее использование их в качестве газовой дисперсной фазы компрессионной пены. Система содержит подключенный проводами к системе зажигания автомобиля компрессор для отбора выхлопных газов и закачки их в ресивер. Ресивер оснащен манометром и связан с пенобаком для компрессионной пены, который связан с трубопроводом для подачи раствора пенообразователя и стволом для подачи компрессионной пены. Между компрессором и ресивером расположен обратный клапан. Обеспечивается повышение огнетушащего эффекта компрессионной пены за счет заполнения ее выхлопными газами автомобиля.

Пат. 2835249 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК В64G 1/52 (2006.01), А62С 3/16 (2006.01). **ПРОТИВОПОЖАРНАЯ СИСТЕМА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА** / Савельев П.Д. (RU), Шангин И.А. (RU). Заявка № 2024121051; заявл. 24.07.2024; опубл. 24.02.2025, Бюл. № 6.

Патентообладатель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (RU).

Заявляемое изобретение относится к противопожарной технике необитаемых космических аппаратов. В герметичном объеме находятся блок управления, электронная плата с датчиками температуры и пирометры, а также форсунки-распылители. Система содержит контур нейтрального газа и контур перфторэтилизопропилкетона. Первый контур содержит баллон с нейтральным газом, клапан-регулятор, насос и клапан запираания. Второй контур содержит баллон с газожидкостной смесью, клапан-регулятор, форсунки, фильтры очистки, вакуумный насос и клапан запираания. Общими элементами двух контуров являются трубопровод, ведущий из герметичного объема, датчик дыма и кран для переключения между двумя контурами. Достигается эффективное и безопасное для электрооборудования пожаротушение в условиях космоса с экономным расходом рабочего тела.

Пат. 2835256 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62D 1/02 (2006.01), А62С 31/12 (2006.01). **СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ КОМПРЕССИОННОЙ ПЕНЫ С УГЛЕКИСЛОТНОЙ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗОЙ** / Гавкалюк Б.В. (RU), Смирнов А.С. (RU), Ивахнюк С.Г. (RU), Мельник А.А. (RU), Константинова А.С. (RU), Булатов Н.Н. (RU), Мещеряков И.В. (RU). Заявка № 2024120108; заявл. 14.05.2024; опубл. 24.02.2025, Бюл. № 6.

Патентообладатель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева» (RU).

Изобретение относится к противопожарной технике, в частности к средствам получения компрессионной пены для повышения эффективности тушения очагов пожаров малой площади. Система генерации компрессионной пены с углекислотной дисперсной фазой содержит пенобак для компрессионной пены, баки для пенообразователя, баллон для углекислого газа, связанные трубопроводами. Автоматические дозаторы требуемого объема пенообразователя и воды для получения раствора установлены на выходе каждого бака для различных видов пенообразователя, а также на трубопроводе подачи воды. Техническим результатом заявляемого изобретения является повышение огнетушащего эффекта компрессионной пены за счет заполнения ее углекислым газом, а также возможность перевозки пожарным автомобилем нескольких видов пенообразователей и автоматического дозирования требуемого объема пенообразователя в зависимости от его химического состава – критической концентрации мицеллообразования.

Пат. 2835800 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62С 27/00 (2006.01), А62С 31/00 (2006.01). **ПОЖАРНЫЙ, АВТОНОМНЫЙ, НАЗЕМНЫЙ РОБОТ С МНОГОСТВОЛЬНЫМ МОДУЛЕМ УДАРНО-ВОЛНОВОГО ДОЗИРОВАННОГО РАСПЫЛЕНИЯ** / Захматов В.Д. (RU). Заявка № 2023132418; заявл. 05.03.2024; опубл. 04.03.2025, Бюл. № 7.

Патентообладатель – Захматов Владимир Дмитриевич (RU).

Изобретение относится к технике пожаротушения: колесным и гусеничным пожарным роботам, машинам, стационарным модулям, тушащим быстро, эффективно и масштабно путем импульсного выброса сразу всей массы огнету-

шащего агента (ОА) на большую горящую площадь для тушения пожара или превращения в ряд локальных очагов, без большого, поражающего излучения, токсичного, густого дыма – традиционная техника может эффективно тушить с ближних дистанций.

Пат. 2835844 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62С 37/00 (2006.01), А62С 2/00 (2006.01), А62С 99/00 (2010.01), А62В 29/00 (2006.01). **СПОСОБ ОСАЖДЕНИЯ ДЫМА** / Барсуков Р.В. (RU), Генне Д.В. (RU), Нестеров В.А. (RU), Хмелев В.Н. (RU), Цыганок С.Н. (RU), Шалунов А.В. (RU). Заявка № 2024114737; заявл. 29.05.2024; опубл. 04.03.2025, Бюл. № 7.

Патентообладатель – Хмелев Владимир Николаевич (RU).

Изобретение относится к противопожарной технике и может быть использовано для осаждения дыма при тушении пожаров в условиях сильного задымления. Технический результат – повышение эффективности осаждения дыма за счет воздействия на дым акустическими колебаниями на ультразвуковых частотах в диапазоне более 22 кГц для ускоренной коагуляции мелкодисперсных частиц, создания УЗ колебаний одновременно двумя излучателями, собственные частоты которых отличаются незначительно на заданную величину, изменения собственной частоты излучателей в определенных пределах для создания, при взаимодействии между собой ультразвуковых колебаний, звуковых колебаний (биений) с диапазоном частот 150...400 Гц на заданном расстоянии от излучателей (в определенном, ограниченном по размерам объеме, где отсутствуют люди) для осаждения предварительно сформированных крупных частиц дыма.

Пат. 2836623 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62С 3/07 (2006.01), А62С 35/13 (2006.01), А62С 37/36 (2006.01). **СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА** / Агеев Д.В. (RU), Лемеш С.А. (RU), Севастьянов Ю.Г. (RU), Еременко Б.И. (RU). Заявка № 2024107765; заявл. 26.03.2024; опубл. 18.03.2025, Бюл. № 8.

Патентообладатель – Акционерное общество «Омский завод транспортного машиностроения» (RU).

Изобретение относится к противопожарной технике, а именно к системе пожаротушения транспортного средства, содержащей термодатчики, расположенные в пожароопасных зонах транспортного средства, блок управления, блок сигнализации, баллоны, каждый из которых содержит огнегасящую жидкость и инертный газ, находящийся под высоким давлением, при этом каждый из баллонов выполнен в виде цилиндрического сосуда с заправочной горловиной в нижней его части и соосно расположенным относительно заправочной горловины пиропатроном, пробойником и предохранительной мембраной. Новым является то, что в заправочной горловине расположены два датчика давления, причем первый датчик расположен диаметрально заправочному штуцеру, второй – радиально первому датчику, при этом ко второму датчику подведена цилиндрическая трубка, подающая давление к датчику с верхней части баллона, при этом система пожаротушения содержит информационное устройство контроля массы огнегасящей жидкости в баллоне, выполненное с возможностью принимать сигналы от первого и второго датчиков давления. Изобретение может быть использовано в автоматизированных системах пожаротушения, в частности в автоматизированных системах пожаротушения военно-гусеничных машин (ВГМ).

Пат. 2836648 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК G01N 21/41 (2006.01), G01N 1/28 (2006.01), А62С 99/00 (2010.01). **СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ** / Малый И.А. (RU), Ша-

рабанова И.Ю. (RU), Лазарев А.А. (RU), Цветков Д.Е. (RU), Федосов С.В. (RU), Комлёв А.Ю. (RU), Карасева С.Н. (RU). Заявка № 2024122693; заявл. 05.08.2024; опубл. 18.03.2025, Бюл. № 8.

Патентообладатель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России) (RU).

Изобретение относится к контролю качества огнезащитной обработки деревянных строительных конструкций. Раскрыт способ контроля качества огнезащитной обработки древесины, заключающийся в изъятии образцов материалов изделия из древесины для проведения испытаний по определению состояния огнезащитных покрытий или обработок, при этом в качестве образцов используют древесную стружку, получаемую путем сверления отверстия диаметром не более 6 мм, глубину которого определяют в соответствии с глубиной пропитки обработанной древесины до 60 мм, сверление отверстия и извлечение исследуемых образцов стружки осуществляют пошагово с шагом глубины 10 мм, полученные исследуемые образцы стружки вымачивают в течение 18÷24 часов в 10 мл воды, отделяют водную вытяжку от каждого исследуемого образца, отбирают пипеткой полученный раствор, равномерно покрывают им нижнюю призму рефрактометра и считывают по его шкале полученное значение, по полученному на рефрактометре значению высчитывают концентрацию неорганических солей. Изобретение обеспечивает контроль качества огнезащитной обработки древесины без применения источника открытого огня, позволяющий производить анализ содержания неорганических солей, входящих в огнезащитный состав, на поверхности и в глубине исследуемого материала.

Пат. 2837031 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62С 37/00 (2006.01). **ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ И ОХРАННОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПОДВИЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ** / Лавринов А.А. (RU), Конев Д.А. (RU), Близнюк И.П. (RU), Целищева Т.Л. (RU), Зуева Н.В. (RU), Ставицкий В.В. (RU), Тукмачев П.С. (RU), Северюхин Е.А. (RU), Манухин Р.Р. (RU), Баев С.Н. (RU), Чащина Е.П. (RU). Заявка № 2024125455; заявл. 30.08.2024; опубл. 25.03.2025, Бюл. № 9.

Патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью «Эпотос-К» (RU).

Программно-аппаратный комплекс технических средств пожарной автоматики и охранной сигнализации для подвижных транспортных средств. Изобретение предназначено для автоматического обнаружения признаков пожара, информирования о месте возникновения и управления пожаротушением, а также обнаружения несанкционированного проникновения на охраняемый объект и относится к автоматическим системам пожарной автоматики и охранной сигнализации в любых транспортных средствах, преимущественно в подвижных составах автомобильного или рельсового транспорта: в железнодорожных составах, в подвижных составах метрополитена, монорельсовых транспортных средствах и др. Программно-аппаратный комплекс (ПАК) технических средств пожарной автоматики и охранной сигнализации для подвижных транспортных средств, содержащий датчики, контролирующие пожароопасные параметры защищаемой среды, охранные датчики, средства пожаротушения, прибор приемно-контрольный пожарный и управления, содержащий по крайней мере один центральный блок

контроля и индикации с дисплеем и по крайней мере один промежуточный центральный блок контроля и управления, который связан по крайней мере с одним локальным блоком контроля. Программно-аппаратный комплекс содержит по крайней мере один коммутатор интерфейсов, связанный с центральным блоком контроля и индикации и промежуточным центральным блоком контроля и управления по цифровым линиям связи, использующими интерфейс Ethernet, и с системой управления транспортным средством. При этом промежуточные центральные блоки контроля и управления и локальные блоки контроля, размещенные внутри вагона транспортного средства, связаны по линиям связи, использующим интерфейс CAN, с дополнительным резервированием по топологии кольца.

Пат. 2837211 на изобретение Рос. Федерация, (51) МПК А62С 3/00 (2006.01), А62С 35/02 (2006.01), А62С 35/58 (2006.01), А47F 3/00 (2006.01). **ЭКСПОЗИЦИОННО-ВЫСТАВОЧНАЯ ВИТРИНА С ИНДИВИДУАЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ГАЗОВОГО ТУШЕНИЯ** / Спиридонов А.Н. (RU). Заявка № 2024125455; заявл. 2023130773; опубл. 27.03.2025, Бюл. № 9.

Патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью «Делюкс групп» (RU).

Изобретение относится к области экспозиционно-выставочных витрин и средств пожаротушения, а именно к экспозиционно-выставочной витрине с индивидуальной системой газового тушения. Витрина состоит из остекленного каркаса с полками, верхнего светового короба и цоколя. Система газового тушения представляет собой баллон с газообразным огнетушащим веществом под давлением и соединенную с баллоном систему полимерных трубок. При этом баллон расположен в цоколе витрины, а трубки проходят на всю высоту витрины. Изобретение может быть применено в экспозиционно-выставочных залах музеев, галерей, библиотек и иных пространствах. Технический результат заключается в расширении арсенала экспозиционно-выставочных витрин, оборудованных индивидуальной системой газового тушения.

Пат. 231374 на полезную модель Рос. Федерация, (51) МПК А62С 35/68 (2006.01), F16K 31/02 (2006.01). **КРАН С КОНТРОЛЕМ ПОЛОЖЕНИЯ ЗАПОРНОГО ОРГАНА** / Вдовин А.В. (RU), Чудаев А.В. (RU). (RU). Заявка № 2024120825; заявл. 22.07.2024; опубл. 24.01.2025, Бюл. № 3.

Патентообладатель – Закрытое акционерное общество «Производственное объединение «Спецавтоматика» (RU).

Полезная модель предназначена для использования для использования в системах водоснабжения и в установках пожаротушения в качестве запорно-регулирующего устройства. Кран с контролем положения запорного органа, включающий в себя кран с монтируемым в нем патрубком и с установленным устройством контроля положения крана, содержащий два концевых выключателя, контактирующих через флажки с рукояткой крана, имеет кронштейн, выполненный в виде вертикальной пластины с горизонтально отогнутой под прямым углом площадки, на которой по обе стороны ее установлено по концевому выключателю, кроме того, в пластине выполнен вырез под чувствительную часть нижнего концевого выключателя, при этом правая часть пластины выполнена вертикально отогнутой под прямым углом и имеет паз под патрубок, причем правая часть пластины установлена на патрубке и закреплена на нем посредством гайки, выполнена рукоятка крана с отогнутыми вертикально в противоположные стороны двумя флажками, на вертикальной пластине кронштейна установлена коммутационная коробка, соединенная посредством электрических кабелей и герметических вводов с концевыми выключателями.

Пат. 231475 на полезную модель Рос. Федерация, (51) МПК А62С 37/08 (2006.01). **ОРОСИТЕЛЬ СПРИНКЛЕРНЫЙ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ** / Доровских Р.С. (RU), Чудаев А.В. (RU). Заявка № 2024124686; заявл. 22.08.2024; опубл. 29.01.2025, Бюл. № 4.

Патентообладатель – Закрытое акционерное общество «Производственное объединение «Спецавтоматика» (RU).

Полезная модель предназначена для использования в автоматических установках пожаротушения. Ороситель спринклерный быстродействующий, состоящий из штуцера, дужек, пружины, крышки, выполненной с углублением и с установленным в нем первым концом опоры запорного устройства, стеклянной термоколбы, колпачка для размещения капиллярной части стеклянной термоколбы, установленного на конце рычага запорного устройства, рассекателя потока, отражателя потока, регулировочного винта, выполнено плечо на опоре запорного устройства в виде ветки, отходящей в сторону от плоскости, в которой расположены дужки, и отходящей под острым углом к первому концу опоры запорного устройства, имеющего на краю плеча углубление, выполненное под донную часть стеклянной термоколбы, при этом рычаг, сопряженный со вторым концом опоры запорного устройства, выполнен в виде пластины прямоугольной формы и расположен параллельно плечу, при этом второй конец опоры запорного устройства сопряжен с гнездом, выполненным на краю рычага, при этом на рычаге выполнено углубление для фиксации регулировочного винта, расположенное противоположно гнезду со смещением в сторону отверстия с колпачком, причем стеклянная термоколба установлена донной частью по направлению к штуцеру под острым углом к оси корпуса оросителя.

Пат. 231644 на полезную модель Рос. Федерация, (51) МПК А62С 31/00 (2006.01), А62С 5/00 (2006.01). **РУКАВНАЯ ВСТАВКА ДЛЯ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ** / Кацнельсон И.Э. (RU), Курбатова Д.К. (RU). Заявка № 2024125571; заявл. 31.08.2024; опубл. 04.02.2025, Бюл. № 4.

Патентообладатель – Кацнельсон Игорь Эдуардович (RU), Курбатова Диана Константиновна (RU).

Полезная модель относится к пожарной технике, а именно к устройствам, предназначенным для получения комбинированных огнетушащих веществ. Рукавная вставка состоит из последовательно соединенных магистрального пожарного пеносмесителя эжекционного типа с дозирующим устройством, кавитационной решетки, трубы Вентури, работающей в кавитационном режиме, и контрвихревого кавитатора спирального типа.

Пат. 231674 на полезную модель Рос. Федерация, (51) МПК А62С 33/00 (2006.01). **МОБИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАГРЕВА ВОДЫ В ПОЖАРНЫХ РУКАВАХ** / Кацнельсон И.Э. (RU), Курбатова Д.К. (RU). Заявка № 2024129157; заявл. 11.11.2024; опубл. 05.02.2025, Бюл. № 4.

Патентообладатель – Кацнельсон Игорь Эдуардович (RU), Курбатова Диана Константиновна (RU).

Полезная модель относится к противопожарной технике и предназначена для нагрева воды в пожарных рукавах при эксплуатации в условиях обледенения и замерзания пожарных напорных рукавов и рукавной арматуры, в зонах с пониженной температурой окружающей среды. Мобильное устройство для нагрева воды в пожарных рукавах состоит из последовательно соединенных микроэлектрогидростанции (микроГЭС) и теплового блока с помощью соединительной головки.

Пат. 231860 на полезную модель Рос. Федерация, (51) МПК А62С 37/08 (2006.01). **ОРОСИТЕЛЬ СПРИНКЛЕРНЫЙ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ** / Доровских Р.С. (RU), Чудаев А.В. (RU). Заявка № 2024124685; заявл. 22.08.2024; опубл. 13.02.2025, Бюл. № 5.

Патентообладатель – Закрытое акционерное общество «Производственное объединение «Спецавтоматика» (RU).

Полезная модель предназначена для использования в автоматических установках пожаротушения. Ороситель спринклерный быстродействующий состоит из штуцера, дужек, пружины, крышки, выполненный с углублением и с установленным в нем первым концом опоры запорного устройства, стеклянной термоколбы, колпачка для капиллярной (носовой) части термоколбы, установленного на конце рычага, запорного устройства, рассекателя потока, отражателя потока (розетки), регулировочного винта, при этом на опоре запорного устройства выполнено плечо в виде ветки, отходящей в сторону от плоскости, в которой расположены дужки, и отходящей под острым углом к первому концу опоры запорного устройства, имеющего на краю плеча углубление под донную часть стеклянной термоколбы, при этом рычаг, сопряженный со вторым концом опоры запорного устройства, выполнен в виде пластины прямоугольной формы, расположен параллельно плечу, причем второй конец опоры запорного устройства выполнен в виде полусферы, при этом на краю рычага выполнено гнездо для второго конца опоры запорного устройства в виде полусферы, плотно сопряженной со вторым концом опоры.

Пат. 232275 на полезную модель Рос. Федерация, (51) МПК А62С 3/00 (2006.01), А62С 3/04 (2006.01), А62С 31/00 (2006.01). **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТУШЕНИЯ САМОВОЗГОРАНИЯ ЩЕПЫ** / Никулин А.В. (RU), Миннегараев И.А. (RU), Альшин Т.Р. (RU). Заявка № 2025101432; заявл. 24.01.2025; опубл. 05.03.2025, Бюл. № 7.

Патентообладатели – Публичное акционерное общество «Татнефть» имени В.Д. Шашина (RU).

Полезная модель относится к противопожарной технике, в частности к средствам тушения очагов загорания материалов органического происхождения (щепы и других сыпучих материалов), подвергающихся самовозгоранию в результате процесса гниения в хранилищах, на открытых складах и т. д., и может быть использовано для повышения эффективности хранения любых горючих материалов, склонных к самовозгоранию.

Пат. 232223 на полезную модель Рос. Федерация, (51) МПК А62С 4/00 (2006.01). **КОММУНИКАЦИОННЫЙ ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЬ** / Шалаев В.С. (RU), Шалаев Ю.В. (RU). Заявка № 2024130398; заявл. 09.10.2024; опубл. 03.03.2025, Бюл. № 7.

Патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Шахтпожсервис» (RU).

Полезная модель относится к энергетической, химической, нефтегазовой, угольной отраслям промышленности, в частности к противопожарным устройствам, применяемым для предотвращения распространения горения по трубопроводам, по которым транспортируется взрывоопасный продукт, в том числе с увеличенным расходом, с одновременным сбросом давления ударной волны взрыва. Коммуникационный огнепреградитель содержит корпус с фланцами, состоящий из по меньшей мере одного входного и по меньшей мере одного выходного тройника, между которыми расположен по меньшей мере один пламегасящий элемент, а на свободном отверстии входного и/или выходного тройников

расположен по меньшей мере один взрывной предохранительный клапан. Пламегасящие элементы коммуникационного огнепреградителя дополнительно снабжены компенсаторами. Корпус коммуникационного огнепреградителя может быть выполнен в виде входного коллектора и выходного коллектора, между которыми расположены пламегасящие элементы.

Пат. 232346 на полезную модель Рос. Федерация, (51) МПК А62С 37/50 (2006.01), G08В 17/00 (2006.01), H02В 1/04 (2006.01). **ПРИБОР ПРИЕМНО-КОНТРОЛЬНЫЙ ДЛЯ СИСТЕМ ОХРАННОЙ, ПОЖАРНОЙ И ОХРАННО-ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ** / Бредихин И.Ю. (RU), Харитонов А.С. (RU), Лысенков С.А. (RU), Демитров Е.Ф. (RU). Заявка № 2024127516; заявл. 18.09.2024; опубл. 10.03.2025, Бюл. № 7.

Патентообладатель – Общество с ограниченной ответственностью «ЗЕВС» (ООО «ЗЕВС») (RU).

Полезная модель относится к области охранно-пожарных сигнализаций и систем безопасности и может быть применена для создания адресной системы пожарной и/или охранной сигнализации иерархической структуры с возможностью оповещения людей о возникновении пожара и управления эвакуацией.

Пат. 232715 на полезную модель Рос. Федерация, (51) МПК А62С 3/16 (2006.01), F16L 5/04 (2006.01), H02G 3/22 (2006.01). **ОГНЕСТОЙКИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ КОММУНИКАЦИЙ** / Семенов О.Б. (RU), Остапчук С.С. (RU), Якименко М.Ю. (RU). Заявка № 2024134301; заявл. 15.11.2024; опубл. 18.03.2025, Бюл. № 8.

Патентообладатель – Семенов О.Б. (RU).

Полезная модель относится к противопожарной технике, в частности к устройствам, обеспечивающим локализацию пожара и предупреждение возможности распространения пожара в коммуникационных тоннелях, в том числе кабельных линиях, трубопроводных и канализационных линиях. Техническим результатом является возможность более легкой стыковки модулей между собой, ускоряется время монтажа модульной системы коммуникаций, а также обеспечивает возможность формирования различных конфигураций огнестойких модулей с резким поворотом в 90 градусов без потребности в использовании фасонных элементов.

Статью подготовили:

Л.И. ЯЗЫКОВА, ст. науч. сотр.;

Т.Н. ЗОТОВА, ст. науч. сотр.;

А.Б. КУРИЦЫН, нач. отд.;

В.В. КАРТАШОВ, науч. сотр.

(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

Поступила в редакцию 31.03.2025 г.;
принята к публикации 30.04.2025 г.

EDN: <https://elibrary.ru/vcgvft>

РЕФЕРАТИВНЫЙ ОБЗОР ЖУРНАЛА PROCESS SAFETY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION, № 160 (2022)



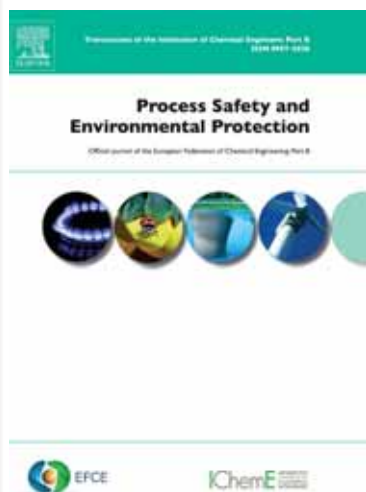
**Vol. 160 (2022):
139-152**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ И САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ ВОДОРОДА ПОД ДАВЛЕНИЕМ В РАЗЛИЧНЫХ ТРУБАХ С ТРЕМЯ ОТВЕТВЛЕНИЯМИ

Ла Та (Китай), Чжилей Ван (Китай), Бин Чжан (Китай),
Имин Цзян (Китай, Великобритания), Юньюй Ли (Китай), Циньюань Ван (Китай),
Тао Чжан (Китай), Мин Хуа (Китай), Сюхай Пан (Китай), Цзюньчэн Цзян (Китай)

В данной работе экспериментально исследованы характеристики распространения ударной волны и самовоспламенения, возникающих при выбросе водорода под высоким давлением в трубах с тремя ответвлениями. В экспериментах использовались две Y-образные трубки (60°, 120°) и одна T-образная трубка (180°), а начальное давление выброса составляло 3–8 МПа. Давление и фотоэлектрические сигналы в трубках регистрировались датчиком. Результаты показали, что интенсивность ударной волны усиливалась или ослаблялась в течение всего процесса высвобождения, но доминирующий эффект был различным в разных условиях, а также оба эффекта оказывали синергическое влияние на вероятность самовоспламенения. Критическое давление выброса для самовоспламенения в трубах с тремя ответвлениями уменьшалось с увеличением угла бифуркации, а хуже всего в данном исследовании самовоспламенение происходило в Y-образной трубе с углом 60°. Кроме того, в Y-образной трубе с углом 60° происходило гашение пламени при начальном давлении выпуска 6 МПа, поскольку температура смеси снижалась за счет эффекта расширения. Кроме того, интенсивность отраженной ударной волны была недостаточно сильной, чтобы способствовать повторному воспламенению водорода. Эти экспериментальные результаты имеют справочное значение для безопасности производства, хранения и транспортировки водорода высокого давления, а также помогают понять влияние бифуркационной структуры на самовоспламенение в энергетике.

Ключевые слова: водородная безопасность, водород под давлением, спонтанное воспламенение, бифуркационные структуры, ударная волна



**Vol. 160 (2022):
184-198**

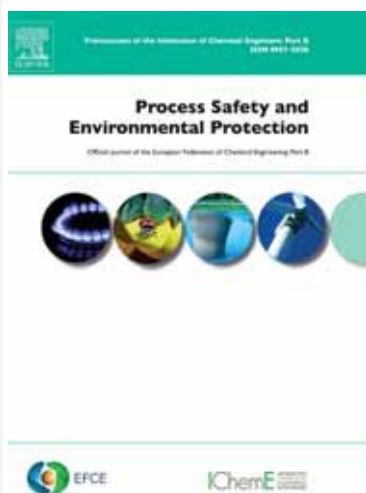
МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ МОРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ С ОБОЛОЧКОЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Хун Линь (Китай), Хаочен Луань (Китай), Лей Ян (Китай), Чан Хань (Китай),
Хассан Карампур (Австралия), Гуомин Чен (Китай)

Пожары, вызванные утечкой горючего газа, представляют собой серьезную угрозу для морской платформы, что может привести к локальным повреждениям и даже постепенному разрушению конструкции платформы. Целью данной работы является систематическая оценка безопасности конструкции платформы при пожаре. Уникальность данного исследования заключается в интеграции моделирования связи жидкость – тепло – структура с преимуществом рассмотрения сценария случайного пожара. Изучаются характеристики дисперсии просочившегося газа, а также на основе ме-

тода связи вычислительной гидродинамики (CFD) и анализа методом конечных элементов (FEA) прогнозируется развитие повышенной температуры, возникающей на морской платформе в процессе горения. Затем проводится анализ термомеханической связи для прогнозирования реакции конструкции под воздействием высокой температуры. В конечном итоге для оценки безопасности морской платформы используются критерии предельной несущей способности компонента и всей морской конструкции. Результаты показывают, что с развитием пожара зона высокой температуры распространяется на пространство между двумя соседними палубами, а максимальная температура на платформе достигает 877 °С. Высокая температура оказывает значительное влияние на прочность конструкции платформы. Под действием вертикальной нагрузки предельная несущая способность платформы при высокой температуре снижается на 78 % по сравнению с предельной несущей способностью при температуре окружающей среды. Предложенная методология может быть применена для оценки безопасности других подобных морских или прибрежных объектов с целью поддержания безопасности технологических процессов при пожаре.

Ключевые слова: морская платформа с оболочкой, пожары, анализ связи жидкость – тепло – структура, термомеханическая реакция, оценка безопасности



**Vol. 160 (2022):
265-273**

ВЛИЯНИЕ ПОРОШКОВЫХ ИНГИБИТОРОВ НА ЭВОЛЮЦИЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К ВОСПЛАМЕНЕНИЮ ДРЕВЕСНО-ПЛАСТИКОВОЙ СМЕШАННОЙ ПЫЛИ: НА ОСНОВЕ ПОВЕДЕНИЯ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ РАЗЛОЖЕНИИ И ОСТАТКОВ ДЕФЛАГРАЦИИ

Лицзюань Лю, Чжанцянь Дун, Дунъян Цю, Цзяшунь Хао,
Сяньфэн Чэнь, Чуюань Хуан (Китай)

Температура воспламенения (ТВ) пылевого облака является одним из основных параметров оценки риска дефлаграции горючей пыли. Поскольку в предыдущих исследованиях основное внимание уделялось ТВ единичных частиц пыли, для снижения риска дефлаграции смешанной пыли были проведены эксперименты по изучению влияния концентрации пыли и дисперсного давления на ТВ смешанной древесно-пластиковой

пыли, а также подавляющего действия различных порошковых ингибиторов. Термическое разложение смешанной пыли было изучено с помощью комплексного термического анализа, а характеристики поверхности продуктов дефлаграции были проанализированы с помощью FTIR-спектров, что позволило выявить механизмы влияния ингибиторов на чувствительность смешанной пыли к воспламенению. Результаты показали, что наилучшими условиями воспламенения древесно-пластиковой пыли являются 300 г/м^3 и 15 кПа . Полифосфат аммония (APP) и аэросил оказывали значительное ингибирующее воздействие на чувствительность к воспламенению древесно-пластиковой смешанной пыли, причем эффект ингибирования улучшался с увеличением коэффициента инертизации. Механизмы ингибирования у них разные, а эффект ингибирования APP лучше. Стоит отметить, что APP может способствовать начальному разложению древесно-пластиковой смешанной пыли, что приводит к ускорению скорости дегидратации и карбонизации смешанной пыли и улучшению термической стабильности.

Ключевые слова: древесно-пластиковая смешанная пыль, температура воспламенения, эффект ингибирования, механизм ингибирования



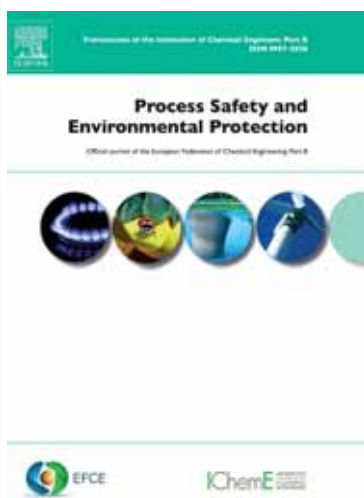
**Vol. 160 (2022):
400-410**

МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ LIAW-UNIFAC ДЛЯ СМЕСЕЙ СПИРТ-КЕРОСИН И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДНЕЙ СТРУКТУРЫ ТОПЛИВА

Синь Хуо, Цян Лу, Цзянь Ван (Китай)

Спирт широко используется в качестве альтернативного топлива для смешивания с нефтепродуктами. Точные знания о температурах вспышки и надежные методы их прогнозирования необходимы для идентификации опасности, снижения пожарной опасности, разработки безопасных процессов и управления рисками при использовании топлива на основе спирта. В данной работе представлена модель прогнозирования температуры вспышки для смесей спирта и топлива на основе нефти, основанная на модели Liaw, включенной в оригинальную модель UNIFAC. Модель прогнозирования температуры вспышки была модифицирована в два этапа: 1. применение единой зависимости пар – температура для топлива на основе нефти; 2. получение коэффициентов активности по модели UNIFAC с использованием средней структуры топлива для топлива на основе нефти. Предложенная модель была проверена экспериментально для пяти топливных смесей спирт + керосин (спирт: н-бутанол, н-гексанол и н-октанол) и спирт + дизельное топливо (спирт: н-бутанол и н-гексанол). Процедура прогнозирования температуры вспышки для смесей спирт + топливо на основе нефти была сведена к прогнозированию температуры бинарной смеси. Отклонения между прогнозируемыми значениями и экспериментальными данными в основном находились в пределах 2 °С для пяти топливных смесей.

Ключевые слова: температура вспышки, керосин, спирт, модель UNIFAC, групповая структура



**Vol. 160 (2022):
594-609**

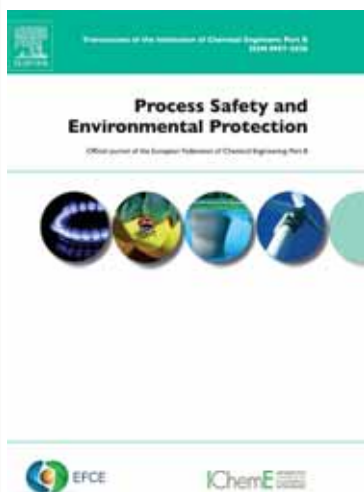
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ МНОЖЕСТВЕННЫХ ВОДОРОДНЫХ ПОЖАРОВ В ЗАМКНУТЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

Шибани, Фатемех Салехи, Тил Баалисампанг, Рузбех Аббаси (Австралия)

Автомобили на водородных топливных элементах рассматриваются как возможный вариант для будущего транспортного сектора с нулевыми выбросами в атмосферу. Однако существуют некоторые опасения по поводу безопасности автомобилей на водородных топливных элементах в ограниченной среде. Анализ рисков возможных сценариев возгорания является эффективным подходом к выявлению, оценке и снижению риска аварий, связанных с возгоранием водорода. Моделирование вычислительной гидродинамики (CFD) было проведено для туннеля длиной 102 м с целью

анализа влияния нескольких водородных пожаров с различными скоростями тепловыделения (СТ). Разработанная модель была сначала проверена по опубликованным данным. Затем был проведен подробный расчетный анализ нескольких водородных пожаров, чтобы понять влияние СТ, площади утечки, скорости вентиляции, наличия наклона и коэффициента уплотнения туннеля. При отсутствии скорости приточного воздуха высокотемпературные зоны находятся ближе к потолку туннеля в месте возникновения пожара. При увеличении скорости приточного воздуха общая температура потолка снижается, хотя высокотемпературные зоны отодвигаются дальше вниз по потолку. Увеличение площади утечки повышает СТ, и, следовательно, влияние механизма тепловой обратной связи становится более значительным, так как при больших СТ наблюдаются более высокие температуры, сильное взаимодействие пламени и низкая концентрация кислорода. Результаты показывают, что более высокий коэффициент уплотнения туннеля приводит к увеличению пиковых потолочных температур. Также замечено, что наличие наклонной поверхности увеличивает тяжесть пожаров, так как высокотемпературные зоны и дефицит кислорода наблюдаются в более высоких местах туннеля от уровня земли.

Ключевые слова: вычислительная гидродинамика (CFD), оценка безопасности, водородные пожары, безопасность туннелей



**Vol. 160 (2022):
620-631**

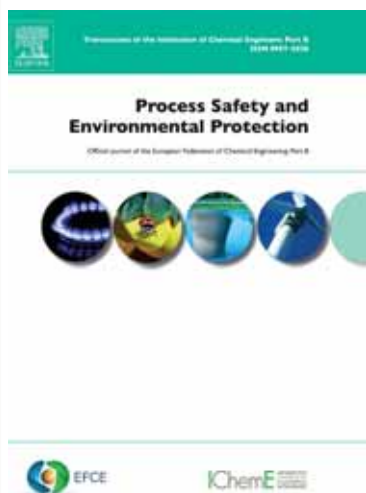
ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА НА ПОЖАРООПАСНОСТЬ СЛОЕВ ПЛАВЯЩЕЙСЯ ПЫЛИ

Фань Мэн (Китай), Чанг Ли (Китай), Пол Амиотт (Канада), Яцзе Бу (Китай), Чунмяо Юань (Китай), Вэйдун Ян (Китай), Ганг Ли (Китай)

Горючая пыль, оседающая на землю или поверхности, представляет собой пожарную опасность для обрабатывающих производств. Было установлено, что распространение пламени по поверхности, наклоненной вверх, происходит значительно быстрее, чем на горизонтальной поверхности. Однако опасность распространения огня при наклоне вниз была недооценена для слоев пыли, обладающих способностью к плавлению. В данной работе было исследовано влияние текучести при плавлении, угла наклона образца и толщины слоя на пожароопасность четырех видов плавящихся пылей. Для серы, обладающей превосходной текучестью при плавлении, наклон слоя пыли под небольшим углом может значительно

увеличить скорость распространения пламени вниз (СРП). Для антрахинона, обладающего умеренной текучестью при плавлении, наклон слоя пыли вверх или вниз значительно увеличивал СРП. Для полистирола и магния, обладающих слабой текучестью при плавлении, угол наклона пылевого слоя сравнительно мало влиял на распространение пламени. Увеличение толщины пылевых слоев значительно усиливало стимулирующий эффект угла наклона на поток расплавленного материала, что, в свою очередь, влияло на СРП. Таким образом, текучесть при плавлении в сочетании с большим углом наклона и большой толщиной слоя пыли значительно повышает пожароопасность пылевого слоя. Эти результаты следует учитывать при использовании порошков, обладающих способностью к плавлению, в технологических процессах или в некоторых видах общественной деятельности.

Ключевые слова: пылевой слой, пожарная опасность, угол наклона, текучесть при плавлении, толщина



**Vol. 160 (2022):
839-846**

ки водорода при царапинах на трубе. Для исследования морфологии и изменения объема горючего при различных направлениях и скоростях ветра использовалась CFD-модель. В-третьих, было предложено значение критической скорости ветра (КСВ), представляющее собой скорость ветра, при которой объем горючего, создаваемого струей водорода, уменьшается до 85 % от невозмущенной среды. В-четвертых, были смоделированы характеристики утечки через царапины при горизонтальном расположении двойного муфтового соединения. Исследование показало, что принудительная конвекция в водородной системе уменьшает горючий объем, создаваемый струей водорода, и типичное значение КСВ здесь составляет 1,5 м/с.

Ключевые слова: утечка из двойного муфтового соединения, вычислительная гидродинамика, критическая скорость ветра, метод Шлирена, поведение царапины при утечке

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УТЕЧКИ ВОДОРОДА В ДВОЙНЫХ МУФТОВЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Тяньцзе Ван, Фуюань Ян, Цицзян Ху, Сонг Ху, Яньян Ли, Мингао Оуян (Китай)

Ввиду масштабного использования водородной энергии в различных технологиях, необходимо обязательно решать вопросы безопасности, такие как утечка и диффузия водорода на всех этапах производства, хранения, транспортировки и т. д. В данной работе основное внимание уделяется изменению объема горючей области после утечки из двойного муфтового соединения. Во-первых, была построена выверенная модель вычислительной гидродинамики (CFD), которая была откалибрована на точность с помощью метода горизонтальной струи водорода. Во-вторых, с помощью метода Шлирена была обнаружена морфология утечки

Статью подготовили:

Ю.В. МЕЛЬНИКОВА, науч. сотр.;
Н.В. САЙГИНА, ст. науч. сотр.;
О.Г. КАСПИНА, нач. сектора;
Е.Е. АРХИПОВА, ст. науч. сотр.
(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

**Поступила в редакцию 31.03.2025 г.;
принята к публикации 30.04.2025 г.**

EDN: <https://elibrary.ru/yrocwq>

НАУЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (II квартал 2025 года, новое и актуальное)

ФГБУ ВНИИПО МЧС России издает и распространяет научную литературу в области пожарной безопасности.

Представленные в данном разделе, а также другие актуальные издания

Вы можете приобрести через web-сайт:

<http://www.vniipo.ru> (электронный магазин <http://www.vniipo.ru/shop>)

Новое

Противодействие фальсифицированным и контрафактным средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения

Редакционная коллегия:

главный редактор: д-р техн. наук, проф. А.Б. Сивенков (ФГБУ ВНИИПО МЧС России);

научные редакторы: д-р техн. наук В.И. Логинов, А.Ю. Лагозин, Р.А. Емельянов, А.В. Белокобыльский, канд. техн. наук А.В. Пехотиков, А.В. Селезнев, канд. техн. наук Н.Н. Гурьянова (ФГБУ ВНИИПО МЧС России);

составители: А.Н. Кохонович, А.В. Новикова, А.Н. Варламкина, М.В. Шишков (ФГБУ ВНИИПО МЧС России).

Рецензент:

д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации Н.П. Копылов (ФГБУ ВНИИПО МЧС России).

Сборник материалов научно-практической конференции. 31 октября 2024 г.

Год: 2024.

Кол-во стр. 120

В сборнике освещены основные темы, которые обсуждались в рамках проведенной конференции: вопросы осуществления государственного контроля за средствами обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения на территориях стран – участниц ЕЭС; подтверждения соответствия продукции обязательным требованиям технических регламентов в области пожарной безопасности, в том числе вопросов оценки результатов испытаний; комплекс мер, направленных на противодействие обороту на рынке Российской Федерации фальсифицированных и контрафактных средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения; промежуточные результаты реализации на территории Российской Федерации эксперимента по маркировке средствами идентификации отдельных видов средств пожаротушения и обеспечения пожарной безопасности.

Актуальность материалов сборника обусловлена современными социально-экономическими реалиями, в которых оборот контрафактной продукции не только замедляет развитие экономики, но и наносит значительный социальный, материальный и репутационный ущерб как потребителям, так и добросовестным производителям продукции.

Представленные в сборнике исследования содержат оригинальные концепции и систематизируют накопленные данные по тематике конференции. Сборник отражает междисциплинарный подход, способствующий интеграции знаний из различных научных и прикладных областей.

Издание доступно в бесплатном режиме на сайте на сайте <https://elibrary.ru/> (<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80461227>. EDN HJLBDP).



Чрезвычайные ситуации и их последствия по субъектам Российской Федерации за 2022–2023 гг.

Авторский коллектив:

канд. техн. наук А.Г. Фирсов, канд. техн. наук Ю.А. Матюшин, А.М. Арсланов, М.В. Загуменнова, Е.Н. Малёмина, О.В. Надточий, М.Г. Завидская, О.А. Корчинская (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

Статистический сборник

Год: 2025

Кол-во стр. 120



В статистическом сборнике публикуется обзор сведений о чрезвычайных ситуациях и их последствиях, зарегистрированных на территории субъектов Российской Федерации в период 2022–2023 гг. Приведены сведения о характере возникновения и масштабах чрезвычайных ситуаций, их социальных и материальных последствиях, а также силах и средствах, задействованных в их ликвидации. Статистические таблицы с данными проиллюстрированы необходимым графическим материалом. Также издание содержит развернутую статистическую информацию о природных пожарах, наводнениях, авариях на автомобильном транспорте, биолого-социальных чрезвычайных ситуациях и их последствиях на территории субъектов Российской Федерации.

Издание рекомендовано для работников организационно-управленческого аппарата МЧС России, научных и учебных заведений МЧС России, специалистов организаций и учреждений МЧС России, а также других научных учреждений и организаций, осуществляющих исследования в данной области.

Издание доступно в бесплатном режиме на сайте на сайте <https://elibrary.ru/> (<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80274251>. EDN OFCZUL).

Чрезвычайные ситуации и их последствия в Российской Федерации за 2022–2023 гг.

Авторский коллектив:

канд. техн. наук А.Г. Фирсов, д-р техн. наук А.А. Порошин, А.М. Арсланов, М.В. Загуменнова, Е.Н. Малёмина, Е.С. Преображенская, М.Г. Завидская, О.А. Корчинская (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

Статистический сборник

Год: 2025

Кол-во стр. 100



В статистическом сборнике публикуется обзор сведений о чрезвычайных ситуациях и их последствиях, зарегистрированных на территории Российской Федерации в период 2022–2023 гг. Приведены сведения о характере, виде источников возникновения и масштабах чрезвычайных ситуаций, их социальных и материальных последствиях, а также силах и средствах, задействованных в их ликвидации. Также издание содержит статистическую информацию о чрезвычайных ситуациях и их последствиях, силах и средствах, задействованных в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, по федеральным округам Российской Федерации.

Издание рекомендовано для работников организационно-управленческого аппарата МЧС России, научных и учебных заведений МЧС России, специалистов организаций и учреждений МЧС России, а также других научных учреждений и организаций, осуществляющих исследования в данной области.

Издание доступно в бесплатном режиме на сайте на сайте <https://elibrary.ru/> (<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80274249>. EDN: SYJPJE).

Новые технические, организационные и методические решения в области пожарной безопасности

Редакционная коллегия:

главный редактор: д-р техн. наук, проф. А.Б. Си-
венков (ФГБУ ВНИИПО МЧС России);

научные редакторы: академик РАН А.А. Берлин
(ФИЦ химической физики им. Н.Н. Семенова РАН);

д-р техн. наук А.Н. Гаращенко (АО «ЦНИИСМ»);

канд. техн. наук А.А. Кобелев (Академия ГПС
МЧС России);

канд. техн. наук Е.Ю. Круглов, д-р техн. наук
И.Р. Хасанов, А.Ю. Лагозин, Р.А. Емельянов,
С.И. Мартемьянов (ФГБУ ВНИИПО МЧС России);

составители: В.В. Карташов, Т.С. Терещенко
(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

*Сборник материалов научно-практической кон-
ференции молодых ученых, приуроченной ко Дню
российской науки, 7 февраля 2025 г.*

Год: 2025

Кол-во стр. 244

В сборнике отражены результаты научно-исследовательских работ в области технических, организационных и методических решений пожарной безопасности. Представлены данные, полученные при исследовании нормативных требований к противопожарным расстояниям между резервуарами складов нефти и нефтепродуктов, эмиссии парниковых огнетушащих гидрофторуглеродов в атмосферу и способы решения проблемы. Также рассмотрена корреляция между интенсивностью расхода дыхательных ресурсов и частотой сердечных сокращений газодымозащитников. Проанализированы существующие методики экспериментальных и теоретических климатических исследований средств индивидуальной защиты (СИЗ) промышленного назначения и СИЗ пожарных, показана оценка опасности взрыва смеси природный газ – кислород.

Сборник предназначен для руководителей органов управления подразделений ГПС, преподавателей, адъюнктов, слушателей пожарно-технических образовательных организаций, научных работников, специалистов министерств и ведомств, занимающихся решением проблем пожарной безопасности, а также практических работников пожарной безопасности.

Издание доступно в бесплатном режиме на сайте на сайте <https://elibrary.ru/> (<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80368347>. EDN LZYGIC).



Актуальное

Техническая информация (в помощь инспектору ГПН).

Авторский коллектив:

канд. техн. наук А.В. Пехотиков, В.В. Ушанов, канд. техн. наук В.С. Горшков, канд. техн. наук А.А. Косачев, канд. техн. наук Н.С. Новиков, канд. техн. наук Д.М. Нигматуллина, канд. техн. наук Н.В. Голов, В.В. Зубань, И.П. Елтышев, А.В. Булгаков, Д.В. Беляев, П.А. Вислогузов, П.А. Чернышов, О.В. Фомина, М.С. Лебедев, П.С. Копылов, А.В. Гусев, К.Д. Хиль, Е.Н. Барановская, В.В. Ильичев, М.С. Блинов, И.М. Анисимов, О.И. Молчадский, Н.А. Хорошилов, С.А. Лучкин, Т.А. Кирдий, Н.Н. Анисимова, О.В. Нестерова, Т.И. Чистова (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

Год: 2024

Кол-во стр. 40

Цена: 500 руб.

В технической информации приведены данные по пределам огнестойкости и классам пожарной опасности строительных конструкций, показателям пожарной опасности теплоизоляционных, облицовочных и отделочных материалов, а также по пределам огнестойкости инженерного оборудования систем противодымной защиты зданий и сооружений, полученные при проведении испытаний в ФГБУ ВНИИПО МЧС России в период с 2017 по 2024 г.

Данная информация составлена в помощь заинтересованным организациям, в целях получения данных в области пожарно-технических характеристик различных типов строительных конструкций, теплоизоляционных, отделочных и облицовочных материалов, а также инженерного оборудования зданий и сооружений.

Приобрести издание можно в электронном магазине института <http://www.vniipo.ru/shop/>



Организационное и научно-техническое обеспечение в области пожарной безопасности

Редакционная коллегия:

главный редактор: д-р техн. наук, проф. А.Б. Си-
венков;

научные редакторы: д-р техн. наук, проф. Н.П. Ко-
пылов; д-р техн. наук И.Р. Хасанов; В.В. Харин;
Р.А. Емельянов, А.Ю. Лагозин, С.И. Мартемьянов;

составитель: М.Г. Завидская.

Рецензент:

канд. техн. наук Д.М. Нигматуллина (ФГБУ ВНИИПО
МЧС России).

*Сборник научных трудов, посвященный 100-летию
со дня рождения А.И. Яковлева*

Год: 2024

Кол-во стр. 220

В сборнике представлены результаты научно-исследовательских работ в области нормативного правового, информационного, аналитического и ресурсного обеспечения деятельности Государственной противопожарной службы (ГПС). Приводятся данные, полученные при исследовании процессов развития и тушения пожаров, расчета предела огнестойкости металлических конструкций, моделирования развития пожара резервуара сжиженного углеводородного газа, рассматриваются факторы, приводящие к утрате материалов конструкций. Рассмотрены вопросы состояния нормативного регулирования оценки средств огнезащиты, способов оценки эффективности установок автоматического пожаротушения, а также вопросы совершенствования систем противопожарной защиты. Проанализированы статистические данные о правоприменительной деятельности органов государственного пожарного надзора, а также приведены статистические данные о числе погибших на пожарах в России за 9 месяцев 2024 года. Ряд статей посвящен исследованию правового статуса добровольных пожарных в России и анализу существующих нормативных правовых актов в этой области.

Сборник предназначен для руководителей органов управления и подразделений ГПС, преподавателей, адъюнктов, слушателей пожарно-технических образовательных организаций, научных работников, специалистов министерств и ведомств, занимающихся решением проблем пожарной безопасности, а также для практических работников пожарной охраны.

Издание доступно в бесплатном режиме на сайте на сайте <https://elibrary.ru/> (<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=78125295>. EDN PQAUHO).



Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров

Утверждены нач. ФГБУ ВНИИПО МЧС России, д-р техн. наук Д.М. Гордиенко 29.03.2022 г.

Авторский коллектив:

канд. техн. наук Е.В. Баранов, Е.Е. Архипов, Д.С. Шентяпин, В.В. Гришин (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

Рекомендации. 2-е изд. перераб. и доп.

Год: 2022

Кол-во стр. 144

Цена: 1000 руб.



В рекомендациях представлены сведения о типах пенообразователей, применяемых на территории России для целей пожаротушения, их назначение и технические требования согласно действующим нормативным документам. Приведена информация о порядке применения, транспортирования и хранения, проверки качества, утилизации и обезвреживания. Изложены основные требования безопасности и охраны окружающей среды.

Рекомендации предназначены для сотрудников Государственной противопожарной службы, специализированных проектных организаций и других предприятий, занимающихся вопросами исследования проектирования и эксплуатации пенных средств тушения.

Приобрести издание можно на сайте научной электронной библиотеки (<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=66248718>). EDN XLSBKO.

Физико-химические и огнеопасные свойства органических химических соединений

Автор:

Г.Т. Земский

Справочник в двух книгах

Год: 2009

Кол-во стр.:

кн. 1 – 502 с.,

кн. 2 – 458 с.

Цена: 1700 руб.



В табличной форме представлены следующие свойства более 12 тысяч, химических соединений: брутто-формула, молекулярная масса, наименование (с синонимами), температуры плавления и кипения, теплота сгорания, температурные пределы распространения пламени по газо-паро-пылевоздушным смесям.

Справочник состоит из девяти глав. Каждая глава включает соединения определенного состава: CH, CHO, CHN, CHS, CHSO, CHNO, CHNS, CHNSC элементоорганические соединения, содержащие F, Cl, Br, I, P, As, Se, Te, B, Si и т. д, расположенные в порядке возрастания количества атомов.

Справочник снабжен указателем органических кислот и их солей и указателем тривиальных названий органических соединений, включенных в справочник.

В приложении приведены скорости горения более 250 веществ и материалов.

Справочник предназначен для инженерно технических работников химических, нефтехимических, химико-фармацевтических предприятий проектантов химических производств, работников пожарной охраны, спасателей МЧС, преподавателей, аспирантов и студентов химических вузов.

Рецензент – заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор технических наук, профессор И.А. Болодьян.

Одобрено секцией «Пожарная безопасность зданий и сооружений» Национальной академии наук пожарной безопасности 28.10.2008 г.

Приобрести издание можно в электронном магазине института <http://www.vniipo.ru/shop/>

Рекомендации по тушению высокооктановых бензинов АИ-92, АИ-95 и АИ-98 в резервуарах

Авторский коллектив:

д-р техн. наук С.Н. Копылов, канд. техн. наук В.А. Былинкин, канд. техн. наук В.В. Пешков, канд. техн. наук А.В. Шариков, Е.Е. Архипов (ФГБУ ВНИИПО МЧС России);

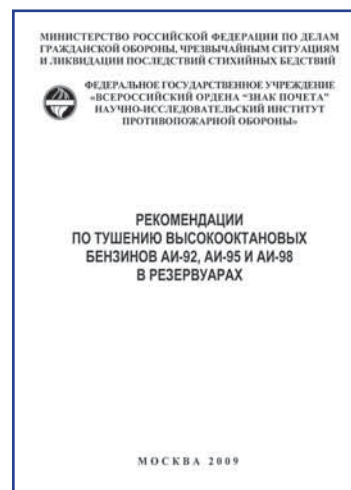
В.О. Дежкин, С.Е. Евтеев (ДПСС МЧС России)

Рекомендации

Год: 2009

Кол-во стр. 12

Цена: 200 руб.



Представлены средства и способы тушения в резервуарах высокооктановых бензинов, в состав которых входят полярные жидкости (бензины АИ-92, АИ-95 и АИ-98), и нормативные интенсивности подачи воздушно-механической пены.

Рекомендации предназначены для сотрудников ГПС, специализированных проектных и других организаций, занимающихся исследованием и эксплуатацией пенных средств тушения.

Согласованы письмом ДПСС МЧС России от 29 декабря 2008 г. № 18-6-2-5087.

Приобрести издание можно в электронном магазине института <http://www.vniipo.ru/shop/>

Статью подготовили:

И.Г. ЛОБКО, ст. науч. сотр.;

М.Г. ЗАВИДСКАЯ, нач. сектора;

Г.Н. ДРОБЫШЕВА, ст. науч. сотр.;

А.И. АГАПОВА, ст. науч. сотр.

(ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

Поступила в редакцию 13.03.2025 г.;
принята к публикации 17.04.2025 г.

Актуальные вопросы пожарной безопасности

Сетевой научный журнал

Редактирование, компьютерная подготовка и верстка *Е.Е. Архипова*

Редакторы переводов *Н.В. Сайгина, Ю.В. Мельникова*

Ответственный за выпуск *И.В. Катаргина*

Подписано в печать 29.05.2025 г.

<http://avpbvniipo.ru/>