

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО  
ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ  
БЕДСТВИЙ

СИБИРСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ  
АКАДЕМИЯ  
МЧС РОССИИ



# **Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций**

МАТЕРИАЛЫ  
научно-практической конференции

г. Красноярск 2024

## Оглавление

Применение модифицированного индикатора DPO для прогнозирования ежедневных потерь Украиной беспилотных летательных аппаратов в ходе СВО.....	8
<i>Кайбичев И. А.</i>	
Оценка применимости библиотеки OSMnx для анализа параметров прибытия пожарных подразделений на примере строящихся станций метрополитена в Красноярске .....	18
<i>Малютин О.С. амсудинов Г.Ю. Морозов В.В. Спешиллов В.И.</i>	
Нормализация мер обеспечивающих припятствие возникновению взрыва древесной пыли .....	22
<i>Кравцов А.Г., Старосто Р.С.</i>	
Вероятность взрыва древесной пыли на предприятиях Республики Беларусь.....	24
<i>Кравцов А. Г., Старосто Р.С., Чешко Т. Н.</i>	
Производственный травматизм в Республике Беларусь .....	26
<i>Кравцов А.Г., Старосто Р.С.</i>	
Совершенствование пожарной разведки. Чтение характеристик пожара, прогнозирование обстановки .....	28
<i>илов И. А.</i>	
Современные методики радиационного контроля сил и средств при ликвидации ЧС и наличием ИИИ .....	31
<i>Потапенко С.В. Жукалов В.И. Гавриловец В.Г. Ефимов Т.А. Рубцов Ю.Н.</i>	
Применение автоцистерн пожарных с лестницей на пожарах .....	39
<i>Тучин И.Ф., Савенко В.В., Симоненко А.С.</i>	
Совершенствование противопожарной защиты чабанских стоянок на примере Республики Тыва.....	43
<i>Монгуш Р.Р.</i>	
Комплексные методы зондирования для восстановления видимости и поддержки принятия решений в задымленном пространстве .....	50
<i>ровой В.Ю.</i>	
Комплексное исследование стальных изделий в целях пожарно-технической экспертизы .....	53
<i>Талай И. , Долгушина Л.В.</i>	
Анализ динамики лесных пожаров на территории Тинского лесничества, Красноярского края.....	64
<i>Емельянов А.С., Коваль Ю.Н.</i>	
Характерные причины, способствующие распространению пожара на АЗС .....	67
<i>Омлер Н.С., Миронов В.В., Коваль Ю.Н.</i>	

Деятельность МЧС России при возникновении угрозы на территории Российской Федерации. Правовые основы и их реализация .....	73
<i>Абрамов Г.М., Ступина С.А.</i>	
Исследование методов предотвращения замерзания воды в насосно-рукавных системах в условиях меняющегося климата Сибири и Арктики: обзор методов и устройств.....	78
<i>Малый В.П., Амерханов Т.Р.</i>	
Средства «Умной» Инженерии в противодействии стихийным угрозам.....	88
<i>Саулова Т.А.</i>	
Влияние изменения законодательства российской федерации в части лицензирования деятельности в области пожарной безопасности на обстановку с пожарами на территории России с 2000 по 2022 года. ....	97
<i>Долгушина Л. В. Голубничий А. А.</i>	
Анализ и совершенствование способов тушения пожара на судах речного и морского назначения.....	102
<i>Самойлик М.Е.</i>	
Improving the quality of monitoring using robotic systems on the example of extinguishing fires at fuel and energy complex facilities.....	105
<i>Penkov I.A.</i>	
Исследование цветовых характеристик и микроскопический анализ керн скважин подземной исследовательской лаборатории при термическом воздействии .....	110
<i>Литвинская Т.А., Трояк Е.Ю.</i>	
Отбор проб подземных вод с глубокого интервала в кристаллических породах .	119
<i>Пивиков Д.А.</i>	
Комплексный Подход к Противопожарной защите, а также тактике Тушения Пожаров в Резервуарных Парках .....	125
<i>Аскеров М.А., Керимов У.А.</i>	
Пожаровзрывопредотвращение крупных аврий на объектах с оборотом сжиженного углеводородного газа СПГ и СУГ .....	130
<i>Рыбалко К.В.</i>	
Анализ законодательной базы, регламентирующей требования пожарной безопасности в административных зданиях.....	138
<i>Пацан Е.Ю.</i>	
Основные направления решения проблем сейсмической безопасности.....	147
<i>Минаев В.А., Фаддеев А.О., Мокшанцев А.В.</i>	
Горные удары как опасное природное явление и оценка напряженно-деформированного массива горных пород по данным инструментальных наблюдений .....	155
<i>Лебедева Е.С., Николашин С.Ю.</i>	

Чрезвычайные ситуации, вызванные поджогом и технические средства противодействию терроризму.....	160
<i>Лебедева Е.С., едрин К.В., Николашин С.Ю.</i>	
Краткий обзор методов моделирования лесных пожаров.....	167
<i>Орловцев С.В.</i>	
Оптимизация времени проведения аварийно-спасательных работ.....	173
<i>Жанмолдин Ж.Г., Аманов Д.Ж.</i>	
Изучение штатной и фактической численности личного состава объектовых подразделений пожарной охраны производственных объектов.....	177
<i>Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Меретукова О.Г., Нестерова С.В.</i>	
Исследование структуры пожаров по сложности и участникам тушения .....	182
<i>Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., авырина Т.А., Трещин Е.С.</i>	
К вопросу повышения оперативности проведения боевых действий пожарно-спасательными подразделениями по спасению людей с применением спасательных устройств при пожаре с высотных уровней.....	186
<i>Капустин А.А., Калач А.В.</i>	
Муниципальная карта регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций .....	191
<i>Тимошков В.Ф.</i>	
О сравнении результатов почти периодического анализа спутниковых видео данных тропических циклонов .....	198
<i>Парамонов А.А., Калач А.В.</i>	
Космический мониторинг лесных пожаров в Новосибирской области .....	204
<i>Безменов А. Е., Двирный Г. В.</i>	
Совершенствование методики мониторинга и прогнозирования опасного воздействия автотранспортных средств на атмосферу на примере Санкт–Петербурга.	210
<i>Мальчиков К.Б.</i>	
Анализ и оценка пожарного риска в зданиях спортивных комплексов с бассейном на примере ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» .....	215
<i>Пичугин А.А., Бемяк А.Л.</i>	
Разработка и обоснование мероприятий по снижению пожарных рисков от природных (ландшафтных) пожаров на территории Республики Хакасия.....	223
<i>ултрекова А.С., Долгушина Л.В.</i>	
Оценка уровня пожарной опасности пожаров по технологическим причинам с 2019 по 2023 гг. ....	228
<i>Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Стрельцов О.В., Маторина О.С.</i>	



Оценка геометрических параметров свободных струй на основе цифровых изображений .....	232
<i>Пожаркова И.Н.</i>	
О применении инновационных технологий в расследовании и экспертизе пожара .....	238
<i>Прасолова Е.Н., Долгушина Л.В.</i>	
Рекомендации об организации пожарной безопасности чабанских стоянок .....	241
<i>Монгуш Р.Р.</i>	
О пожарной опасности котельных на твердом топливе .....	249
<i>Ситников М.С., Вайтекунене Е.Л.</i>	
Системный подход к исследованию деятельности гарнизона пожарной охраны	252
<i>Серембил С.С., Трояк А. Ю.</i>	
Разработка мероприятий по повышению надежности противопожарного водоснабжения .....	257
<i>Соколов М.Ю., Голякова Е. И.</i>	
Проблемы и подходы к обеспечению пожарной безопасности в учреждениях здравоохранения .....	261
<i>Булавин А.С., Пожаркова И.Н.</i>	
Исследование обугленных остатков полиуретана методом флуоресцентной спектроскопии при проведении судебной пожарно-технической экспертизы .....	264
<i>Пугачев М.Н.</i>	
Оптимизация взаимодействия наземных и воздушных средств пожаротушения при угрозе распространения степных пожаров на населённые пункты .....	273
<i>Каирдосов Ж.К.</i>	
Компрессорное оборудование БАЗ газодымозащитной службы .....	275
<i>Гармашов Д.А.</i>	
К вопросу актуальности возникновения чс в учреждениях здравоохранения .....	280
<i>Карабутов С. В., Елфимов Н.В.</i>	
Перспективное направление конструктивных решений из инженерной древесины для объектов защиты .....	284
<i>Козлов Д.Ю., Амельчугов С. П.</i>	
Разработка дополнительных мер противопожарной защиты объектов на этапе строительства .....	289
<i>Бойко В.С., Елфимов Н.В.</i>	
О необходимости внедрения дополнительных мер противопожарной защиты объектов агропромышленного комплекса .....	294
<i>Лавренюк Д.П., Елфимов Н.В.</i>	

Цели устойчивого развития в обеспечении безопасности территорий и населения России от рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий.....298

*Матюшин Ю.А., Фирсов А. Г., Арсланов А. М.*

Разработка виртуального тренажера для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы .306

*Трояк Е.Ю., Убиенных Е.С., Слепов А.Н., Горбунов А.С.*

Результаты экспериментальных исследований максимальной пропускной способности напорных пожарных рукавов, выполненных из современных материалов .....314

*Куртов С.О.*

Актуальность применения морских робототехнических комплексов для мониторинга и анализа потенциально опасных подводных объектов.....317

*Козлов В.И., Пеньков И.А., Литвин П.М., Багаев Ю.А., Варламкин М.А.*

Информационная система «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков Российской Федерации» - основа предупреждения и мониторинга рисков чрезвычайных ситуаций и их последствий .....324

*Фирсов А.Г., Надточий О.В., Арсланов А.М., Загуменнова М.В., Малёмина Е.Н.*

Рекомендации по повышению безопасности в местах купания при проведении отдыха в детских оздоровительных лагерях.....331

*Бояринова С.П.*

Примерная программа курса подготовки корпоративных добровольцев (волонтеров) к практическим действиям при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в условиях угрозы (возникновения) чрезвычайных ситуаций и пожаров, участия в поисково-спасательных операциях и работе с населением.....337

*Бояринова С.П.*

Экономика чрезвычайных ситуаций: предмет и содержание.....344

*мырева М.Б., Логачева Т.Н.,Квашнина Г.А.*

Система контроля процесса эвакуации в детских садах .....346

*Сенги-Доржу Б.А.,Ондар С.О.*

Технология универсального алгоритма в оказании первой помощи пострадавшему .....349

*Казанцева А.Е., Грекова А.К., Зинченко Т.В.*

Формирование базовых практических навыков у обучающихся ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России посредством изучения дисциплины «Тактическая медицина».....353

*Ахметов Д.М., Волков М.А., Зинченко Т.В.*

К вопросу организации радиообмена в пожарно-спасательном гарнизоне г. Кызыл .....358

*Куруу О.А.*

Совершенствование управления в области пожарной безопасности и предупреждения чрезвычайных ситуаций в Республике Алтай с использованием системного подхода .....362

*Салбашев А., Сумачаков А.В., Гурин Н.А., Наурчаков Р.А.*

Геоинформационные технологии в прогнозировании и снижении сейсмического риска .....366

*Молодец С.Н.*

Критерии эффективности использования геоинформационных систем в работе начальника тыла на пожаре .....369

*Ондар С.О.*

# Применение модифицированного индикатора DPO для прогнозирования ежедневных потерь Украиной беспилотных летательных аппаратов в ходе СВО

доктор физ.-мат. наук, доцент

Кайбичев И.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Рассмотрена возможность применения модифицированного индикатора DPO для прогнозирования ежедневных потерь Украиной беспилотных летательных аппаратов в ходе специальной военной операции (СВО). Проведена корректировка формулы расчета индикатора DPO с целью логического обоснования периода расчета. Предложены критерии роста или спада количества уничтоженных БПЛА в следующем временном периоде.

**Ключевые слова (Keywords):** ежедневные потери, прогнозирование, беспилотные летательные аппараты, индикатор DPO, специальная военная операция.

## Вступление (Introduction)

На фондовом рынке для прогнозирования роста или спада цены акции в следующем временном периоде применяется индикатор Detrended Price Oscillator (DPO) [1].

Индикатор DPO рассчитывают по формуле

$$DPO_i = Close_i - SMA(Close_i, \frac{n}{2} + 1) \quad (1)$$

Здесь  $Close_i$  - цена закрытия во временной период  $i$ , SMA – простое скользящее среднее [2],  $n$  – период (стандартное значение 14).

При этом возникает вопрос- зачем в формуле (1) период делится на 2. Логического обоснования такого подхода в литературе не обнаружено.

Логически понятнее и проще использовать формулу

$$\overline{DPO}_i = Close_i - SMA(Close_i, n) \quad (2)$$

При этом цены закрытия в текущем временном периоде будут сравниваться со средней ценой за предшествующие  $n$  периодов. В такой ситуации индикатор будет показывать ситуации, когда цена закрытия меньше, больше или равна средней цены за предшествующие периоды наблюдения.

Специальная военная операция имеет заметное отличие от предшествующих, состоящее в широких масштабах применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Применим индикатор  $\overline{DPO}$  для прогнозирования ежедневных потерь Украиной БПЛА в ходе специальной военной операции (СВО) [3].

При этом необходимо определить типичные значения индикатора, при которых в следующем временном периоде наблюдается рост или спад.

## Материалы и методы (Materials and Methods)

Объект исследования – данные о потерях Украиной БПЛА в ходе СВО [3]. В качестве инструмента прогнозирования применим модифицированный индикатор  $\overline{DPO}$  (2). Цены закрытия в формуле (2) заменим на ежедневное количество уничтоженных БПЛА в ходе СВО ( $X$ , ед.).

## Результат (Results)

Расчеты выполним в программе Microsoft Excel (Рис. 1). При этом производим округление до целого, поскольку среднее количество уничтоженных за период

наблюдения  $n = 14$  должно быть целым числом.

	A	B	C	D	E	F
1	Дата	X	SMA(14)	$\overline{DPO}$		
2	16.12.2023	49				
3	17.12.2023	91				
4	18.12.2023	25				
5	19.12.2023	6				
6	20.12.2023	32				
7	21.12.2023	29				
8	22.12.2023	27				
9	23.12.2023	36				
10	24.12.2023	49				
11	25.12.2023	40				
12	26.12.2023	24				
13	27.12.2023	17				
14	28.12.2023	33				
15	29.12.2023	52				
16	30.12.2023	35	36	-1		
17	31.12.2023	31	35	-4		
18	01.01.2024	46	31	15		
19	02.01.2024	34	33	1		
20	03.01.2024	15	35	-20		

Рис. 1. Расчет модифицированного индикатора DPO

За период 01.01.2024 по 30.09.2024 среднее значение уничтоженных БПЛА – 81, стандартное отклонение – 62. В качестве нижней границы примем - 19 (среднее значение минус стандартное отклонение), верхней границы - 143 (среднее значение плюс стандартное отклонение). Поэтому в качестве аномально низких значений будем рассматривать значения  $X < 19$ , аномально высоких –  $X > 143$ .

Для прогнозирования на следующий временной период используем известные на фондовом рынке критерии (с заменой DPO на  $\overline{DPO}$ ):

Если  $\overline{DPO} > 0$ , в следующий временной период можно ожидать рост.

Если  $\overline{DPO} < 0$ , в следующий временной период можно ожидать спад.

Для января 2024 года  $\overline{DPO} > 0$  для 14 дней (Рис. 2). Прогноз роста оправдался в 3 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 1 составила 21,43 %. Значения  $\overline{DPO} < 0$  для 17 дней. Прогноз спада в следующем временном периоде оправдался в 2 ситуациях. Достоверность прогноза спада в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 2 составила 11,76 %. Наблюдаем 4 аномально низких значения (03.01.2024, 08.01.2024, 09.01.2024, 12.01.2024). Среднее значение для января – 40.

Для февраля 2024 года  $\overline{DPO} > 0$  для 18 дней (Рис. 3). Прогноз роста оправдался в 4 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 1 составила 22,22 %. Значения  $\overline{DPO} < 0$  для 11 дней. Прогноз спада в следующем временном периоде оправдался в 2 ситуациях. Достоверность прогноза спада в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 2 составила 18,18 %. Аномально низких или высоких значений нет. Среднее значение февраля – 76.

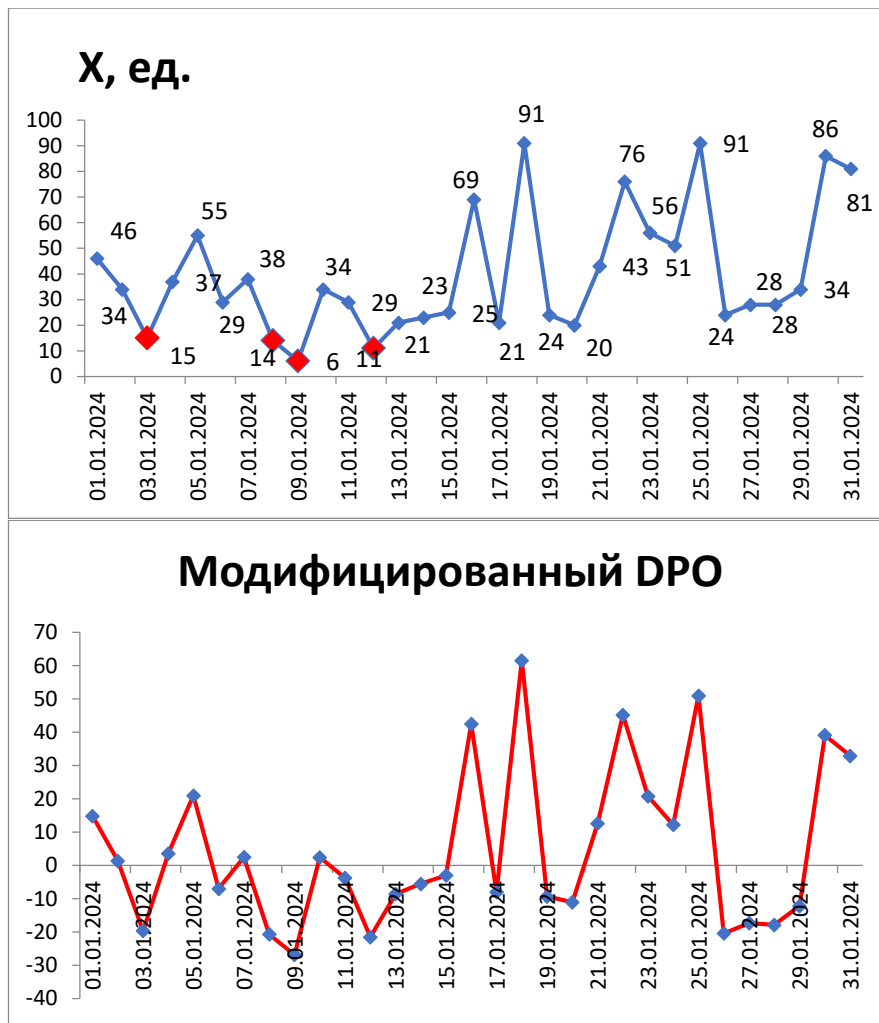


Рис. 2. Количество уничтоженных БПЛА ( $X$ , ед.) [3] и  $\overline{DPO}$  в январе 2024

Для марта 2024 года  $\overline{DPO} > 0$  для 21 дня (Рис. 4). Прогноз роста оправдался в 5 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 1 составила 23,81 %. Значения  $\overline{DPO} < 0$  для 10 дней. Прогноз спада в следующем временном периоде оправдался в 0 ситуациях. Вероятность спада в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 2 составила 0 %. Наблюдаем 11 anomalно высоких значения (01.03.2024, 09.03.2024, 12.03.2024, 17.03.2024, 20.03.2024, 21.03.2024, 23.03.2024, 24.03.2024, 27.03.2024, 29.03.2024, 31.03.2024). Среднее значение для марта – 137.

Для апреля 2024 года  $\overline{DPO} > 0$  для 17 дней (Рис. 5). Прогноз роста оправдался в 3 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 1 составила 17,65 %. Значения  $\overline{DPO} < 0$  для 13 дней. Прогноз спада в следующем временном периоде оправдался в 3 ситуациях. Достоверность прогноза спада в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 2 составила 23,08 %. Наблюдаем 25 anomalно высоких значения (01.04.2024, 02.04.2024, 03.04.2024, 04.04.2024, 05.04.2024, 06.04.2024, 07.04.2024, 08.04.2024, 09.04.2024, 10.04.2024, 11.04.2024, 12.04.2024, 13.04.2024, 15.04.2024, 16.04.2024, 17.04.2024, 18.04.2024, 19.04.2024, 20.04.2024, 21.04.2024, 22.04.2024, 24.04.2024, 25.04.2024, 26.04.2024, 27.04.2024), 1 anomalно низкое (30.04.2024). Среднее значение для апреля – 189.

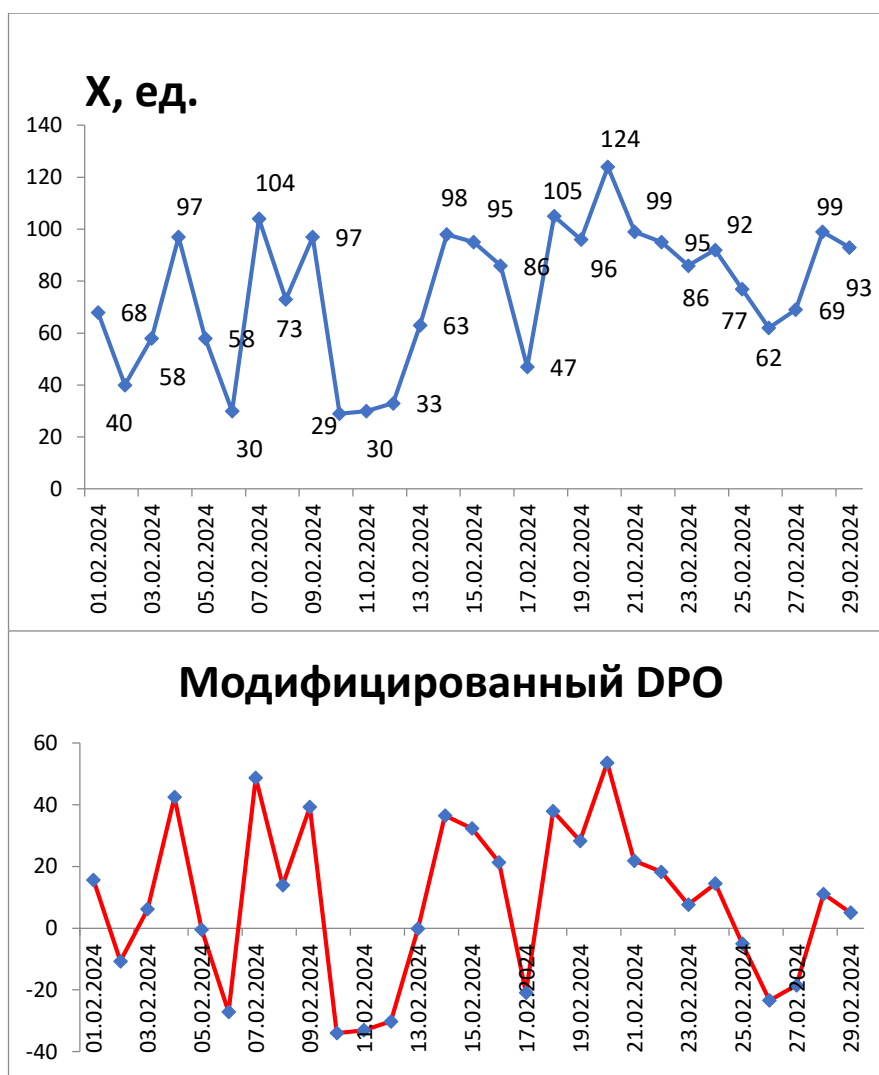


Рис. 3. Количество уничтоженных БПЛА (X, ед.) [3] и  $\overline{DPO}$  в феврале 2024

Для мая 2024 года  $\overline{DPO} > 0$  для 8 дней (Рис. 6). Прогноз роста оправдался в 0 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 1 составила 0 %. Индикатор  $\overline{DPO} < 0$  для 23 дней. Прогноз спада в следующем временном периоде оправдался в 10 ситуаций. Достоверность прогноза спада в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 2 составила 43,48 %. Наблюдаем 1 anomalно низкое значение (08.05.2024). Среднее значение для мая – 41.

Для июня 2024 года  $\overline{DPO} > 0$  для 17 дней (Рис. 7). Прогноз роста оправдался в 3 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 1 составила 17,65 %. Значения  $\overline{DPO} < 0$  для 13 дней. Прогноз спада в следующем временном периоде оправдался в 1 ситуации. Достоверность прогноза спада в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 2 составила 7,69 %. Наблюдаем 2 anomalно низких значения (16.06.2024, 17.06.2024), 2 anomalно высоких (21.06.2024, 24.06.2024). Среднее значение для июня – 69.

Для июля 2024 года  $\overline{DPO} > 0$  для 10 дней (Рис. 8). Прогноз роста оправдался в 2 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 1 составила 20 %. Значения  $\overline{DPO} < 0$  для 21 дня. Прогноз спада в следующем временном периоде оправдался в 10 ситуациях. Достоверность прогноза спада в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 2 составила 47,62 %. Наблюдаем 2 anomalно низких значения (12.07.2024, 13.07.2024), 2 anomalно высоких (22.07.2024, 23.07.2024). Среднее значение для июля – 57.

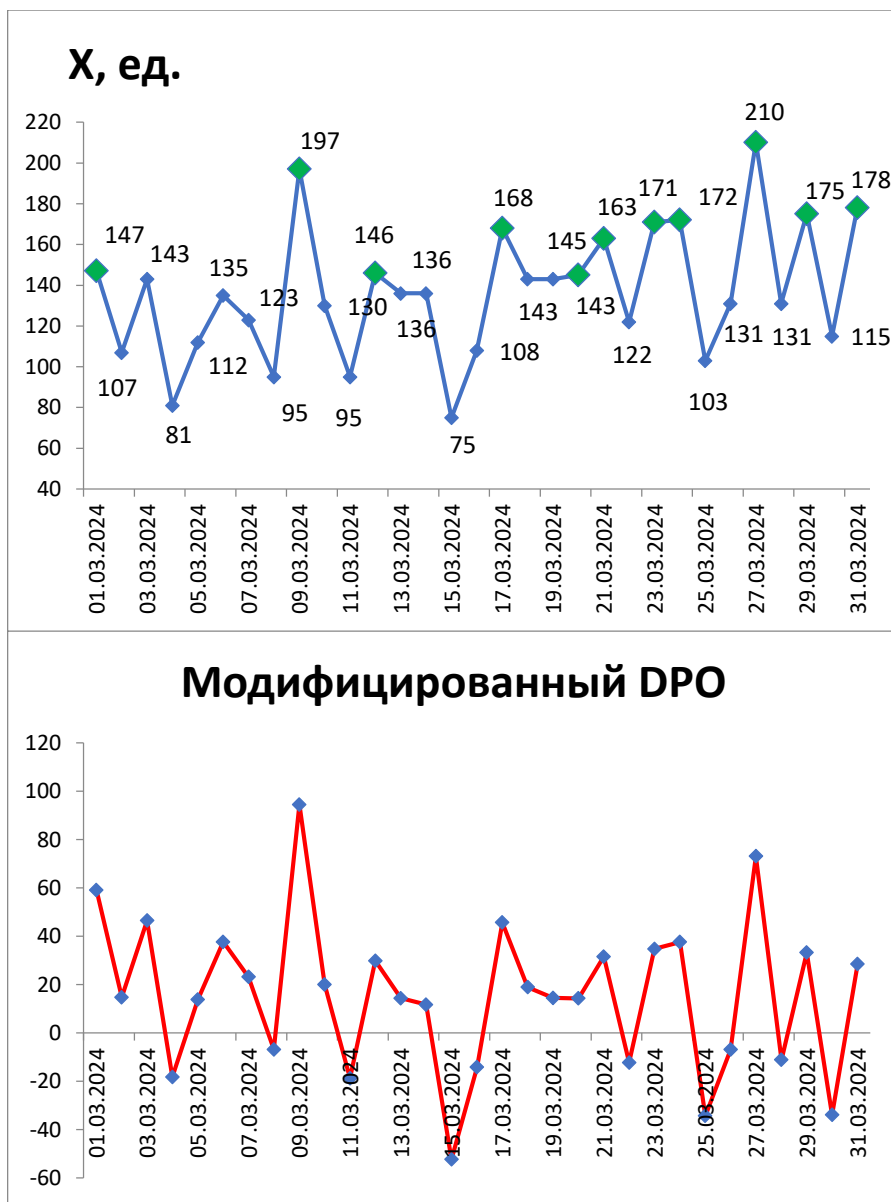


Рис. 4. Количество уничтоженных БПЛА (X, ед.) [3] и  $\overline{DPO}$  в марте 2024

Для августа 2024 года  $\overline{DPO} > 0$  для 9 дней (Рис. 9). Прогноз роста оправдался в 2 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 1 составила 22,22 %. Значения  $\overline{DPO} < 0$  для 22 дней. Прогноз спада в следующем временном периоде оправдался в 5 ситуациях. Достоверность прогноза спада в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 2 составила 22,73 %. Наблюдаем 3 аномально высоких значения (04.08.2024, 10.08.2024, 14.08.2024), среднее значение для августа – 65.

Для сентября 2024 года  $\overline{DPO} > 0$  для 9 дней (Рис. 10). Прогноз роста оправдался в 2 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 1 составила 22,22 %. Значения  $\overline{DPO} < 0$  для 21 дня. Прогноз спада в следующем временном периоде оправдался в 7 ситуациях. Достоверность прогноза спада в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 2 составила 33,33 %. Наблюдаем 4 аномально высоких значения (01.09.2024, 11.09.2024, 21.09.2024, 29.09.2024), среднее значение для сентября – 59.

В целом за январь-сентябрь 2024 года условие критерия 1 выполнялось 123 раза. Рост количества уничтоженных БПЛА на следующий день наблюдали в 24 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 1 составила 19,51 %.



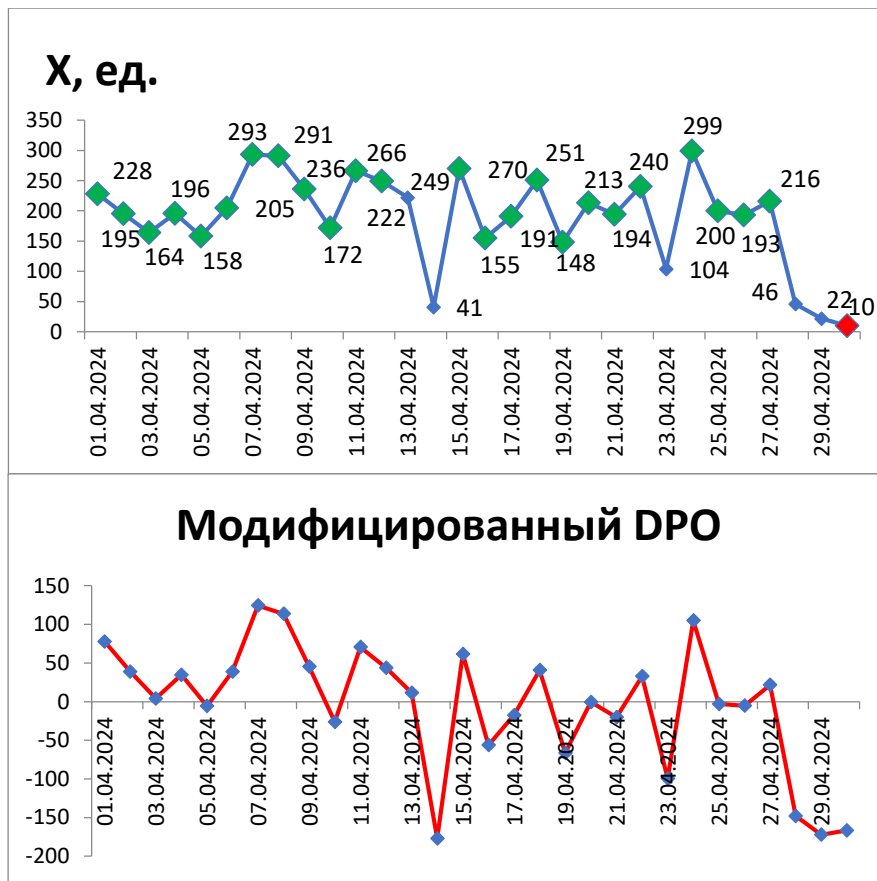


Рис. 5. Количество уничтоженных БПЛА (X, ед.) [3] и  $\overline{DPO}$  в апреле 2024

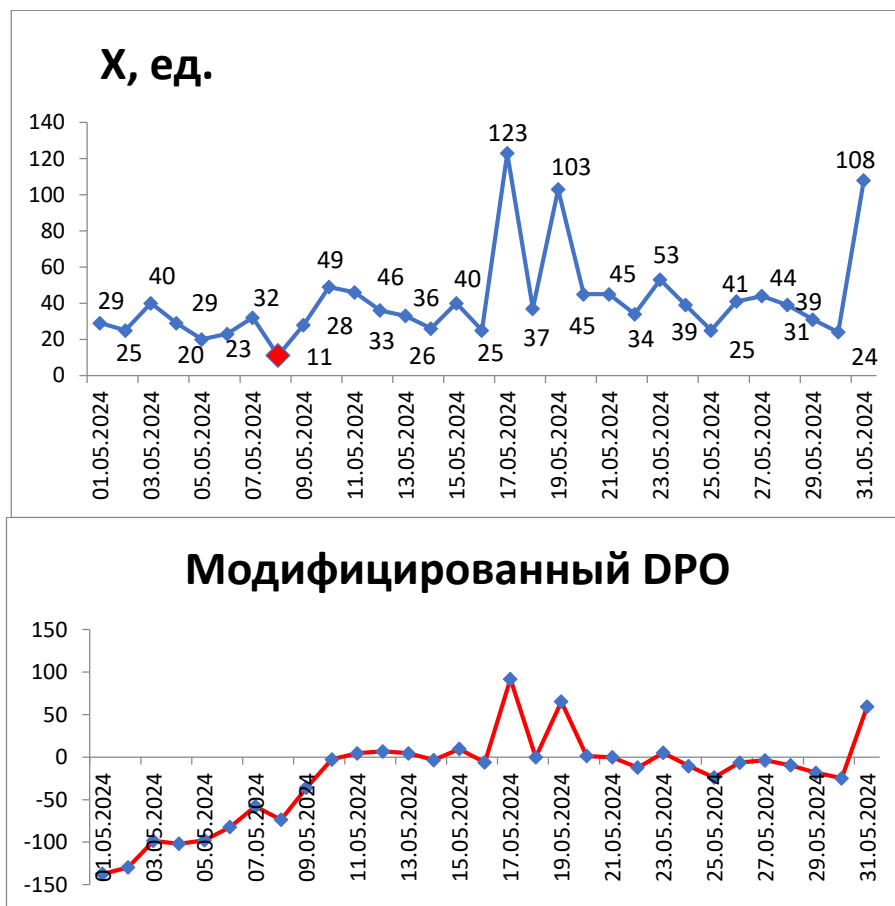


Рис. 6. Количество уничтоженных БПЛА (X, ед.) [3] и  $\overline{DPO}$  в мае 2024

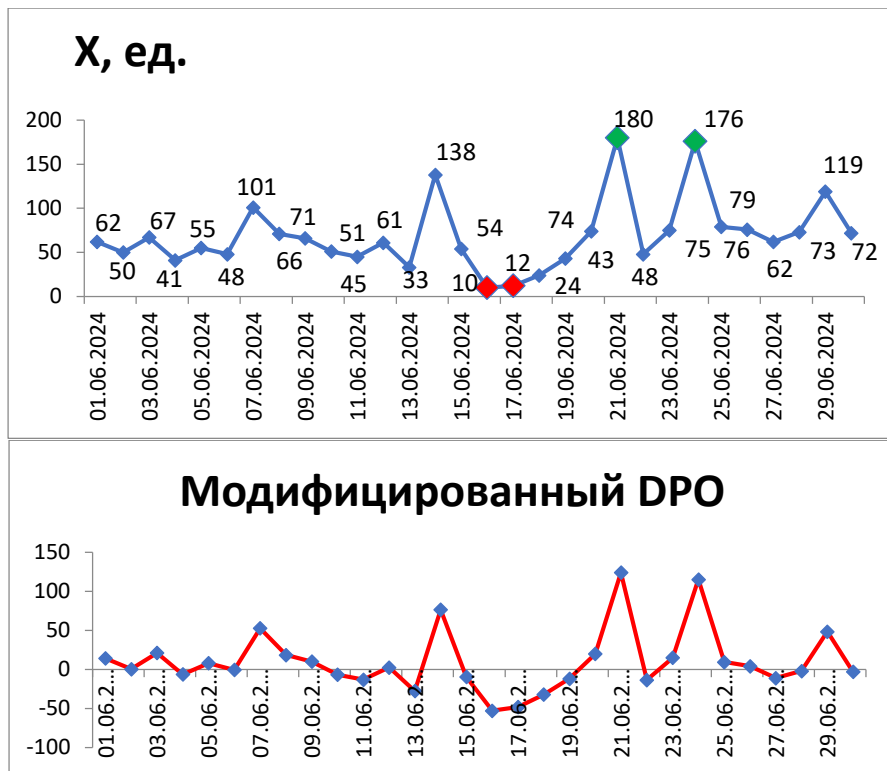


Рис. 7. Количество уничтоженных БПЛА (X, ед.) [3] и  $\overline{DPO}$  в июне 2024

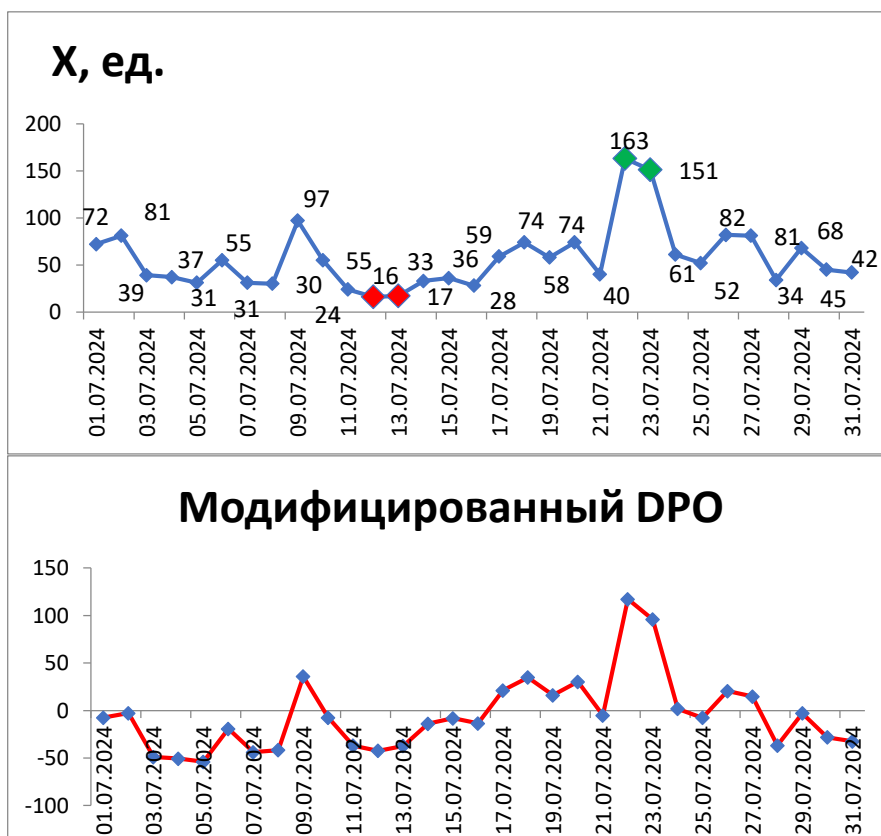


Рис. 8. Количество уничтоженных БПЛА (X, ед.) [3] и  $\overline{DPO}$  в июле 2024

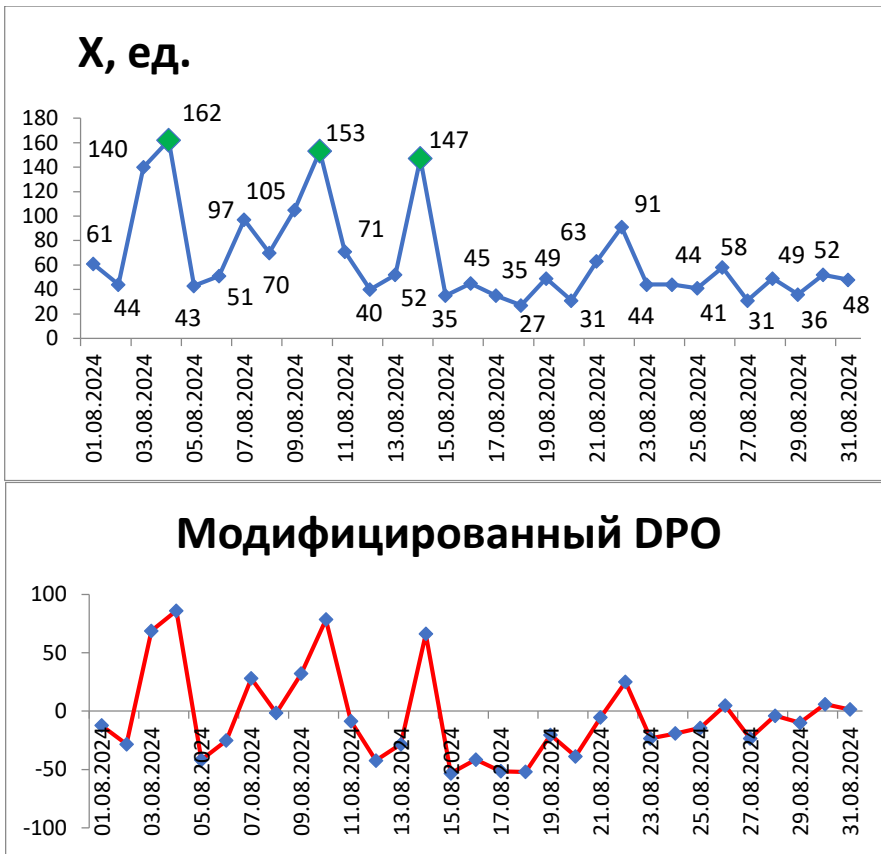


Рис. 9. Количество уничтоженных БПЛА (X, ед.) [3] и  $\overline{DPO}$  в августе 2024

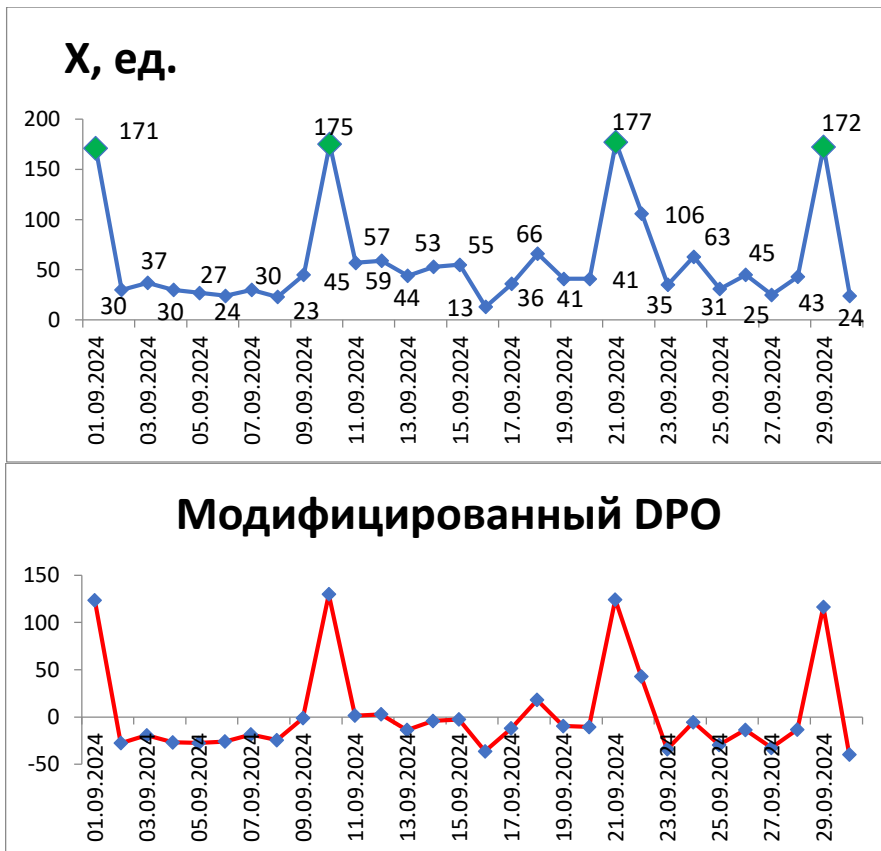


Рис. 10. Количество уничтоженных БПЛА (X, ед.) [3] и  $\overline{DPO}$  в сентябре 2024

В период января-сентября 2024 условие критерия 2 выполнялось для 151 дня. Спад количества уничтоженных БПЛА на следующий день наблюдали в 41

ситуации. Достоверность прогноза спада в следующем временном периоде при условии выполнения критерия 2 составила 26,49 %.

По причине низкой достоверности прогноза известные на фондовом рынке правила применения индикатора DPO оказались непродуктивными.

В период января – сентября 2024 года зафиксировано 127 случаев роста. Значения  $\overline{DPO}$  в предшествующие дни при этом находилось в интервале [-177;59]. За период января – сентября 2024 года зафиксировано 140 случаев спада. Значения  $\overline{DPO}$  в предшествующие дни при этом находилось в интервале [-172;130].

Заметим, что из 127 ситуаций роста в 100 случаях в предшествующий день значения  $\overline{DPO} < 0$ . Поэтому, если мы выберем в качестве критерия роста в следующий день количества уничтоженных БПЛА значение  $\overline{DPO} < 0$ , то мы обнаружим по этому критерию 78,74 % ситуаций роста.

Заметим, что из 140 ситуаций спада в 95 случаях в предшествующий день значения  $\overline{DPO} > 0$ . Поэтому, если мы выберем в качестве критерия спада в следующий день количества уничтоженных БПЛА значение  $\overline{DPO} > 0$ , то мы обнаружим по этому критерию 67,87 % ситуаций спада.

Проверим пригодность для прогнозирования на следующий временной период новые критерии:

Если  $\overline{DPO} < 0$ , в следующий временной период можно ожидать рост.

Если  $\overline{DPO} > 0$ , в следующий временной период можно ожидать спад

В целом за январь-сентябрь 2024 года условие нового критерия 1 выполнялось 151 раз. Рост количества уничтоженных БПЛА на следующий день наблюдали в 102 ситуациях. Достоверность прогноза роста в следующем временном периоде при условии выполнения нового критерия 1 составил 67,55 %.

В период января-сентября 2024 условие нового критерия 2 выполнялось для 123 дней. Спад количества уничтоженных БПЛА на следующий день наблюдали в 95 ситуациях. Достоверность прогноза спада в следующем временном периоде при условии выполнения нового критерия 2 составила 77,24 %.

В период январь-сентябрь 2024 года зафиксированы 31 ситуации роста с аномально высокими значениями (Рис. 11). В 20 случаях этим ситуациям предшествовало  $\overline{DPO} < 0$ .

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Дата	01.03.2024	09.03.2024	12.03.2024	17.03.2024	20.03.2024	23.03.2024	24.03.2024	27.03.2024	29.03.2024	31.03.2024
2	$\overline{DPO}$	5	-7	-19	-14	15	-12	35	-7	-11	-34
3	Дата	01.04.2024	04.04.2024	06.04.2024	07.04.2024	11.04.2024	15.04.2024	18.04.2024	20.04.2024	22.04.2024	24.04.2024
4	$\overline{DPO}$	29	4	-6	39	-26	-177	-17	-66	-20	-99
5	Дата	27.04.2024	21.06.2024	24.06.2024	22.07.2024	04.08.2024	10.08.2024	14.08.2024	01.09.2024	10.09.2024	21.09.2024
6	$\overline{DPO}$	-5	20	15	-5	69	32	-28	2	-1	-11
7	Дата	29.09.2024									
8	$\overline{DPO}$	-13									

Рис. 11. Даты аномально высоких значений количества уничтоженных БПЛА и  $\overline{DPO}$

Следовательно, видоизмененный критерий 1 позволяет отловить 64,52 % от общего числа аномально высоких значений.

### Обсуждение (Discussion)

В исследовании представлена корректировка расчета индикатора DPO. Стандартный подход основан на использовании периода наблюдений, который не имеет понятного логического обоснования. В исследовании проведена корректировка периода наблюдения на последние п временных интервалов. При этом значения рассматриваемого показателя в текущем временном периоде будут сравниваться со средними величинами за предшествующие n периодов. В такой ситуации индикатор показывает ситуации, когда рассматриваемый показатель меньше, больше или равен среднему значению за предшествующие периоды наблюдения.

На фондовом рынке для прогнозирования применяют правила: если  $DPO > 0$ , в следующий временной период можно ожидать рост, если  $DPO < 0$ , в следующий

временной период можно ожидать спад. Сравнение прогноза с фактической обстановкой выявило непригодность этих правил при прогнозировании количества уничтоженных БПЛА.

Изучение ситуаций роста или спада и значений модифицированного индикатора DPO в предшествующие дни позволило выработать новые правила: рост в следующий временной период при модифицированном  $DPO < 0$ , спад при модифицированном  $DPO > 0$ .

### **Заключение (Conclusion)**

Проанализирована ситуация с количеством уничтоженных в ходе СВО БПЛА за период январь – сентябрь 2024 года.

Проведена корректировка периода расчета индикатора DPO, ранее применявшегося на фондовом рынке.

Установлена непригодность использования известных на фондовом рынке правил роста или спада в следующем временном периоде для прогнозирования ситуации с количеством уничтоженных БПЛА.

Предложены новые правила прогнозирования роста или спада количества уничтоженных БПЛА на следующий день. На основании сравнения с экспериментальными данными за период январь – сентябрь 2024 года установлено, что при выполнении рекомендованных правил вероятность на следующий роста равна 0,68, спада – 0,77.

Ввиду достаточно простого математического аппарата использование модифицированного индикатора DPO может оказаться доступным для широкого круга специалистов.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Detrended price oscillator – Wikipedia. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Detrended\\_price\\_oscillator](https://en.wikipedia.org/wiki/Detrended_price_oscillator) (дата обращения: 14.10.2024)..

2. Скользящая средняя – Википедия. [Электронный ресурс]. –Режим доступа:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Скользящая\\_средняя](https://ru.wikipedia.org/wiki/Скользящая_средняя) (дата обращения: 14.10.2024).

3. Потери Украины за время специальной военной операции (СВО). [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://mskvremya.ru/article/2023/1520-poteri-ukrainy-za-vremya-spetsoperatsii> (дата обращения: 14.10.2024).

# **Оценка применимости библиотеки OSMnx для анализа параметров прибытия пожарных подразделений на примере строящихся станций метрополитена в Красноярске**

**Малютин О.С.  
Шамсудинов Г.Ю.  
Морозов В.В.  
Спешилов В.И.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** Представлены основные результаты расчета параметров прибытия пожарных подразделений к строящимся объектам метрополитена в городе Красноярске полученные с использованием библиотеки анализа дорожной сети OSMnx. Предложены конкретные пути применения библиотеки при предварительном планировании боевых действий по тушению пожаров. Показаны способы анализа и визуализации результатов расчета. Сделаны выводы о применимости реализованных в библиотеке алгоритмов для расчетной оценки ожидаемых временных параметров прибытия пожарных подразделений.

**Ключевые слова (Keywords):** Пожарная охрана, параметры прибытия, алгоритмы, OSMnx, граф, улично-дорожная сеть, кратчайший маршрут.

## **Вступление (Introduction)**

В настоящее время в Красноярске ведется строительство станций первой линии метрополитена. Среди задач встающих в связи с этим перед органами власти можно отметить и обеспечение пожарной безопасности объектов метрополитена. Комплексность данной проблемы очевидна. Среди прочего она включает вопросы связанные с техническим оснащением ГДЗС пожарных подразделений обеспечивающих защиту станций метро. Особенности ведения боевых действий по тушению пожаров на подземных объектах метрополитена предполагают применение ДАСВ с длительным временем защитного действия [1]. Однако оснащение ДАСВ такого типа всех имеющихся в городе Красноярске пожарных подразделений экономически нецелесообразно. В связи с этим возникла практическая задача расчета времени прибытия пожарных подразделений к каждой из станций метро с тем, чтобы определить перечень подразделений в первую очередь нуждающихся в ДАСВ с повышенным временем защитного действия.

Данный материал посвящен оценке применимости методов теории графов, а также программных библиотек Python – OSMnx и GeoPandas для анализа параметров прибытия пожарных подразделений к городским объектам на примере строящихся станций метрополитена в Красноярске. В исследовании применяются методы и алгоритмы, использующиеся для расчета кратчайшего пути между разными точками графа улично-дорожной сети и визуализация полученных данных. Предполагается, что результаты позволят определить, насколько данные инструменты могут быть эффективны в процессе планирования оперативных действий по тушению пожаров.

## **Материалы и методы (Materials and Methods)**

OSMnx – это пакет Python для загрузки геопространственных данных OpenStreetMap, моделирования, проектирования, визуализации и анализа реальных уличных сетей и другой геометрии. OSMnx представляет собой инструмент для анализа транспортных сетей и геопространственных данных. Используя данную библиотеку, можно создать модель реальной уличной сети города, включая дороги, перекрестки, мосты и другие элементы инфраструктуры. GeoPandas предоставляет функционал для работы с геометрией объектов, таких как точки, линии и полигоны,

соотнесенные с конкретными географическими координатами, а также методы для пространственного анализа. Эти данные могут быть использованы для разработки оптимальных маршрутов движения пожарных частей к строящемуся метрополитену.

OpenStreetMap является одним из крупнейших открытых источников геопространственных данных [2].

Для анализа параметров прибытия пожарных подразделений к строящимся станциям метрополитена в Красноярске был собран комплекс данных, представляющих собой основу для дальнейшего исследования:

- Размещение 11 подразделений ФПС МЧС России;
- Места строительства 6 станций метро;
- Скорости следования пожарных подразделений по разным типам дорог [3];
- Топология улично-дорожной сети (рис. 1), полученная с помощью OSMnx.

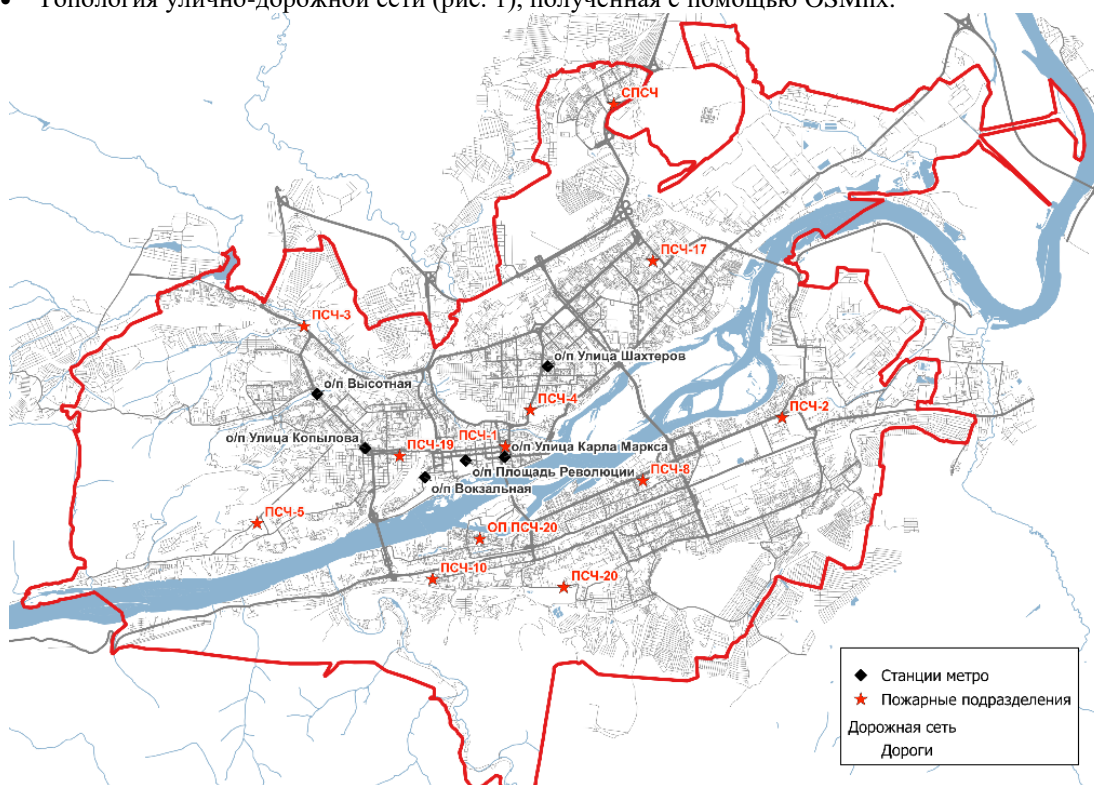


Рис. 2. Пространственные данные использованные в работе

## Результат (Results)

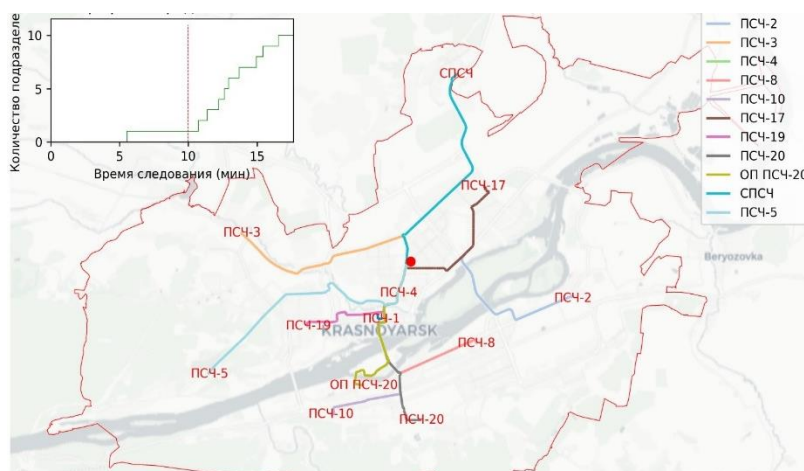
С использованием инструментов библиотеки OSMnx были рассчитаны скорейшие маршруты следования от пожарных подразделений до строящихся станций метро. Визуализация маршрутов на карте города представлена на изображении 2. В таблице 1 приведены результаты расчета.

Из результатов расчета можно сделать следующие выводы:

1. Пожарными подразделениями, расположенными ближе всего к станциям метро, являются: ПСЧ-19, ПСЧ-1, ПСЧ-4. Средние времена следования ко всем станциям для каждого из подразделений составляют 5,51, 5,57 и 9,09 мин соответственно.

2. Наиболее удаленным подразделением является СПСЧ – 23,9 мин.

3. Среднее время следования всех подразделений гарнизона для всех станций отличается мало и колеблется в диапазоне от 10,23 до 15,08 мин. При этом наиболее защищенной станцией является «о/п Улица Карла Маркса», для которой среднее время следования всех подразделений составляет 10,23 мин. Наименее защищенной является «о/п Высотная» - 15,08 мин.



**Рис. 2.** Построение маршрутов

**Таблица 1.** Расчётные значения времени следования подразделений пожарной охраны к строящимся станциям метро в г. Красноярске.

Пожарная часть	Станция метро						Среднее
	о/п Вокзальная	о/п Высотная	о/п Площадь Революции	о/п Улица Карла Маркса	о/п Улица Копылова	о/п Улица Шахтеров	
ПСЧ-19	3,71	5,4	4,4	6,21	2,59	10,73	5,51
ПСЧ-1	5,17	10,31	3,72	1,19	7,5	5,54	5,57
ПСЧ-4	10,15	14,54	8,87	6,35	12,2	2,43	9,09
ОП ПСЧ-20	11,87	16,64	10,41	7,13	14,12	12,21	12,06
ПСЧ-20	12,28	17,42	10,82	7,54	14,61	12,62	12,55
ПСЧ-3	12,34	3,86	12,81	12,42	7,54	14,94	10,65
ПСЧ-8	12,58	17,72	11,12	7,84	14,91	12,92	12,85
ПСЧ-5	12,85	8,76	13,54	15,35	8,05	18,64	12,87
ПСЧ-10	12,89	12,33	11,91	8,63	9,81	13,71	11,55
ПСЧ-2	17,92	23,06	16,47	13,19	20,26	15,44	17,72
ПСЧ-17	19,03	23,07	17,57	15,05	21,36	11,38	17,91
СПСЧ	25,6	27,87	24,43	21,91	27,02	16,55	23,90
Среднее	13,03	15,08	12,17	10,23	13,33	12,26	

### Обсуждение (Discussion)

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том какие подразделения прибывают быстрее всего к станциям метрополитена. Располагая этой информацией руководство МЧС России может принимать решения об особенностях технического оснащения пожарных подразделений – как в отношении ДАСВ с увеличенным временем защитного действия, так и специальными пожарными автомобилями и прочей пожарной техники.

В ходе проведения расчетов было определено, что предложенный метод расчетного определения параметров следования пожарных подразделений гарнизона достаточно прост в использовании и может быть применен для решения целого класса задач организационного проектирования пожарных гарнизонов, таких как техническое оснащение подразделений, учитывающее времена прибытия техники и составление документов предварительного планирования боевых действий по тушению пожаров. Предложенный подход может быть применен руководством объектов защиты – социально-значимых объектов, промышленных объектов, и т.д. – для оценки параметров сосредоточения сил и средств пожарной охраны по повышенным рангам пожара, с целью оценки потребности обеспечения объекта средствами пожарной автоматики и пожаротушения, а также при разработке



инструкций для персонала по действиям в случае пожара. Наконец данный подход может быть использован при составлении графика сосредоточения сил и средств в методических разработках на проведение пожарно-тактических занятий.

### **Заключение (Conclusion)**

В ходе исследования была оценена применимость библиотеки OSMnx для анализа времени прибытия пожарных подразделений к строящимся станциям метрополитена в Красноярске. Полученный опыт применения данной библиотеки и результаты работы показали высокую эффективность предложенного подхода.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенные методы и алгоритмы позволяют эффективно планировать и оптимизировать боевые действия по тушению пожаров.

В рамках дальнейшей работы предлагается формализовать предложенный подход в виде конкретной методики проведения расчетов сосредоточения сил и средств пожарной охраны с использованием современных информационных технологий.

Для углубленного научного анализа предлагаемого метода предполагается:

- провести оценку параметров прибытия пожарных подразделений с учетом различных скоростных режимов следования;
- включить в модель оценки маршрута и времени следования такие факторы как время суток, время года, рельеф, протяженность маршрута;
- разработать и апробировать на некоторой серии объектов методику проведения расчетов;
- построить модель оценки ожидаемой обстановки на месте пожара с учетом графика сосредоточения сил и средств пожарной охраны.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Приказ МЧС России от 27 июня 2022 г. N 640 "Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны"
2. Boeing, (2017). OSMnx: A Python package to work with graph-theoretic OpenStreetMap street networks. *Journal of Open Source Software*, 2(12), 215, doi:10.21105/joss.00215
3. Анализ скоростей движения пожарных автомобилей в зависимости от назначения дорог с использованием машинного обучения / О. С. Малютин, Р. Ш. Хабибулин // Материалы международной научно-технической конференции "Системы безопасности". – 2023. – № 32. – С. 44-50. – EDN IANXPQ.

# **Нормализация мер обеспечивающих припятствие возникновению взрыва древесной пыли**

**доктор технических наук, профессор**

**Кравцов А.Г.**

**Национальная академия наук Республики Беларусь**

**Старосто Р.С.**

**Университет гражданской защиты МЧС Беларуси**

**Аннотация (Abstract)** Статья посвящена повышению эффективности защиты граждан и экономики от чрезвычайных ситуаций, с акцентом на пожарную безопасность в деревообрабатывающей промышленности. Рассматривается опасность древесной пыли как потенциального источника возгораний и взрывов. Подробно анализируются характеристики древесной пыли, ее образование в производственных процессах и меры по предотвращению накопления пыли для снижения рисков. Важность создания культуры безопасной жизнедеятельности и внедрения инноваций в области безопасности также подчеркивается.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, древесная пыль, чрезвычайные ситуации, взрыв пыли, безопасность труда, культура безопасной жизнедеятельности

Повышению эффективности защиты граждан и экономики страны от чрезвычайных ситуаций постоянно уделяется повышенное внимание, как со стороны государства, так и Министерства по чрезвычайным ситуациям. Достижение этой цели обеспечивается формированием в обществе культуры безопасной жизнедеятельности, созданием и внедрением инноваций в предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Одним из необходимых компонентов нормализации функционирования предприятия по деревообработке является создание и внедрение комплекса обеспечения пожарной безопасности.

Древесная мука или древесная пыль – это очень мелкие частицы древесины произвольной формы, которые получают специально в процессе размола древесины твердых и мягких лиственных и хвойных сортов.

Основное направление использования древесной муки в начальном периоде ее изготовления являлось создание изделий из фенопластов, таких как бакелит, карболит. До изобретения ПВХ и полиолефинов из древесно-фенольных составов изготавливали большое количество продуктов гражданского и военного назначения. В ряде отраслей они популярны и сегодня.

На всех этапах образования опасных концентраций пыли в производственном помещении крайне важны параметры пылевых частиц. Естественно, что в процессе механической обработки древесных материалов образуется целый спектр пылевых частиц: от сравнительно крупных до мелкодисперсной пыли. Поэтому важно знать распределение вероятностей для всех характеристик древесной пыли.

Древесная пыль представляет собой совокупность частиц размером 15-20 мкм. Количество этой пыли, образующейся в столярно-мебельном производстве, недостаточно для того, чтобы использовать ее в промышленном масштабе. С другой стороны, древесная пыль образуется большей частью совместно с более крупными сыпучими отходами (опилками и др.) и специально выделить ее из массы сыпучих отходов трудно. Вместе с тем древесная пыль вследствие своей летучести (при наличии щелей в кожухах станков и транспортеров) легко проникает в помещение, угрожает здоровью людей и представляет собой подходящую среду для возникновения пожара и взрыва. Следовательно, более правильно ставить вопрос не об использовании древесной пыли, а о борьбе с ней.

Взрыв пыли произойдет в том случае, когда частицы вещества, составляющего твердую фазу пылевзвеси, имеют размер, достаточный для прохождения через стандартное сито, т. е. менее 76 мкм.

Хотя разрушительная сила взрывов пыли, происходящих в оборудовании, достаточно велика, однако вторичные взрывы, охватывающие целые здания, могут

быть гораздо опаснее.

Первейшая необходимость - избежать накопления облака пыли, быстрые превращения которого могут привести к возникновению вторичных взрывов. Реальное применение такой стратегии осложнено в случаях с зерновыми элеваторами, силосными, зерновыми и прочими башнями, опасность взрыва в которых тем больше, чем меньше они загружены, поскольку масштаб разрушения от взрыва, по всей вероятности, является функцией, зависящей от степени заполнения объема.

Главные меры предосторожности таковы:

- соблюдение основных норм проектирования здания;
- правильное ведение хозяйства;
- сведение к минимуму объема, в котором может произойти взрыв;
- устранение источников воспламенения;
- вентиляция; обеспечение инертности среды;
- использование средств взрывоподавления;
- использование эффективных методов борьбы с огнем.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. List of Accidents and Disasters by Death Toll [Electronic resource]. – Mode of access : [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_accidents\\_and\\_disasters\\_by\\_death\\_toll](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_accidents_and_disasters_by_death_toll). – Date of access : 11-13.07.2024.

2. Disaster list [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.emdat.be/disaster-list>. – Date of access : 12.10.2024.

3. О пожарной безопасности: Закон Респ. Беларусь от 15.06.1993 года №2403-ХІІ: с изм. и доп. принятыми Законами: от 03.05.1996 года №21, от 13.11.1997 года №87-3, от 11.01.2002 года №89-3, от 18.11.2004 года №338-3, от 29.06.2006 года №137-3, от 20.07.2006 года №162-3, от 14.06.2007 года №239-3, от 31.12.2009 года №114-3, от 30.11.2010 года №196-3. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. –Дата доступа: 26.09.2024.

4. Взрывобезопасность. Общие требования [Текст] : ГОСТ 12.1.010–76\* (СТ СЭВ 3517–81). – Введ. 01–01–78. – М. : Госстрой СССР, 1976. – 7 с. – (Система стандартов безопасности труда).

# Вероятность взрыва древесной пыли на предприятиях Республики Беларусь

доктор технических наук, профессор

Кравцов А. Г.

Национальная академия наук Республики Беларусь

Старосто Р.С.

Чешко Т. Н.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

**Аннотация (Abstract)** В статье рассматривается актуальная проблема борьбы с пожарами и взрывами на деревообрабатывающих предприятиях. Обсуждается необходимость создания и внедрения комплекса обеспечения пожарной безопасности, который должен быть актуален для руководителей и работников компаний, а также организаций, занимающихся предупреждением и ликвидацией чрезвычайных ситуаций. Особое внимание уделяется характеристикам пылевых частиц, образующихся в процессе механической обработки древесины, и их влиянию на вероятность возникновения пожаров и взрывов. Описываются принципы горения пылевзвесей и значимость соотношения массы пыли и кислорода для процесса горения. Указывается на риск взрывов, вызванных мелкими частицами пыли, и подчеркивается важность размеров частиц для возникновения взрывной волны.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, деревообрабатывающие предприятия, пылевые частицы, горение, пылевзрывы, механическая обработка древесины, эквивалентность массы, характеристика пылевзвесей, взрывная волна, размеры частиц

В обозримом будущем проблема борьбы с пожарами и взрывами на деревообрабатывающих предприятиях не утратит своей актуальности и остроты и будет требовать к себе постоянного внимания не только руководителей предприятий и работников, но и всех организаций, в обязанности которых входит предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций различного характера. Одним из необходимых компонентов нормализации функционирования предприятия по деревообработке является создание и внедрение комплекса обеспечения пожарной безопасности.

На всех этапах образования опасных концентраций пыли в производственном помещении крайне важны параметры пылевых частиц. Естественно, что в процессе механической обработки древесных материалов образуется целый спектр пылевых частиц: от сравнительно крупных до мелкодисперсной пыли. Поэтому важно знать распределение вероятностей для всех характеристик древесной пыли.

В процессе горения определенного объема аэрозвеси твердых горючих веществ (пылевзвесей) происходит выделение некоторого количества энергии, которое сравнимо с энергией, выделяемой в процессе горения паровоздушной смеси. Однако мощность процесса горения (количество энергии, выделяемой в единицу времени) может быть меньшей. Для заданного объема пылевзвеси ограничивающим фактором будет являться не количество (масса) твердых частиц пыли, а количество (масса) кислорода. В том случае, если количество пыли стехиометрически эквивалентно количеству кислорода или превышает его, энергия, выделяющаяся при горении пылевзвеси органических веществ, будет примерно равна энергии, выделяющейся в результате горения аэрозвеси паров органических веществ. Однако вне зависимости от количества твердой фазы, участвующей в процессе горения, наличие достаточно мелких частиц пыли может вызвать ее взрыв. Так, например, наличие взвеси металлических частиц алюминия или частиц мелкодисперсной элементной серы может привести к взрыву.

Мощность взрыва (скорость высвобождения энергии) связана с таким важным параметром, как скорость роста давления. В отличие от взрыва парового облака процесс горения (окисления) твердых частиц пыли происходит на границе твердое вещество/газ и при прочих равных условиях чем мельче твердые частицы пылевзвеси, тем быстрее горение.

Взрыв пыли произойдет в том случае, когда частицы вещества, составляющего твердую фазу пылевзвеси, имеют размер, достаточный для прохождения через стандартное сито, т. е. менее 76 мкм.

Древесная пыль представляет собой совокупность частиц размером 15-20 мкм. Количество этой пыли, образующейся в столярно-мебельном производстве, недостаточно для того, чтобы использовать ее в промышленном масштабе. С другой стороны, древесная пыль образуется большей частью совместно с более крупными сыпучими отходами (опилками и др.) и специально выделить ее из массы сыпучих отходов трудно. Вместе с тем древесная пыль вследствие своей летучести (при наличии щелей в кожухах станков и транспортеров) легко проникает в помещение, угрожает здоровью людей и представляет собой подходящую среду для возникновения пожара и взрыва. Следовательно, более правильно ставить вопрос не об использовании древесной пыли, а о борьбе с ней.

#### **Список использованных источников**

1. List of Accidents and Disasters by Death Toll [Electronic resource]. – Mode of access : [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_accidents\\_and\\_disasters\\_by\\_death\\_toll](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_accidents_and_disasters_by_death_toll). – Date of access : 11-13.07.2024.

2. Disaster list [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.emdat.be/disaster-list>. – Date of access : 12.10.2024.

3. О пожарной безопасности: Закон Респ. Беларусь от 15.06.1993 года №2403-ХІІ; с изм. и доп. принятыми Законами: от 03.05.1996 года №21, от 13.11.1997 года №87-3, от 11.01.2002 года №89-3, от 18.11.2004 года №338-3, от 29.06.2006 года №137-3, от 20.07.2006 года №162-3, от 14.06.2007 года №239-3, от 31.12.2009 года №114-3, от 30.11.2010 года №196-3. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2005. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. –Дата доступа: 26.09.2024.

4. Взрывобезопасность. Общие требования [Текст] : ГОСТ 12.1.010–76\* (СТ СЭВ 3517–81). – Введ. 01–01–78. – М. : Госстрой СССР, 1976. – 7 с. – (Система стандартов безопасности труда).

5. Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen. Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates : RL 94/9/EG. – Einführen 23.03.94. – Europäischen Gemeinschaften, 2024. – 34 S.

6. Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz Teil 1: Grundlagen und Methodik : EN 1127-1 // Dr. Pellmont Explosionsschutz [Elektronisch Ressource]. – CEN, 2007. – das Regime des Zugriffes : [http://www.en-standard.eu/csn-en-1127-1-ed-2-explosive-atmospheres-explosion-prevention-and-protection-part-1-basic-concepts-and-methodology/?gclid=CNzKz9uz\\_sACFW3JtAod5gsAkw](http://www.en-standard.eu/csn-en-1127-1-ed-2-explosive-atmospheres-explosion-prevention-and-protection-part-1-basic-concepts-and-methodology/?gclid=CNzKz9uz_sACFW3JtAod5gsAkw). – das Datum des Zugriffes: 06.05.2024.

# Производственный травматизм в Республике Беларусь

доктор технических наук

Кравцов А.Г.

Национальная академия наук Республики Беларусь

Старосто Р.С.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

**Аннотация (Abstract)** Статья анализирует травматизм в трудовой деятельности и быту, выявляя основные причины несчастных случаев. Подчеркивается важность охраны труда и соблюдения правил безопасности, а также необходимость государственной политики для снижения травматизма, особенно среди работающего населения

**Ключевые слова (Keywords):** травматизм, охрана труда, несчастные случаи, безопасность, трудоспособный возраст, экономические потери, организация рабочих мест, меры безопасности, государственная политика, технические системы.

В процессе трудовой деятельности и в бытовых условиях люди из-за личной неосторожности получают травмы. Наибольший уровень травматизма отмечается у мужчин, имеющих возраст 20 - 49 лет, а у женщин – 30 - 59 лет. Вместе с тем, отмечается, что травматизм у мужчин выше во всех возрастных группах [1].

Ежегодно по данным Всемирной организации здравоохранения в мире в результате травм и несчастных случаев погибает более пяти миллионов человек, что составляет примерно 9 % от общего числа смертей, а сам травматизм является одной из основных причин в структуре экономических потерь. Следует отметить, что более 70 % смертности от внешних причин приходится на трудоспособный возраст.

Состояние охраны труда требует принятия мер на государственном уровне, поскольку касается практически всех видов экономической деятельности, охватывает весь производственный потенциал и существенно влияет на устойчивое экономическое развитие государства.

Обеспечение безопасности является одной из приоритетных в существовании любого государства. Самые разные сферы жизни общества непосредственно затрагиваются ею. Поэтому соблюдению правил пожарной безопасности в целях защиты жизни и здоровья работников, сохранения государственного имущества должно уделяться особое внимание.

Анализ причин, приводящих к несчастным случаям, проведенный за январь-декабрь 2023 года показывает, что наибольшее количество несчастных случаев происходят по организационным причинам – от 17,6 до 21,1 %, невыполнения руководителями и специалистами обязанностей по охране труда – 14,8 - 15,5 %, также по личной неосторожности потерпевшего - 0,5 – 9,6 %. С учетом постоянного совершенствования технических систем травматизм составляет 0,7 – 0,8 %, несовершенства, несоответствия технологического процесса требованиям по охране труда – 1,1 - 1,2 %. Отсутствие, некачественная разработка проектной документации приводит к тому, что возникают травмы в 0,5 - 1,7 % случаев. На практике бывают случаи эксплуатации неисправных машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента, транспортных средств, которые составляют 1,6 - 2,3 %, а также требований безопасности при эксплуатации транспортных средств, машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента приводящие к 2,9 - 4,3 % травм.

В то же время имеются случаи неудовлетворительного содержания и недостатки в организации рабочих мест, приводящие к травмам в 4,5 - 4,8 % случаев.

Следовательно, обеспечение безопасности объектов с на сегодняшний день является актуальным вопросом обеспечения безопасности людей и объектов в целом.

Исходя из текущего состояния охраны труда на основании отчета о функционировании Системы устанавливаются цели в области ОТ. Цели должны быть направлены на усовершенствование Системы, реализацию политики в области ОТ и решением вопросов, связанных с устранением (снижением) «неприемлемых», «высоких» и «умеренных» рисков.

### Ссылки на используемые источники (References)

1. День профилактики травматизма [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bsmu.by/page/3/5546/> – Дата доступа: 04. 11. 2024.
2. Беларусь намерена следовать концепции «нулевого травматизма» в сфере охраны труда – Старовойтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belta.by/society/view/belarus-namerena-sledovat-kontseptsii-nulevogo-travmatizma-v-sfere-ohrany-truda-starovojtov-300272-2018/>. – Дата доступа: 04. 06. 2024.
3. Официальный сайт Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mintrud.gov.by/ru> - Дата доступа: 04. 06. 2024.

# Совершенствование пожарной разведки. Чтение характеристик пожара, прогнозирование обстановки

Шилов И. А.

## Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

**Аннотация (Abstract)** Разведка пожара включает сбор информации о пожарной ситуации для оценки обстановки и принятия решений в процессе ликвидации. Основные задачи разведки включают определение угрозы жизни, характеристик пожара и его стадий, что критически важно для организации спасения и эффективного тушения.

**Ключевые слова (Keywords):** разведка пожара, оценка обстановки, ликвидация, характеристики пожара, угроза жизни, стадии развития пожара

Разведка пожара – это сбор информации о пожаре для осуществления мероприятий по оценке обстановки и принятия решений для проведения боевых действий. Разведка пожара начинается с момента получения сообщения о пожаре и до тех пор, пока подразделения не окончат работы по ликвидации пожара и его последствий.

Разведка включает в себя следующие задачи: установить существует ли угроза жизни и здоровью людей, а также где они могут находиться и каким образом организовывать их спасение; выяснить что горит, место пожара; определить характеристики пожара и дальнейшие пути распространения; выяснить имеется ли вероятность взрыва, достаточно ли прибыло сил и средств для тушения пожара; возможные пути введения сил и средств; наличие установок пожарной автоматики и систем противодымной защиты; ближайшие водоисточники и способы их использования; необходимость эвакуации материальных ценностей или защиты их от огня; необходимость и места вскрытия и разборки конструкций [1].

Умение читать характеристики пожара будет являться неотъемлемой частью решения задач разведки, а именно выявление на какой стадии находится пожар и дальнейшие его пути развития, определение и прогнозирование обстановки. Это позволит организовать работу по успешной ликвидации самого пожара и спасению людей. Разведка пожара по его характеристикам поможет руководителю тушения пожара (далее – РТП) определить какая температура горения в помещении, на какой стадии находится пожар, угрозу распространения, что является пожарной нагрузкой, существует ли вероятность вспышки продуктов горения.

Существует четыре характеристики пожара, по которым возможно определить стадию развития пожара: цвет дыма, приток воздуха в помещение, температура горения и цвет пламени [2].

Чтение обстановки на пожаре по дыму заключается в определении цвета дыма, его расположение в пространстве и интенсивность образования. Чтение по дыму является одним из первоначальных действий при разведке, так как его возможно заметить еще до прибытия к месту пожара. Очевидно, чем быстрее осуществляется сбор информации, тем быстрее РТП может определить решающее направление и поставить боевую задачу.

Дым находящийся вверху помещения, предполагает начальную стадию развития пожара. Это сигнализирует о небольшом количестве продуктов горения в помещении и о том, что приток воздуха в помещение осуществляется медленно и постепенно. На данной стадии пожар представляет собой наименьшую угрозу, чем при развитом горении, что позволит оперативно ликвидировать пожар.

Особую опасность представляет та стадия пожара, на которой дым уже стремительно опускается на пол, либо интенсивно пульсирует. Наблюдая данные явления, возможно определить, что внутри помещения высокая температура и происходит образование высокого количества продуктов горения, об этом, так же говорит и оседающая на окна сажа. Из-за высокой температуры горения и большого количества продуктов горения, возможна вспышка самих продуктов горения, что сопровождается сильным излучением тепла, что позволяет пожару развиваться интенсивнее.

При выгорании в закрытом помещении кислорода в таком количестве, что будут создаваться условия при которых невозможно поддержание постоянного



горения, создается угроза развития пожара с обратной тягой.

Обратная тяга – резкое воспламенение пожарной нагрузки и продуктов горения в помещении в котором недостаточно кислорода для горения, но сохраняется высокая температура, при попадании в него большого количества воздуха.

Когда горение сопровождается обычным желтым цветом пламени, это говорит о том, что к очагу пожара осуществляется достаточный приток воздуха, что позволяет пожару прогрессировать и развиваться быстрее. Свечение пламени красноватого оттенка говорит об обратном, в очаг возгорания приток воздуха уменьшается, и это переводит пожар из стадии развития в стадию тления. Тление – процесс разложения горючих материалов с выделением большого количества тепла при недостаточном количестве кислорода, что способствует образованию высоких температур внутри горящего помещения. В данной стадии, как уже было сказано выше, возможна обратная тяга.

Пламя ярко-желтого цвета, говорит о вероятности воспламенения продуктов горения. А при наличии пламени с голубоватым оттенком, можно сделать вывод о том, что в зоне горения присутствует угарный газ.



Рис. 1. – Цвет пламени.

На пожаре температура горения распределяется определенным образом по помещению. Более горячие потоки нагретого воздуха и продуктов горения поднимаются вверх и распределяются у потолка. Более холодные слои дыма и воздуха «расстилаются» по полу. При наличии в помещении высокой температуры горения конструкции теряют свою несущую либо изолирующую способность. Что может привести к обрушению строительных конструкции, зданий или сооружения, либо к распространению пожара в соседние помещения[3].

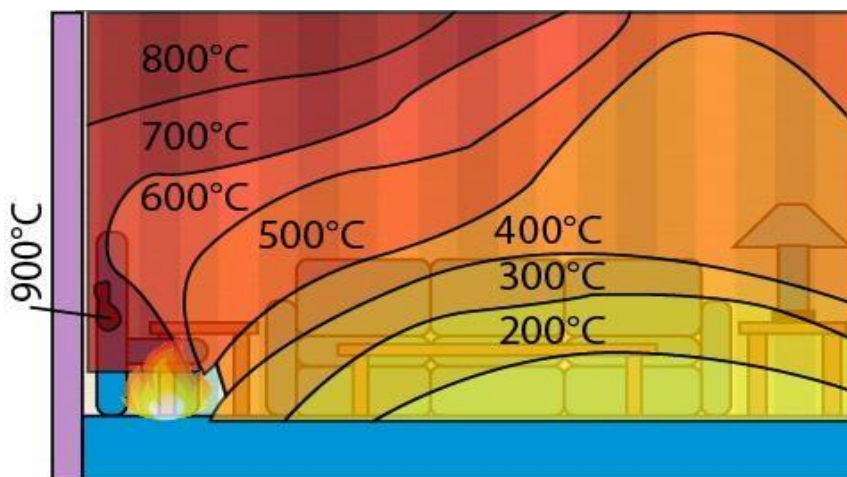


Рис. 2. – Распределение температуры в горящем помещении.

Проведение первоначальной разведки пожара способом чтения его характеристик применяется единицами, так как данный способ прогнозирования обстановки не прописан в руководящих документах и методических рекомендациях. Умение «читать пожар по его характеристикам» позволит оперативно и с профессиональной точностью РТП и другим участникам тушения спрогнозировать дальнейшую ситуацию на пожаре и определить наиболее эффективные действия по спасению людей, тушению и т.п. Для подготовки высококвалифицированных специалистов в области ликвидации чрезвычайных ситуаций необходимо развивать данное направление разведки пожара в учреждениях образования и в системе боевой

подготовки гарнизонов МЧС.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Об утверждении Боевого устава органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь по организации тушения пожаров: приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 03 января 2024 г. №1.

2. Пламя и его классификация, зоны, температура и цвет. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fireman.club/inseklodepia/plamya/>.

3. Характеристики дыма. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5266930/page:2/>.

# Современные методики радиационного контроля сил и средств при ликвидации ЧС и наличием ИИИ

**Потапенко С.В.**  
**Жукалов В.И.**  
**Гавриловец В.Г.**  
**Ефимов Т.А.**  
**Рубцов Ю.Н.**

## **Филиал «Институт профессионального образования» Государственного учреждения образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»**

**Аннотация:** В современном мире широко используется ядерная энергия, которая с одной стороны, оказывает неоценимую помощь человечеству, с другой – увеличивает риски возникновения техногенных аварий, связанных с выбросом радиоактивных материалов.

Практика показывает, что своевременное проведения радиационного контроля личного состава, вооружения, техники и материальных средств, при возникновении аварии с наличием источников ионизирующего излучения, позволяет свести риск облучения персонала и экологические последствия для окружающей среды к минимуму.

Чрезвычайные ситуации, связанные с ядерно- и радиационно-опасными объектами (включая ядерное оружие и его компоненты), ядерными материалами, радиоактивными веществами и отходами, представляют серьезную угрозу национальной безопасности, социально-экономическому развитию Республики Беларусь и мировому сообществу в целом.

В связи с этим задача по повышению требований, связанных с проведением радиационного контроля сил и средств, является при ликвидации ЧС с наличием ИИИ является актуальной.

**Ключевые слова:** источник ионизирующего излучения, радиоактивные отходы, мощность дозы, радиационный контроль, радиационный объект

Риск радиационного воздействия считается доминирующим по сравнению с другими факторами, угрожающими здоровью при ликвидации чрезвычайных ситуаций с радиоактивными веществами и проведении аварийно-спасательных работ в зонах радиационного загрязнения. Выбор методов прогноза доз облучения зависит от оценки радиационной обстановки, проводимой в ходе радиационного контроля личного состава, техники и материальных средств. Это требует выполнения сложных измерений. Результаты этих измерений имеют решающее значение, так как они служат основой для прогноза доз облучения и принятия решений по организации аварийно-спасательных работ и защитных мероприятий.

Прогнозирование радиационной обстановки и последствий для здоровья работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям зачастую должно проводиться в сжатые сроки, что предъявляет высокие требования к методам прогноза. Специфика воздействия ионизирующего излучения на организм человека определяет подходы к ликвидации чрезвычайных ситуаций с радиоактивными веществами. Хотя первичные биофизические процессы взаимодействия ионизирующего излучения с живыми тканями приводят к множественным патологическим изменениям в клетках практически сразу после воздействия, первые клинические проявления могут проявляться (в зависимости от дозы) через несколько минут, часов или даже суток после облучения. Это подчеркивает необходимость предварительной оценки доз облучения и, при необходимости, предотвращения дальнейшего воздействия ионизирующего излучения.

Неправильная оценка радиационной обстановки и неэффективная организация первоочередных мер могут вызвать серьезные негативные последствия для здоровья работников.

Дозиметрический контроль - это система мероприятий для мониторинга радиоактивного облучения населения и определения степени загрязнения техники,

оборудования, продовольствия и воды. Он включает контроль облучения и контроль радиоактивного загрязнения.

Контроль облучения направлен на своевременное получение данных о поглощенных дозах ионизирующих излучений населением и работниками во время спасательных работ. На основе данных контроля устанавливается факт внешнего воздействия ионизирующих излучений, оценивается работоспособность людей и определяются их радиационные поражения для принятия решения о необходимости лечения.

Контроль облучения подразделяется на групповой и индивидуальный.

Индивидуальный контроль позволяет получить данные о дозах облучения каждого человека и степени внутреннего загрязнения. Каждому работнику выдается индивидуальный дозиметр.

Групповой контроль осуществляется для получения данных о средних дозах облучения групп населения, находящихся в одинаковых условиях. Обычно на группу из 14-20 человек выдается 1-2 дозиметра.

В зависимости от полученной дозы и продолжительности облучения устанавливаются категории трудоспособности: полная, сохраненная, ограниченная и существенно ограниченная.

Учет полученных доз ведется в индивидуальной карточке и журнале контроля облучения. Контроль радиоактивного загрязнения необходим для определения степени загрязнения людей (кожи и одежды), техники, транспорта и другого оборудования. Обычно он проводится при выходе людей из загрязненных районов и во время специальной обработки.

Ионизирующее излучение - это квантовое или корпускулярное излучение, которое превращает нейтральные атомы в ионы (заряженные частицы с положительным или отрицательным зарядом).

Существует три основных типа ионизирующего излучения:

- Гамма-излучение ( $\gamma$ ) - поток гамма-квантов;
- Бета-излучение ( $\beta$ ) - поток электронов;
- Альфа-излучение ( $\alpha$ ) - ядра атома гелия.

Гамма-излучение в основном вызывает внешнее облучение человека, тогда как альфа- и бета-излучение наиболее опасны при попадании источника внутрь организма.

Средний естественный фон радиации в Республике Беларусь составляет от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч (микрозиверт в час), формально принимается значение 0,2 мкЗв/ч.

Единица измерения эквивалентной дозы - зиверт (Sv). Индивидуальная доза измеряется с помощью носимых дозиметров.

Мощность эквивалентной дозы измеряется в зивертах в час (Sv/h) с помощью поисковых дозиметров и радиометров.

Измерения гамма-излучения необходимо проводить на расстоянии 10 см от предполагаемого источника и на расстоянии 1 м. Для определения плотности потока бета- и альфа-частиц измерения следует проводить на расстоянии 1-3 см от поверхности источника с использованием соответствующих детекторных блоков. Большинство современных дозиметрических и радиометрических приборов не являются универсальными и могут использоваться в ограниченном диапазоне энергий излучения. Поэтому при выборе аппаратов важно учитывать вид и энергию излучения, диапазон чувствительности, погрешность измерений и другие параметры в соответствии с паспортными данными приборов.

Дозиметр-радиометр МКС-АТ117М предназначен для измерения:

- дозы и мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в широком диапазоне;

- оперативного поиска источников ионизирующих излучений и радиоактивных материалов.

Основные характеристики МКС-1117М:

- основная погрешность измерения мощности дозы и плотности потока – не менее минус 20 и не более плюс 20;

- диапазон рабочих температур от минус 30 до плюс 50°C;

- время непрерывной работы от сети переменного или постоянного токов не менее 24 ч., от полностью заряженного блока аккумуляторов не менее 24 ч.

Прибор осуществляет измерение МД гамма-излучения с блоками детектирования БДКГ-01, БДКГ-03 и одновременно производится измерение МД встроенным в блок обработки и индикации устройством детектирования.

Мощность дозы УД БОИ измеряется всегда, независимо от подключенного

БД. Это необходимо для того, чтобы при любых измерениях различными БД контролировать мощность дозы  $\gamma$ -излучения возле оператора.

В зависимости от того, откуда информация выводится на табло (УД БОИ или БД), на передней панели БОИ появляется индикация зеленого цвета «БОИ» или «БД».

Для измерения мощности дозы необходимо подключить нужный БД, включить прибор и установить режим измерения МД (если был установлен другой режим). Для включения дозиметра-радиометра необходимо нажать кнопку ПУСК (отключение – трехкратное нажатие кнопки). При подключенных БДКГ-01, БДКГ-03 на табло появляется индикация « $\gamma$ ».

После прохождения самоконтроля на табло индицируется текущее значение МД, единицы измерения МД и статистическая погрешность.

В процессе измерения на табло выводятся средние значения МД, соответствующие им значения статистической погрешности от 90 до 1%. Результат измерения выводится также и на аналоговую шкалу.

При превышении МД появляется:

- непрерывная звуковая сигнализация;
- индикация красного цвета на поле БОИ или поле БД;
- мигающая индикация;
- попеременно мигающая индикация показаний прибора, превышающих предел измерения по мощности дозы соответствующего блока.

Портативный широкодиапазонный многофункциональный дозиметр ДКС - АТ1121 предназначен:

- для измерения мощности эквивалентной дозы;
- для поиска источников гамма- и бета-излучения;
- для измерения кратковременного действующего излучения.

Основные характеристики ДКС - АТ1121:

- основная погрешность измерения не более плюс минус 15%;
- время непрерывной работы от встроенного блока аккумуляторов не менее 12 ч;
- время непрерывной работы от сети переменного или постоянного тока не менее 24 ч;
- диапазон рабочих температур от минус 30 до плюс 40°C.

Измерение мощности дозы:

- для включения дозиметра необходимо нажать кнопку ПУСК (отключение – трехкратное нажатие кнопки);
- после включения дозиметр переходит в режим самоконтроля в случае его успешного завершения осуществляется переход к режиму измерения мощности дозы (на табло высвечивается мигающая индикация «Т»);
- измерение МД  $\gamma$ -излучения проводится с установленным на дозиметре колпачком;
- в процессе измерения на табло выводятся средние значения мощности дозы, статистическая погрешность и единицы измерения;
- при превышении верхнего предела диапазона измерения по мощности дозы появляется непрерывная звуковая сигнализация.

Дозиметр-радиометр МКС-АТ6130 предназначен для:

- измерения амбиентной дозы рентгеновского и гамма-излучения;
- измерения плотности потока бета-частиц, испускаемых с загрязненной радиоактивными веществами поверхности;
- оперативного поиска источников ионизирующих излучений и радиоактивных материалов.


Прибор включается нажатием кнопки ПУСК|ОТКЛ, а выключается быстрым трехкратным ее нажатием.

Сразу после включения прибор автоматически переходит в режим индикации:

- мощности дозы;
- плотности потока бета-частиц (с открытой крышкой фильтра).

Прибор находится в режиме постоянного измерения *дозы* и *мощности дозы*. Режим индикации *мощности дозы* включается через основное меню прибора: MODE → DOSE RATE.

В режиме индикации *мощности дозы* на табло выводится текущее среднее значение мощности дозы ( $\mu\text{Sv/h}$ ,  $\text{mSv/h}$ ) и соответствующее ему значение статистической погрешности (%).


В случае превышения порога по мощности дозы появляется звуковая сигнализация (пять коротких звуков и длинная пауза) и мигающая индикация символа «».

Если при измерении мощности дозы появляется индикация «OL mSv/h», сопровождаемая непрерывной звуковой и световой сигнализацией, это означает, что превышен диапазон измерения по мощности дозы.

Дозиметр-радиометр МКС-АТ6130

Режим индикации накопленной дозы включается через основное меню прибора: MODE → DOSE.

В режиме индикации дозы на табло выводится текущее значение накопленной дозы (nSv, μSv, mSv и Sv).

В случае превышения порога по дозе появляется звуковая сигнализация (два коротких звука и длинная пауза) и мигающая индикация символа «».

Если в режиме дозы появляется индикация «OL mSv» или «OL Sv», сопровождаемая непрерывной звуковой и световой сигнализацией, это означает, что превышен диапазон измерения по дозе.

Режим включается через основное меню: MODE → SEARCH.

В режиме «поиск» на табло выводятся показание скорости счета импульсов (с<sup>-1</sup>) и аналоговая шкала.

При приближении к радиоактивному источнику растет частота звуковых сигналов и величина маркера увеличивается в «плюс». При удалении от источника излучения частота звуковых сигналов снижается, а величина маркера на шкале увеличивается в «минус».

Индивидуальный дозиметр ДКГ-АТ2503А представляет собой носимый на теле прямопоказывающий прибор, предназначен:

- для измерения индивидуальной эквивалентной дозы Нp(10) в диапазоне от 1 мкЗв до 10 Зв непрерывного γ-излучения;

- для измерения мощности индивидуальной эквивалентной дозы Нp(10) в диапазоне от 0,1 мкЗв/ч до 0,5 Зв/ч непрерывного γ-излучения.

Ношение дозиметра осуществляется в левом нагрудном кармане под костюм противорадиационной защиты, на расстоянии как можно ближе к телу человека.

Измерение накопленной дозы:

- включить прибор нажатием кнопки на передней панели;

- перейти в подрежим индикации дозы посредством кратковременного (не более 2 с) нажатия кнопки, при этом на табло выводится значение дозы и ее размерность μSv (mSv, Sv).

Чередования на индикаторе дозиметра значения дозы и сообщения «ППП», мигания светодиода в торце дозиметра и наличия коротких звуковых сигналы низкого тона, означает, что накопленная доза превышает выбранный порог сигнализации (сработавшая сигнализация отключается кратковременным нажатием кнопки).

Измерение мощности дозы:

- включить прибор нажатием кнопки на передней панели;

- перейти в подрежим индикации мощности дозы посредством кратковременного (не более 2 с) нажатия кнопки, при этом на табло выводится значение мощности дозы и ее размерность μSv/h (mSv/h, Sv/h).

## Методика радиационного контроля

В соответствии с «Международными основными нормами безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения», радиационный контроль (РК) представляет собой радиационные измерения, проводимые для контролируемых объектов с целью определения соблюдения принципов радиационной безопасности и требований нормативов, включая контрольные уровни.

Методики РК разрабатываются для обеспечения получения согласованных результатов по установленной номенклатуре параметров с известной неопределенностью. Для эффективной работы формирований МЧС и организации защиты населения необходимо своевременно обнаружить радиоактивное заражение (РЗ) объектов, определить его масштабы и характер, а также оценить степень опасности для работников. Это достигается за счет грамотного и непрерывного ведения радиационной разведки. На основании собранных данных производится

оценка радиационной обстановки (РО), что является важным элементом работы руководителей при проведении мероприятий противорадиационной защиты.

Выводы из оценки РО применяются при организации и проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) в зоне ЧС. Оценка РО необходима для определения масштаба РЗ и характера радиационного поражения работников, а также для принятия решений о проведении АСДНР в зоне радиоактивного заражения.

Радиационная обстановка - это ситуация, возникшая в результате РЗ местности, которая влияет на деятельность объектов экономики (ОЭ), сил ГОЧС и населения. РО характеризуется масштабом заражения (размеры зон, их длина и ширина) и степенью РЗ местности (уровни радиации), что является основными показателями опасности для людей.

Цель оценки РО - определить возможное влияние на работоспособность работников и населения, что позволит своевременно принять меры защиты и обосновать решения по организации производственной деятельности ОЭ и проведению АСДНР в условиях РЗ.

Оценка РО включает в себя:

- определение масштабов и степени РЗ местности;
- анализ их влияния на деятельность ОЭ, сил ГОЧС и населения;
- выбор наиболее целесообразных вариантов действий, исключающих радиационное поражение людей.

Радиационная обстановка может быть выявлена и оценена методами прогнозирования и по данным разведки. Выявление РО осуществляется постами радиационного наблюдения и разведывательными группами формирований ГОЧС. Они устанавливают время начала РЗ, измеряют уровни радиации и определяют границы зараженных зон.

Контроль радиационной обстановки, являющийся частью общего контроля состояния окружающей среды, включает радиоэкологический мониторинг - наблюдение, оценку и прогнозирование радиационной обстановки, а также определение необходимости нормализации ситуации и принятия мер по защите населения и территорий.

Контроль РО осуществляется постоянно на всей территории страны, особенно в районах расположения радиационно опасных объектов, таких как атомные станции (АС).

РО, выявленная и оцененная методом прогнозирования, называется предполагаемой или прогнозируемой обстановкой. Оценка РО методом прогнозирования проводится в управлениях и отделах по делам ГОЧС городов и регионов.

Исходными данными для прогнозирования, например, при ядерных взрывах, являются мощность, вид, координаты эпицентра, время взрыва, направление и скорость ветра. Оценка РО сводится к определению размеров зараженных зон и их нанесению на карту, а также расчёту времени выпадения осадков и ожидаемых уровней радиации.

Метод прогнозирования дает приближенные характеристики РО, но обладает преимуществом быстроты получения данных о возможном РЗ. Он позволяет заранее, до выпадения радиоактивных веществ на местности, принять меры по защите людей и уточнить задачи радиационной разведки. Обстановка, выявляемая по данным разведки, называется фактической РО.

### **Оценка радиационной обстановки по данным разведки местности.**

Под оценкой радиационной опасности (РО) подразумевается решение стандартных задач, связанных с действиями формирования Государственной системы по чрезвычайным ситуациям (ГОЧС) или производственной деятельности объектов электроэнергетики (ОЭ) в условиях радиационной ситуации (РЗ).

Основная цель - проанализировать результаты и выбрать наиболее эффективный режим защиты рабочих, служащих и населения, минимизируя риск радиационного поражения.

В рамках оценки РО рассматриваются следующие типовые задачи при авариях на атомных электростанциях (АЭС) и использовании ядерных боеприпасов:

- приведение измеренных уровней радиации к различным моментам времени после аварии на АЭС или ядерного взрыва;
- определение возможной дозы радиации при действиях на РЗ местности;

- установление допустимого времени работы или пребывания людей на РЗ местности;

- определение времени выброса радиоактивных веществ (РВ) при аварии на АЭС и времени ядерного взрыва;

- разработка режима радиационной защиты.

При оценке радиационного контроля необходимо определить установки, источники, практическую деятельность, а также территории как на площадке, так и за её пределами, где ядерная или радиационная аварийная ситуация может потребовать:

- принятия срочных защитных мер для предотвращения серьезных детерминированных эффектов для здоровья, сохраняя дозы ниже уровня, при котором вмешательство обязательно;

- принятия мер для предотвращения стохастических эффектов, насколько это возможно, в соответствии с международными нормами;

- принятия сельскохозяйственных контрмер и долгосрочных защитных мер по международным стандартам;

- обеспечения защиты работников, осуществляющих реагирование на инциденты, в соответствии с международными нормами.

Объектами радиационного контроля являются:

- персонал, подвергающийся воздействию ионизирующего излучения в производственных условиях;

- пациенты во время медицинских рентгенорадиологических процедур;

- население, подвергающееся воздействию природных и техногенных источников излучения;

- среда обитания человека.

Система контроля радиационной безопасности при работе с источниками излучения должна разрабатываться на стадии проектирования. В разделе «Радиационный контроль» проекта определяются виды и объем контрольных мероприятий, перечень необходимых приборов и вспомогательного оборудования, размещение стационарных приборов и точек контроля, состав необходимых помещений и штат работников, осуществляющих радиационный контроль.

Данный проект подлежит обязательному согласованию с органами государственного санитарного надзора. Система контроля, установленная проектом, уточняется в зависимости от конкретной радиационной обстановки на объекте и прилегающей территории, и также согласовывается с учреждениями, осуществляющими санитарный надзор.

Радиационный контроль организаций и территорий включает учет индивидуальных доз облучения работников и населения. Регистрация доз облучения должна проводиться в соответствии с требованиями единой государственной системы контроля и учета доз.

Предельные уровни мощности дозы для принятия решения на проведение защитных мероприятий при радиационных авариях

Таблица 1 – Предельные уровни мощности дозы

Значение мощности дозы	Проводимые мероприятия
1	2
0,2 мкЗв/ч и более	Ограничение пребывания населения в зоне радиоактивного загрязнения.
1 мкЗв/ч и более	Запрещение употребления местных пищевых продуктов (включая молоко) и воды из открытых водоемов и колодцев до получения результатов лабораторных исследований. Ограничение пребывания населения в зоне радиоактивного загрязнения при обнаружении неконтролируемых источников ионизирующего излучения (в том числе при транспортных авариях)
50 мкЗв/ч и более	Укрытие и / или (только при авариях на ядерных объектах) блокирование щитовидной железы
100 мкЗв/ч и	Ограничение пребывания лиц, участвующих в ликвидации радиационной аварии (в том числе



более	транспортной) и ее последствий, на зараженной территории в зоне радиоактивного загрязнения при обнаружении неконтролируемых источников ионизирующего излучения
200 мкЗв/ч и более	Рассмотрение вопроса о временном переселении населения
500 мкЗв/ч и более	Проведение эвакуационных мероприятий

Таблица 2 – Допустимое время пребывания в зоне загрязнения

Мощность эквивалентной дозы, мЗв/ч ( $\gamma$ -излучение)	Допустимое время пребывания в зоне радиоактивного загрязнения в средствах защиты, (мин)		
	Л-1	Demron	Модуль-1
0,5	2526,3	2857,1	3243,2
1,0	1263,2	1428,6	1621,6
5,0	252,6	285,7	324,3
10,0	126,3	142,9	162,2
50,0	25,3	28,6	32,4
100,0	12,6	14,3	16,2
150,0	8,4	9,5	10,8

Таблица 3 – Допустимое время пребывания в зоне радиоактивного загрязнения

Мощность эквивалентной дозы, мЗв/ч ( $\gamma$ -излучение)	Допустимое время пребывания в зоне радиоактивного загрязнения в средствах защиты, (мин)		
	Л-1	Demron	Модуль-1
0,5	126,3	142,9	162,2
1,0	63,2	71,4	81,1
5,0	12,6	14,3	16,2
10,0	6,3	7,1	8,1
50,0	1,3	1,4	1,6
100,0	0,6	0,7	0,8
150,0	0,4	0,5	0,5

## Выводы

Повседневный радиационный контроль, оперативное информирование органов управления, служб МЧС и населения о возникновении угрозы или загрязнения природной среды в результате аварий, а также мониторинг облучения людей, загрязнения техники, материальных ценностей, продуктов питания и воды — всё это представляет собой неотъемлемые составляющие комплекса защитных мер, предпринимаемых в случае радиационных аварий и инцидентов.

## Ссылки на используемые источники (References)

1. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения, МАГАТЭ, Вена, 1997.
2. Закон Республики Беларусь от 5 января 1998 года № 122-3 «О радиационной безопасности населения».
3. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь гигиенические нормативы «Нормы радиационной безопасности (НРБ-2012)».
4. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь №137 об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения» и внесении дополнения в постановление Министерства

здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 213.

5. Постановление Главного Государственного санитарного врача Республики Беларусь от 22 февраля 2002 года №6 «Об утверждении санитарных правил и норм 2.6.1.8-8-2002 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП-2002)»».

6. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 апреля 2009 года №560 «Об утверждении Положения о порядке взаимодействия республиканских органов государственного управления, иных государственных органов и организаций при обнаружении источников ионизирующего излучения, а также в случае их задержания при перемещении через Государственную границу Республики Беларусь».

7. Методические рекомендации по организации и технологиям ликвидации ЧС с наличием опасных химических и радиоактивных веществ утвержденные заместителем министра по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь генерал-майоров внутренней службы А.Н. Гончаровым.

8. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 сентября 2010 года № 47 «Нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения».

9. Постановление МЧС и Министерства здравоохранения от 31 августа 2006 года №41/67 «Об утверждении предельных уровней мощности дозы для принятия решения на проведение защитных мероприятий при радиационных авариях».

10. Постановление Госатомнадзора России от 4 декабря 2000 года №14 «Обеспечение безопасности при обращении с радиоактивными отходами, образующимися при добыче, переработке и использовании полезных ископаемых».

# Применение автоцистерн пожарных с лестницей на пожарах

Тучин И.Ф.  
Савенко В.В.  
Симоненко А.С.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация:** Опыт тушения пожаров автоцистернами показал, что в ряде случаев традиционного пожарно-технического вооружения на них недостаточны для эффективного выполнения работ, что приводит к снижению тактических возможностей пожарных подразделений. Так, в ряде случаев недостаточно освещено место пожара, возникает необходимость использования механизированного инструмента, иногда приходится эвакуировать различные объекты с одновременной подачей воды в очаги горения. Поэтому появилась необходимость оснащать АЦ дополнительным оборудованием. Совмещение функций АЦ и АЛ повышает функциональность и оперативность использования данных пожарных автомобилей.

**Ключевые слова:** Автоцистерна пожарная с лестницей, тушение пожаров, тактические возможности пожарных подразделений

В настоящее время в России производится АЦЛ с различными тактико-техническими характеристиками, основной из которых является длина лестницы в выдвинутом положении, максимальное значение сейчас составляет 24 метра.

Основными преимуществами данного типа пожарных автомобилей является:

- повышенная функциональность АЦЛ;
- возможность использования АЦЛ на шасси повышенной проходимости (КамАЗ, Урал) в местности с неудовлетворительным дорожным покрытием;
- снижение материальных затрат подразделения на содержание техники и денежное довольствие водительского состава;
- снижение показателей оперативного реагирования подразделений пожарной охраны;

Автоцистерны пожарные с лестницей относятся к группе основных пожарных автомобилей целевого применения. Отделение на АЦЛ способно производить тушение пожаров, проводит аварийно-спасательные работы на высоте, подавать огнетушащие вещества на высоту, а так-же может использоваться автомобиль в качестве грузоподъемного крана при сложенном комплекте колен.

Высокая оперативность и безотказная работа автоцистерны с лестницей возможна только при условии:

- применения рабочих жидкостей, указанных в руководстве по эксплуатации;
- правильного управления насосом;
- правильного управления лестницей;
- регулярного и тщательного обслуживания;
- своевременной и надежной смазки;
- своевременной регулировки механизмов;
- своевременного ремонта;

Автоцистерны с лестницей состоит из следующих составных частей:

- а) шасси;
- б) привод насоса
- в) установка насоса
- г) вакуумная система
- д) кузов, включающий цистерны, отсеки для размещения пожарно-технического оборудования
- е) лестница, включающая в себя:
  - силовой группы (привод насоса);
  - опорного основания;
  - подъемно-поворотного корпуса с рамой подъемной;

- комплекта колен;
  - гидрооборудования;
  - электрооборудования;
  - пульта управления;
  - органы управления и приборы для работы лестницей в кабине водителя;
  - органы управления на опорной раме для установки лестницы на опоры;
  - системы блокировок, обеспечивающей безопасность эксплуатации;
  - прибор безопасности ПБЛ 240 или аналогичный.
- ж) бак для пенообразователя (пенобак)
- з) кабина боевого расчета
- и) электрооборудование дополнительное
- к) пожарно-техническое оборудование

Перечисленные устройства и механизмы обеспечивают:

- доставку личного состава и огнетушащего состава к месту пожара;
- подачу воды или воздушно-механической пены в очаг возгорания;
- установку лестницы на выносные опоры;
- подъём – опускание комплекта колен лестницы;
- выдвигание - сдвигание комплекта колен;
- поворот комплекта колен вокруг вертикальной оси;
- устойчивость и надежность безопасной работы.

В Российской Федерации выпускаются и эксплуатируются следующие виды автоцистерн пожарных с лестницей:

АЦЛ-6.0-50/4-18(4320) (рис.1)

АЦЛ-3-40/4-24(43118) (рис.2)

АЦЛ-3-40-17(43118) (рис.3)

АЦЛ-4.0-50-24 (4320) (рис.4)

АЦЛ-4-40-22(43118) (рис.5)



*Рис.1 Внешний вид АЦЛ-6.0-50/4-18 (4320)*



*Рис.2 Внешний вид АЦЛ-3-40/4-24(43118)*



Рис. 3 Внешний вид АЦЛ-3-40-17(43118)



Рис.4. Внешний вид АЦЛ-4.0-50-24(4320)



Рис.5 Внешний вид АЦЛ-4-40-22(43118)

## **Заключение**

Сегодня ещё много населенных пунктов остаются за пределами стандартного радиус выезда подразделений федеральной противопожарной службы. Таким образом, люди живут на территориях, где практически нет возможностей для борьбы с огнем. Особенно сложной остается ситуация в сельских районах, где пожарные подразделения порой находятся на расстоянии десятков километров от населенных пунктов. Решить данные проблемы возможно только размещением в данных населенных пунктах подразделений муниципальной пожарной. Эти подразделения в большинстве своем малочисленные. Из этого следует, что поставлять на вооружения туда необходимо автоцистерны с дополнительным оборудованием, в частности автоцистерны пожарные с лестницей.

## **Ссылки на используемые источники (References)**

1. ГОСТ Р 53247-2009 "Техника пожарная. Пожарные автомобили. Классификация, типы и обозначения".
2. НПБ 197-2001 «Автоподъемники пожарные. Общие технические

требования. Методы испытаний».

3. НПБ 307-2002 «Автомобили пожарные номенклатура показателей».
4. Автоцистерна пожарная с лестницей АЦЛ 6.0-50-18(4320). Руководство по эксплуатации. 38А2-00.00.000 РЭ.
5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации АЦЛ.
6. М.Д. Безбородько, Учебник Пожарная техника, Москва, 2004.
7. Преснов А.И., Каменцев А.Я., Иванов А.Г. и др. Пожарные автомобили: Учебник водителя пожарного автомобиля. - Санкт-Петербург, 2006.-507с..
8. Абросимов Ю.Г. Гидравлика. Учебник. М.: Академия ГПС МЧС России, 2005.

# Совершенствование противопожарной защиты чабанских стоянок на примере Республики Тыва

Монгуш Р.Р.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** в работе проведен анализ лесных пожаров на территории Республики Тыва, которые являются следствием эксплуатации чабанских стоянок. Дано понятие чабанским стоянкам, общие сведения и возможная пожарная опасность на данных объектах. Ввиду отсутствия норм и правил содержания данных объектов с точки зрения пожарной безопасности, разработаны рекомендации по пожарной безопасности для чабанских стоянок, а именно планировка и содержание территорий, сооружений и помещений, а также изложены действия чабанов в случае пожара. Даны рекомендации о порядке сообщения о пожаре, спасении людей и оказании первой доврачебной помощи, эвакуации людей и имущества и первичным действиям по тушению пожара.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, лесные пожары, чабанские стоянки

### Вступление (Introduction)

По статистическим данным каждый год происходит около 300 тысяч пожаров. Они наносят колоссальный экологический ущерб, экономический ущерб, влияют на виды растительности и среду обитания животных, на здоровье человека. Поэтому, защита от пожаров, является важнейшей задачей и обязанностью каждого члена общества и должна соблюдаться в общегосударственном масштабе. Но пожары, ни всегда могут возникнуть сами, зачастую этому способствует человеческий фактор [5]. Из-за своей неправильной деятельности, человек наносит вред окружающей среде. Меня, как и многих других жителей, где преобладает степная местность, беспокоит эта тема, потому что в результате пожаров гибнут леса, степи, луга, многочисленные его обитатели, гибнут растения их корни, а некоторые их виды исчезают. Эта обстановка может способствовать экологической катастрофе [5].

Одной из причин степных и лесных пожаров являются чабанские стоянки. Под чабанской стоянкой понимаются объекты и площадки, находящиеся вне территории населенных пунктов, а также отдельные здания и сооружения, предназначенные для содержания мелкого и крупного рогатого скота.

Разведение костров, сжигание мусора, пренебрежение правилами пожарной безопасности, халатность при эксплуатации отопительного оборудования и т.д. зачастую способствует развитию пожаров. Данная проблема является актуальной, поскольку на сегодняшний день отсутствуют какие-либо нормы регулирования правила пожарной безопасности для чабанских стоянок [3].

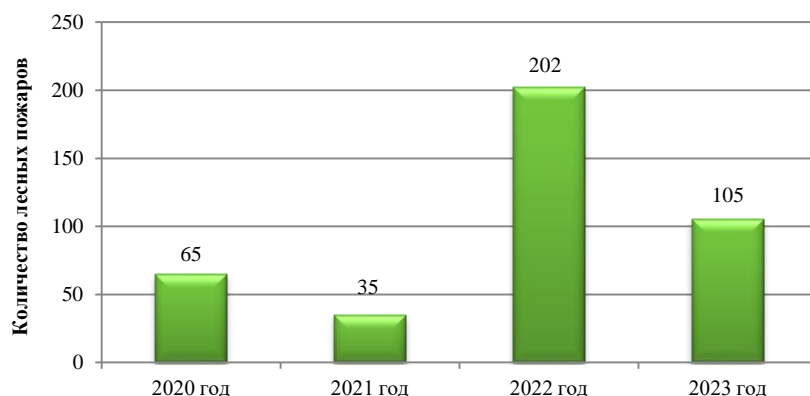
### Материалы и методы (Materials and Methods)

Целью работы является разработка рекомендаций (правил) пожарной безопасности для чабанских стоянок.

Для реализации поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:  
изучить статистику лесных пожаров на территории Республики Тыва;  
дать характеристику чабанским стоянкам;  
разработать рекомендации по пожарной безопасности для чабанских стоянок.

### Результат (Results)

На рисунке 1 представлена статистика лесных пожаров на территории Республики Тыва с 2020 года по 2023 год [5].



**Рис. 1.** Количество лесных пожаров на территории Республики Тыва за 2020-2023 гг.

На основании результатов статистических данных о количестве лесных пожаров на территории Республики Тыва следует отметить, что в 2022 году наблюдался значительный рост, на 477 %. Данный показатель является следствием пожароопасного периода, в том числе и лесных пожаров, что в свою очередь подтверждает актуальность данной работы.

2022 год стал рекордным для Тувы по количеству и масштабам лесных пожаров за последнюю пятилетку. С начала пожароопасного периода в регионе было зарегистрировано 202 лесных пожара на общей площади более 21,5 тысячи гектаров леса. Для сравнения: за все пять лет с 2018 по 2022 годы в лесах Тувы пострадало 60070,16 га леса [1].

Отдельное внимание стоит уделить чабанским стоянкам. Чабанские стоянки могут стать источником возникновения лесных пожаров из-за недостаточного контроля над огнем. Часто пастухи и овцеводы разводят костры для приготовления пищи или даже сжигают сухую растительность для создания новых пастбищ. Однако без должного надзора и контроля такие огни могут перерасти в лесной пожар.

Причины, приводящие к пожарам и загораниям на чабанских стоянках: неосторожное обращение с огнем (разведение костров и сжигание стерни, использование факелов и паяльных ламп для отогревания замерзших трубопроводов и остывших двигателей, машин и механизмов, курение, высыпание не затушенного шлака и золы вблизи строений); шалость детей с огнем; не исправность и не соблюдение технологических регламентов при эксплуатации теплопроизводящих установок и нарушение правил топки печей; неисправность электроустановок и нарушения пользования электронагревательными приборами; несоблюдение мер предосторожности при проведении электрогазосварочных и других огневых работ; искры котельных и других установок, а также выпускных труб двигателей тракторов, комбайнов и автомобилей.

На сегодняшний день отсутствует какие-либо нормы регулирования требований пожарной безопасности для чабанских стоянок. Поэтому данный вопрос является актуальным в рамках выпускной квалификационной работы.

Под чабанской стоянкой (рисунок 2) понимаются объекты и площадки, находящиеся вне территории населенных пунктов, а также отдельные здания и сооружения, предназначенные для содержания мелкого и крупного рогатого скота [2].



**Рис. 2.** Общий вид чабанской стоянки



Под объектами чабанской стоянки (рисунок 3) понимаются различные постройки, сооружения хозяйственного и бытового назначения, предназначенные для проживания чабанов и содержания мелкого и крупного рогатого скота.



**Рис. 3.** Общий вид построек и сооружений чабанской стоянки

Результатом научной работы были разработаны рекомендации об организации пожарной безопасности чабанских стоянок на территории республики Тыва.

При планировке и проектировании объектов чабанской стоянки, особое внимание должно быть уделено составлению перспективного плана застройки этой стоянки.

При проектировании строительства чабанской стоянки необходимо соблюдать требования строительных норм и правил СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

На чабанских стоянках разрешается возводить жилые дома, кошары для содержания скота, хозяйственные постройки, склады грубых кормов и ставить войлочные юрты. Количество и размеры построек определяют размерами чабанской стоянки в зависимости от количества содержащегося скота.

С учётом преимущественного функционального использования территории чабанской стоянки необходимо подразделять на селитебную, производственную и хранения грубых кормов.

Селитебная территория предназначена для размещения жилых домов, юрт, бань и других различных хозяйственных построек, проездов и дорог.

Производственная территория предназначена для размещения кошар, тепляков, навесов, пунктов подогрева воды, эстакад, выгульных дворов и других, связанных с этим объектов, а также проездов между ними и дорог.

Территория склада грубых кормов предназначена для хранения сена (соломы) и подъезда к стогам (скирдам) для введения погрузочно-разгрузочных работ [6].

При строительстве зданий (сооружений) на территории чабанской стоянки необходимо соблюдать следующие требования:

а) пожароопасные объекты должны располагаться с подветренной стороны по отношению к безопасным или менее опасным в пожарном отношении зданиям и сооружениям;

б) все жилые дома, юрты, бани, пункты подогрева воды и т.д., оборудованные различными типами печей, должны располагаться с подветренной стороны по отношению к менее опасным в этом отношении объектам – кошарам, теплякам, различным хозяйственным постройкам и складам грубых кормов (сеновалам).

На территории существующей чабанской стоянки не разрешается строить новые объекты любого назначения без предварительного согласования с органами государственного пожарного надзора. Лица, допустившие самовольное строительство привлекаются к административной ответственности, а возведенные здания или сооружения подлежат сносу за их счёт.

Противопожарные разрывы между зданиями (сооружениями) запрещается использовать для складирования и временного хранения грубых кормов, каких-либо материалов и оборудования, а также осуществлять стоянку, ремонт и заправку автотранспорта, тракторов и другой сельскохозяйственной техники.

Противопожарные разрывы между строениями на чабанской стоянке необходимо принимать не менее приведенных в таблице 1.

**Таблица 1. Противопожарные разрывы между объектами чабанской стоянки**

Объекты	Жилой дом	Юрта	Кошара	Склад грубых кормов
Жилой дом	16,5 м	21,0 м	24,0 м	31,5 м
Юрта	21,0 м	13,5 м	33,0 м	42,0 м
Кошара	24,0 м	33,0 м	24,0 м	43,5 м
Склад грубых кормов	31,5 м	42,5 м	43,5 м	52,5 м

Территория чабанской стоянки должна постоянно содержаться в чистоте и систематически очищаться от горючих отходов производства.

Ко всем зданиям и сооружениям должен быть обеспечен свободный доступ. Проезды и подъезды к зданиям и водоисточникам, а также подступы к пожарному инвентарю и оборудованию должны быть всегда свободными.

При размещении чабанских стоянок вблизи лесов хвойных пород, между ее строениями и лесными массивами на расстоянии не менее 15 м должны создаваться на весенне-летний пожароопасный период защитные противопожарные минерализованные полосы – опашка шириной не менее 4м.

Непосредственно на территории чабанской стоянки запрещается применение открытого огня (костры, факелы и т.п.).

Сжигать мусор на территории чабанской стоянки разрешается только в безветренную погоду и не более 100 м от строений и хлебных массивов. Оставшуюся золу и угли необходимо залить водой или засыпать землей.

В местах хранения и применения огнеопасных жидкостей и горючих материалов, в животноводческих и других помещениях на чабанской стоянке курение строго запрещается. Курить можно только в специально отведенных местах, отмеченных надписями: «Место для курения», и оборудованных урнами или бочками с водой.

Для нужд пожаротушения имеющиеся естественные водоёмы, расположенные недалеко от чабанских стоянок, должны быть обеспечены подъездами для забора воды пожарными автомашинами.

Подъезды к естественным водоёмам должны быть всегда свободными, а в зимнее время очищены от снега. На открытом водоёме необходимо выровнять площадку для установки пожарной машины, а зимой сделать незамерзающую прорубь.

Для своевременной ликвидации пожара в начальной стадии его возникновения на территории чабанской стоянки около каждого строения необходимо на летний период устанавливать бочку с водой и ведром, а внутри дома, юрты и кошары постоянно иметь небольшую ёмкость или ведро с водой и шерстяное (войлочное) полотнище (старое шерстяное одеяло и т.п.).

Все животноводческие, складские и вспомогательные здания (сооружения) и помещения должны постоянно содержаться в чистоте.

Выходы, проходы, коридоры, тамбуры запрещается загромождать какими-либо материалами, оборудованием и предметами. Двери эвакуационных выходов должны открываться только в направлении выхода из здания (сооружения) [4].

Количество эвакуационных выходов из животноводческого здания и помещения, а также и конструктивное и планировочное решение должны соответствовать требованиям строительных норм и правил.

Животноводческие помещения и их оборудование надо периодически очищать от пыли и других горючих отходов. Сроки очистки устанавливаются технологическими регламентами или противопожарными инструкциями, разработанными для данного помещения чабанской стоянки.

В животноводческих и других помещениях чабанской стоянки запрещается:

- а) устанавливать на путях эвакуации производственное оборудование и другие предметы, забивать двери эвакуационных выходов;
- б) производить уборку помещений с применением бензина, керосина и других легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;
- в) оставлять после окончания работы и без присмотра топящиеся печи, включенные в электросеть нагревательные приборы (электроплитки, чайники и т.д.);
- г) производить отогревание замерзших труб, различных отопительных систем паяльными лампами, факелами и любыми другими способами с применением

открытого огня (это необходимо делать с помощью горячей воды или пара);

д) применять в животноводческих и других зданиях бытовые электронагревательные приборы (плитки, чайники и т.д.), за исключением специально оборудованных бытовых помещений.

### **Действия чабанов в случае пожара**

При возникновении пожара действия работников чабанской стоянки (чабанов, сакманщиков и др.) в первую очередь должны быть направлены на обеспечение безопасности людей и животных.

Каждый работник чабанской стоянки, обнаруживший пожар или загорание, обязан немедленно сообщить об этом старшему чабану или лицу, его замещающего.

Старший чабан должен организовать:

а) посылку нарочного в ближайший населенный пункт для сообщения об этом в кожуунную пожарную часть и администрации сельскохозяйственного предприятия;

б) тушение пожара имеющимися средствами для пожаротушения (пожарная мотопомпа, огнетушитель, вода, песок и т.п.);

в) эвакуацию (при необходимости) людей и животных из опасной зоны;

г) направить лицо, хорошо знающее расположение подъездных путей и водоисточников, для встречи пожарных подразделений;

д) отключение (при необходимости) электроэнергии и осуществление других мероприятий, способствующих предотвращению распространения пожара.

Нарочный, при передаче сообщения о пожаре по телефону, должен соблюдать следующие правила:

а) услышав ответ дежурного диспетчера кожуунной пожарной части, следует сказать, что передается сообщение о пожаре;

б) назвать местечко, где расположена чабанская стоянка, подчеркнув (при необходимости) особенности в названии;

в) сказать, что горит и где – указать (по возможности) место возникновения пожара, внешние признаки пожара, наличие угрозы людям и животным;

г) указать удобный проезд, где и на каком километре шоссе сделать поворот (налево или направо);

д) сообщить свою фамилию и, если есть, номер телефона, по которому делается сообщение.

Представитель администрации объекта, прибывший первым к месту пожара, обязан:

а) проверить, вызвана ли пожарная помощь, организована ли эвакуация людей и животных;

б) поставить в известность вышестоящие органы;

в) возглавить работы по ликвидации пожара, эвакуации людей и животных до прибытия пожарной помощи;

г) в случае угрозы для жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого все имеющиеся силы и средства;

д) при необходимости вызвать медицинскую и другие службы;

е) обеспечить защиту людей, принимающих участие в тушении пожара, от возможных обрушений конструкций, поражений электрическим током, отравлений, ожогов;

ж) одновременно с тушением пожара принять меры к защите (охлаждение, удаление сгораемых материалов и др.) зданий и сооружений, которым угрожает опасность от воздействия высоких температур.

По прибытии на пожар подразделений пожарной охраны старший чабан или представитель администрации сельскохозяйственного предприятия, руководивший тушением пожара, обязан сообщить старшему начальнику подразделений пожарной охраны все необходимые сведения об очаге пожара, мерах, принятых по эвакуации людей и животных, а также о наличии в помещениях людей, занятых ликвидацией пожара.

Одновременно с вызовом пожарной помощи необходимо приступить к подготовке, а в случае прямой угрозы – к непосредственному спасению людей.

При возникновении пожара в деревянном доме спасение должно производиться немедленно из всего здания, независимо от места пожара и особенностей развития пожара. Делать это нужно быстро и спокойно.

Возглавлять спасение людей должен человек, пользующий авторитетом,

который возьмет на себя руководство ими, примет все необходимые меры для предотвращения паники и растерянности.

В первую очередь необходимо спасти детей, проверяя все места в горящем помещении (под столами и кроватями, в постели, в гардеробе, в темном углу, в кладовой и т.п.). Разыскивая взрослых в помещении, необходимо окликать их. Взрослых следует искать (в том числе и потерявших сознание) на путях к выходу из помещения (у окон, дверей и в коридорах).

Из задымленного помещения необходимо выходить, пригнувшись или ползком и опустив голову ближе к полу. Входя в сильно задымленное помещение, необходимо придерживать за стены, запоминать предметы по пути движения и ориентироваться по направлению настла досок, расположению окон, дверей и т.п.

Отыскивая оставшихся и пострадавших, необходимо сделать простейшую повязку, защищающую органы дыхания от дыма, из нескольких слоев марли или полотенца, сложенного в несколько слоев и смоченного водой. Желательно иметь с собой запасные повязки для защиты органов дыхания отыскиваемых детей и взрослых.

Детей и взрослых, потерявших сознание, выносят на руках, завернув их в одеяло или пальто для защиты от действия высокой температуры.

По окончании спасательных работ необходимо тщательно осмотреть все помещения, особенно задымленные, чтобы убедиться в отсутствии там людей.

Запрещается проводить эвакуацию имущества до завершения операции по спасению людей.

Необходимо следить за тем, чтобы взрослые и дети не могли вернуться опять в горящее помещение.

В случае обнаружения человека, мечущегося от боли по помещению в горячей или тлеющей одежде, его следует остановить, снять с него горящую одежду или набросить на него плотную ткань (одеяло, постельное покрывало, пальто, плащ и т.п.), плотно прижав к своему телу. После чего облить его и вещи, в которые он будет завернут, водой.

После удаления пострадавшего в безопасное место ему необходимо оказать первую медицинскую помощь. Одновременно с этим, на место пожара следует немедленно вызвать скорую медицинскую помощь и подготовить к отправке пострадавших в ближайшее лечебное учреждение.

При ожогах, которые не нарушили кожного покрова (покраснение кожи, появление пузырей), для уменьшения боли необходимо обмыть обожженную кожу чистой холодной кипяченной водой, после чего смочить больное место спиртом, водкой или одеколоном и наложить сухую стерильную повязку. Запрещается срывать с обожженного места остатки одежды. Ее следует разрезать и осторожно снять, а прилипшие к коже куски можно корочке обрезать по краям и наложить сверху сухую повязку.

При значительных ожогах тела пострадавшего надо завернуть в чистую простыню, уложить в постель и укутать одеялом. До приезда врача больного нужно напоить теплым сладким чаем. Ни в коем случае нельзя использовать всякие домашние средства (смазывание ожогов подсолнечным маслом или другим жиром может привести к нагноению раны, а распространенное прикладывание сырых овощей, глины или земли может вызвать заражение столбняком). Запрещается прокалывание образовавшихся пузырей, срывание обвисших клочков кожи и т.п.

После завершения спасения людей необходимо приступить к эвакуации имущества и тушению пожара, что возможно производить одновременно, если позволяет обстановка. Во всех случаях при тушении пожара необходимо действовать быстро, использовать имеющиеся подручные средства пожаротушения и строго соблюдать правила техники безопасности

### **Обсуждение (Discussion)**

Пожары, вызванные чабанскими стоянками, могут распространиться быстро из-за сухости и ветров, что усложняет процесс тушения и увеличивает вероятность разрушительных последствий. Поэтому важно постоянно информировать пастухов и овцеводов правилам безопасности при использовании открытого огня на чабанских стоянках и предпринимать меры по предотвращению лесных и степных пожаров в своих районах.

Основными причинами пожаров на чабанских стоянках являются: неосторожное обращение с огнем (курение, разведение костров, применением

спичек и керосиновых фонарей с разбитыми стеклами при посещении различных неосвещенных помещения, высыпание на затушенных шлака и золы в близи строений);

нарушение правил пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ;

неисправность и неправильная эксплуатация теплогенераторов, пароводогрейных котлов, электробрудеров, обогревателей инфракрасными лучами, приборов печного отопления;

возникновение пожаром в результате неисправности и не правильной эксплуатации электропроводки, осветительной арматуры и установочных аппаратов; пожары, возникающие от воздействий молний, детской шалости с огнем, искр выпускных труб двигателей тракторов и автомобилей, а также от других причин.

Заключение (Conclusion)

В рамках проведенной работы были получены следующие результаты:

проведен статистический анализ лесных пожаров Республики Тыва с 2019 по 2023 гг.

дано понятие чабанских стоянок, общие сведения и возможная пожарная опасность на данных объектах;

разработаны рекомендации по пожарной безопасности для чабанских стоянок Республики Тыва;

представлены противопожарные требования к объектам чабанских стоянок, а именно жилым домам, юртам, кошарам, складам.

разработаны рекомендации о порядке сообщения о пожаре, спасении людей и оказании первой доврачебной помощи, эвакуации людей и имущества и первичным действиям по тушению пожара

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Кызыл-оол И. Т. Организация хозрасчётных чабанских бригад. Кызыл, 1962 г. – 56 с.
2. Огневые испытания чабанской юрты. – Кызыл-Иркутск, ИфВИПТШ МВД РФ. 1991 г. – 16 с.
3. Официальный сайт Управления Федеральной службы государственной статистики по Республике Тыва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://17.rosstat.gov.ru/folder/29698> (дата обращения: 10.09.2024).
4. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 21.05.2021) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
5. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 80 с.
6. Приказ МЧС России от 21.11.2008 № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий».
7. Приказ МЧС России от 8 октября 2018 года N 431 «О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий»;
8. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 04.11.2022) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
9. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «О пожарной безопасности».
10. «Что делать при лесном пожаре? Инфографика» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aif.ru/society/safety/> (дата обращения: 10.09.2024).

# Комплексные методы зондирования для восстановления видимости и поддержки принятия решений в задымленном пространстве

Яровой В.Ю.

Сибирская -пожарно-спасательная академия  
ГПСМЧС России

**Аннотация (Abstract)** Современные технологии значительно улучшают работу газодымозащитной службы (ГДЗС) в условиях высокой задымленности. Методы зондирования, такие как ультразвуковое, радиолокационное и активно-импульсное, позволяют эффективно находить пострадавших и оптимизировать действия спасателей. Важность разработки алгоритмов взаимодействия между компонентами системы подчеркивает необходимость быстрого принятия решений в критических ситуациях.

**Ключевые слова (Keywords):** газодымозащитная служба, зондирование, ультразвук, радиолокация, оптико-электронные технологии, алгоритмы, безопасность

На сегодняшний день существует широкий спектр технических решений, которые значительно способствуют выполнению оперативных задач звеньями газодымозащитной службы (ГДЗС). Это служба, работа которой связана с чрезвычайно сложными условиями, такими как высокая задымленность, ограниченная видимость и экстремальные температуры, требует применения современных технологий для обеспечения безопасности и повышения эффективности. В рамках анализа современных аппаратных и программных решений [1], применяемых для поиска пострадавших и оптимизации работы звеньев ГДЗС, можно выделить несколько методов зондирования окружающей среды, которые активно используются:

Ультразвуковое зондирование – метод, основанный на использовании звуковых волн высокой частоты. Ультразвуковые датчики могут эффективно проникать через задымленные участки, помогая обнаруживать препятствия и ориентироваться в пространстве. Этот метод используется для определения формы и расположения объектов, что особенно важно при поиске пострадавших и оценке состояния окружающей среды.

Радиолокационное зондирование – технология, которая позволяет получать информацию о положении объектов на основе анализа отраженных радиоволн. Радиолокационные системы могут быть полезны в условиях плохой видимости, таких как задымление, когда визуальные методы становятся малоэффективными. Радиолокационные системы обеспечивают высокую точность определения положения объектов на значительных расстояниях.

Активно-импульсное (оптико-электронное) зондирование – метод, который включает использование оптических и электронных технологий для передачи и обработки информации. Данный метод включает применение импульсных лазеров или других источников света для сканирования пространства, что позволяет получать детализированную информацию о рельефе и объектах в задымленной среде.

На основе результатов исследований [1-2] установлено, что наиболее эффективным подходом к решению задач в условиях сильной задымленности является комплексное использование методов зондирования. Такой подход позволяет компенсировать недостатки каждого отдельного метода за счет их взаимодополнения [3]. Однако, несмотря на все преимущества, выбор одного или нескольких методов зондирования сам по себе не гарантирует полной работоспособности системы. Технические средства требуют не только качественного оборудования, но и разработки эффективных алгоритмов взаимодействия между компонентами системы. Это необходимо для того, чтобы получаемая информация была обработана и представлена в удобном для восприятия виде, что позволит команде ГДЗС быстрее принимать решения в критических ситуациях.

Для создания полнофункциональной и надежной системы восстановления

видимости в задымленной среде необходимо разработать специальные алгоритмы работы приборов. Эти алгоритмы должны учитывать как технические возможности каждой отдельной технологии, так и специфику их комбинированного использования. Такой подход позволит создать систему, которая будет способна эффективно адаптироваться к изменяющимся условиям на месте происшествия.

Кроме того, важно разработать четкий алгоритм применения оборудования на практике. Это позволит пользователям – командирам звеньев ГДЗС или руководителям тушения пожара – максимально эффективно использовать технические решения. Важно понимать, что технологии должны не только облегчать восприятие информации, но и помогать упростить её для быстрого принятия решений. В экстремальных условиях время на обработку информации ограничено, и потому простота и скорость доступа к данным становятся ключевыми факторами.

На основании вышеизложенного был предложен следующий алгоритм обработки и упрощения информации, который направлен на поддержку принятия оперативных решений командиром звена ГДЗС или руководителем тушения пожара (см. рис. 1). Этот алгоритм призван помочь быстро ориентироваться в ситуации, анализировать получаемые данные и принимать правильные решения, минимизируя риски для жизни и здоровья как самих спасателей, так и пострадавших.

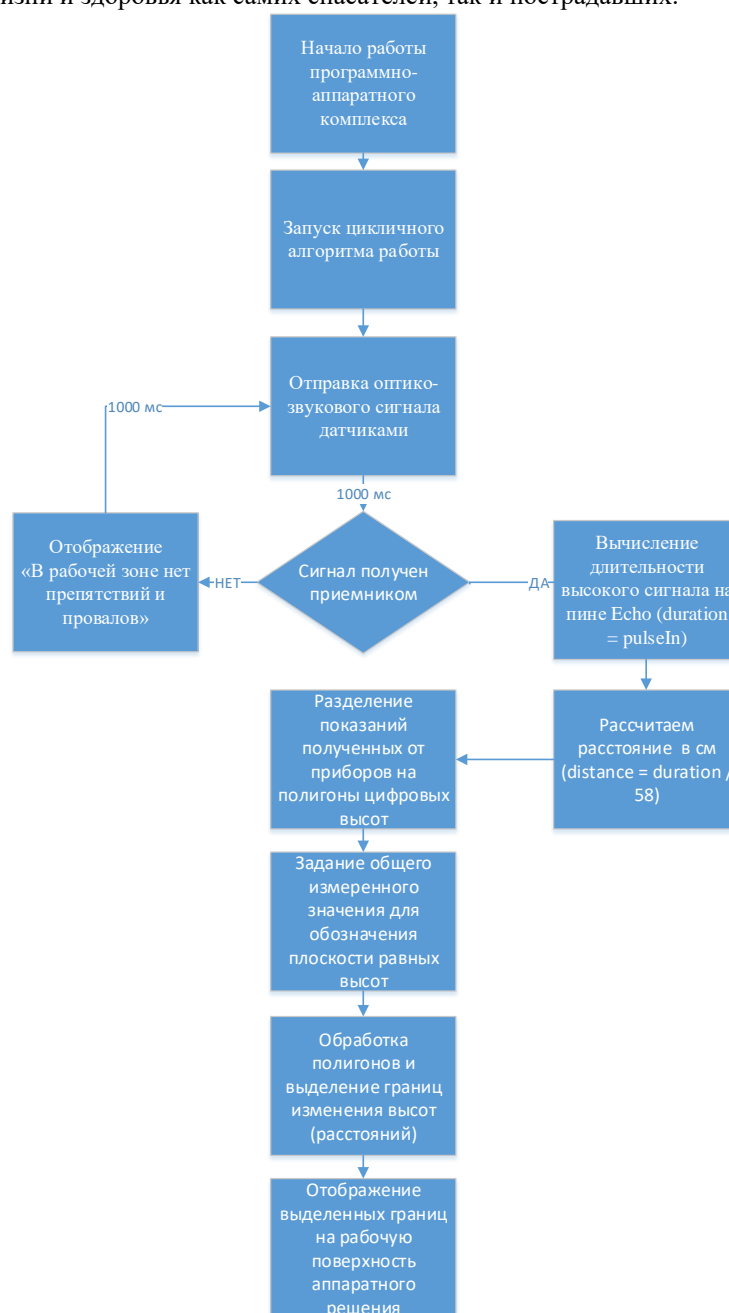


Рис. 1. Алгоритм обработки и упрощения информации

Таким образом, разработка эффективной системы восстановления видимости в условиях задымленности – это многоуровневая задача, которая требует интеграции различных технологий и методов, а также создания продуманных алгоритмов их использования.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Яровой, В. Ю. Аналитический обзор подходов к информационной поддержке звеньев газодымозащитной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ в зоне ограниченной видимости / В. Ю. Яровой, П. В. Ширинкин // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2023. – № 1(28). – С. 136-144. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.95.54.011. – EDN QDNRWQ.

2. Суриков, А. В. Основные методы и устройства, применяемые и перспективные для улучшения видимости при чрезвычайных ситуациях / А. В. Суриков, В. О. Петухов, В. А. Горобец // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2011. – № 1(29). – С. 121-129. – EDN WJLKL V.

3. Патент на полезную модель № 226706 U1 Российская Федерация, МПК А62С 99/00. Зондирующее пожарно-спасательное устройство : № 2023131029 : заявл. 27.11.2023 : опубл. 19.06.2024 / В. Ю. Яровой, П. В. Ширинкин. – EDN DGONYF.



# Комплексное исследование стальных изделий в целях пожарно-технической экспертизы

Талай И.Я.

канд. хим. наук, доцент

Долгушина Л.В.

Сибирская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** В статье рассмотрены стальные изделия, которые были подвержены температурному воздействию, для получения данных о влиянии на их состав, микроструктуру, состав окалины, образующейся на поверхности. В рамках исследования были изучены основные виды, свойства и характеристики стали и ее применение. А также рассмотрены методы металлографии, рентгеноструктурного анализа, современное оборудование, применяемое для пожарно-технического исследования холоднодеформированных стальных изделий. Проведено исследование изменения коэрцитивной силы объектов, подверженных температурной обработке различной величины и длительности. А также проведены вибретоковые исследования толщины образующейся окалины. Состав окалины изучен методом рентгеноструктурного анализа. Рассмотрены дополнительные методы исследования для оценки влияния температуры на объект. Выявлено, что зависимость временного и температурного нагрева, достаточно четко просматривается в визуальном осмотре макроструктуры объектов. Изменение цвета и появления на поверхности образцов продуктов газовой коррозии, свидетельствует о первоначальных признаках теплового воздействия. Показано, что при повышении температуры нагрева изделия увеличивается размер зерен в микроструктуре металла. Изменения структуры образцов при увеличении временного отрезка происходят незначительно, что указывает на минимальную зависимость изменений от времени воздействия температуры. На основании измерений вибретоковым прибором выявлено, что величина ЭДС плавно уменьшается в интервале температур 25-700 °С с 4000 до 3300 мкВ, при этом длительность температурного воздействия практически не оказывает влияния на показания прибора. А при более высоком температурном воздействии происходят значительные изменения ЭДС и время воздействия температуры на объект влияет на показания прибора. Установлено, температура нагрева оказывает существенное влияние на содержание вустита в окалине, с повышением температуры рост вустита происходит активнее, что свидетельствует о стремительном процессе рекристаллизации стали и степени ее термического поражения в процессе пожара. В то время, как длительность температурного воздействия оказывает незначительное влияние на содержание вустита в полученных образцах окалины. Таким образом, при проведении комплексного исследования температурного воздействия на холоднодеформированные стальные изделия показано, изменения структуры и состава образцов при увеличении временного отрезка происходят незначительно, что указывает на минимальную зависимость изменений от времени воздействия температуры.

**Ключевые слова (Keywords):** сталь, методы, анализ, металлографические исследования, экспертиза, вибретоковые исследования, рентгеноструктурный анализ, коэрцитивная сила.

## Вступление (Introduction)

Определение характера термического воздействия на металлические конструкции, особенно стальные, является критически важной задачей пожарно-технической экспертизы. Сталь – повсеместно используемый материал в строительстве, промышленности и быту, и её присутствие на месте пожара практически гарантировано. Поэтому исследование стальных элементов – это один из ключевых аспектов расследования, позволяющий определить очаг возгорания и реконструировать ход пожара. Анализ изменений микроструктуры и физико-

механических свойств стали после пожара позволяет не только определить зоны с различной степенью термического воздействия, но и оценить температуру и длительность нагрева в каждой из этих зон. Это дает ценную информацию для установления причины пожара, оценки динамики его развития и определения времени возникновения.

В отличие от многих других материалов, сталь обладает широким диапазоном температурных трансформаций, что делает её весьма информативным объектом исследования. При нагреве сталь претерпевает ряд фазовых превращений, которые сопровождаются характерными изменениями микроструктуры, регистрируемыми методами микроскопии (световой, электронной, сканирующей зондовой), а также изменениями макроструктуры, видимыми невооруженным глазом или с помощью макросъемки. Например, при определенных температурах могут образовываться оксидные пленки, изменяется твердость, прочность и пластичность материала, могут возникать деформации, вплоть до плавления. Все эти изменения зависят от скорости нагрева, максимальной достигнутой температуры и времени воздействия высоких температур.

Непосредственно на месте пожара для исследования стальных объектов могут применяться полевые методы анализа, а после изъятия объектов проводятся лабораторные исследования. Полевые методы часто включают визуальный осмотр, измерение размеров деформаций, использование портативных приборов для быстрой оценки твердости стали. Лабораторные исследования, напротив, более детальны и позволяют использовать более широкий спектр методов, включая металлографический анализ, дифференциально-термический анализ (ДТА), рентгеновскую дифракцию, атомно-абсорбционную спектрометрию и другие. Сочетание полевых и лабораторных методов обеспечивает полное и достоверное представление о воздействии огня на стальные конструкции.

Более того, современные методы анализа, такие как моделирование теплового потока с использованием программного обеспечения и компьютерной томографии, позволяют реконструировать термическую историю стальных элементов с высокой степенью точности. Это позволяет уточнять результаты экспериментальных исследований и получать более полную картину развития пожарной ситуации. Комплексный подход, включающий как традиционные, так и современные методы исследования, позволяет повысить достоверность экспертных заключений в расследованиях пожаров и установить объективные факты, необходимые для принятия решений в рамках уголовного и гражданского судопроизводства. Дальнейшее развитие методик исследования стали после воздействия высоких температур ориентировано на повышение скорости анализа и автоматизацию процесса, а также на улучшение точности определения параметров термического воздействия.

## **Материалы и методы (Materials and Methods)**

Сталью называется сплав железа с углеродом, в котором массовая доля углерода составляет 2,14 % (теоретически). На практике концентрация углерода составляет не более 1,5 %. Кроме углерода в стали находятся постоянные примеси: кремний, марганец, сера, фосфор и другие химические элементы.

С точки зрения пожарно-технической экспертизы стальные изделия, которые могут подвергаться исследованию после пожара, разделяют на две группы:

- 1) горячекатаные
- 2) холоднодеформированные

Основной ассортимент стальных изделий создается методом горячей прокатки, включая уголки, тройники, двутавры, трубы и листы. Затем они используются для изготовления каркасов зданий, сооружений и другого промышленного оборудования с помощью сварки.

Изделия из холоднодеформированной стали изготавливаются с помощью таких методов, как протяжка и штамповка. К таким изделиям относятся часто используемые крепежные изделия, такие как болты, гайки, шпильки, винты, гвозди, некоторые виды труб, а также штампованные корпуса и детали устройств для оборудования и транспортных средств. Они не подвергаются дальнейшей термической обработке на заводе-изготовителе и сохраняют свою структуру. Они являются важными объектами исследования при установлении причины пожара.

Наибольшее применение получили простые углеродистые стали [1]. При эксплуатации в особых условиях, таких как высокая температура и активная

(агрессивная) среда используются специальные легированные стали (например, для изготовления насосов для перекачки кислот, механизмов, работающих в морской воде, и др.)

Экспертиза пожаров представляет собой комплекс специальных знаний, необходимых для исследования места возгорания, отдельных конструкций, материалов, изделий и их остатков после пожара. Целью экспертизы является получение информации, необходимой для определения источника пожара, его причин, путей распространения огня, а также для выяснения природы обгоревших остатков и решения других задач, возникающих в процессе исследования и расследования пожара.

Для проведения исследования на месте пожара необходимо отобрать однотипные стальные изделия, которые распределены по всей зоне пожара. Например, это могут быть крепежные элементы. Также важно взять образцы одинакового материала для дальнейшего изучения в лабораторных условиях, включая отлитые конструкции и детали. Изъятые изделия должны быть одинакового размера. Рекомендуется взять не менее 10-12 образцов (чем больше, тем лучше). Если возможно, стоит также изъять один экземпляр такого же изделия, который находится вне зоны нагрева, чтобы использовать его в качестве объекта сравнения. В дальнейшем результаты исследования объектов помогут определить зону наибольших термических повреждений, что в свою очередь позволит определить очаг пожара.

Поведение материалов всегда определяется их структурой. Наука, занимающаяся исследованием структуры металлических материалов, называется металлографией.

Металлографический анализ (металлографическое исследование) - исследование структуры металлов и сплавов. Предусматривает изготовление микрошлифа и исследование его методами оптической и электронной микроскопии.

Основной целью металлографического исследования является изучение микроструктуры, характерной для исследуемых металлов и сплавов, при помощи микроскопии [2]. Предпосылкой для всех металлографических исследований является изготовление образцов (шлифов), которые могут быть использованы для микроскопического исследования с помощью светового и электронного микроскопов, а также количественного измерения структурных составляющих.

Процесс изготовления металлографических шлифов обычно включает следующие основные операции:

1. Вырезку образцов и подготовку поверхности;
2. Его закрепление.
3. Шлифование.
4. Полирование.
5. Травление

Правильное изготовление шлифов имеет чрезвычайно важное значение, поскольку от этого зависит правильность толкования микроструктур. Если не соблюдать необходимых условий в течение рабочего процесса от взятия образца до просмотра протравленного шлифа, могут произойти изменения, которые затрудняют распознавание фактической структуры или делают его невозможным.

Площадь поверхности образцов, предназначенных для приготовления шлифов и металлографического исследования, не должна быть больше 3-6 см<sup>2</sup> (обычно 1-4 см<sup>2</sup>), диаметры круглых образцов должны быть не более 1-2 см. Высота определяется легкостью манипулирования при полировании и обычно составляет 10-15 мм.

Образцы обычно помещают в оправку лицевой стороной вниз, оправку заполняют пластмассой и получают монолитный блок. Используют термореактивные, термопластичные пластики и пластмассы холодного отвержения.

Для выявления микроструктур металлов и сплавов различные химические травители, в зависимости от состава стали.

Для определения микроструктуры стали используют металлографические микроскопы [3]. В настоящее время, в пожарно-технической экспертизе применяются металлографические микроскопы двух типов: ЕС-Метам РВ и МИМ-10. Микроскопы серии «Метам» предназначены для визуального наблюдения микроструктуры металлов и сплавов. Микроскоп МИМ-10 не только обеспечивает визуальное наблюдение и фотографирование структуры металлов и сплавов, но и позволяет делать количественный анализ их фазового и структурного объемного состава с помощью полуавтоматического интеграционного устройства.

Чем выше температура и длительность нагрева холоднодеформированного стального изделия на пожаре, чем в большей степени происходят в нем (вплоть до полного завершения) рекристаллизационные процессы. Это обстоятельство дает возможность по полноте протекания рекристаллизационных процессов судить о степени термического поражения изделия и конструкции в ходе пожара.

Одной из наиболее структурочувствительных характеристик у сталей является коэрцитивная сила – величина напряженности магнитного поля (или величина тока), которая необходима для полного размагничивания предварительно намагниченного стального изделия [4]. Величина коэрцитивной силы (или пропорционального ей тока размагничивания) при рекристаллизации холоднодеформированных стальных изделий последовательно уменьшается. Причем происходит это в достаточно широких температурных пределах - от 200 до 600-700 °С. Степень структурных изменений зависит от параметров теплового воздействия на холоднодеформированный металл, и в первую очередь, от температуры. Таким образом, оценив структурные изменения в различных точках холоднодеформированного изделия или изделий, расположенных в различных зонах пожара, можно выявить зоны различного по степени термического воздействия на конструкции.

При проведении контрольно-измерительных работ по определению толщины разнообразных деталей, изделий и их элементов обычно используют так называемые толщиномеры [5].

На сегодняшний день самыми распространёнными являются ультразвуковые, магнитные и вихретоковые толщиномеры. Для измерения толщины окисла на металлических деталях лучше всего подходят вихретоковые толщиномеры.

Вихретоковые исследования применяются только для токопроводящих материалов. Для возбуждения вихревых токов в поверхностной зоне объекта используют различного рода накладные преобразователи, состоящие из одной или нескольких катушек индуктивности. Переменный ток, протекающий в катушках индуктивности, создает магнитное поле. При наложении преобразователя на поверхность объекта такое поле возбуждает в поверхностном слое вихревые токи, которые регистрируются измерительным преобразователем. В качестве преобразователя обычно также используются индуктивные катушки (одна или несколько). Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушку преобразователя, наводит в них электродвижущую силу (далее ЭДС) или изменяет их полное сопротивление.

Величина ЭДС ( $U$ , мкВ) зависит от двух параметров: температуры нагрева (от 700 °С и выше), и в меньшей степени от длительности нагрева, т.е.  $U=f(t, \tau)$ . Таким образом, величина ЭДС при измерениях вихретоковым прибором может быть критерием степени термического поражения стальных конструкций и предметов. Чем меньше величина ЭДС, тем сильнее было термическое воздействие на конструкцию (изделие). Точнее - выше степень его термического поражения.

Для определения величины ЭДС, коррелирующей с толщиной окалины, используются многофункциональные вихретоковые приборы (толщиномеры). В системе СЭУ ФПС МЧС России для этих целей преимущественно используется прибор МВП-2М.

Вихретоковый прибор состоит из электронного блока и измерительного преобразователя. Преобразователь прибора устанавливается на элементе конструкции или изделия и затем измеряется величина ЭДС или толщина окалины. Количество измерений в каждой точке исследования повторяются не менее 12 раз, после чего минимальное и максимальное значение отбрасывается (для устранения случайной погрешности). Затем рассчитывается среднее арифметическое значение параметра.

Метод рентгеноструктурного анализа является одним из методов исследования структуры материалов и основан на дифракции рентгеновских лучей, проходящих через объекты исследования. Данный метод позволяет определить кристаллическую структуру, фазовый состав, текстуру и другие характеристики материалов.

Принцип метода основан на прохождении рентгеновских лучей через материал и дальнейшее их рассеивание электронами атомов.

Рентгеновский дифрактометр – прибор, предназначенный для проведения рентгеноструктурного фазового анализа поликристаллических объектов. Широко применяется в целях решения экспертно-криминалистических задач в области пожарно-технической экспертизы, таких как исследование электротехнических

изделий при решении вопроса об их причастности к возникновению пожара, а также исследование различных твердых материалов, веществ и изделий, имеющих кристаллическую структуру, с целью установления очаговых признаков пожара. Аппарат настольный, малогабаритный и предназначен для исполнения лабораторных исследований.

Особенностями рентгеновского дифрактометра являются:

полупроводниковый кремниевый детектор с высокой чувствительностью, низким уровнем шума, малыми габаритами.

возможность исследования широкого спектра образцов, в том числе порошковых из материалов с различной величиной зерна, образцов произвольной формы с плоской гранью, микрообъектов.

высокая степень автоматизации управления и сбора данных.

программное обеспечение (ПО) для проведения количественного рентгенофазового анализа (КРФА).

настольное исполнение прибора и полная радиационная безопасность.

объектами исследования выступают любые холоднодеформированные изделия или любые стальные изделия, изготовленные методом холодной штамповки, находящиеся и рассредоточенные в зоне предполагаемого очага горения.

Подготовка образцов для исследования проводится в несколько этапов: аналитический, подготовительный, этап исследования.

В процессе подготовки пробы ее измельчают до порошкообразного состояния либо в качестве объекта исследования используется плоский срез массивного агрегата, который помещается в кювету. Толщина пробы зависит от светосилы прибора. Далее поверхность образца выравнивают, кювету помещают во вращающуюся приставку и переходят к съемке образца, предварительно настроив параметры.

Для лабораторного исследования были использованы холоднодеформированные стальные неоцинкованные гайки диаметром 20 мм из одной партии. Чтобы обеспечить высокую эффективность исследования, поверхность болтов была очищена от признаков коррозии металла с помощью мелкозернистой наждачной бумаги.

В ходе эксперимента был выбран временной и температурный диапазон:

- время: 15, 30 и 45 минут

- температура: от 200 до 1100 °С с повышением на 100 °С для каждой последующей группы образцов.

Целью эксперимента было изучение влияния величины и длительности теплового воздействия на объект. Для этого был проведен эксперимент с температурным нагревом в муфельной печи.

Муфельная печь предназначена для нагрева различных материалов до определенной температуры. В ходе исследования образцы помещались в заранее нагретую муфельную печь при разных температурах (200 °С, 300 °С, 400 °С, 500 °С, 600 °С, 700 °С, 800 °С, 900 °С, 1000 °С, 1100 °С) на 15, 30 и 45 минут. Для каждого промежутка времени и заданной температуры отбиралась группа из 3 объектов. После отжига образцы охлаждались до комнатной температуры.

Морфологический анализ относится к изучению формы, размеров и взаимного расположения внешней структуры объекта, таких как деформации, дефекты и т.д. Оптическая микроскопия с использованием оптического микроскопа является наиболее распространенным методом для такого анализа. Исследование подготовленных образцов проводилось с использованием цифрового USB-микроскопа Levenchuk DTX 90.

Исследование микроструктуры проводилось с использованием металлографического микроскопа МЕТАМ ЛВ-41 с цифровой цветной видеокамерой Фотон 8112 и программным комплексом ImageExpertPro 3. Для создания панорамного снимка использовалась программа Image Composite Editor v.2.0.3.

Результаты вихретокового метода показывают зависимость изменения величины ЭДС от температуры и длительности нагрева. Для измерений использовался прибор МВП-2М.

Поверхность железа и стали покрывается продуктами газовой коррозии - окалиной. Толщина слоя окалины увеличивается по параболическому закону и значительно возрастает при повышении температуры.

Окалина состоит из трех последовательных слоев окислов железа - вустита (FeO), магнетита (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) и гематита (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Состав и толщина окалины зависят от

температуры и времени теплового воздействия. Появление черного цвета на поверхности образцов указывает на преобладание в составе оксида вустита.

Магнитный анализ проводился с использованием прибора КИМ-2М.

### Результат (Results)

В ходе проведения морфологического анализа, можно сделать вывод, что зависимость между временем и температурой нагрева четко прослеживается при визуальном осмотре макроструктуры объектов. Изменение цвета и появление на поверхности образцов продуктов газовой коррозии свидетельствует о начальных признаках теплового воздействия.



Рис. 1. Гайка стальная, выдержанная при температуре 200 °С, 700 °С, 1100 °С в течении 30 мин (при увеличении 11,83х)

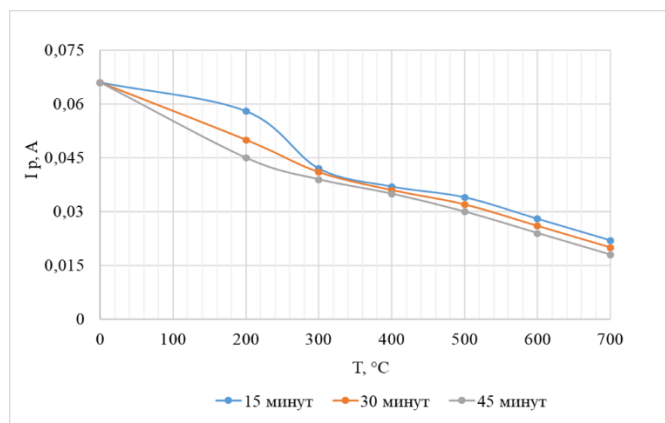
Результаты магнитного анализа показывают зависимость изменения величины тока размагничивания  $I_r$  от температуры и длительности нагрева.

Таблица с полученными значениями образцов приведена ниже. Как уже было сказано ранее, при нагреве в динамическом режиме изменение величины  $I_r$  начинается от 200 °С и заканчивается с завершением процесса рекристаллизации при 600-700 °С.

**Таблица 1.** Показания токов размагничивания  $I_r$

Образец	Показания, $I_r$								Среднее значение
	не обожженный								
температура, °С	время, t	0,065	0,07	0,061	0,07	0,066	0,063	0,065	0,0662
200	15	0,056	0,067	0,061	0,056	0,053	0,054	0,058	0,0587
	30	0,055	0,055	0,049	0,047	0,05	0,051	0,049	0,0505
	45	0,049	0,044	0,044	0,05	0,041	0,042	0,043	0,0453
300	15	0,044	0,04	0,041	0,046	0,041	0,045	0,043	0,0426
	30	0,047	0,04	0,039	0,041	0,039	0,045	0,039	0,0414
	45	0,043	0,036	0,039	0,037	0,043	0,042	0,038	0,0393
400	15	0,04	0,035	0,041	0,036	0,035	0,036	0,035	0,0373
	30	0,036	0,037	0,036	0,039	0,035	0,039	0,034	0,0365
	45	0,038	0,035	0,034	0,035	0,037	0,033	0,032	0,0352
500	15	0,038	0,032	0,036	0,034	0,033	0,031	0,035	0,0344
	30	0,035	0,031	0,034	0,03	0,031	0,032	0,031	0,0321
	45	0,034	0,029	0,03	0,034	0,031	0,028	0,03	0,0305
600	15	0,028	0,03	0,027	0,031	0,025	0,027	0,031	0,0281
	30	0,029	0,027	0,025	0,029	0,024	0,023	0,026	0,0262
	45	0,028	0,023	0,022	0,027	0,021	0,02	0,025	0,0241
700	15	0,025	0,019	0,022	0,021	0,02	0,026	0,025	0,0224
	30	0,021	0,017	0,021	0,024	0,022	0,02	0,019	0,0207
	45	0,018	0,015	0,019	0,02	0,019	0,017	0,015	0,0182

Местонахождение металлоизделия с экстремально низкой величиной тока размагничивания  $I_p$  соответствует зоне наибольшего теплового воздействия в пределах указанных температур.

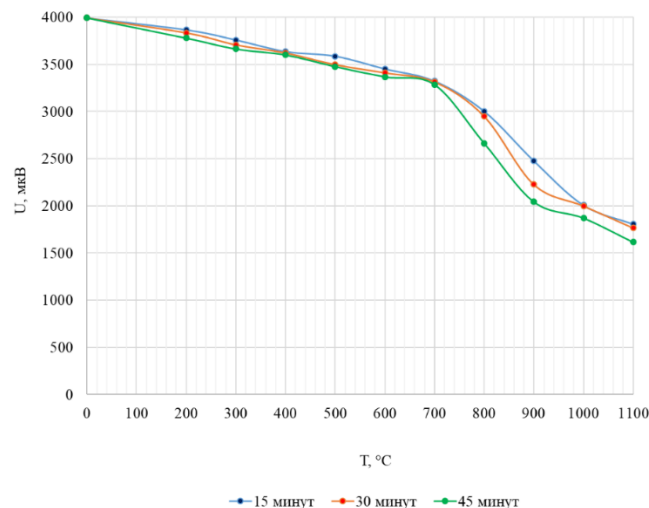


**Рис. 2.** Зависимость величины тока размагничивания  $I_p$  от температуры и длительности нагрева

Величина ЭДС, измеряемая вихретоковым прибором, может служить критерием для определения степени термического повреждения стальных конструкций и предметов. Чем ниже значение ЭДС, тем сильнее было термическое воздействие на конструкцию или изделие. Более точно говоря, это указывает на более высокую степень его термического повреждения.

Таблица 2. Измерения показаний ЭДС (среднее значение)

время, t	Показания ЭДС		
	15 минут	30 минут	45 минут
необожженный температура, °C	3993	3993	3993
200	3867	3835	3779
300	3760	3708	3664
400	3637	3622	3601
500	3588	3498	3477
600	3453	3411	3369
700	3324	3315	3286
800	3004	2950	2665
900	2479	2227	2044
1000	2008	1999	1871
1100	1807	1766	1616



**Рис. 3.** Зависимость величины ЭДС ( $U$ ) от температуры и длительности нагрева

На основании измерений вихретоковым прибором выявлено, что величина ЭДС плавно уменьшается в интервале температур 25-700 оС с 4000 до 3300 мкВ, при этом длительность температурного воздействия практически не оказывает влияния на показания прибора. А при более высоком температурном воздействии происходят значительные изменения ЭДС и время воздействия температуры на объект влияет на показания прибора.

Для проведения металлографического анализа образцов были подготовлены шлифы без необходимости заливки их в быстротвердеющую пластмассу или эпоксидную смолу, что значительно ускорило процесс получения готовых шлифов.

В ходе исследования были изучены стальные изделия, полученные методом холодной деформации. Внимание было сосредоточено на объектах в микроструктуре, где начинался процесс рекристаллизации после появления равноосных зерен. Затем был определен диаметр зерна и сделан вывод на основе полученных данных.

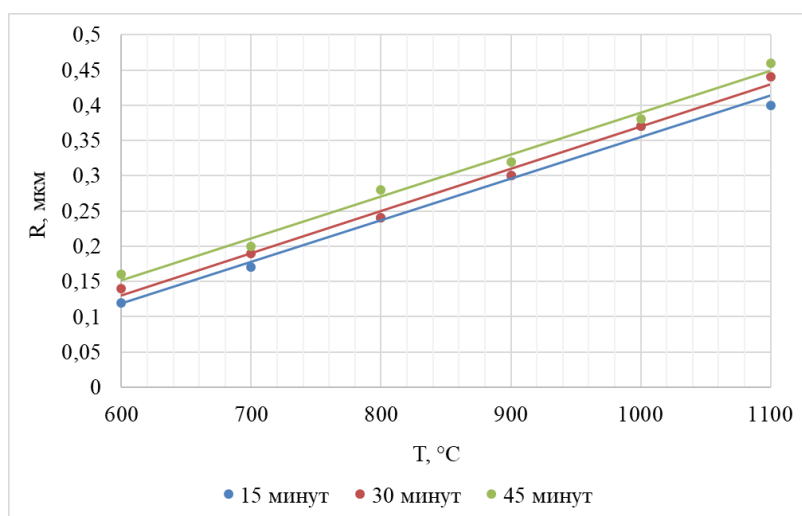
Таблица показывает автоматически рассчитанное среднее значение диаметра зерна для температур от 600 до 1100 °С в течение 15, 30 и 45 минут.

Таблица 3 Измерения размеров зерен

Образцы	Диаметр зерна						Среднее значение
	температура, °С	15 минут	30 минут	45 минут	15 минут	30 минут	
600	15	0,1	0,13	0,07	0,18	0,11	0,12
	30	0,14	0,21	0,12	0,13	0,11	0,14
	45	0,14	0,17	0,1	0,18	0,19	0,16
700	15	0,15	0,14	0,15	0,22	0,19	0,17
	30	0,15	0,19	0,16	0,2	0,27	0,19
	45	0,18	0,2	0,21	0,19	0,21	0,2
800	15	0,26	0,25	0,2	0,22	0,28	0,24
	30	0,31	0,18	0,23	0,21	0,27	0,24
	45	0,36	0,27	0,25	0,21	0,3	0,28
900	15	0,31	0,29	0,23	0,37	0,26	0,3
	30	0,22	0,28	0,29	0,38	0,33	0,3
	45	0,28	0,27	0,38	0,3	0,38	0,32
1000	15	0,29	0,24	0,41	0,46	0,42	0,37
	30	0,37	0,43	0,41	0,34	0,33	0,37
	45	0,36	0,42	0,4	0,34	0,36	0,38
1100	15	0,34	0,37	0,47	0,36	0,48	0,4
	30	0,59	0,39	0,37	0,45	0,46	0,44
	45	0,52	0,42	0,43	0,45	0,45	0,46



По проведенным расчетам, был сформирован наглядный график изменений размеров зерен при нагреве по каждому из отрезков времени.



**Рис. 4.** Зависимость диаметра зерна от времени и температуры

Исходя из проведенного металлографического анализа и полученных данных, можно сделать вывод о том, что при повышении температуры нагрева изделия увеличивается размер зерен в микроструктуре металла. Изменения структуры образцов при увеличении временного отрезка произошли незначительно, что указывает на минимальную зависимость изменений от времени воздействия температуры.

Таким образом, можно предположить, что при повышении температуры и длительности нагрева холоднодеформированного стального изделия во время пожара происходят более активные рекристаллизационные процессы, вплоть до их полного завершения. Это позволяет судить о степени термического воздействия на изделия и конструкции во время пожара.

Для определения зависимости изменения состава окалины от температурного воздействия было проведено рентгеноструктурное исследование на предмет компонентного состава окалины, образовавшейся на поверхности образцов.

После отжига с гаек была снята окалина, предварительно проведены замеры ее толщины и размеров, далее окалина измельчалась в яшмовой ступке. После чего проводился рентгеноструктурный анализ с предварительной настройкой условий съемки и выбором основных аналитических линий.

В процессе исследования были получены данные о физических характеристиках окалины, такие как толщина, размеры и масса, а также данные об интегральных интенсивностях и содержаниях компонентов окалины, полученные в результате лабораторного исследования методом рентгеноструктурного анализа.

**Таблица 4.** Результаты измерения физических свойств окалины исследуемых образцов

образец	толщина окалины								среднее значение	
	температура, °C	время, t								
750	750	15	0,07	0,05	0,06	0,04	0,07	0,05	0,07	0,06
		30	0,05	0,04	0,03	0,04	0,06	0,05	0,03	0,04
		45	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05
850	850	15	0,04	0,03	0,02	0,05	0,02	0,06	0,03	0,04
		30	0,18	0,09	0,07	0,08	0,09	0,14	0,12	0,11
		45	0,12	0,13	0,14	0,13	0,15	0,13	0,12	0,13
950	950	15	0,21	0,37	0,22	0,21	0,37	0,22	0,32	0,26
		30	0,18	0,15	0,20	0,18	0,20	0,27	0,22	0,20
		45	0,21	0,20	0,22	0,23	0,25	0,20	0,20	0,21
1050	1050	15	0,25	0,24	0,26	0,23	0,25	0,26	0,25	0,25
		30	0,27	0,28	0,26	0,28	0,26	0,27	0,29	0,27
		45	0,29	0,30	0,28	0,30	0,29	0,30	0,28	0,29

Полученные в ходе исследования дифрактограммы подверглись анализу и обработке с целью определения зависимости изменения состава окалины от температурного режима и времени его воздействия.

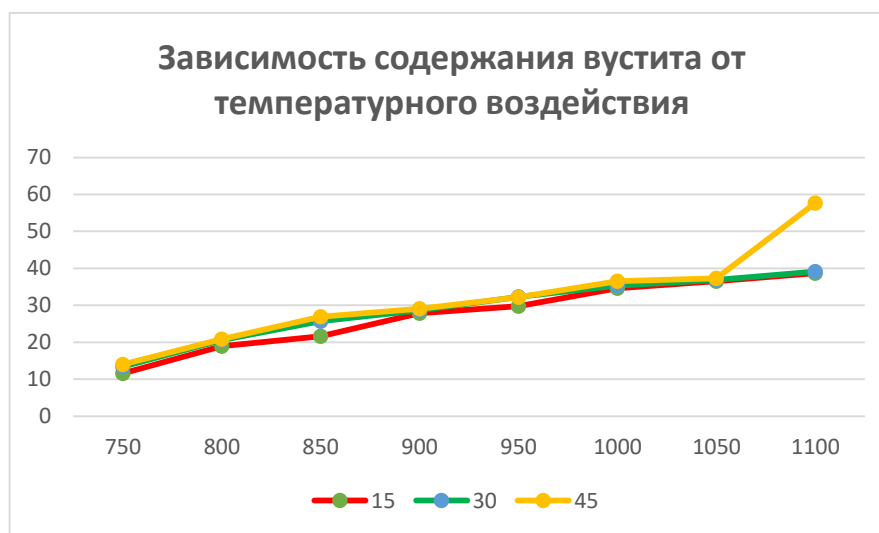
В результате полученных в ходе исследования данных, можно сделать вывод о том, что с возрастанием температуры, воздействующей на образцы, содержание вустита увеличивается. От увеличения временного отрезка, содержание вустита в окалине изменяется в незначительной степени, что говорит о минимальной зависимости изменения структуры от времени воздействия температуры.

В процессе исследования нами были получены данные о физических характеристиках окалины, такие как толщина, размеры и масса, а также данные о интегральных интенсивностях и содержании компонентов окалины, полученные в результате лабораторного исследования методом рентгеноструктурного анализа (таблица 5).

**Таблица 5.** Процентное содержание компонентов окалины

температура, °C	время, t	Cw	Ch	Cm
750	15	11,6	42,3	41,8
	30	13,4	34,5	50,5
	45	14	45,5	41,2
850	15	21,6	27,2	44,5
	30	25,7	42,5	40,2
	45	26,9	57,6	19,5
950	15	29,8	22,4	21
	30	32,3	31	35,3
	45	32,2	28	40,9
1050	15	36,5	24,3	33,7
	30	36,9	25,5	36,2
	45	37,3	25,1	37,1

На основе полученных результатов, нами были составлен график зависимости содержания вустита (рисунок 5) от температурного режима и времени.



**Рис. 5.** Зависимость концентрации вустита от температурного воздействия

Таким образом, температура нагрева оказывает существенное влияние на содержание вустита в окалине, т.е. с повышением температуры рост вустита происходит активнее, что свидетельствует о стремительном процессе рекристаллизации стали и степени ее термического поражения в процессе пожара. В то время, как длительность температурного воздействия оказывает незначительное влияние на содержание вустита в полученных образцах окалины, кроме температуры в 1100 °C.

#### Обсуждение (Discussion)

Выявлено, что зависимость временного и температурного нагрева, достаточно четко просматривается в визуальном осмотре макроструктуры объектов. Изменение цвета и появления на поверхности образцов продуктов газовой коррозии, свидетельствует о первоначальных признаках теплового воздействия.

Показано, что при повышении температуры нагрева изделия увеличивается размер зерен в микроструктуре металла. Изменения структуры образцов при увеличении временного отрезка происходят незначительно, что указывает на минимальную зависимость изменений от времени воздействия температуры.

На основании измерений вихретоковым прибором выявлено, что величина ЭДС плавно уменьшается в интервале температур 25-700 оС с 4000 до 3300 мкВ, при этом длительность температурного воздействия практически не оказывает влияния на показания прибора. А при более высоком температурном воздействии происходят значительные изменения ЭДС и время воздействия температуры на объект влияет на показания прибора.

Установлено, температура нагрева оказывает существенное влияние на содержание вустита в окалине, с повышением температуры рост вустита происходит активнее, что свидетельствует о стремительном процессе рекристаллизации стали и степени ее термического поражения в процессе пожара. В то время, как длительность температурного воздействия оказывает незначительное влияние на содержание вустита в полученных образцах окалины.

### **Заключение (Conclusion)**

По выше изложенным данным, можно подвести итог, что зависимость временного и температурного нагрева, достаточно четко просматривается в визуальном осмотре макроструктуры объектов. Изменение цвета и появления на поверхности образцов продуктов газовой коррозии, свидетельствует о первоначальных признаках теплового воздействия.

Таким образом, при проведении комплексного исследования температурного воздействия на холоднодеформированные стальные изделия показано, изменения структуры и состава образцов при увеличении временного отрезка происходят незначительно, что указывает на минимальную зависимость изменений от времени воздействия температуры.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Шарафитдинова, Н. В. Исследование основных характеристик сталей / Н. В. Шарафитдинова, А. В. Зинюк // Технологические инновации и научные открытия : Сборник научных статей по материалам VI Международной научно-практической конференции, Уфа, 01 июля 2021 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2021. – С. 24-29. – EDN CXNKVO.

2. Магсумов, Р. Н. Возможности метода металлографии в оценках температурного режима пожара / Р. Н. Магсумов // 63-я международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, посвященная 25-летию Астраханского государственного технического университета, Астрахань, 22–26 апреля 2019 года. – Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2019. – С. 144. – EDN PVAAYAB.

3. Гафарова, Ю. Р. Металлографический метод исследования в пожарно-технической экспертизе / Ю. Р. Гафарова, В. П. Перминов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2015. – Т. 2, № 1(6). – С. 299-302. – EDN WNESAR.

4. Елисеев, Ю. Н. Использование ультразвука при подготовке изделий к исследованию магнитными методами / Ю. Н. Елисеев, И. Д. Чешко, В. Г. Плотников // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. – 2018. – № 1. – С. 19-24. – EDN XNAVQT.

5. Елисеев, Ю. Н. Применение инструментальных методов при исследовании последствий пожаров транспортных средств / Ю. Н. Елисеев, Е. В. Копкин, Е. Н. Бардулин // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2017. – № 4(44). – С. 75-81. – EDN YSCGFP.

# **Анализ динамики лесных пожаров на территории Тинского лесничества, Красноярского края**

**Емельянов А.С.**

**канд. биол. наук, доцент**

**Коваль Ю.Н.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** в статье рассмотрена динамика лесных пожаров на территории Тинского лесничества, Красноярского края с 2018 по 2023гг. Приведен анализ статистических данных, произведен расчет количество дней пожароопасного сезона. Результаты проведенного анализа рекомендуется учитывать при планировании профилактических мероприятий, а также разработке планов тушения лесных пожаров, определяющих способы и тактические приемы их ликвидации.

**Ключевые слова (Keywords):** лесные пожары, динамика, площадь пожаров, защитные леса, эксплуатационные леса, Тинское лесничество.

## **Вступление (Introduction)**

Лесные пожары представляют собой неконтролируемое распространение огня по территории лесного массива. Проблема лесных пожаров, которая существует уже долгое время, ранее считалась актуальной только при экстенсивном использовании лесов. Предполагалось, что по мере освоения лесных угодий и развития лесного хозяйства эта проблема должна была исчезнуть. Анализ лесопожарной статистики зарубежных и российских авторов показывает обратное. Число пожаров и площадь, охваченная огнем, напрямую связаны с хозяйственным освоением лесов, увеличением населения, расширением дорожной сети и, следовательно, повышением популярности лесов для отдыха [1]. Ежегодно в лесах России происходит от 13 до 40 тысяч лесных пожаров, среднегодовое количество в 24,62 тысячи. Площадь, захваченная огнем, составляет от 0,5 до 2,5 миллиона гектаров. Иногда бывают годы с экстремальной пожароопасностью, такие, как в 1921 году, когда пожары повредили около 2 миллионов гектаров лесов [2].

Основные причины возникновения лесных пожаров — это неосторожное обращение с огнём (брошенный окурочок, непотушенный костёр, проведение сельскохозяйственных палов); разряд от молнии (при сухой и жаркой погоде); целенаправленные поджоги лесных массивов (с целью уничтожения леса или имущества).

Чаще всего именно сильная засуха является основной причиной массового возникновения лесных пожаров. Особенно опасным считается сочетание длительной засухи и ветреной погоды, когда огонь распространяется быстро и его трудно остановить. Раннее и сухое весеннее время, как правило, является периодом повышенного риска возникновения пожаров [1].

## **Материалы и методы (Materials and Methods)**

Объект исследования — леса, произрастающие в границах Тинского лесничества, площадь которых составляет 274140 гектаров (лесохозяйственный регламент Тинского лесничества от 20.01.2020 № 86-94-од). Леса Тинского лесничества ежегодно подвергаются воздействию лесных пожаров, вследствие чего наносятся ущерб природе и здоровью населения. Исследование на данной территории и описание полученных значений по горимости проводится впервые. Ранее исследование на данной территории и описание полученных значений по динамике лесных пожаров проводилось по определенной направленности. Тинское лесничество осуществляет охрану, защиту лесов от лесных пожаров и в административно-хозяйственном отношении подразделяется на шесть участковых лесничеств: Атагашское, Тинское, Ингашское, Тугушинское, Северное, Южное. Лесная территория Тинского лесничества подразделяется на 801 кварталов. Средняя

площадь лесного квартала составляет 342 га. На территории лесничества находятся такие насаждения, как: сосна обыкновенная, лиственница, ель, береза. На территории преобладают смешанные леса. Согласно данным с лесохозяйственного регламента лесистость района составляет – 67,0 %, площадь вырубок около 5 тыс га.

Для анализа динамики лесных пожаров использовались данные за период с 2018 по 2023 гг., предоставленные краевым государственным бюджетным учреждением «Тинское лесничество».

Средняя площадь одного пожара рассчитывалась путем деления общей площади, пройденной огнем, на количество зарегистрированных пожаров.

## Результат (Results)

Всего за анализируемый период (2018-2023 гг.) было зарегистрировано 129 лесных пожаров. Пройденная пожаром площадь составила 3641,7 га.

Более 80 % числа пожаров и большая часть пройденной ими площади приходится на апрель и май, для которых характерно малое количество осадков и низкая относительная влажность воздуха, способствующие высыханию напочвенных лесных горючих материалов. Другой причиной весеннего максимума пожаров является активное посещение лесных массивов населением в майские праздничные и выходные дни.

Исходя из даты первого и последнего пожаров, продолжительность пожароопасного периода за анализируемые годы фактически составила 164 дней.

Пожароопасный сезон в лесу, период, когда может происходить возгорание лесов, начинается после схода снегового покрова и заканчивается при наступлении дождливой осени или появлении нового снега. В среднем по России этот сезон длится 180 дней, в определенных районах может достигать 220 дней [3].

Продолжительность пожароопасного сезона может увеличиваться из-за изменения климата. Согласно моделированию атмосферы GDFL, на средних широтах России он увеличится на 50-60 дней, что составляет увеличение на 30-40 %. В южных и северных регионах это увеличение будет составлять 60-70 и 30-50 дней соответственно. Учитывая, что на средние широты приходится 65 % лесных пожаров, а на юг и север - 14 и 21 %, соответственно, такое увеличение сезона приведет к росту количества пожаров на 30-41 %. Согласно модели М. И. Будыко, продолжительность пожароопасного сезона увеличится на 21-25 дней на севере, 17-21 в средних широтах и 8-17 на юге. Это составит увеличение на 20-25 % для северных регионов, 12-15 % для средних широт и 4-8 % для южных территорий.

Для пожароопасного периода характерно низкая относительная влажность воздуха и изобилие солнечных дней. Высохшие травяной покров, хвоя, листва и другие растения подвержены возгоранию от незначительного источника огня. В это время замечается наибольшее число лесных пожаров (пожарный максимум).

В летний период количество лесных пожаров снижется. Это связано с повышением влажности почвы и воздуха. Кроме того, листва кустарников и деревьев, обильная травяная растительность помогают предотвратить распространение огня. Условия для возникновения лесных пожаров ухудшаются, и обычно в это время наблюдается наименьшее количество пожаров (пожарный минимум). В конце летнего сезона может наблюдаться повышение количества лесных пожаров. Это может быть связано с опаданием листвы и отмиранием, и высыханием травянистой растительности.

От особенностей климатических и лесных условий, и особенностей развития растений, в каждом лесничестве может наблюдаться свои периоды пожарного минимума и максимума. Кроме того, следует учитывать, что погодные условия в течение года могут значительно отклоняться от средних климатических данных.

количество пожаров варьирует от 7 до 40, пройденная общая площадь от 66 до 1745 га, средняя площадь одного пожара колеблется от 9,4 до 43,6 га. Крупные лесные пожары охватили площадь в 834 га и случались в 2020 и 2022 гг. (из них 100,1 га на арендуемых лесных участках). Увеличение количества крупных пожаров может быть связано с ранним наступлением весны. При этом если в 2020 г. площадь лесных пожаров составляла 415 га, то в 2022 г. – уже достигала почти 429 га. Пожары на арендованных участках происходили с 2019 по 2023 гг., при этом наибольший лесной пожар по площади был зафиксирован в 2022 г. (539 га), а наименьший по площади в 2023 г. (29,5 га).

## **Обсуждение (Discussion)**

На основании произведенного анализа показателей динамики лесных пожаров, которые были зарегистрированы за последние 5 лет на территории Тинского лесничества, были сделаны следующие выводы.

Был рассчитан пожароопасный сезон. Выявлено, что в среднем пожароопасный сезон, фактическая продолжительность составляла около 164 дня. В среднем ежегодно регистрировалось 21 пожар, а общая пройденная ими площадь составляла 607 га.

В течение всех анализируемых лет максимальное количество пожаров отмечалось в апреле-мае, а также выходные дни, когда посещение лесов населением более активно. Поэтому наиболее пожароопасными районами следует считать лесные участки, граничащие с населенными пунктами и садоводческими товариществами [1].

## **Заключение (Conclusion)**

Сократить затраты на содержание сил и средств при тушении лесных пожаров на территории Тинского лесничества возможно если использовать полученные результаты динамики. Данные результаты будут полезны при планировании профилактических мероприятий, а также разработке планов тушения лесных пожаров [4].

## **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Андреев, А. Ю. Оценка рисков распространения и экологических последствий лесных низовых пожаров / А. Ю. Андреев, Ю. А. Андреев // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2019. – № 3(14). – С. 19-22.

2. Вытовтов, А. В. Повышение экологической безопасности в лесах вследствие пресечения нарушений правил пожарной безопасности / А. В. Вытовтов, Г. И.

3. Коваль, Ю. Н. Лесные пожары и их последствия, на примере ЗАТО Железногорск / Ю. Н. Коваль, К. П. Бутова // Экологические проблемы XXI века : Материалы XVI научно-практической конференции слушателей и молодых ученых, Конгрессно-выставочный центр "Патриот", 31 мая 2024 года. – Москва: Академия государственной противопожарной службы, 2024. – С. 132-135.

4. Коваль, Ю. Н. О проблемах прогнозирования лесных пожаров / Ю. Н. Коваль // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 21 апреля 2023 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2023. – С. 39-41.

# Характерные причины, способствующие распространению пожара на АЗС

Омлер Н. С.  
Миронов В. В.

Научный руководитель: кандидат биол. наук, доцент  
Коваль Ю. Н.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** В статье рассматривается роль автомобилей как основного вида транспорта в Российской Федерации, используемого для перевозки пассажиров и грузов. Обсуждается доступность автомобилей разных ценовых категорий и необходимость увеличения количества автозаправочных станций (АЗС) в стране. Также анализируется ситуация с пожарами на АЗС за период с 2019 по 2023 год, что подчеркивает важность вопросов безопасности на данном объекте инфраструктуры.

**Ключевые слова (Keywords):** автомобили, транспорт, автозаправочные станции, безопасность, пожары.

В Российской Федерации автомобили являются одним из основных видов транспорта, который используют для перевозки пассажиров, доставки различных грузов, выполнение специальных работ. Автомобили используют, как обычные граждане, так и организации различных форм собственности. Преимуществом данного вида транспорта является возможность использовать его от начальной точки маршрута до пункта конечного назначения. Одной из основных причин увеличения количества транспортных средств является их относительная доступность, автомобильный рынок предлагает автомобили разных ценовых категорий, в стране развиты рынки, как новых, так и подержанных автомобилей. Поскольку основными видами автомобильного топлива являются бензин, дизельное топливо и природный газ, растет необходимость в развитии и увеличении количества автозаправочных станций (далее - АЗС) не только в густонаселенных районах, но и на автомагистралях.

Проведя анализ пожаров, возникших на автозаправочных станциях на территории Российской Федерации в период с 2019 по 2023 год можно наблюдать следующую ситуацию:

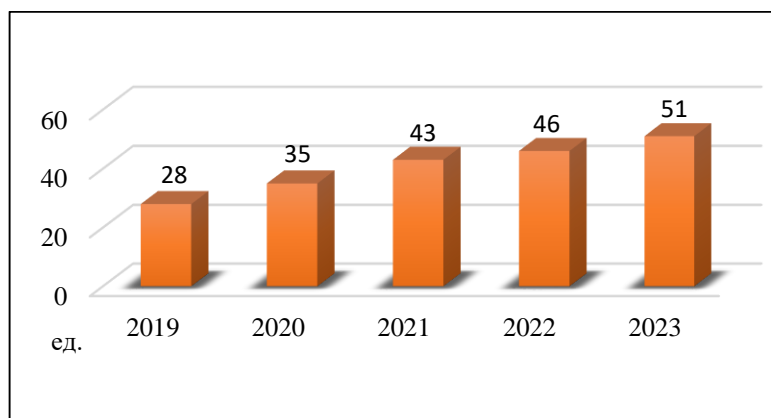


Рис. 1. Количество пожаров в Российской Федерации на автозаправочных станциях в период с 2019 по 2023 год

Количество пожаров на автозаправочных станциях с 2019 по 2023 год возросло на 82%. В целом по годам наблюдается положительная динамика и

количество пожаров ежегодно возрастает.

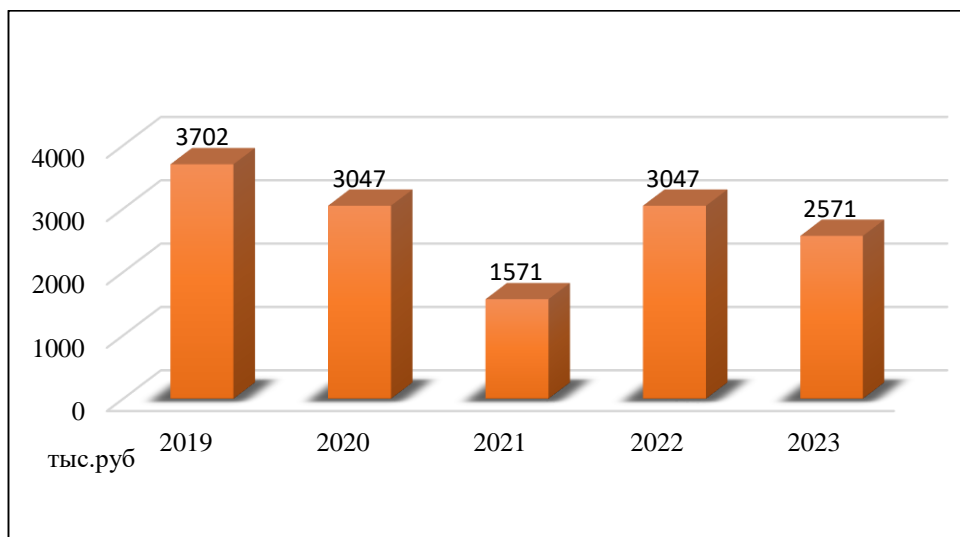


Рис. 2. Прямой материальный ущерб вследствие пожаров на АЗС в период с 2019 по 2023 год

Материальный ущерб является одним из негативных последствий, возникших вследствие пожара. Так в 2019 году можно наблюдать неблагоприятный пик материального ущерба вследствие пожаров на АЗС – 3702 тыс. руб. Обстановка в 2020 году значительно отличается от АППГ – регресс составил 18%. Ситуация в 2021 году снова имеет регрессивный характер по сравнению с АППГ – снижение материального ущерба составило 50%. В 2022 году можно наблюдать увеличение материального ущерба вследствие пожаров на АЗС – 200% по сравнению с АППГ. Статистический показатель в 2023 году имел небольшое снижение значения за весь рассматриваемый период на 15%.

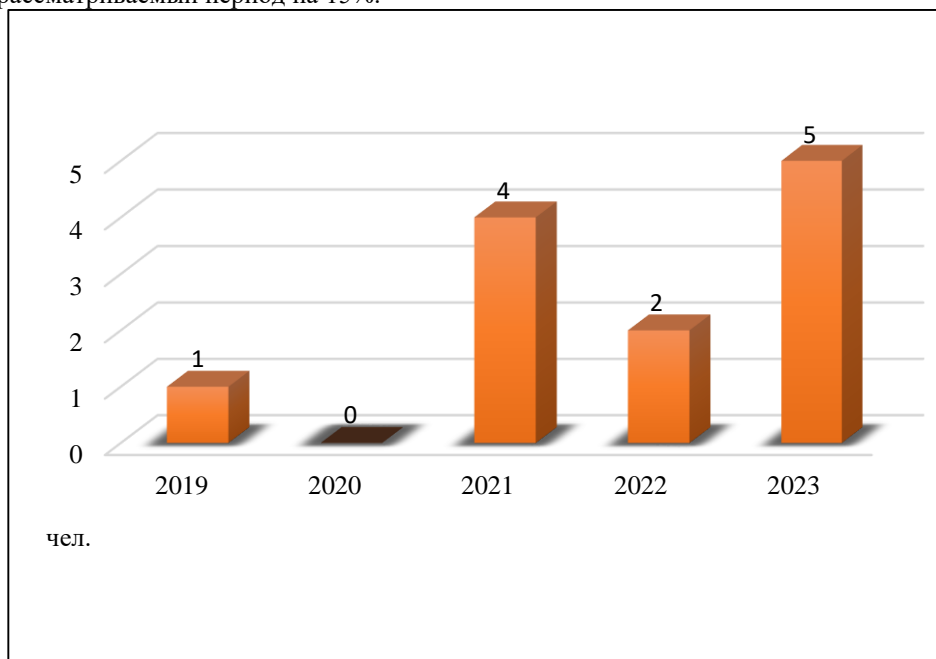


Рис.3. Количество погибших вследствие пожаров на АЗС в период с 2019 по 2023 год

Максимальное количество погибших за рассматриваемый период – 5 человек в 2023 году. Количество погибших на территории АЗС за рассматриваемый период с 2019 по 2023 возросло в 5 раз.

Для детальной оценки пожарной опасности АЗС необходимо рассмотреть некоторые пожары на данных объектах.



За последние годы произошел ряд крупных пожаров на АЗС.

31 июля 2020 года результате хлопка на газозаправочной станции в Динском районе Краснодарского края на станции Васюринская произошло возгорание на общей площади 300 кв. м (рисунок 4). Загорелись не только здание и оборудование на территории АЗС, но и припаркованные рядом машины. Число травмированных при аварии людей составило 6 человек, один из которых впоследствии скончался. Причиной возникновения пожара явилось нарушение правил эксплуатации топливораздаточных колонок при заправке транспорта нефтепродуктами. А именно, водитель одной из заправляющихся машин не удостоверился в том, что топливно-заливной шланг убрал из бака, и начал движение, повредив оборудование.



*Рис. 4. Пожар на газозаправочной станции Васюринская в Краснодарском крае*

Помимо увеличения количества числа АЗС, увеличиваются и объемы топлива, хранимого, как на территориях уже эксплуатируемых, так и строящихся станциях. Зачастую владельцы АЗС пренебрегают соблюдением обязательных требований пожарной безопасности на территории объекта, что приводит к увеличению риска возникновения чрезвычайных ситуаций (далее ЧС) на таких объектах. Поэтому проблема обеспечения пожарной безопасности на АЗС является актуальной в настоящее время.

Автозаправочные станции классифицируют по следующим основным признакам [6]:

- по типу топлива;
- по месту размещения;
- в зависимости от конструктивного исполнения;
- по функциональному назначению.

В зависимости от вида топлива АЗС подразделяются на жидкостные (бензин, дизельное топливо) и газовые (природный газ).

По месту размещения АЗС подразделяются на:

- городские;
- сельские;
- дорожные
- гаражные.

Требования к размещению АЗС обусловлены необходимостью обеспечения безопасности (прежде всего пожарной безопасности) и санитарно-эпидемиологических требований.

Устанавливаются требования к минимальным расстояниям до соседних объектов и лесных насаждений от АЗС – необходимые противопожарные расстояния (таблица 1). Причем расстояние от автозаправочных станций до границ лесных насаждений смешанных пород (хвойных и лиственных) лесничеств допускается уменьшать в два раза. При этом вдоль границ лесных насаждений лесничеств с автозаправочными станциями должны предусматриваться шириной не менее 5 метров наземное покрытие из материалов, не распространяющих пламя по своей поверхности, или вспаханная полоса земли [2].

Таблица 1 Минимально допустимые расстояния от стационарной АЗС до близлежащих объектов [2]

№ п/п	Наименование объектов, до которых определяется расстояние	Расстояние от АЗС с подземными резервуарами, м	Расстояние от АЗС с надземными резервуарами, м	
			общей вместимостью более 20 кубических метров	общей вместимостью не более 20 кубических метров
1.	Производственные, складские и административно-бытовые здания и сооружения промышленных организаций	15	25	25
2.	Лесничества с лесными насаждениями:  хвойных и смешанных пород	25	40	30
	лиственных пород	10	15	12
3.	Жилые и общественные здания	25	50	40
4.	Места массового пребывания людей	25	50	50
5.	Индивидуальные гаражи и открытые стоянки для автомобилей	18	30	20
6.	Торговые киоски	20	25	25
7.	Автомобильные дороги общей сети (край проезжей части):			
	I, II и III категорий	12	20	15
	IV и V категорий	9	12	9
8.	Маршруты электрифицированного городского транспорта (до контактной сети)	15	20	20
9.	Железные дороги общей сети (до подошвы насыпи или бровки выемки)	25	30	30
10.	Очистные канализационные сооружения и насосные станции, не относящиеся к автозаправочным станциям	14	30	25
11.	Технологические установки категорий АН, БН, ГН, здания и сооружения с наличием радиоактивных и вредных веществ I и II классов опасности	-	100	-
12.	Склады лесных материалов, торфа, волокнистых горючих веществ, сена, соломы, а также участки открытого залегания торфа	20	40	30

Горение нефтепродуктов, обращающихся на АЗС, начинается с вспышки или взрыва паровоздушной смеси, что может происходить как внутри емкостного оборудования, так и на открытой площадке, например, в случае разлива легковоспламеняющихся жидкостей.

Основными причинами воспламенения нефтепродуктов является наличие открытого огня, искры, разряды статического электричества, грозовые разряды, самовоспламенение паров при повышении температуры окружающей среды, а также природные катаклизмы [3].

Наличие открытого огня на территории АЗС может возникать при ремонтных работах, а также при курении. Искры могут возникать при неисправности электропроводки и приводить к воспламенению газопаровоздушной смеси в трубоналивных элементах топливораздаточных колонок. Природные факторы в виде грозовых разрядов также оказывают влияние на возникновение пожароопасной ситуации на территории АЗС.

Пожары на АЗС происходят по большей части по причине человеческого фактора: нарушение требований пожарной безопасности при проведении ремонтных и обслуживающих работ оборудования станции, неисправность электрооборудования (неисправность электропроводки и отсутствие герметичности осветительных приборов), также нередки случаи возгорания по причине нарушения правил эксплуатации оборудования АЗС и правил размещения цистерн с нефтепродуктами [4].

При проведении операций наполнения и опорожнения резервуаров с топливом существует опасность образования пожаровзрывоопасных концентраций парогазовоздушной смеси. В резервуарах для хранения нефтепродуктов на АЗС предусмотрено заземление для отвода статического электричества, которое может образовываться при переливании жидкостей. В случае высокой скорости налива возникает вероятность образования искр статического электричества, что впоследствии может привести к воспламенению топлива или даже взрыву.

Определенную опасность представляют пиррофорные отложения в резервуарах. Пиррофорность – способность веществ самовозгораться при контакте с воздухом. Пиррофорные отложение в резервуарах с нефтепродуктами – результат химического соединения железа с сероводородом и элементарной серой. При наличии сероводорода в нефтепродукте пиррофорные соединения образуются на поверхности металла, омываемой как жидкой, так и паровой фазой в резервуаре. Быстрое освобождение емкости от нефтепродуктов при проведении ремонтных работ создает благоприятные условия для взаимодействия этих отложений с кислородом. При этом пиррофорные отложения могут разогреться до температуры 500-700 °С и послужить источником воспламенения и загорания нефтепродуктов. Для предотвращения аварийной ситуации или аварии, вызываемой пиррофорными отложениями, необходимо проводить своевременную зачистку резервуаров [5].

Подводя итоги проведенного анализа, выявлено следующее:

АЗС являются объектами с повышенной пожаровзрывоопасностью по причине обращения и хранения нефтепродуктов, которые являются легковоспламеняемыми и горючими;

основные причины возникновения пожаров на таких объектах напрямую связаны с человеческим фактором: нарушением требований безопасности и условий эксплуатации технологического оборудования АЗС, а также неисправностью оборудования;

характерные особенности пожаров на АЗС связаны с возможностью взрывов, быстрым распространением огня, угрозой распространения на соседние объекты, значительным материальным ущербом и нанесением вреда жизни и здоровью людей, находящихся как на территории АЗС, так и на прилегающей территории.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. ГОСТ Р 58404-2019 Национальный стандарт Российской Федерации. Станции и комплексы автозаправочные (последняя редакция).
2. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (последняя редакция).
3. ГОСТ Р 50597-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля".

4. Федеральный закон от 30.12.2001 N 195-ФЗ «Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» (последняя редакция).
5. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» (последняя редакция).
6. Приказ МЧС России от 05.05.2014 № 221 «Об утверждении свода правил «Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности» СП 156.13130.2014 (последняя редакция).

# **Деятельность МЧС России при возникновении угрозы на территории Российской Федерации. Правовые основы и их реализация**

**Абрамов Г.М.**

**Научный руководитель: Кандидат юридических наук, доцент  
Ступина С.А.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** Рассмотрены отдельные аспекты деятельности органов разных уровней власти, уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны, по реагированию при возникновении угрозы на территории Российской Федерации. Представлен анализ как правовых основ деятельности МЧС России при указанных обстоятельствах, так и приведены конкретные способы реализации правовых предписания органами МЧС России в этих условиях.

**Ключевые слова (Keywords):** деятельность МЧС России, нормативно-правовые акты, чрезвычайная ситуация, национальная безопасность.

Границы территории Российской Федерации все чаще сталкиваются с масштабными провокациями. Наиболее острым моментом в Специальной военной операции (далее – СВО) является наступление в 5 часов 30 минут 6 августа подразделениями ВСУ на территории Суджанского района Курской области с целью их дальнейшего захвата. В соответствии с указаниями Президента Российской Федерации были выданы поручения ведомствам по оказанию необходимой помощи жителям области, задачами которыми являлись: эвакуация населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы; проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в случае их возникновения; обеспечение постоянной готовности сил и средств гражданской обороны, а также предоставление первоочередного жизнеобеспечения населения и материальной помощи.

Актуальность исследования обусловлена рассмотрением правовых основ деятельности МЧС России при возникновении угрозы на территории Российской Федерации в современных условиях, определяемых вышеизложенными обстоятельствами. Также представляет несомненную актуальность постановка вопроса об эффективности реализации правовых предписания в области гражданской обороны сил и средств МЧС России, выявление возможных проблем и определение путей их решения в целях обеспечения национальной безопасности.

Правовое регулирование в области обеспечения защиты граждан от возникновения чрезвычайных и техногенных ситуаций, гражданской обороны распространяется на отношения возникающие в процессе деятельности органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, а также предприятий, учреждений и организаций независимо от их организационно-правовой формы (далее – организации) и населения. Законодательство в области обеспечения гражданской обороны и защиты населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера основано на соблюдении прав и свобод гарантированных Конституцией Российской Федерации [1] и представлено Федеральным законом № 68-ФЗ от 21.12.1994 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [2], Федеральным законом № 28-ФЗ от 12.02.1998 «О гражданской обороне» [3], Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [4], Постановление Правительства РФ от 02.04.2020 № 417 «Об утверждении Правил поведения, обязательных для исполнения гражданами и организациями, при введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации» [5], Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и

ликвидации чрезвычайных ситуаций» [6], ведомственными нормативно-правовыми актами МЧС России, законами и подзаконными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации, муниципальными правовыми актами.

Федеральный закон Российской Федерации № 68-ФЗ [2] определяет общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты граждан и объектов различного назначения, окружающей среды от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Федеральный закон Российской Федерации № 28-ФЗ [3] определяет задачи, правовые основы их осуществления и полномочия различных органов в области гражданской обороны.

Постановление Правительства № 304 [4] на основании ФЗ № 68-ФЗ [2] устанавливает уровни чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Наиболее актуальный нормативный документ – Постановление Правительства № 417 [5], утверждает прилагаемые Правила поведения, обязательные для исполнения гражданами и организациями, при введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации

Постановление «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» № 794 [6] определяет порядок организации и функционирования РСЧС. Она объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Вышеуказанные нормативные правовые акты используются на постоянной основе, для готовности органов различных уровней и граждан в случае возникновения непредвиденной ситуации на территории Российской Федерации.

На примере ситуации в Курской области которой рассмотрим порядок выполнения действий органов власти согласно требованиям настоящего законодательства.

В соответствии с распоряжением Губернатора Курской области от 04.07.2024 № 198-рг «О введении режима повышенной готовности для органов управления и сил территориальной подсистемы РСЧС Курской области в связи с угрозой возникновения чрезвычайной ситуации» с 4 июля 2024 года действовал режим функционирования «ПОВЫШЕННАЯ ГОТОВНОСТЬ». После возникновения конфликта на территории Курской области в соответствии с решением заседания Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности от 09.08.2024 № 9 для органов управления и сил территориальной подсистемы РСЧС Курской области введен режим функционирования «ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ» с федеральным уровнем реагирования.

Так же на территории была организована работа оперативного штаба Главного управления по контролю за оперативной обстановкой на территории области, рисунок 1, (приказ Главного управления МЧС России по Курской области от 20.02.2022 № 106 «О создании оперативного штаба Главного управления МЧС России по Курской области по контролю за организацией первоочередного обеспечения граждан, прибывающих с территории сопредельного государства», по контролю за организацией первоочередного обеспечения граждан, прибывающих с территории сопредельного государства, и по контролю за развертыванием пунктов временного размещения в муниципальных образованиях Курской области); (приказ Главного управления МЧС России по Курской области от 28.03.2024 № 171 «Об организации работы штаба Главного управления по контролю за паводкоопасной и пожароопасной обстановкой на территории области в 2024 году).

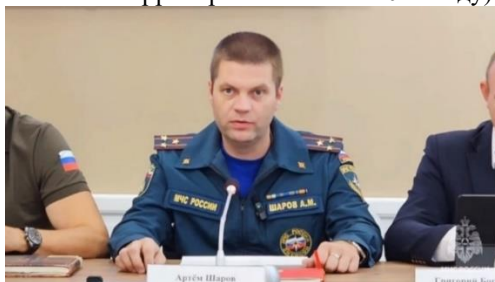


Рис. 1. Работа межведомственного оперативного штаба

На территории сохраняется в соответствии с постановлением правительства Курской области от 11.04.2024 №286-пп «Особый противопожарный режим».

Организациями уполномоченными на выполнение мероприятий по обеспечению гражданской обороны в Курской области в соответствии с Федеральным законом от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне» [3], выполняются следующие задачи в области гражданской обороны:

Организовано оповещение населения об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера (ракетной, авиационной опасности). рисунок 2;

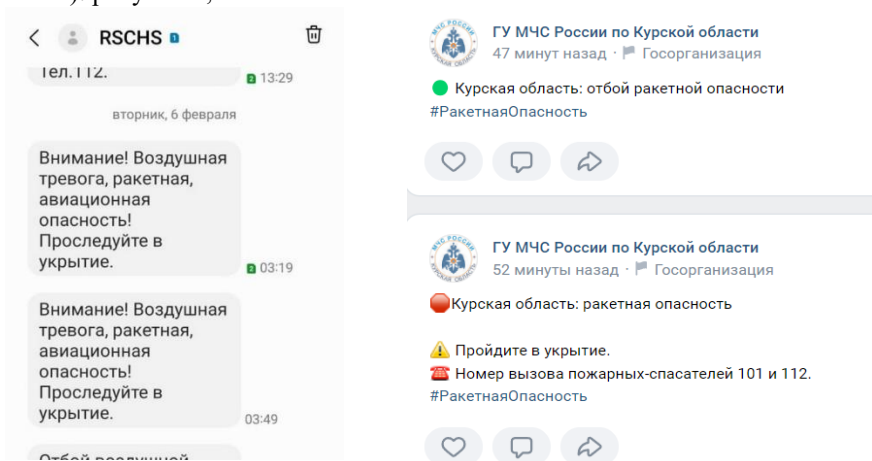


Рис. 2. Пример оповещения населения Курской области с помощью SMS и мессенджера «ВКОНТАКТЕ».

Производится эвакуация населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, рисунок 3;



#### Обстановка в районах у границы с Украиной

Данные за 15 октября  
● Удары Вооруженных сил России по скоплениям военных и техники ВСУ  
● Районы, из которых эвакуируют жителей (в том числе добровольно)  
● Населенные пункты и районы, въезд в которые ограничен



Источник: заявления Минобороны РФ и региональных администраций © РБК, 2024

Рис.3. Эвакуация населения из районов, которым угрожает опасность.

Реагирование сил и средств подразделений ГУ МЧС России по Курской области на проведение аварийно-спасательных работ и работ по обезвреживанию суббоеприпасов, рисунок 4;





*Рис.4. Реагирование саперов МЧС России на выпущенные авиабомбы*

В Курской области развернуто 96 стационарных пунктов временного размещения, рисунок 5. В них проживает около 7 тысяч человек, среди которых более 1,4 тысячи человек. За время чрезвычайной ситуации прибыло более 2500 тон гуманитарных грузов. Общий объем выплат для оказания единовременной материальной помощи гражданам, составило более 4 млрд рублей;



*Рис.5. Пункты временного размещения людей*

Подразделениями пожарной охраны ведется постоянная готовность на реагирование для борьбы с пожарами, рисунок 6;



*Рис. 6. Обстрелянный дом в Железнодорожном округе Курска*



## Заключение

Анализ действий МЧС России в условиях чрезвычайных ситуаций продемонстрировал значимость своевременного и слаженного реагирования на вызовы современности. Правовые основы и механизмы, направленные на защиту населения в условиях угроз, нуждаются в постоянном развитии и улучшении в связи с их обширностью. Понимание масштабов и характера угроз, а также интеграция вновь разработанных подходов позволяют существенно повысить эффективность работы спасательных служб и минимизировать последствия ЧС.

## Ссылки на используемые источники (References)

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) // КонсультантПлюс: сайт. – URL: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения: 15.10.2024).

2. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 08.08.2024) // Собрание законодательства РФ, 1994. № 35, ст. 3648.

3. О гражданской обороне: Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ (ред. от 08.08.2024) // Собрание законодательства РФ, 1998. № 7, ст. 799.

4. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2007. № 22, ст. 2640.

5. Об утверждении Правил поведения, обязательных для исполнения гражданами и организациями, при введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации: Постановление Правительства РФ от 02.04.2020 № 417 // Собрание законодательства Российской Федерации, 2020. № 15, ч.4, ст. 2274.

6. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 17.01.2024) // Собрание законодательства Российской Федерации, 2004. № 2, ст. 121.

7. Перечень поручений по итогам совещания о ситуации в Белгородской, Брянской и Курской областях. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/page/7> (дата обращения: 15.10.2024).

8. В Курской области ввели режим ЧС федерального характера. – URL: <https://ria.ru/20240809/mchs-1965131919.html> (дата обращения: 15.10.2024).

# **Исследование методов предотвращения перемерзания воды в насосно-рукавных системах в условиях меняющегося климата Сибири и Арктики: обзор методов и устройств**

**доктор физико-математических наук, профессор**

**Малый В.П.**

**Амерханов Т.Р.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** В условиях изменения климата и увеличения числа экстремальных погодных явлений обеспечение надежности и эффективности работы пожарных насосно-рукавных систем (ПНРС) в низкотемпературных условиях становится актуальной задачей. В данной статье выполнен обзор методов и устройств повышения уровня адаптивности ПНРС к холодным климатическим условиям, включая использование современных материалов, технологий и конструктивных решений.

**Ключевые слова:** Пожарные насосно-рукавные системы (ПНРС), пожарная безопасность, Сибирь, арктическая зона, замерзание воды, неработоспособность.

## **Введение**

К холодной климатической зоне относятся 80 % территории России, на которой проживает до трети населения и где находятся богатейшие природные ресурсы (нефть, газ, полиметаллы, алмазы и т.п.), составляющие экспортный потенциал государства. Важнейшую роль в обеспечении пожарной безопасности населения, объектов и территорий играют пожарные насосно-рукавные системы (далее ПНРС). Однако в Сибири и арктической зоне России, где температуры могут достигать  $-50^{\circ}\text{C}$  и ниже, вода в рукавах, насосах и других элементах ПНРС замерзает, что приводит к их неработоспособности [1]. Это создает ряд проблем:

Отдаленность населенных пунктов затрудняет доставку и использование специализированного оборудования для борьбы с пожарами.

Перемерзание воды в ПНРС приводит к потере времени на устранение проблемы, что может увеличить масштабы пожара и его последствия.

Отсутствие работающих ПНРС повышает риск гибели людей и материальных потерь при пожарах.

Сложная топография (горные районы, болота, тайга) создает дополнительные трудности при использовании ПНРС в условиях низких температур.

ПНРС, используемые в этих регионах, должны быть специально адаптированы к работе при низких температурах.

Замерзание воды, снижение мощности насосов и ухудшение свойств гидравлических жидкостей негативно влияют на все компоненты ПНРС.

В данной статье подвергнуты сравнительному анализу актуальные методы и устройства, предназначенные для предотвращения замерзания воды в ПНРС в условиях изменяющегося климата Сибири и Арктики.

## **Актуальность**

Суровые климатические условия Российской Федерации, сохраняющиеся на протяжении многих десятилетий, продолжают ставить серьезные вызовы перед специалистами в области пожарной безопасности. Несмотря на незначительные изменения климатических особенностей за последние 100 лет, проблема обеспечения работоспособности пожарной техники в условиях низких температур остается крайне актуальной [2]. Более того, стремительное совершенствование и усложнение пожарной техники приводит к тому, что все большее количество элементов насосно-рукавных систем нуждается в надежной защите от негативного воздействия суровой окружающей среды. Явление «Перемерзания» ПНРС приводит

к гибели людей из года в год [7]:

В январе 2018 года в городе Нефтекамск (Башкортостан) произошел пожар в многоквартирном доме. Прибывшие пожарные расчеты столкнулись с замерзанием рукавных линий, что существенно осложнило тушение. В результате погибли 2 пожарных.

В феврале 2019 года в городе Якутск в условиях сильных морозов (до  $-45^{\circ}\text{C}$ ) произошел пожар в жилом доме. Замерзание рукавных линий привело к резкому снижению подачи воды, что не позволило спасти нескольких человек. Погибли 4 человека, включая 2 пожарных.

Похожий случай произошел в декабре 2020 года в городе Пермь. На пожаре в многоквартирном доме рукавные линии покрылись льдом, и пожарные не смогли эффективно подать воду. В результате погибли 2 человека.

Во всех этих трагических происшествиях главной причиной гибели стало именно замерзание воды в рукавах пожарных напорных (РПН) или сильное обледенение (внутреннее и наружное) стенок пожарных рукавов рабочих и магистральных линий, что полностью парализовало работу противопожарной системы. Это подтверждает актуальность проблемы адаптации насосно-рукавных систем к работе в условиях низких температур.

Основная цель статьи заключается в проведении глубокого анализа исследований, осуществленных Сибирской пожарно-спасательной академией ГПС МЧС России, а также всех известных методов предотвращения замерзания воды в ПНРС.

### Сведения об исследованиях

Ранее были проведены исследования [3-5] по определению интенсивности охлаждения воды в рукавных линиях насосно-рукавных систем, получены зависимости влияния интенсивности охлаждения ОТВ в пожарных рукавах на напор на стволе.

В процессе эксперимента при низких температурах окружающей среды в течение 3,5 ч. напор на стволе РС-70 уменьшился на 42%, на стволе РС-50 – на 60% [3]. Получены зависимости интенсивности охлаждения воды от расхода по насосно-рукавным системам (фото на рис. 1).

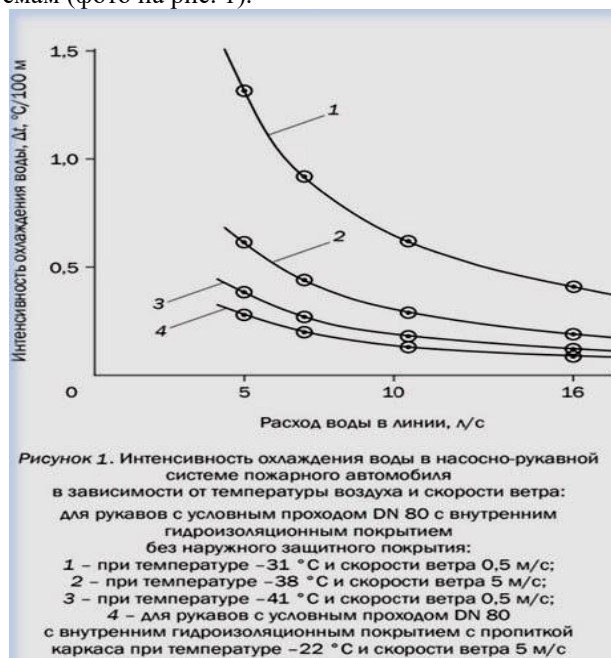


Рис. 1. Зависимости интенсивности охлаждения воды от расхода по насосно-рукавным системам

Проанализировав графические зависимости, делаем вывод, что интенсивность охлаждения воды в рукавных линиях зависит от температуры окружающей среды, скорости ветра, расхода огнетушащего вещества, диаметра и материала рукавов.

Произведя учет активного развития Арктической зоны РФ и проводимую

модернизацию объектов в холодных регионах, выяснили, что необходима разработка новых форм и способов ликвидации ЧС с учетом местной климатической специфики.

Эффективность работы пожарных подразделений в таких условиях зависит не только от подготовки личного состава и оснащенности техникой, но и от влияния метеорологических факторов. Статистический анализ более 4000 крупных пожаров в России с 1995 по 2023 гг. показал, что наибольшее их количество происходит зимой в холодных районах (62% от общего за зиму). Средняя продолжительность тушения таких пожаров увеличивается с понижением температуры: от 4,7 часов при  $-40...-50^{\circ}\text{C}$  до 7,5 часов ниже  $-50^{\circ}\text{C}$  [4].

Для изучения влияния низких температур на ПНРС провели анализ 3,5 тыс. описаний крупных пожаров в России за 15 лет (1985-2000 гг.) [5]. Анализ показал следующее распределение отказов ПНРС, представленное в таблице 1.

Таблица 1 – Данные об отказах и неисправностях элементов насосно-рукавной системы в России за 15 лет (1985-2000 гг.)

Элементы системы	Распределение отказов из-за воздействия низких температур, %
Водоисточник	13,2
Всасывающая линия	5,7
Напорные линии	37,7
Пожарный автомобиль	43,4

Анализ отказов пожарных насосно-рукавных систем условиях низких температур демонстрирует очевидную тенденцию: большая часть неисправностей возникает в пожарных автомобилях, напорных рукавных линиях и водоисточниках.

Специалисты Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России провели исследования эффективностей теплоизоляции пожарных рукавов при экстремально низких температурах [8].

Под руководством профессора кафедры физики, математики и информационных технологий Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России д.ф.-м.н. Малого В.П. была разработана экспериментально исследовательская установка (ЭИУ) с рабочим образцом РПН-77, покрытым теплоизоляционной краской "Астратек" (рис. 2).

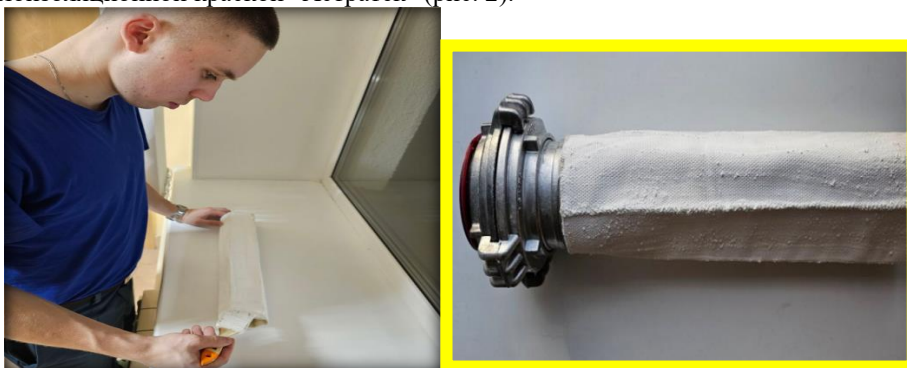


Рис. 2 – Создание ЭИУ и фото изготовленного образца РПН-77, покрытого теплоизоляционной краской «Астратек»

Экспериментальные исследования (график на рисунке 3) показали, что покрытие образца пожарного рукава (77 мм внутренний диаметр, 1,5 метра длиной, наполненного водой с начальной температурой  $22^{\circ}\text{C}$ ) пленкой "Астротек" увеличивает время остывания до  $0^{\circ}\text{C}$  с 120 до 150 минут, т.е. на 25%. Данные результаты подтвердили гипотезу о высокой эффективности "Астротека" как средства тепловой защиты пожарных рукавов.

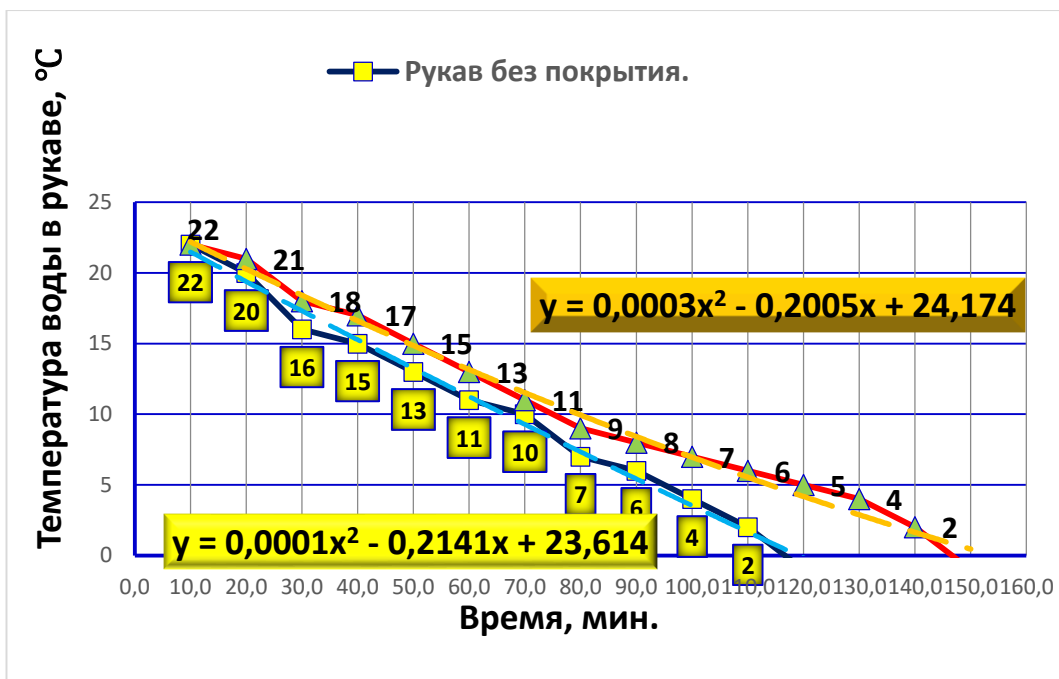


Рис. 3 – График остывания воды внутри рабочего образца РПН-77

В ходе работы был разработан проект инновационного пожарного напорного рукава, предназначенного для эффективной работы в условиях экстремально низких температур.

В 2023 году проходили Межведомственные опытно-исследовательские учения сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне РФ (Безопасная Арктика – 2023) (рис. 4).



Рис. 4 – Рабочий момент учений Безопасная Арктика – 2023

В рамках данных учений специалисты Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России провели исследование тепло-гидравлических параметров элементов ПНРС в условиях Арктики, чтобы повысить эффективность боевых действий подразделений пожарной охраны МЧС РФ [6]. Целью было получить экспериментальные данные о гидравлическом сопротивлении рукавов и разветвлений при подаче огнетушащих веществ.

В процессе экспериментов производились замеры температуры воды в пожарных разветвлениях с использованием термопар в качестве детекторов температуры. Температуру окружающего воздуха регистрировали также и по показаниям спиртового термометра.

Динамика промерзания воды в ПР-80 представлена на рисунке 5:

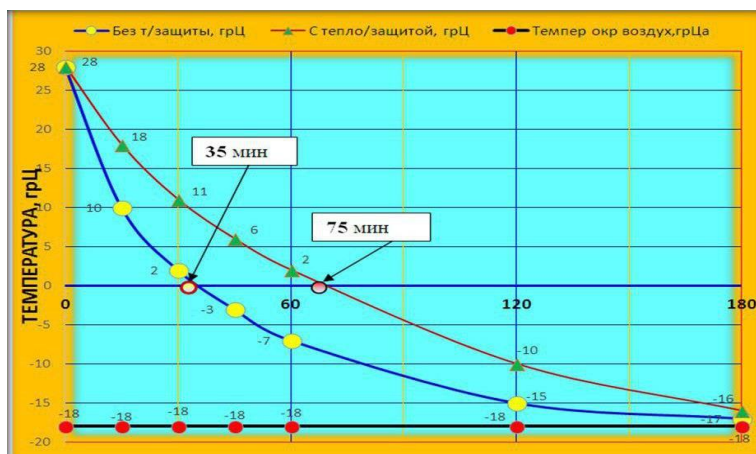


Рис. 5 – Динамика промерзания воды в ПР-80

Из графика следует, что при одинаковых стартовых температурах воды +27°C и при одинаковой температуре охлаждающего воздуха (-18°C) нулевая температура воды в пожарном разветвлении с теплозащитой, выполненной путем запенивания, достигается через ~75 мин. То есть примерно в два раза позже, чем в стандартном пожарном разветвлении (через ~35 мин).

Это свидетельствует о весьма высокой эффективности тепловой защиты разветвлений методом «запенивания».

Исследование ярко продемонстрировало высокую эффективность новых методов предотвращения замерзания ПНРС. Авторы данного исследования активно работают над реализацией этого метода, устраняя все возможные недостатки и стремясь к оптимальному решению проблемы.

Перейдем к сравнительному анализу более известных методов предотвращения замерзания ПНРС:

Использование антифриза:

Применение антифриза является эффективным способом предотвращения замерзания воды в ПНРС в условиях низких температур. Антифриз - это жидкость, добавляемая в воду для снижения ее точки замерзания, препятствуя образованию кристаллической решетки льда при низких температурах. В результате, вода с антифризом остается жидкой даже при отрицательных температурах. Рассмотрим виды антифризов [6]:

Этиленгликолевый антифриз: Наиболее распространенный вид антифризов, доступный по цене. Он обладает хорошими температурными характеристиками и не требует частой замены. Однако этиленгликоль токсичен, поэтому необходимо соблюдать меры предосторожности при обращении с ним. Зависимость температуры замерзания представлена в таблице 2:

Таблица 2 – Зависимость температуры замерзания водного раствора этиленгликоля от его концентрации

Концентрация этиленгликоля:	Температура начала кристаллизации:
10%	-3,5 °C
20%	-8 °C
30%	-15 °C
40%	-24 °C
50%	-36 °C

Пропиленгликолевый антифриз: Менее токсичен, чем этиленгликоль, и часто используется в системах охлаждения пищевой промышленности. Однако он менее эффективен при низких температурах, чем этиленгликоль, и имеет более высокую стоимость. Зависимость температуры замерзания представлена в таблице 3:

Таблица 3 – Зависимость температуры замерзания водного раствора пропиленгликоля от его концентрации

Концентрация пропиленгликоля:	Температура начала кристаллизации:
10%	-5°C
20%	-12°C
30%	-21°C
40%	-32°C
50%	-45°C

Диэтиленгликолевый антифриз: Это органическое соединение, которое широко применяется в качестве антифриза в различных системах, включая автомобильные двигатели, системы отопления и кондиционирования, а также в некоторых промышленных процессах. Имеет более высокую точку кипения и более низкую точку замерзания, чем этиленгликоль, но он также более токсичен. Зависимость температуры замерзания представлена в таблице 4:

Таблица 4 – Зависимость температуры замерзания водного раствора диэтиленгликоля от его концентрации

Концентрация диэтиленгликоля:	Температура начала кристаллизации:
10%	-4°C
20%	-10°C
30%	-18°C
40%	-28°C
50%	-40°C

Биоразлагаемые антифризы, состоящие из натуральных ингредиентов (глицерин, пропиленгликоль, картофельный крахмал, сахар и др.), предлагают экологически безопасную альтернативу традиционным антифризам. Однако они менее эффективны при низких температурах и имеют более высокую стоимость. Зависимость температуры замерзания водного раствора биоразлагаемого антифриза от его концентрации представлена в таблице 5:

Таблица 5 – зависимость температуры замерзания водного раствора биоразлагаемого антифриза от его концентрации

Концентрация глицерина:	Температура начала кристаллизации:
10%	-2°C
20%	-6°C
30%	-11°C
40%	-18°C
50%	-27°C

### Основные результаты проведённого анализа.

Применение антифриза в ПНРС имеет как преимущества, так и недостатки. С одной стороны, он эффективно предотвращает замерзание воды, не ухудшает ее гидравлические свойства и может обладать противокоррозионными свойствами. С другой стороны, антифризы могут быть дорогостоящими, влиять на окружающую среду и ухудшать качество водной пены при тушении пожара.

Теплоизоляция: Является важным методом предотвращения перемерзания воды в ПНРС в условиях низких температур. Она помогает сохранять тепло в системе, предотвращая замерзание воды в рукавах, насосах и других компонентах.

Примером эффективной теплоизоляции является запененное пенополиуретаном пожарное разветвление. Данное исследование проводилось в Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России [6].

Авторы работы производили эксперименты по определению теплозащитной эффективности теплоизоляции пожарного трехходового разветвления путём сравнения скорости остывания воды в разветвлении стандартного исполнения и разветвления с теплозащитой, выполненной путем запенивания наружной поверхности пенополиуретановой монтажной пеной.

Подготовка к эксперименту была тщательной и выверенной. Для каждого пожарного разветвления закрывали патрубок с условным проходом 80 мм штатной пожарной головкой-заглушкой. Затем в полость заливали воду с температурой +28°C (соответствующей температуре воздуха в помещении). Второй патрубок пожарного разветвления с аналогичным условным проходом также закрывали пожарной головкой-заглушкой.

Подготовленные к исследованиям пожарные разветвления размещали снаружи на специально построенном стенде, где в тот момент зафиксирована температура наружного воздуха -18°C.

В ходе эксперимента каждые 15 минут производили замеры температуры воды в пожарных разветвлениях, используя в качестве точечных термодетекторов хромель-алюмелевые термопары. Динамика снижения температуры воды в пожарных разветвлениях наглядно представлена в таблице 6.

Таблица 6 – процесс остывания воды в разветвлении с теплозащитой и без теплозащиты

Время, мин	0	15	30	45	60
Температура воды в стандартном разветвлении (без теплозащитного слоя), °C	28	10	2		
Температура воды в пожарном разветвлении с теплозащитой, °C	28	18	11	6	2
Температура воздуха, °C	-18	-18	-18	-18	-18

Исходя из данной таблицы можно сделать вывод, что температура в пожарном разветвлении с теплозащитой снижается медленнее. Это показывает эффективность применения разветвления с теплозащитой.

Теплоизоляция ПНРС эффективна для предотвращения замерзания воды, сохраняя их работоспособность и предотвращая повреждения. Она долговечна и требует минимального обслуживания. Однако теплоизоляция увеличивает габариты и вес системы, может быть повреждена и некоторые ее типы представляют пожароопасность. Ключевую роль играет грамотный подбор материалов и качественная установка теплоизоляции. Только так можно минимизировать возможные негативные последствия и обеспечить надежную работу ПНРС в условиях низких температур.

Использование специальных материалов:

Применение специальных материалов является ключевым элементом в борьбе с проблемой перемерзания воды в ПНРС в условиях холодного климата. Эти материалы обеспечивают повышенную устойчивость к низким температурам, предотвращая повреждения от замерзания воды и сохраняя работоспособность системы. В частности:

Поливинилхлорид (ПВХ): ПВХ – один из самых распространенных материалов, отличающийся доступной стоимостью, прочностью и устойчивостью к износу.

Полиэтилен (ПЭ): ПЭ – более легкий и гибкий материал, чем ПВХ, но менее прочный.

Полиамид (ПА): ПА – отличается высокой прочностью и устойчивостью к износу, поэтому часто используется для изготовления рукавов с повышенной стойкостью к механическим повреждениям.

Другие синтетические материалы: В производстве морозостойких рукавов также применяются полиэстер и нейлон, обладающие своими преимуществами.

Некоторые примеры пожарных рукавов из морозостойких специальных материалов:

Рукава марки РПМ (рисунок 6). Серия включает всасывающие и напорно-всасывающие гибкие трубопроводы различных диаметров. Используются для оснащения пожарной техники с мотопомпами и насосами, перекачки нефтегазовых и химических продуктов в цистерны, установленные на речных и морских судах, а также для орошения и полива в сельскохозяйственной промышленности [7].





Рис. 6 – Рукав пожарный РПМ (Д) -80-1,6-ИМ-УХЛ1

Рукав пожарный морозостойкий «Рутекс» (рисунок 7). Имеет внутреннюю гидроизоляционную резиновую камеру. Благодаря прочной и эластичной резиновой камере рукав незаменим при пожаротушении в регионах с суровыми климатическими условиями (температура до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) [7].



Рис. 7 – Рукав пожарный «Рутекс»

Таким образом, использование специальных морозостойких, теплоизолирующих и антиобледенительных материалов для пожарных рукавов является критически важным фактором для их эксплуатации в условиях низких температур.

Применение специальных материалов в ПНРС обеспечивает повышенную защиту от замерзания воды, сохраняет работоспособность системы в холодных условиях и делает работу с ней более безопасной. Кроме того, такие материалы более долговечны, что снижает стоимость эксплуатации. Однако их стоимость выше, а обработка может требовать специальных технологий и оборудования.

Применение специальных устройств:

Применение специальных устройств является еще одним важным методом для предотвращения перемерзания воды в ПНРС. Эти устройства помогают поддерживать температуру воды выше точки замерзания, обеспечивая бесперебойную работу системы в условиях низких температур. Основными видами устройств являются: подогреватели воды, воздухоподогреватели, системы подогрева рукавов, системы автоматического контроля температуры.

Приведём примеры применения специальных устройств для борьбы с перемерзанием ПНРС в условиях низких температур:

**Теплогенератор Ю. С. Потапова «Юсмар».** Представляет собой вихревую трубу Ранка-Хильша, через которую циркулирует вода и в ней происходит её подогрев. В вихревом теплогенераторе Потапова, в отличие от трубы Ранка, используется вода вместо газа. Прикрытие дросселя увеличивает подачу холодного потока и снижает температуру охлажденного потока, в то время как температура горячего потока возрастает. Этот эффект достигается за счет расположения горячих струек по периферии вихря, а холодных – по оси прибора, что противоречит ожидаемой траектории движения струй с различной плотностью. Таким образом, аппарат является одновременно теплогенератором и хладогенератором. Теплогенераторы Потапова производятся серийно мощностью от 3 до 65 кВт [9].

Схема его вихревого теплогенератора, защищенного патентами, приведена на

рис. 8.

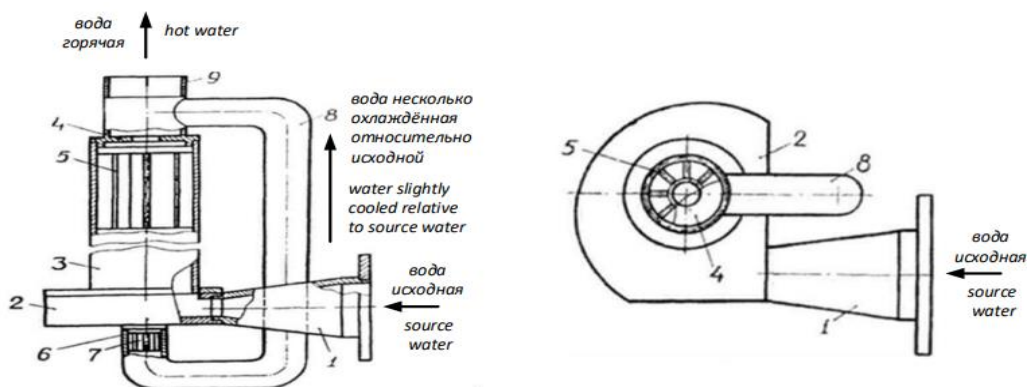


Рис. 8. Теплогенератор Ю. С. Потапова «Юсмар» (патент РФ № 2045715): 1-циклон; 2-корпус с циклоном; 3- тормозное устройство; за тормозным устройством в цилиндрической части корпуса установлено дно – 6, с выходным отверстием, сообщающимся с выходным патрубком – 8, соединенным с циклоном с помощью перепускного патрубка – 9

В ходе данного анализа выяснили, что теплогенераторы Ю. С. Потапова – это экологически чистые и долговечные решения для нагрева жидкости. Отсутствие движущихся частей обеспечивает их надежность и длительный срок службы (до 15 лет). Их компактность, безопасность, отсутствие необходимости в электричестве и химических веществах делают их идеальным выбором для различных целей, при этом позволяя регулировать температуру нагрева.

Проделанный авторами анализ применения специальных устройств для предотвращения замерзания ПНРС в условиях низких температур показал, что они эффективно предотвращают замерзание воды и повышают безопасность и производительность системы. Однако следует учитывать их высокую стоимость, необходимость в источнике питания и регулярное обслуживание.

### Основные результаты исследования

В результате анализа были выявлены следующие перспективные направления для дальнейшего исследования:

Разработка новых типов антифризов: более эффективных и безопасных для окружающей среды.

Совершенствование систем противообледенения: более экономичных, энергоэффективных и простых в эксплуатации.

Применение интеллектуальных систем управления для оптимизации работы насосно-рукавных систем в зимних условиях.

Анализ существующих методов и устройств показал, что:

Не существует единого универсального решения. Выбор оптимального метода зависит от конкретных условий эксплуатации системы, типа насосно-рукавной системы и температурного режима.

Современные технологии предлагают широкий спектр решений: от использования антифризов до установки систем противообледенения и теплоизоляции.

### Рекомендации

Выводы исследования могут быть использованы при проектировании и эксплуатации насосно-рукавных систем в холодных регионах России. Это позволит обеспечить бесперебойную работу систем и снизить риски повреждения оборудования из-за замерзания воды.

Необходимо проводить дальнейшие исследования и разработки в этой области, чтобы создать более эффективные и экономичные решения для предотвращения замерзания воды в насосно-рукавных системах в холодных климатических условиях.

## Выводы

В условиях меняющегося климата Сибири и Арктики бесперебойная работа ПНРС становится критически важной. Сочетание традиционных методов с инновационными решениями, в том числе разрабатываемыми специалистами СПСА, открывает новые перспективы для повышения эффективности противопожарной защиты населения и имущества в условиях экстремальных температур.

## Ссылки на используемые источники (References)

1. Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 год, утв. Президентом Российской Федерации 8 февраля 2013 года.
2. Алешков М. В., Рожков А. В., Климовцов В. М., Емельянов Р. А. Эволюция технических средств обеспечения работоспособности насосно-рукавных систем пожарных автомобилей при низких температурах // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2008. — №2. — С.36-40,
3. Алешков М.В. Повышение работоспособности напорных рукавных линий при тушении пожаров условиях низких температур: дис. ... канд. техн. наук. – М. : ВИПТШ МВД СССР, 1990.
4. Двоенко О.В. Создание пожарной и аварийно-спасательной техники для работы в экстремальных метеорологических условиях / М. В. Алешков, О. В. Двоенко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. - 2011. - № 4. - С. 4-10.
5. Основные направления развития пожарной техники в системе Государственной противопожарной службы: учеб. пособие / Алешков М.В. [и др.] М.: Академия ГПС МЧС России, 2010. 267 с.
6. Малый В.П., Куртов С.О., Трояк А.Ю. Исследование эффективности метода запенивания, применяемого для создания тепловой защиты пожарных рукавных разветвлений // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 4 (49). С. 162-169
7. GPT-OPEN. (2023). GPT-3.5. Retrieved from [<https://www.GPT-OPEN.com>](<https://www.GPT-OPEN.com> 15.10.2024)
8. Малый В.П., Рассказов А.П., Золтуев Э.А. Разработка, внедрение и исследование новых способов и устройств для теплоизоляции рукавных линий, эксплуатируемых в условиях экстремально низких температур. 2023. // <https://cloud.mail.ru/public/28bV/6RCdFFnRS>.
9. Плотников Л. В., Савин М. А., Курбатова Д. К., Кацнельсон И. Э. Оценка эффективности статического кавитатора для подогрева воды в пожарных рукавах на основе экспериментальных исследований. // Техносферная безопасность. 2024. № 2 (43). С. 2-19
10. Терехов Л.Д., Акимов О.В., Акимов Ю.М. Водоснабжение и водоотведение в северных климатических условиях – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. – 124 с.: ил.

# Средства «Умной» Инженерии в противодействии стихийным угрозам

кандидат технических наук, доцент

Саулова Т.А.

## Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва

**Аннотация (Abstract)** Особенности климатических условий Сибири характеризуются интенсивными снежными осадками в зимний период года. Трудно контролируемое человеком накопление снега на кровлях зданий определяет снегопады как опасное природное явление, которое способно провоцировать чрезвычайные ситуации, связанные с внезапным сходом снега и льда с крыш, обрушением конструкций и массовой гибелью людей под завалами. Процесс снегоочистки вручную требует специального обмундирования и также сопряжён с опасностью падений. Необходимость визуального мониторинга повышенной степени ответственности руководителей за обеспечение безопасности труда в соответствии с ужесточившимися требованиями, усиливает напряжённость труда и увеличивает социальные и экономические риски. В связи с этим своевременная очистка кровель от снега – актуальная задача для коммунальных служб организаций и муниципальных служб. Статистические данные о случаях обрушений кровель от снегонакоплений, падений при очистке кровель убеждают в нерешённости проблем своевременной снегоочистки. Цель проектирования заключалась в создании автоматизированной системы мониторинга и управления устройством для предупреждения снегонакопления на кровлях зданий, снижении профессиональных и социальных рисков. Использовались методы научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы: анализ-синтез, индукция-дедукция, аксиоматика, формализация, обобщение, моделирование. Разработан, создан и испытан опытный образец устройства для пневматической снегоочистки с использованием программируемых средств контроля осадков, средств режимного срабатывания, дистанционного управления, позволяющий предупредить опасное накопление снега на кровлях зданий. Экономическая целесообразность проекта обусловлена унификацией конструкции и комплектующих деталей устройства для разногабаритных кровель скатного типа. Сильной стороной проекта является акцент на профилактику несчастных случаев и ЧС за счёт предупреждения осадения снега на кровлях, не дожидаясь его критического накопления. Безопасность процесса снегоочистки достигается разработанной технологией с использованием средств дистанционного управления и мониторинга.

**Ключевые слова (Keywords):** мониторинг снегонакопления, дистанционное управление, пневматическая снегоочистка кровель зданий.

### Вступление (Introduction)

#### Объект, предмет и цель исследования (Object, Subject And Aim Of The Study)

Объектом исследования являлись процессы «снегопадения», снегонакопления на скатных кровлях разных размеров и видов с учётом варьируемых метеорологических условий.

Предметом исследования являлись технические средства мониторинга снегонакопления и средства автоматизации режимного управления процессами пневмоочистки снега с кровель зданий.

Целью исследования являлась разработка автоматизированной технологии мониторинга снегонакопления на кровлях зданий, управления процессом снегоочистки с помощью воздухоудовного оборудования.

#### Актуальность исследования (Relevance Of The Research)

Актуальность исследований обусловлена приоритетными направлениями научно-технического развития государства, утверждёнными Указом Президента РФ, включающими необходимость автоматизации работ и дистанционного управления процессами, исключение ручного неэффективного, затратного и небезопасного

труда, связанного с систематической очисткой кровель зданий от снега в Красноярском крае [1].

Необходимость решения проблемы подтверждается статистическими данными о рисках несчастных случаев падений при работе на высоте в профессиональной сфере – 26,8% из общего числа травм по Красноярскому краю в 2022 году и чрезмерным риском смертельных исходов  $5,36 \cdot 10^{-3}$  чел/год<sup>-1</sup> [2]. Очевидно, что в этой статистике немалую долю занимают риски травм при очистке кровель от снега, одной из причин которых является практика привлечения к работе на высоте неквалифицированных (низкооплачиваемых) рабочих, без должного соблюдения необходимых требований безопасности, специального страховочного оборудования и обучения. Влияние природных стихий на техногенные объекты систематически причиняет бедствия, несёт огромные затраты на их предупреждение и ликвидацию последствий: по данным МЧС с 2006 по 2022 годы произошло 12 крупных обрушений кровель зданий, сопровождающихся гибелью людей [3].

### **Аналитический обзор (Analytical Review)**

В настоящее время в России и за рубежом известны запатентованные технологии и устройства очистки крыш, в том числе с помощью сжатого воздуха. Механические способы модернизировали, ручное управление сменилось полуавтоматическим и автоматическим, повысилась мощность установок, нагнетающих воздух, предложены альтернативные варианты очистки крыш – нагревание, вибрация кровли, использование коптеров, нанопокрывтий и других.

Например, известен вариант применения пневмоустройства с использованием сжатого воздуха для очистки крыш от снега и льда. Устройство состоит из всасывающего вентилятора, скребка и датчика, который обнаруживает наличие снега или льда на крыше. Устройство перемещает скребок вверх и захватывает снег или лед, а затем перемещает его через всасывающий вентилятор и выбрасывает из устройства. При движении пневмоустройства создают шум и вибрацию, что помогает разрушить ледяной покров и облегчить очистку крыши от снега. Недостатки устройства – сложность, ненадёжность оборудования, необходимость обслуживания. Механизм срабатывания датчика не описан [4].

Полезная модель «пневмотранспортная установка для уборки снега с крыши» содержит воздуходувную машину, жесткий участок нагнетательного трубопровода, загрузочный бункер и питатель для подачи снега в трубопровод, опору, на которой через пружины установлен жесткий участок нагнетательного трубопровода с питателем. К жесткому участку нагнетательного трубопровода крепится вибратор направленного действия. Жесткий участок нагнетательного трубопровода с воздуходувной машиной соединен эластичным патрубком, который зафиксирован с помощью бандажей. Остальная часть нагнетательного трубопровода собирается из тканевых секций с низким коэффициентом трения со снегом (плащевая ткань с водоотталкивающей пропиткой), секции армированы спиралью из проволоки. Процессом очистки управляет оператор, начиная работу с закрепления опоры установки с помощью растяжки к анкерной точке на коньке крыши. После этого на необходимую длину собираются тканевые секции нагнетательного трубопровода, армированная секция крепится на карнизе, вертикальные секции растяжками закрепляются над кузовом автомобиля или над местом удобного складирования снега. После включения установки снег в бункер загружается лопатой. Вибратор предназначен для сообщения участку нагнетательного трубопровода направленных колебаний, которые способствуют ссыпанию снега по загрузочному бункеру и сообщают выпавшему на дно трубопровода снегу импульс, направленный вверх и в сторону движения воздуха. При этом происходит виброожижение снега, что предотвращает забивание нагнетательного трубопровода. Сами авторы выделили недостатки модели: питатели для пневмотранспорта являются сложными и дорогостоящими устройствами; снег медленно поступает в нагнетательный трубопровод, потому что боковые стенки загрузочного бункера малого уклона. Оптимальный угол 45-60 градусов. Но тогда высота бункера составляет больше половины высоты установки и она не проходит в большинство слуховых окон, через которые осуществляется доступ на крышу. Снижается мобильность установки и удобство работы с ней; рыхлый свежеснеженный снег сыпается из загрузочного бункера, но куски слежавшегося снега приходится дробить вручную лопатой. Снижается эффективность и производительность установки; соединение между

собой тканевых секций с помощью бандажей занимает много времени, что снижает эффективность работы; перегибание тканевых трубопроводов провоцирует забивание их снегом, это снижает производительность установки. Недостатки были устранены в следующей модели, но существенным неудобством работы модели является обязательное наличие оператора, который осуществляет процесс обдува. Самостоятельно работать установка не может [5, 6].

Конструкторы устройств пневмоочистки, ориентируясь на сдув уже накопившейся массы снега с кровли, пришли к выводу, что такой способ малоэффективен, поскольку требует больших мощностей установок и поэтому такие модели для очистки кровель с дистанционным управлением представляли собой преимущественно неподвижные устройства сдува снега с поворотным механизмом, что в свою очередь вызывало необходимость увеличения потока воздуха, так как площадь обдува крыши не соответствовала требуемой. Модернизация моделей привела к появлению магистрали, устанавливаемой на крыше, которая способна передвигать устройство для обдува [7, 8]. К достоинствам модели можно отнести наличие датчика осадков, реагирующего на возникновение, интенсивность, исчезновение осадков. Поворотные механизмы обеспечивают всестороннее распределение воздушных потоков. Громоздкость конструкции значительно снижает эстетическую привлекательность крыши, модель является не универсальной и не применима на практике, устройство для обдува передвигается по направляющим в виде рельса (в случае установке на самой крыше) и в виде троса (в случае установки на внешних опорах). Наличие движущихся частей приводит к износу кровли, снижает возможность применения оборудования в условиях экстремальных погодных условий (низких температур, сильного ветра). Мощности одного такого устройства недостаточно для покрытия больших площадей крыш. Требуется высоких энергетических и материальных затрат ввиду сложности конструкции и наличия множества деталей.

Необходимо отметить, что все известные технологии и устройства направлены на очистку уже накопленного снега, устройства пневмоочистки не автоматизированы, поэтому не отвечают требуемым критериям эффективности, безопасности и надежности, что не позволяет применять их в реальных условиях и это является их основным недостатком.

По результатам проведенного патентного поиска можно сделать вывод о том, что вопрос эффективной, безопасной и экономичной очистки кровель от твердых осадков все ещё остается открытым. Использование скребка подходит только для плоских крыш и может привести к повреждению кровельного покрытия, коррозию и быстрый износ. Применение теплоносителей для таяния снега на крыше не подходит для использования в условиях устойчивых низких температур северных районов ввиду экономической неэффективности и образования наледей в придомовой зоне. Представленные запатентованные модели устройств для сдува снега требуют доработки применения: универсальности, мощности, эффективности, простоты в использовании и эстетичности.

Учитывая недостатки известных способов, учёными Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва предложен способ пневмоочистки, концептуально отличающийся от других тем, что направлен не на очистку кровель зданий от уже накопившейся массы снега, а на предупреждение его накопления, устранение (сдув) падающих снежинок и хлопьев в воздухе, ещё «на подлёте» к кровле. Автоматизированная система мониторинга (обнаружения) осадков исключает необходимость визуальной оценки снегонакопления, освобождая человека от необходимости принятия решения об очистке, обеспечивая своевременность «сдува», предупреждая накопление масс снега на кровле. Сервисные функции автоматической системы управления – оповещение о корректной работе оборудования, возможность дистанционного и ручного управления тремя операторами обеспечивает надёжность и безопасность технологии.

Уборка снега струями сжатого воздуха – способ, заведомо более щадящий для материала кровли, чем механические способы (сгребание или вибрация), не требует трудовых, временных затрат, исключает опасную работу на высоте, улучшая условия труда и снижая затраты на возмещение ущерба. За счёт возможности оптимальной режимной работы оборудования (мониторинга осадков, автоматизации и таймирования процесса очистки) позволит экономить расход электроэнергии. Устройство учитывает требования технической эстетики, не искажая облик зданий.

Таким образом, патентные исследования, анализ отечественного и

зарубежного опыта в области снегоочистки инженерными способами выявили концептуальную уникальность разрабатываемой технологии, направленную не на очистку массы уже накопившегося снега, а на автоматическое предупреждение его накопления, без использования движущихся, вибрирующих, нагреваемых элементов, химических реагентов, исключая механическое воздействие на кровельное покрытие.

В статье представлены результаты автоматизации мониторинга снегонакопления, автоматизации режимов технологических процессов снегоочистки с учётом метеорологических параметров, описание сервисных функций устройств автоматизации. Перечислены методы исследований, раскрыты экономические, экологические и социальные аспекты безопасности применения технологии. Рассмотрены прогнозные перспективы широкого применения устройств в крупных городах. Результаты исследований по определению параметрических характеристик разработанной технологии и конструктивных особенностей проектируемого устройства изложены в опубликованных трудах [9–12].

## **Материалы и методы (Materials and Methods)**

*Цель исследования.* Целью исследований являлась разработка автоматизированной технологии предупреждения снегонакопления на кровлях зданий с помощью воздуходувного оборудования.

*Задачи исследования.* Задачами исследований являлись:

Разработка технической архитектуры автоматической системы мониторинга снегонакопления и дистанционного управления процессом снегоочистки;

Разработка режимов автоматизации технологического процесса снегоочистки.

*Описание и обоснование используемого методологического аппарата.* Для достижения поставленной цели проекта при проведении научно-исследовательской работы использовали количественные и качественные методы.

На эмпирическом уровне осуществляли: наблюдение за особенностями ветрового воздействия на падающий снег, особенностями видов снегопада, процесса накопления снеговых масс на кровле и поверхностях разного наклона в зависимости от силы и продолжительности снегопада, сравнение, обобщение полученных характеристик и получение зависимостей.

На экспериментальном уровне проводили лабораторные и натурные эксперименты, осуществляли моделирование процессов снегоочистки: аэродинамических процессов в воздуховодах и сопловых воздухораспределителях, моделирование конструктивных параметров сопел, эскизное и техническое проектирование и конструирование элементов системы, их модификацию, осуществляли описание-накопление фактов и их проверку, верификацию на практике. Факты систематизированы, проверены, математически обработаны.

На теоретическом уровне провели логическое исследование собранных фактов, выработали понятия, суждения, умозаключения, соотнесли классические научные представления законов гидрогазодинамики с возникающими предположениями, создали теоретические обобщения, разработали адаптированные к условиям изучаемого объекта методики расчётов и методики проведения экспериментов.

Вариативный характер процессов падения и накопления снега на кровлях определяет методологические ограничения, связанные с невозможностью получения детерминированных моделей, математически описывающих процессы снегоочистки. Достоверные результаты эффективности очистки подтверждены при тестировании опытного образца в реальных условиях эксплуатации на кровле здания в зимний период года.

## **Результат (Results)**

Исследования были выполнены в период с декабря 2022 года по сентябрь 2023 года. В ходе реализации проекта изготовлен и испытан в реальных условиях эксплуатации опытный образец устройства для автоматической пневмоочистки.

*Назначение изделия.* Система управления опытным образцом устройства для автоматической очистки кровли зданий от снега предназначена для решения следующих задач:

Ручная регулировка оборотов двигателя (для этапа определения оптимальных

режимов работы);

Регулировка и установка продолжительности режима работы и режима паузы двигателя при активировании системы подачи воздуха;

Информирование диспетчера о начале и окончании активации системы подачи воздуха;

Информирование диспетчера об ошибке в оборудовании системы управления;

Обеспечение электропитанием и защиты двигателя установки подачи воздуха.

Принципиальная схема системы управления опытным образцом показана на рисунке 1.

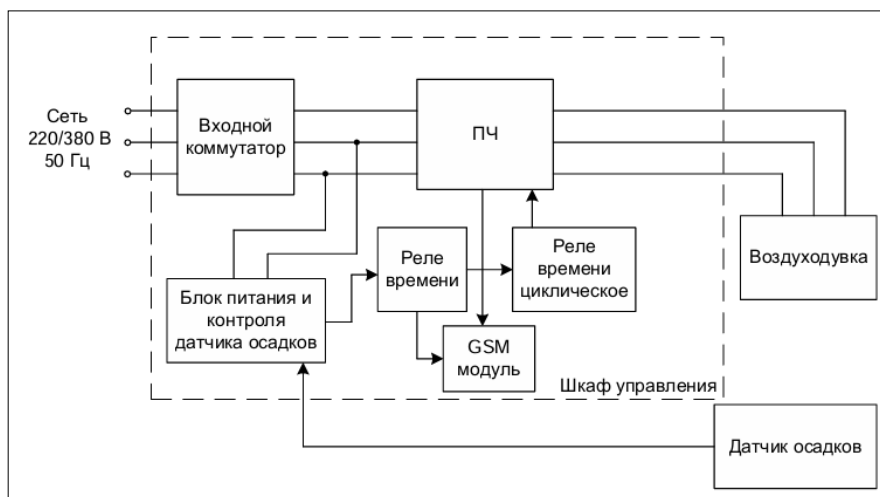


Рис. 1. Схема принципиальная опытного образца

*Описание основных функций опытного образца.* Информационный обмен с диспетчером осуществляется посредством SMS-сообщений. Дистанционная активация устройства осуществляется посредством дозвона с телефона диспетчера на номер GSM-модуля системы управления устройством (СУ).

*Технические характеристики.* Питание опытного образца устройства для автоматической очистки кровли зданий от снега производится от промышленной трехфазной сети напряжением  $220/380 \text{ В} \pm 10 \%$ , частотой  $(50 \pm 1) \text{ Гц}$  по ГОСТ 32144-2013. Потребление устройства не более 12 кВт. Мощность двигателя вихревой воздуходувки – 11 кВт. Ток опроса датчика осадков – 10 мкА. Напряжения питания обогрева датчика осадков – ~ 36 В. Максимальное количество номеров для отправки информационных SMS-сообщений – 3 шт.

Количество режимов работы – 3.

*Принцип действия.* Работа системы начинается после включения входного коммутатора поворотом тумблера на боковой стороне шкафа управления. При этом начинают работать служебные источники питания, на лицевой панели шкафа управления загорается зеленый индикатор «Сеть», производится запуск служебных систем преобразователя частоты, реле времени переходит в режим ожидания команды управления. Чувствительным элементом системы является датчик осадков, который должен быть установлен в зоне попадания осадков. Рабочая поверхность датчика имеет подогрев и при попадании на него снежных масс они тают и превращаются в воду, которая, в свою очередь, закорачивает контактные дорожки датчика. Питание для подогрева, и контроль за срабатыванием датчика осуществляет блок питания и контроля датчика осадков. Блок разработан в СибГУ имени М.Ф. Решетнева. Схемы электрические приведены на рисунках 2, 3.



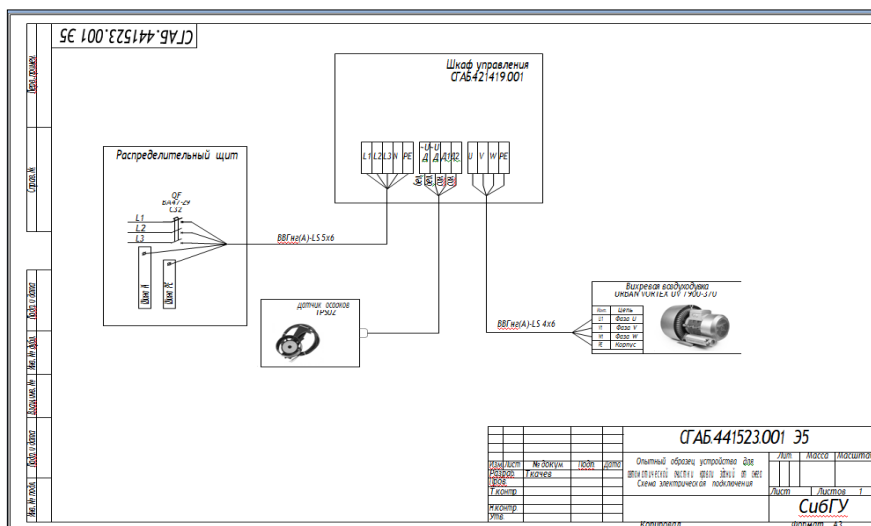
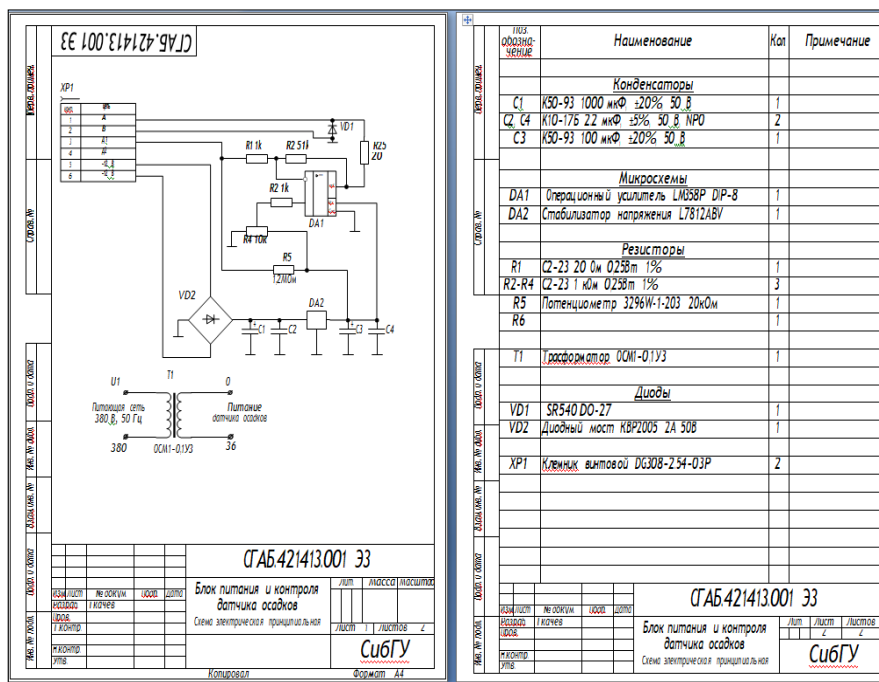


Рис. 2. Схема электрическая подключения опытного образца

Для опытного образца данная схема была собрана на односторонней макетной плате размером 50x70 мм. Помимо макетной платы в блок питания и контроля датчика осадков входит промежуточное реле, для выдачи команд управления на внешние устройства по типу «сухой контакт» и трансформатор ОСМ1–01У3 для гальванической развязки датчика от сети питания и преобразования уровня напряжения до требуемого уровня. При срабатывании датчика блок питания и контроля датчика осадков выдает сигнал на реле времени РЭВ-120 от компании ООО «Новатек-электро» которое настроено на режим «Н» – задержка включения-отключения и выставлено время задержки – 10 сек. Задержка при включении необходима для корректной загрузки оборудования на случай, если при включении питания системы управления датчик осадков уже выдает сигнал наличия осадков.

После поступления сигнала на управляющий вход реле времени, через выставленное на нем время замыкаются его выходные контакты, что является командой на включение циклического реле времени, которое в соответствии с выставленными на его лицевой панели значениями  $t_{и}$  – время импульса и  $t_{п}$  – время паузы выдает сигнал на включение частотного преобразователя и запуска двигателя воздуходувки на время  $t_{и}$ . После истечения  $t_{и}$  циклическое реле времени отключает сигнал на включение частотного преобразователя, двигатель воздуходувки останавливается на время  $t_{п}$ . После чего циклы повторяются до пропадания сигнала с управляющего входа реле времени. Момент появления сигнала на управляющем входе реле времени и его пропадание фиксируется GSM-модулем и передается на телефон диспетчера посредством SMS-сообщений. В качестве GSM-модуля используется проводная GSM-сигнализация «sova900». Схема электрическая принципиальная блока питания и контроля приведена на рисунке 3.



**Рис. 3.** Схема электрическая принципиальная блока питания и контроля

*Подготовка изделия к использованию.* Для подготовки опытного образца устройства для автоматической очистки кровли зданий от снега к использованию необходимо:

- Смонтировать шкаф управления в проектное место установки;
- Подключить внешнее оборудование и питающую сеть.

*Порядок работы.* Работы, связанные с эксплуатацией устройства, должны проводиться квалифицированным, технически подготовленным персоналом, изучившим в полном объеме эксплуатационную документацию на устройство, имеющим право работы с электроустановками до 1000 В. Включение опытного образца устройства для автоматической очистки кровли зданий от снега осуществляется поворотом переключателя расположенного на левом боку шкафа управления в положение «I».

Опытный образец устройства для автоматической очистки кровли зданий от снега предусматривает три режима работы:

- Автоматический;
- Дистанционный;
- Ручной.

Переключение между режимами осуществляется ручкой на передней панели шкафа управления или дистанционно.

### Обсуждение (Discussion)

В результате тестирования разработанной системы управления опытным образцом подтвердили её работоспособность и функциональность, доказав преимущества концептуальной идеи предупреждения снегонакопления перед известными способами снегоочистки накопившегося снега [4–8].

Технология предусматривает 3 режима управления – автоматический, дистанционный, ручной и систему оповещения о корректной работе оборудования. Может обслуживаться дистанционно тремя операторами одновременно. Ручной предусматривает запуск установки непосредственно на объекте. Автоматический режим предусматривает срабатывание установки на импульс датчика осадков. Дистанционный режим – включение (выключение) по звонку сотовой связи на сим-карту GSM-модуля.

Для широкого использования технологии на кровлях всех зданий условной компании с управлением единым диспетчерским центром разработанная система управления опытного образца не является оптимальной. Большую часть дискретных элементов управления (промежуточные реле, реле времени, блок контроля датчика осадков и прочее) целесообразно заменить, например, на программируемое реле

PR205 от компании «ОВЕН». Это позволит осуществлять более гибкую настройку режимов работы оборудования, а в сочетании с сетевым шлюзом ПМ210 (или ПЕ210, ПВ210 в зависимости от требуемого интерфейса подключения) и более гибкое удаленное управление и телеметрию. При необходимости система легко расширяется модулями расширения ПРМ от этого же производителя.

Большой вопрос вызывает логика работы датчика осадков с точки зрения корректности автоматического срабатывания устройства. В дальнейшем имеет смысл пересмотреть принцип обнаружения осадков, чтобы понимать не только наличие, но и интенсивность, определять ложные срабатывания датчика. Возможно применение комбинации из нескольких датчиков, не только датчика осадков, а еще, например, атмосферного давления, ультразвукового или оптического датчика, которые могут засечь пролетающие мимо снежинки. Возможно использование видеокамеры. В этом случае программируемого реле уже будет недостаточно, необходимо использовать одноплатные компьютеры типа Raspberry Pi.

### **Заключение (Conclusion)**

Разработанная технология направлена на улучшение условий труда, автоматизацию процессов, исключение рисков падений при работе на высоте, снижение рисков травматизма, уменьшение ущербов, связанных с внезапным сходом снега и обрушением кровель, имеет социальную значимость и экономическую доступность реализации.

Проектируемая технология соответствует современным тенденциям применения средств автоматизации процессов и дистанционного управления объектами опасности. Проект выполнен на высоком техническом уровне с использованием автоматизированных систем проектирования и симуляции, 3D-моделирования и печати, с использованием экспериментальной модели в натуральную величину, имеет практическую направленность. Опытный образец испытан на экспериментальной модели в условиях, приближенных к естественным условиям эксплуатации. Точность полученных измерений обусловлена большой выборкой тестирования. Достоверность полученных расчётных, экспериментальных данных обеспечена обработкой результатов с использованием методик теории вероятности и математической статистики.

Практическая значимость полученных результатов подтверждена протоколами и актом приёмочных испытаний в течение месяца в зимний период на реальной кровле здания вокзала в п. Кача Красноярского края.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Об утверждении приоритетных направлений научно-технического развития и перечня важнейших наукоёмких технологий: Указ Президента РФ от 18.06.2024 № 529. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202406180018>.
2. Государственный доклад «О деятельности Государственной инспекции труда по Красноярскому краю в 2022 году». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [git24.rostrud.gov.ru](http://git24.rostrud.gov.ru).
3. МЧС: сход снега с крыш и падение сосулек – сезонные риски, которые можно и нужно предупреждать. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/1417785>.
4. Патент № 2499108 Российская Федерация, МПК E04D 13/076. Агрегат для удаления наледи и снега: № 2012104188/03: заявл. 07.02.2012: опубл. 20.11.2013 Бюл. № 32. / Ю.А. Пак. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://allpatents.ru/patent/2499108.html>.
5. Патент № 2451140 Российская Федерация, МПК E04D 13/076. Устройство для уборки снега с крыши здания: № 2010142143/03: заявл. 13.10.2010: опубл. 20.08.2012. Бюл. № 23. / Ю.Д. Тарасов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://allpatents.ru/patent/2451140.html>.
6. Патент № 2459053 Российская Федерация, МПК E04D 13/076. Устройство для очистки крыши здания от снега : № 2010142620/03 : заявл. 18.10.2010 : опубл. 20.05.2012. Бюл. № 14. / Ю.Д. Тарасов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://allpatents.ru/patent/2459053.html>.
7. Патент на полезную модель № 119368 U1 Российская Федерация, МПК E04D 13/076. устройство для сдува снега и твердых частиц веществ : №

2012104332/03 : заявл. 07.02.2012 : опубл. 20.08.2012 / С. А. Шамраев, В. В. Шамраев. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38406315>.

8. Патент на полезную модель № 127103 U1 Российская Федерация, МПК E04D 13/076. подвижное устройство для сдува снега и твердых частиц веществ : № 2012140582/03 : заявл. 21.09.2012 : опубл. 20.04.2013 / С. А. Шамраев, В. В. Шамраев, К. В. Кузнецов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38414051>

9. Tatyna Saulova, Vitaly Bas and Yury Simkin Tatyna Saulova New engineering methods in snow removal by air jets of pitched roofs. № 03004 Опубликовано онлайн: 04 января 2024 г. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447103004>

10. Tatyna Saulova, Vitaly Bas, Yury Simkin and Artem Nadegkin Technology for preventing snow accumulation on roofs of buildings operated by a transportation company - solving snow removal problems. № 03004 Опубликовано онлайн: 04 января 2024 г. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447104005>

11. Саулова Т. А., Бас В.И. Эстетический аспект интеграции устройств для предупреждения снегонакопления на кровлях зданий в современный урбанистический пейзаж/ Градостроительство и архитектура. 2023. Т. 13, № 4. С. 76–82. DOI: 10.17673/Vestnik.2023.04.10. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://journals.eco-vector.com/2542-0151/article/view/567799/pdf>

12. Патент на изобретение № RU №2459054 Российская Федерация, МПК E04D13/76. Способ автоматического предупреждения накопления снега на кровлях зданий и устройство для осуществления способа: № 2023115849/03(033736) : заявл. 16.06.2023 : опубл. 14.11.2023 / Т. А. Саулова, В.И. Бас. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://patenton.ru/patent/RU2807332C1>

# **Влияние изменения законодательства российской федерации в части лицензирования деятельности в области пожарной безопасности на обстановку с пожарами на территории России с 2000 по 2022 года.**

**кандидат хим. наук, доцент**

**Долгушина Л. В.**

**Голубничий А. А.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** В статье проведен анализ изменений законодательства российской федерации в части лицензирования деятельности в области пожарной безопасности с 2001 по 2022 года и влияние на обстановку с пожарами на территории России. Основной целью статьи является оценка влияния изменений в законодательстве на динамику количества пожаров, происшедших на территории России по различным причинам. В результате анализа получены результаты, свидетельствующие о том, что не все изменения в законодательстве приводят к положительному результату, снижая количество возникающих пожаров и уменьшая ущерб, причиняемый пожарами.

**Ключевые слова (Keywords):** лицензирование, пожары, ущерб

В статье 2. Федерального закона от 04.05.2011 N 99-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О лицензировании отдельных видов деятельности» определены цели и задачи лицензирования отдельных видов деятельности и критерии определения лицензируемых видов деятельности: « Лицензирование отдельных видов деятельности осуществляется в целях предотвращения ущерба правам, законным интересам, жизни или здоровью граждан, окружающей среде, объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации, обороне и безопасности государства, возможность нанесения которого связана с осуществлением юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями отдельных видов деятельности. Осуществление лицензирования отдельных видов деятельности в иных целях не допускается. [1]

Задачами лицензирования отдельных видов деятельности являются предупреждение, выявление и пресечение нарушений юридическим лицом, его руководителем и иными должностными лицами, индивидуальным предпринимателем, его уполномоченными представителями (далее - юридическое лицо, индивидуальный предприниматель) требований, которые установлены настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами и принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации. Соответствие соискателя лицензии этим требованиям является необходимым условием для предоставления лицензии, их соблюдение лицензиатом обязательно при осуществлении лицензируемого вида деятельности. [1].

К лицензируемым видам деятельности относятся виды деятельности, осуществление которых может повлечь за собой нанесение ущерба и регулирование которых не может осуществляться иными методами, кроме как лицензированием. »

Первым нормативным документом с 2000 года, в котором были определены понятия лицензирования деятельности в области пожарной безопасности, установлен порядок лицензирования и определен перечень лицензируемых работ, является Постановление Правительства РФ от 31 мая 2002 г. N 373 «О лицензировании деятельности в области пожарной безопасности». Постановление утверждало два положения, касающихся пожарной безопасности, а именно:

Положение о лицензировании деятельности по предупреждению и тушению пожаров;

Положение о лицензировании производства работ по монтажу, ремонту и обслуживанию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. [2].

Положение о лицензировании деятельности по предупреждению и тушению пожаров хоть и допускало участие коммерческих организаций в деятельности по предупреждению и тушению пожаров, но в реальности данной деятельностью занимались государственные учреждения и организации, входящие в Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (Далее - МЧС России). Авторы данной статьи не ставили перед собой цель - проведение анализа эффективности деятельности МЧС России по предупреждению и тушению пожаров.

В данном случае Интересен опыт лицензирования производства работ по монтажу, ремонту и обслуживанию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, то есть работы, которыми занимаются коммерческие организации с целью получения прибыли.

Положением о лицензировании производства работ по монтажу, ремонту и обслуживанию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений установлено, что производство работ по монтажу, ремонту и обслуживанию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений включает в себя осуществление мероприятий, связанных с монтажом, ремонтом и обслуживанием активных и пассивных систем пожарной безопасности (пожаротушения, пожарной и охранно-пожарной сигнализации, противопожарного водоснабжения, дымоудаления, оповещения и эвакуации при пожаре, молниезащиты, противопожарных занавесов и завес, заполнений проемов в противопожарных преградах) и их элементов, а также работ по огнезащите материалов, изделий и конструкций.

Следующим этапом развития института лицензирования деятельности в области пожарной безопасности явилось Постановлением Правительства РФ от 25 октября 2006 г. N 625 «О лицензировании деятельности в области пожарной безопасности», которым так же утверждалось два положения:

Положение о лицензировании деятельности по тушению пожаров;

Положение о лицензировании производства работ по монтажу, ремонту и обслуживанию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.

Положением о лицензировании производства работ по монтажу, ремонту и обслуживанию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений устанавливалось, что под производством работ по монтажу, ремонту и обслуживанию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений понимается осуществление мероприятий, связанных с монтажом, ремонтом и обслуживанием активных и пассивных систем обеспечения пожарной безопасности (пожаротушения, пожарной и охранно-пожарной сигнализации, противопожарного водоснабжения, дымоудаления, оповещения и эвакуации при пожаре, первичных средств пожаротушения, противопожарных занавесов и завес, заполнений проемов в противопожарных преградах) и их элементов, а также трубо-печных работ, работ по огнезащите материалов, изделий и конструкций. Как видно, в перечень лицензируемых работ были включены трубо-печные работы и огнезащита материалов, изделий и конструкций. Данные изменения вызвали много дискуссий и недовольство сообщества печников, которым помимо обучения пришлось проходить процедуру лицензирования. [3]

Постановлением Правительства РФ от 30.12.2011 № 1225 было утверждено "Положение о лицензировании деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений" и Перечень работ и услуг, составляющих деятельность по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений В пункте 9 данного перечня указан вид работ, предусматривающий монтаж теплогенерирующих установок и дымоходов: Устройство (кладка, монтаж), ремонт, облицовка, теплоизоляция и очистка печей, каминов, других теплогенерирующих установок и дымоходов[4]. Таким образом, для осуществления данного вида работ требовалось прохождение процедуры лицензирования, включающую подтверждение квалификации специалистов и наличие материальной базы для производства подобных работ.

Постановление Правительства от 06.10.2017 N 1219 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам лицензирования отдельных видов деятельности», исключило монтаж теплогенерирующих установок

и дымоходов из перечня лицензируемых видов деятельности. [5] Таким образом, Постановлением Правительства от 06.10.2017 №1219 была отменена необходимость получения лицензии МЧС на осуществление деятельности по устройству трубо-печных работ. С 17 октября 2017 года деятельность по устройству (кладке, монтажу), ремонту, облицовке, теплоизоляции и очистки печей, каминов, других теплогенерирующих установок и дымоходов НЕ ТРЕБУЕТ получения лицензии

Постановление Правительства РФ от 28 июля 2020 г. N 1128 "Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений" подтвердило отсутствие необходимости лицензирования такого вида работ, как монтаж теплогенерирующих установок и дымоходов.

Таким образом, в 2006 году в перечень лицензируемых работ были включены трубо-печные работы. С 17 октября 2017 года и по настоящее время деятельность по устройству (кладке, монтажу), ремонту, облицовке, теплоизоляции и очистки печей, каминов, других теплогенерирующих установок и дымоходов НЕ ТРЕБУЕТ получения лицензии.

Для определения влияния вводимых изменений законодательства российской федерации в части лицензирования деятельности в области пожарной безопасности на обстановку с пожарами необходимо проанализировать статистику по пожарам, происшедших по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей до и после введения изменений (таблица 1, 2, рисунок 1,2,3). [6,7,8,9,10]

Таблица 1. Динамика показателей общей обстановки с пожарами и пожаров, происшедших по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей в Российской Федерации за 2001-2009 гг.

показатель	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Пожаров всего за год		246464	260808	238915	233683	229470	220494	212587	201658	187504	246464
Пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей		26002	26127	24096	23133	24424	24253	23158	22117	24872	26002
Материальный ущерб от пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей		211629	280564	292265	346040	421055	552792	662852	780307	832083	883290
Погибло на пожарах по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей		1466	1549	1356	1253	1319	1234	1081	1000	1118	1150

Таблица 2. Динамика показателей общей обстановки с пожарами и пожаров, происшедших по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей в Российской Федерации за 2010-2022 гг.

показатель	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Пожаров всего за год	260808	238915	233683	229470	220494	212587	201658	187504	471537	439394	390859	352509

Пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей	26127	24096	23133	24424	24253	23158	22117	24872	27122	38108	27811	25389
Материальный ущерб от пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей		292265	346040	421055	552792	662852	780307	832083	887695	716382	795174	866418
Погибло на пожарах по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей	994	1208	917	997	894	888	720	794	789	734	841	732

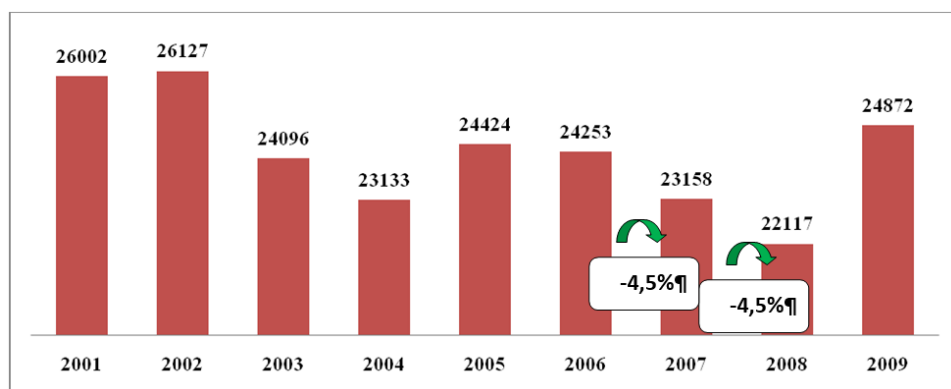


Рис. 1. Количество пожаров, происшедших по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей за 2001-2009 гг.

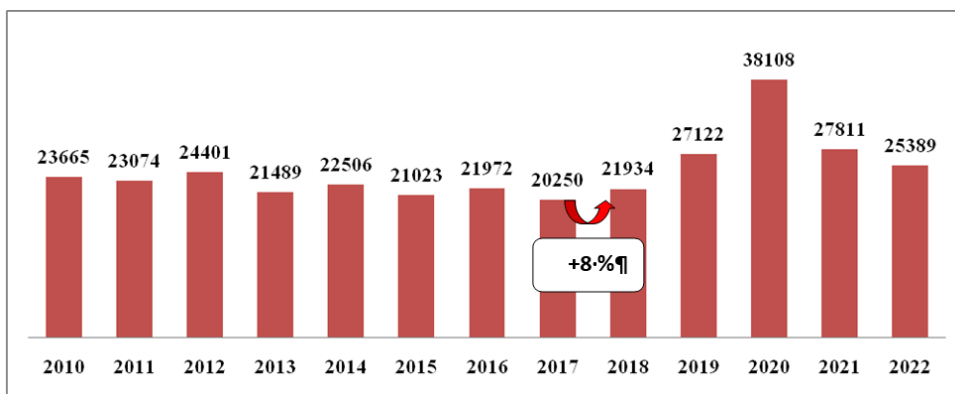


Рис.2. Количество пожаров, происшедших по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей за 2010-2022 гг.

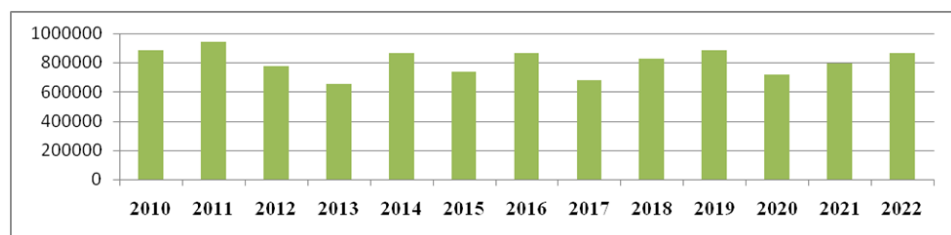


Рис. 3. Прямой материальный ущерб (тыс. руб.) от пожаров, происшедших по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей за 2010-2022 гг.



Сопоставляя Динамику показателей обстановки с пожарами, происшедшими по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей в Российской Федерации за 2001-2022 гг., видно, что в течении двух лет после 2006 года, когда в перечень лицензируемых работ были включены трубо-печные работы, количество пожаров снижалось ежегодно на 4,5% . На следующий год после отмены в 2017 году лицензирования деятельность по устройству (кладке, монтажу), ремонту, облицовке, теплоизоляции и очистки печей, каминов, других теплогенерирующих установок и дымоходов, количество пожаров, происшедших по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей увеличилось на 8%. и продолжает оставаться на относительно высоком уровне (в 2022 году составило 25389 пожаров). Материальный ущерб от пожаров, происшедших по причине нарушения правил устройства и эксплуатации печей с 2018 года так же остается на относительно высоком уровне (более 800 млн. руб.).

Таким образом, по мнению авторов, для осуществления деятельности по устройству (кладке, монтажу), ремонту, облицовке, теплоизоляции и очистки печей, каминов, других теплогенерирующих установок и дымоходов, необходимо прохождение процедуры лицензирования, включающую подтверждение квалификации специалистов и наличие материальной базы для производства подобных работ.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Федеральный закон от 04.05.2011 N 99-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О лицензировании отдельных видов деятельности»;
2. Постановление Правительства РФ от 31 мая 2002 г. N 373 «О лицензировании деятельности в области пожарной безопасности»;
3. Постановлением Правительства РФ от 25 октября 2006 г. N 625 «О лицензировании деятельности в области пожарной безопасности»;
4. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2011 г. N 1225 «О лицензировании деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений»;
5. Постановление Правительства от 06.10.2017 N 1219 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам лицензирования отдельных видов деятельности»
6. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. - М.: ВНИИПО, 2011, - 140 с.: ил. 40;
7. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. - М.: ВНИИПО, 2015, - 124 с.: ил. 40;
8. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. - М.: ВНИИПО, 2022, - 124 с.: ил. 40;
9. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 мес. 2022 г. Москва: Отчет / МЧС РФ ДНДиПР 2023. – 17 с.
10. Голубничий А.А., Шаповалова Т.И. Основные причины возникновения пожаров, происшедших на территории РФ в результате нарушения правил устройства и эксплуатации печей. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций», состоявшейся 21 апреля 2023 года в г. Красноярск на базе ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. URL: [https://sibpsa.ru/public/2023\\_avpb.pdf](https://sibpsa.ru/public/2023_avpb.pdf)

# Анализ и совершенствование способов тушения пожара на судах речного и морского назначения

Самойлик М.Е.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Для обеспечения необходимого уровня пожарной безопасности на судах речного и морского назначения необходимы передовые системы предотвращения пожара и его тушения. В статье предложены современные системы тушения пожаров на судах речного и морского назначения на примере «Капитан Мартынов» АО «Адмиралтейские верфи».

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, речные и морские суда, системы пожаротушения, чрезвычайная ситуация.

В современном мире безопасность на судах играет ключевую роль в обеспечении жизни и здоровья экипажа, пассажиров и сохранности судов. Одним из наиболее серьезных вызовов, с которыми сталкиваются судовладельцы, являются пожары на борту судов. Пожары способны привести не только к утрате судна, но и к чрезвычайным ситуациям, теряются человеческие жизни и наносится ущерб окружающей среде.

Совершенствование способов тушения пожаров на судах речного и морского назначения является актуальной задачей, требующей инновационных подходов и технологий. Современные методы борьбы с огнем включают использование новых материалов и оборудования, а также разработку более эффективных стратегий реагирования. К современным методам борьбы с огнём на судах включают использование различных систем пожаротушения, таких как:



Рис. 1. Системы пожаротушения

Водяные системы - включают водопожарную, спринклерную, водораспыления, водяных завес и орошения. Эти системы используют воду для охлаждения горящих поверхностей и создания паровоздушной подушки, которая уменьшает содержание кислорода и способствует прекращению горения.

Система паротушения - применяется для тушения пожаров в грузовых танках нефтеналивных судов, цистернах жидкого топлива и других помещениях. Принцип действия основан на создании атмосферы, не поддерживающей горение, путём заполнения помещения насыщенным паром под давлением.

Система пенотушения - используется для изоляции горячей поверхности от кислорода воздуха слоем пены, представляющей собой ячеисто-плёночную структуру, образованную пузырьками газа, разделёнными тонкими плёнками жидкости.

Системы объёмного газового тушения - основаны на эффекте ингибирования и разбавления. Используют хладоны, которые обладают низкой токсичностью и не вытесняют кислород, что делает их безопасными для людей.

Система углекислотного тушения - основана на заполнении охраняемого помещения углекислым газом, который не поддерживает горение.

Одним из ключевых направлений совершенствования является внедрение современных систем пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения. Эти системы позволяют быстро обнаруживать возгорания и автоматически активировать средства тушения, минимизируя время реакции и снижая риск распространения огня.



*Рис. 2. Система Горячая пена*

Система «Горячая пена» («Хотфоам») является новым методом тушения, основанным на опыте традиционного пенного тушения. Это усовершенствованная система, созданная на основе высокократной пены, которая позволяет использовать воздух помещения для пенообразования даже при горении нефтехимических и химических веществ.

Система «Горячая пена» помимо преимуществ в технике тушения, которыми обладает традиционная система пожаротушения высокократной пеной, имеет ряд бесспорных преимуществ. Все системы и устройства пожаротушения имеют весьма важное значение на судне, поэтому недопустимо разделять какие-либо системы или устройства на главные и второстепенные. Вследствие этого при защите дизелей от пожаров необходимо уделять должное внимание общей защите судна от пожара, а не рассматривать один дизель или одно машинное отделение отдельно от судна либо работу какой-то системы вне комплекса эксплуатационных проблем. Инженерные решения повышения качества управления потенциально пожароопасными объектами в процессе эксплуатации СЭУ на камчатских судах заключаются во внедрении некоторых из систем на вновь строящихся судах и замене существующих охраняемых систем на современные (как правило, при проведении значительных ремонтных работ) в качестве сопутствующих.

**Преимущества системы "Горячая пена":**

Воздуховоды или отверстия в стене помещения не требуются, так как нет необходимости в свежем воздухе для пенообразования.

Дополнительная пожарная вентиляция не требуется.

Гибкость в размещении пеногенераторов.

Обычно работает в режиме "полного затопления", но может использоваться для локальной или зональной защиты.

Пеногенератор имеет небольшую массу.

Простота монтажа.

Простота техобслуживания - нет движущихся деталей.

Обеспечивает пожаротушение там, где спринклерные водяные системы неэффективны.

Существенно сокращается необходимость в запасе воды по сравнению со спринклерными водяными системами.

Защищает весь объем помещения при обычной эксплуатации системы в режиме "полного затопления".

Кроме того, важным аспектом является обучение и подготовка персонала, ответственного за тушение пожаров на судах. Регулярные тренировки и учения позволяют отработать навыки и стратегии реагирования в различных ситуациях, повышая готовность к действиям в условиях чрезвычайной ситуации.

В целом, совершенствование способов тушения пожаров на судах требует комплексного подхода, включающего разработку и внедрение новых технологий, обучение персонала и повышение уровня безопасности на водных путях.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Электронная энциклопедия пожарного дела [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wiki-fire.org> (дата обращения: 17.09.2024).

2. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: стат. сб. / под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны, 2019. 125 с.

3. Кондаков Е. И., Погорелов А. Ю. Применение тепло-активированной воды для тушения пожаров на морских и речных судах // Материалы XXVII международной научно-технической конференции «Системы безопасности – 2018». М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. С. 184–187.

4. Круглеевский В. Н., Любенов М. М., Скороходов Д. А. Информационно-аксиологические аспекты автоматизации контроля пожарной опасности на морских и речных судах // Морские интеллектуальные технологии. 2018. № 2-2 (40). С. 139–144

5. Безопасность мореплавания: Бюл. № 2. – Петропавловск-Камчатский: Государственная администрация Петропавловского морского рыбного порта, 2003.

6. Боднарчук Н. Н. Разработка требований к пожарно-спасательной технике для тушения пожаров на речных и морских судах // Материалы XXVI международной научно-технической конференции «Системы безопасности – 2017». М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. С. 237–241.

# Improving the quality of monitoring using robotic systems on the example of extinguishing fires at fuel and energy complex facilities

Penkov I.A.

FGBU «All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia», Balashikha, Russia

**Annotation:** in the conditions of urban and industrial development, operators of robotic complexes (RC) face serious limitations due to the lack of line of sight between the RC and the operator. The loss of the video signal, which is inevitable in conditions of multi-storey buildings, narrow streets and industrial infrastructure, dramatically reduces the range of RC control, making their use ineffective or even impossible. This problem is especially relevant for tasks requiring rapid response, such as firefighting or cargo delivery to hard-to-reach places. However, for successful implementation, it is necessary to solve the tasks of developing reliable and small-sized launch systems for unmanned aerial systems (UAS), ensuring stable communication and integrating modules into existing RC control systems. Further research should be aimed at optimizing algorithms for controlling the swarm of UAS

**Keywords:** robotic complexes, unmanned aerial vehicles, fire extinguishing, cluster launch modules for unmanned aerial vehicles.

In recent years, technologies for the use of unmanned aircraft systems (UAS) and ground-based robotic systems (RC) in the field of fire fighting and emergency rescue operations have become increasingly relevant and in demand. This is due to the need to improve the safety of rescuers and the effectiveness of emergency response. UAS are actively used to monitor and assess the situation at the scene of accidents, which allows you to quickly determine the scale of the disaster, identify fire sources and assess the risks associated with the further spread of fire. Ground-based RC, in turn, are used to solve a variety of tasks, ranging from monitoring and reconnaissance to localization and fire extinguishing. They can be equipped with various sensors and cameras, which allows them to collect information about the state of the environment and transmit it in real time. This is especially important in conditions where access to the scene is limited or dangerous for people. In the event of man-made accidents and large fires, especially in high-risk areas such as industrial facilities or places with potential radiation and chemical threats, the use of UAS and RC becomes critically important. These technologies make it possible to minimize the risk to the lives of rescuers, since they can perform tasks in conditions where there is a high degree of danger, for example, in areas with chemical or biological contamination, as well as in places where sources of powerful thermal effects are possible, for example, at facilities of the fuel and energy complex.

Modern RC can perform various functions: from the delivery of water and fire extinguishing agents to search and rescue operations. In addition, the development of artificial intelligence and machine learning technologies opens up new horizons for the use of UAS and RC. These systems can independently analyze the situation, make decisions based on the collected data and even coordinate actions among themselves, which significantly increases the effectiveness of rescue operations [1].

It is important to note that the integration of such technologies into the emergency management system requires not only technical training, but also training of personnel who will work with these systems. Rescue services must be ready to use new technologies in order to cope as effectively as possible with the challenges that the modern world poses to them. Thus, the use of unmanned aircraft systems and robotic systems in firefighting and rescue operations represents an important step towards improving the safety and effectiveness of emergency response, which ultimately can save lives and reduce damage from disasters.

The conducted research clearly indicates the priority use of robotic complexes RC in emergency situations (emergencies), characterized by the creation of zones that pose a mortal danger to rescuers. These zones may be caused by various factors requiring the use of specialized robots with appropriate equipment. Let's take a closer look at the types of hazardous areas and the tasks of the RC.

Radiation, chemical and biological contamination and accidents at nuclear power

plants, chemical enterprises lead to contamination of the atmosphere, soil, water and infrastructure facilities with radioactive, chemical and biological agents. RC play a critical role in such conditions. Specially equipped robots with radiation sensors, detectors of chemicals and biological agents conduct reconnaissance, determine the extent of infection and create maps of the distribution of dangerous substances. Robotic manipulators can take samples for laboratory analysis, eliminate leaks of dangerous substances, as well as perform decontamination and degassing of infected areas. Further development of RC in this direction includes the creation of autonomous systems with the possibility of self-learning and adaptation to changing infection conditions. The use of drones with thermal imaging cameras makes it possible to detect foci of infection and assess their dynamics, while ground robots can conduct a more detailed analysis and eliminate sources of danger.

**Explosive zones.** Explosions at ammunition depots, facilities using explosives, and terrorist acts create areas with a high risk of being hit by shrapnel and shock waves. Here, RC are indispensable for conducting reconnaissance, searching and neutralizing explosive objects, including unexploded ordnance and improvised explosive devices (explosives). Sapper robots equipped with manipulators, high-resolution cameras and sensors allow remote disposal of explosive devices, minimizing the risk to the lives of rescuers. Development in this area is aimed at creating robots with artificial intelligence capable of recognizing and classifying various types of explosives, as well as autonomously making decisions on their neutralization. The use of unmanned aerial vehicles allows aerial photography of the emergency zone to detect potentially dangerous objects and plan further actions.

**Thermal, toxic and suffocating effects.** Fires, especially at facilities with storage of chemically hazardous substances, create areas with high temperatures, toxic gases and lack of oxygen. In such conditions, RC can extinguish fires using remotely controlled carriage barrels, disassemble rubble and search for victims in conditions of limited visibility using thermal imaging cameras. Robots can also take air samples for analysis and transmit data on the concentration of hazardous substances in real time. Moreover, fire extinguishing RC can be used to deliver extinguishing agents (water, powder, etc.) to hard-to-reach places, which significantly increases the effectiveness of fire fighting.

**Contamination of the area with explosives:** The presence of unexploded ordnance and other explosive objects, both on land and in water, poses a significant threat. RC equipped with metal detectors, video cameras and manipulators search, identify and neutralize unexploded ordnance. Underwater robots can be used to search for and neutralize unexploded ordnance at the bottom of reservoirs. In this area, technologies for automatic recognition and classification of unexploded ordnance using artificial intelligence are actively developing.

**Areas of destruction and rubble:** earthquakes, building collapses and other disasters create areas with extensive destruction and rubble, limiting the access of rescuers. RC equipped with powerful manipulators and earthmoving equipment can carry out debris analysis, creating passages for rescuers, allowing them to reach the victims. Development in this direction includes the creation of robots with greater load capacity and maneuverability, as well as the use of collaborative robots working in a team with human rescuers. The widespread use of RC in emergency situations significantly increases the efficiency and safety of rescue operations, allowing minimizing risks to people's lives and responding promptly to various types of emergencies. The future development of RC is aimed at creating more autonomous, intelligent and versatile systems capable of adapting to various conditions and performing a wide range of tasks in the most dangerous areas. This includes the development of robot control systems, the basis of [2].

Over the past ten years, unmanned aircraft systems have been most often used to monitor fire hazards. This includes aerial reconnaissance of natural and man-made fires, as well as flood zones. According to statistics, such tasks account for from 3 to 36% of the total number of UAS applications. Another important area of application is the determination of the exact coordinates of emergency areas and affected facilities (4-26% of cases). UAS are also effectively used to monitor ice jams and river flooding (2-8%), which is especially important for searching for people in forests and emergency areas (1-6%). These data demonstrate the key role of UAS in rapid emergency response and saving lives. However, the experience of using UAS is not limited to the tasks listed above.

Over the past ten years, unmanned aircraft systems have been most often used to monitor fire hazards. This includes aerial reconnaissance of natural and man-made fires, as well as flood zones. According to statistics, such tasks account for from 3 to 36% of the total number of UAS applications. Another important area of application is the determination of the exact coordinates of emergency zones and affected objects (in 4-26%

of cases). Drones are also effectively used to monitor ice jams and river flooding (2-8%), which is especially important for searching for people in forests and emergency zones (1-6%). These data demonstrate the key role of drones in responding quickly to emergencies and saving lives. However, the experience of using UAS is not limited to the tasks listed above.

However, in order to fully realize the potential of the integration of BAS and RC, it is necessary to solve a number of technical problems. For example, it is necessary to ensure reliable and fast launch of the UAS in emergency situations from aboard a robotic vehicle. In this regard, the issue of developing cluster launch modules for unmanned aerial vehicles directly from the ground-based RC of medium and heavy classes becomes relevant. This will allow you to quickly deploy the UAS at the required point and significantly reduce the response time to an emergency situation. The modules being developed should be reliable, compact and easily integrated into the existing RC design, ensuring safe transportation and launch of multicopter-type UAV. The design of the module must take into account specific operating conditions, such as vibrations, shaking, exposure to high temperatures and other factors characteristic of emergency conditions[3].

In addition, in order to increase work efficiency, it is necessary to take into account and improve the software that provides control of both UAS and ground RC, as well as synchronization of their work. An important aspect is the development of algorithms for processing information received from various sensors installed on the UAS and RC to create a complete and accurate picture of the situation. This will allow operators to make more informed decisions and increase the effectiveness of emergency response actions. In the future, the development of this technology may lead to the creation of fully autonomous robotic complexes capable of operating in dangerous conditions without direct human involvement, ensuring even greater safety and efficiency of emergency rescue and fire extinguishing. The introduction of artificial intelligence systems into the management of RC and UAS will automate many processes, which will significantly speed up decision-making and increase responsiveness. It also opens up opportunities for the development of new algorithms for search and rescue of people, the use of UAS to deliver medicines and other necessary materials to hard-to-reach areas.

An extended analysis of the launch and operation of UAS integrated into ground-based robotic systems has shown the need to address the following issues:

- formation and loading of flight tasks;
- analysis of the hardware and software components necessary for the creation and transfer of flight tasks on board the UAS hosted on the RC;
- determining the optimal amount of data to be included in a flight assignment to ensure effective mission performance;
- investigation of the charging processes of the UAS placed in the cassette launch modules;
- assessment of charging time, power consumption level when charging multiple UAS at the same time and development of optimal charging strategies;
- development of a methodology for calibration of the UAS before launch, taking into account the features of on-board navigation equipment;
- ensuring high accuracy in determining the location and orientation of the UAS in space;
- development of algorithms and control systems to ensure an accurate landing of the UAS on an extended object with limited geometric parameters.

Designing a tethered sensor module capable of providing continuous monitoring of the surrounding area and conducting reconnaissance in difficult conditions, including urban development and emergency zones.

- It is necessary to determine the optimal data set, including:
  - coordinates of the starting and ending points of the route, intermediate points of the route, altitude and airspeed, roll and pitch angles, altitude profiles, as well as payload control commands;
  - selection of suitable data formats for the presentation of the flight task.
- definition of data transmission protocols between the ground control station and the UAS;
- development of an intuitive interface for creating and editing flight assignments.
- development of charging control algorithms to optimize charging time and prevent overloading of the power supply system.
- development of a system for monitoring the condition of UAS batteries to assess their capacity and service life [4].

There is also an urgent issue of planning and supplying fire extinguishing agents by

robotic complexes to the gorenje zone. Planning of the supply of fire extinguishing agents using RTK is carried out taking into account the need to ensure increased accuracy of the supply of fire extinguishing agents to the combustion zone in comparison with conventional technical means. Gorenje. The calculated parameters of the flight range of an inclined water jet from the nozzle to the center of incidence of the most powerful jet stream, taking into account air resistance, are determined in accordance with the formula (1):

$$L = 0.415^3 \sqrt{(90 - \alpha)dH^2} \quad (1)$$

where:

$\alpha$  - is the angle of inclination of the barrel to the horizontal, degree;

$d$  - is the diameter of the nozzle, mm;

$H$  is the pressure in the outlet section, m. The radius vector  $R$ , m, of the curve corresponding to the boundary of irrigation by the extreme drops of the jet, depending on the height of the jet  $S$ , m, is determined by the formula (2):

$$R = \gamma S, \quad (2)$$

where:

$\gamma$  - is a parameter that takes into account the angle of inclination of the radius of the jet to the horizon, degree;

$S$  - is the height of the jet, m.

Intermediate values of the slope coefficient  $\gamma$  can be determined by the formula (3):

$$\gamma = 3,92 \cdot 10^{-5} \cdot b^2 - 0,008b + 1,4 \quad (3)$$

where:

$b$  - is the angle of inclination of the radius of action of the jet to the horizon, deg.

Depending on the devices used for supplying fire extinguishing agents and the state of the environment, the calculated parameters may differ from real situations [5].

To ensure the maximum possible irrigation of the gorenje, it is necessary to adjust the angle of inclination and position of the barrel using remote monitoring and control, while the adjustment using the UAS can be performed with maximum accuracy, since the vision systems located on board the ground-based RTK do not allow determining the necessary feed accuracy due to their design features.

The optimal locations of positions for the supply of fire extinguishing agents are determined on the basis of calculated parameters and correction coefficients calculated based on the results of indicators obtained during practical training and exercises. At the same time, it is necessary to take into account the design features and tactical capabilities of fire extinguishing equipment, as well as the influence of the environment (Fig).

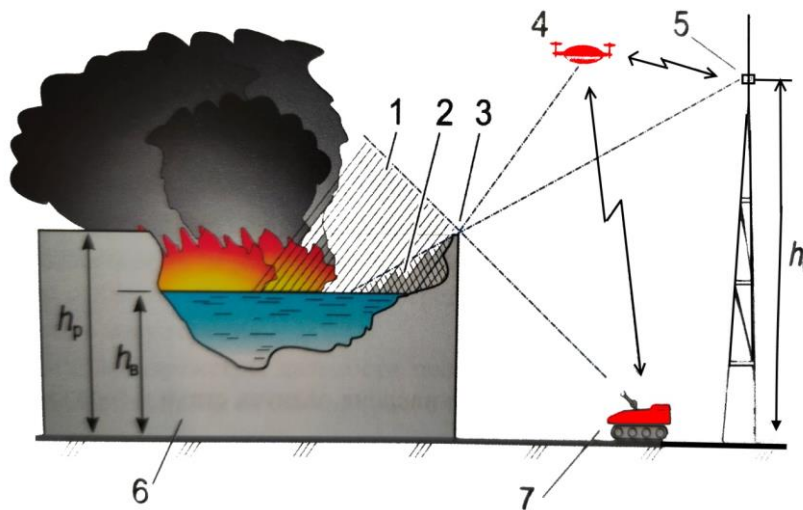


Fig. Location of the "mudflow zones": 1 - for RC; 2 - for translator; 3 - for UAS; 4 - UAS; 5 - translator mounted on a lightning rod; 6 - tank with burning petroleum product; 7 -



*ground RC; hP - height of the tank wall; hB - height of the edge of the petroleum product;  
hK is the height of the translator location*

The development and application of cluster launch modules for unmanned aerial vehicles from ground-based RCs will solve a number of problems that arise during the operation of UAS, obtained based on the analysis of information from responding units of the Ministry of Emergency Situations of Russia: batteries ensure the operation of the UAS payload for up to 20 minutes, which does not allow for aerial monitoring for a longer time and, therefore, over a larger area (powered by a ground-based RTK will allow continuous monitoring for at least 8 hours); there are no programs providing online transmission of information from the UAS, which does not allow real-time transmission of actual situation data to the emergency response operational headquarters (solved at the stage of development of cluster launch modules for unmanned aerial vehicles) [6].

Based on the conducted research, it can be concluded that the development of cluster launch modules for unmanned aerial vehicles will solve the problems of using ground-based RC in urban and industrial buildings, where in the absence of direct visibility of the RC from the operator's control post, there is a loss of video communication signal, which causes a decrease in the control range several times. Also, the use of cassette launch modules will increase the accuracy of adjusting the angle of inclination and position of the barrel to supply fire extinguishing agents to the combustion zone from the side of the ground-based RC.

## **Reference**

1. Kalach A. V. Kalach E. V. Vytoktov A.V. The use of unmanned aircraft to ensure fire safety of linear facilities in the oil and gas industry // Fire and Explosion Safety/Fire and Explosion Safety. 10.18322/PVB.2018.27.12.49-55. 2018;
2. Nosach Yu. I., Garshin Yu. V., Penkov I. A. Tactical techniques of ground-based robotic complexes in extinguishing fires based on the experience of application as part of the FSBI VNIPO grouping of the Ministry of Emergency Situations of Russia //The use of special purpose robotic systems. - 2020. – pp. 33-38;
3. Rescue robotic systems and technologies [Text] : textbook: in 2 hours / N. V. Severov [et al.] ; scientific ed. N. V. Severov ; Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation. - Khimki: AGZ OF the Ministry OF Emergency Situations of the Russian Federation, 2012.H. 1. - 2012. - 379p;
4. Du Yonghao, Xing Lin, Cai Zhaoquan. Review of the technology of intelligent dispatching of clusters of unmanned aerial vehicles // Journal of Automation. – 2020. – Vol. 46. – No. 2. – pp. 222-241;
5. Gordienko D.M., Loginov V.I., Osipov Yu.N., Ershov V.I., and Mikhailova E.D. "Problems of using UAS for extinguishing fires" Fire and explosion safety, vol. 28, No. 4, 2019, pp. 82-91;
6. Nosach Yu. I. et al. Problems and prospects of import substitution of robotic complexes in the system of the Ministry of Emergency Situations of Russia and imported raw materials, materials and components used for their manufacture //Current problems of fire safety and protection from emergencies. - 2022. – pp. 383-385.

# **Исследование цветовых характеристик и микроскопический анализ керна скважин подземной исследовательской лаборатории при термическом воздействии**

**Литвинская Т.А.**

**кандидат педагогических наук, доцент**

**Трояк Е.Ю.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** Данная статья представляет результаты исследования образцов керна, извлечённых из скважин подземной научно-исследовательской лаборатории объекта окончательной изоляции радиоактивных отходов. Основной задачей исследования была оценка термических повреждений материала, возникающих при воздействии температур в интервале от 300 до 800 °С. Для этого были проведены микроскопический анализ и изучение цветовых характеристик образцов. В статье изложены методики проведения соответствующих лабораторных исследований. В результате экспериментов получены данные о возникновении микротрещин на поверхности материала в процессе испытаний. Также была установлена зависимость между степенью нагрева и изменением цветовых характеристик керна скважин подземной исследовательской лаборатории.

**Ключевые слова (Keywords):** подземная исследовательская лаборатория, микроскопический анализ, пожар, целостность, горные породы, керн, RGB характеристики.

## **Вступление (Introduction)**

В контексте обеспечения долговременной безопасности при глубинном захоронении радиоактивных отходов (далее – РАО) реализуется проект по созданию подземной исследовательской лаборатории (далее – ПИЛ) в геологических формациях участка «Енисейский», который расположен в 6 километрах от города Железногорска Красноярского края. Основная цель создания ПИЛ заключается в демонстрации возможности захоронения в недрах скального массива высокоактивных и долгоживущих РАО, а также в детальном изучении характеристик и параметров горной породы для обоснования долговременной безопасности объекта обращения с указанным видом отходов. Эта работа имеет важное значение как для обеспечения безопасности персонала лаборатории, так и для соблюдения норм экологической безопасности.

В процессе проектирования и строительства подземных капитальных выработок следует предусмотреть реализацию комплекса мероприятий, направленных на достижение необходимых параметров надёжности, долговечности и безопасности для строительных и ограждающих конструкций.

Анализ происшествий в тоннельных сооружениях позволяет выделить ключевые факторы риска. К ним относятся: превышение расчетных величин внешних природных воздействий (землетрясения, камнепады и т.д.), нарушение требований безопасности эксплуатации (пожары и затопления), несвоевременное устранение недостатков или неудовлетворительное определение технического состояния конструкций и эксплуатируемого оборудования, ошибки проектирования.

На основе анализа и интерпретации данных установлено, что в подземных выработках более 40% аварийных ситуаций обусловлены пожарами, около 30% — прорывами воды, примерно 17% — обрушениями, и приблизительно 12% инцидентов связаны с загазованностью выработок [1-4].

Целью исследования, результаты которого изложены в данной публикации, было изучение целостности образцов керна, извлечённых из скважин подземной исследовательской лаборатории, с использованием метода микроскопического анализа. А также проводилась оценка изменений цветовых характеристик образцов

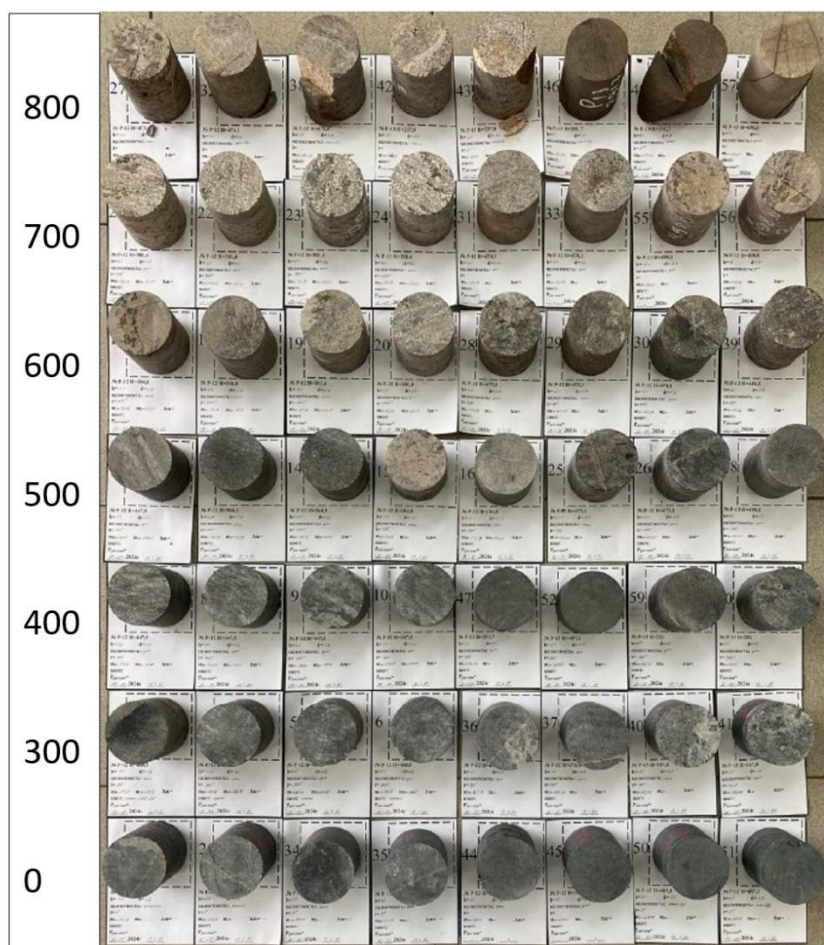
после термических воздействий, аналогичных тем, которые возникают при пожарах в горных выработках.

### Материалы и методы (Materials and Methods)

Объектом исследования являлись образцы керна, предоставленные Институтом проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук.

Керн — это цилиндрический образец породы или грунта, который сохраняет внутреннюю структуру и свойства исходного массива. Получение керна осуществляется с помощью керноотборника, который представляет собой инструмент со специальным кольцевым буровым долотом и позволяет извлекать непрерывные и неповреждённые образцы.

На рисунке 1 показаны образцы керна, полученные из скважин подземной исследовательской лаборатории после термической обработки.



**Рис. 1.** Вид образцов керна после термического воздействия «Составлено авторами».

Выбор диапазона температур, который составил от 300 до 800 °С с шагом 100 °С, и времени воздействия на образцы был обоснован ранее проведёнными исследованиями [12, 13]. Время нагрева образцов задавалось равным 30 минут, что связано с полученными ранее результатами, свидетельствующими о том, что при изменении свойств керна главным образом имеет значение температура воздействия, а не продолжительность нагрева [14].

Одним из методов исследования прочностных характеристик керна скважин ПИЛ является микроскопический анализ, который включает в себя изучение внешнего вида образца. С помощью оптического микроскопа можно рассмотреть и проанализировать структуру керна, которую невозможно увидеть при визуальном осмотре [5].

В данной работе микроскопический анализ был направлен на выявление

наличия микротрещин в исходных образцах керна до проведения термического воздействия, а также на регистрацию начальной стадии образования трещин, в ходе которой под влиянием высоких температур в материале формируются микротрещины и микропоры. Кроме того, фиксировалась ширина и размер каждой трещины для более глубокого понимания процессов, происходящих в материале при нагреве.

Для проведения микроскопического анализа образцов керна применялся комплекс оборудования, одним из компонентов которого являлся металлографический микроскоп «Метам ЛВ-41» с системой компьютерной обработки. Данный микроскоп представляет собой высокотехнологичное оборудование, предназначенное для проведения широкого спектра работ по пробоподготовке и визуальному исследованию под увеличением внутренней структуры различных объектов.

Также авторы данного исследования поставили перед собой задачу определить цветовые характеристики образцов керна, которые подверглись термическим воздействиям. Исследования в научной литературе [7, 8, 9] подчеркивают, что многие материалы имеют свойство изменять цвет в зависимости от температуры и времени нагрева, что может использоваться для оценки степени термических повреждений. Это свидетельствует о наличии связи между температурой воздействия, временем выдержки при определенной температуре (что отражает уровень теплового ущерба) и оптическими свойствами верхнего слоя материала, включая изменение его цвета.

В RGB-системе для задания значений координат используется один октет, что позволяет удобно представлять каждую из трёх координат целыми числами в диапазоне от 0 до 255. Такой метод обеспечивает высокую точность и вариативность в цветовом описании. Модель RGB опирается на три независимых параметра, что делает её трёхмерной системой координат, где каждая точка определяется тремя координатами, соответствующими яркости красного, зелёного и синего цветов. Такой подход позволяет точно воспроизводить любой цвет как уникальное сочетание этих трёх основных компонентов. [10, 11].

Исследование образца керна включало в себя несколько ключевых этапов:

1. Визуальный осмотр образца — это начальный этап исследования, который позволял оценить общее состояние материала и выявить возможные дефекты или особенности, влияющие на результаты последующих измерений.

2. Разметка точек замера — на этом этапе выбирались точки на поверхности образца керна, в которых планировалось проведение измерений. Это делалось для того, чтобы получить более полное представление о распределении термических повреждений на поверхности материала.

3. Проведение замера показаний цвета – этот этап включал использование специального прибора для измерения цветовых характеристик образца керна в выбранных точках. Данный прибор контроля степени термических повреждений [11], использовался для получения точных данных о цвете поверхности образца, которые затем применялись для анализа.

4. Построение поверхностной карты распределения термических повреждений – на основе полученных данных строилась цветовая карта, показывающая распределение термических повреждений на поверхности образца керна, что позволяло визуально оценить степень и характер повреждений.

5. Анализ построенной карты – заключительный этап исследования, на котором оценивались полученные данные и делались выводы о состоянии образца керна.

Важно отметить, что измерения значений цветовых характеристик (этап 3) в каждой точке проводились 12 раз, при этом максимальное и минимальное значения не учитывались при обработке результатов, чтобы исключить случайную ошибку. Для определения среднего результата данные 10 измерений заносились в таблицу, затем производилась их статистическая обработка. Доверительный интервал для среднего рассчитывался с доверительной вероятностью 0,99 [11], что позволило получить более точные и надёжные результаты исследования.

Как было указано выше, в рамках исследования цветовых характеристик образцов керна применялся прибор контроля степени термических повреждений, оснащённый датчиком цвета, который представляет собой программируемый преобразователь отражённого света от исследуемого объекта в цифровой сигнал, и ЖК-дисплей для отображения информации о цветовых характеристиках в точке замера [11].

## Результат (Results)

Все образцы, которые успешно прошли визуальный осмотр без использования специальных инструментов, были размещены на предметном столике микроскопа для детального анализа как нижней, так и верхней поверхностей на предмет микротрещин с использованием различных степеней увеличения.

После температурного воздействия на образцы керна, визуальным осмотром выявлено следующее:

появление видимых невооруженным глазом трещин на образцах № 58 – термическое воздействие 500 °С; №№ 17, 18, 19, 30, 39 – 600 °С; №№ 21, 22, 23, 24, 31, 33, 55, 56 – 700 °С; №№ 42, 46 – 800 °С;

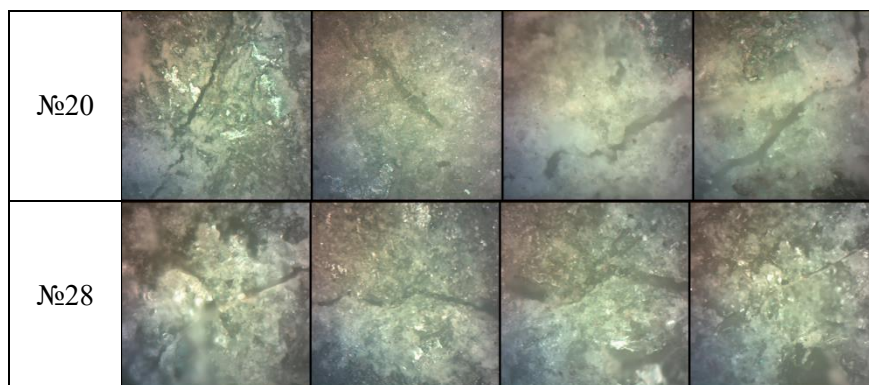
частичное разрушение образцов №№ 27, 32, 38, 43, 48, 57 – термическое воздействие 800 °С.

В таблице 1 представлены микрофотографии образцов с микротрещинами, сделанных при помощи программы «NEXSYS ImageExpert».

Таблица 1. Фотографии микроскопии образцов керна с фиксацией трещин после термического воздействия «Составлено авторами».

300 °С				
№37				
400 °С				
№47				
№60				
500 °С				
№11				
№13				
№16				
600 °С				





Измерения цветовых характеристик проводились в соответствии с описанной выше методикой в пяти точках на каждом образце. Средние значения измерений были определены как среднее арифметическое полученных результатов.

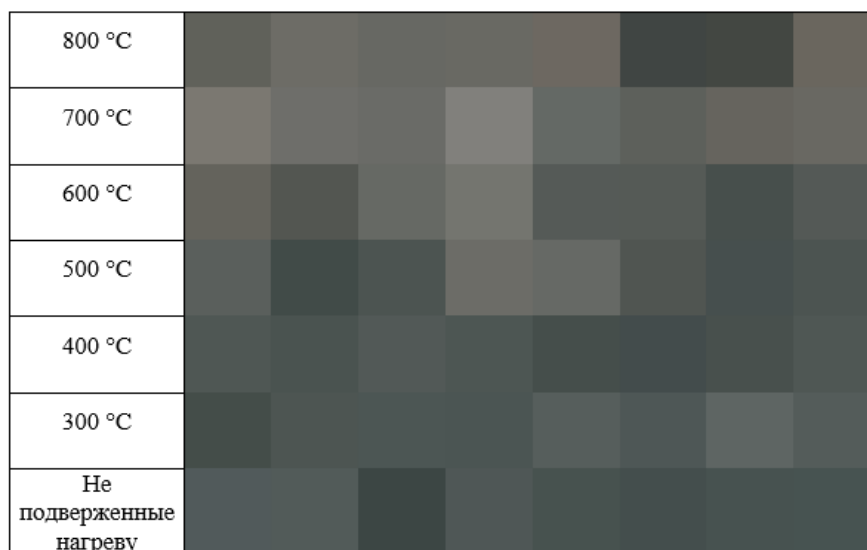
В таблице 2 приведены результаты измерений цветовых характеристик образцов с использованием прибора контроля термических повреждений [11].

Таблица 2. Средние значения измерений цветовых характеристик образцов керны «Составлено авторами».

№ образца согласно описи	№ скважины	Глубина отбора проб	t, °C	R	G	B
1	P-11	344,9	0	81	90	91
2	P-11	344,9	300	82	91	89
34	P-12	474,1		60	70	68
35	P-12	478,0		79	87	86
44	P-13	291,7		71	82	79
45	P-13	291,7		68	78	77
50	P-13	487,3		71	82	80
51	P-13	487,3		71	83	81
3	P-12	468,5		300	68	77
4	P-12	468,5	77		85	82
5	P-12	468,5	76		86	84
6	P-12	468,5	75		85	83
36	P-12	478,0	86		94	92
37	P-12	478,0	78		87	86
40	P-13	337,8	94		101	99
41	P-13	337,8	84		92	90
7	P-12	447,5	400	79	87	84
8	P-12	447,5		74	83	80
9	P-12	447,5		82	89	87
10	P-12	447,5		77	86	83
47	P-13	291,7		69	78	75

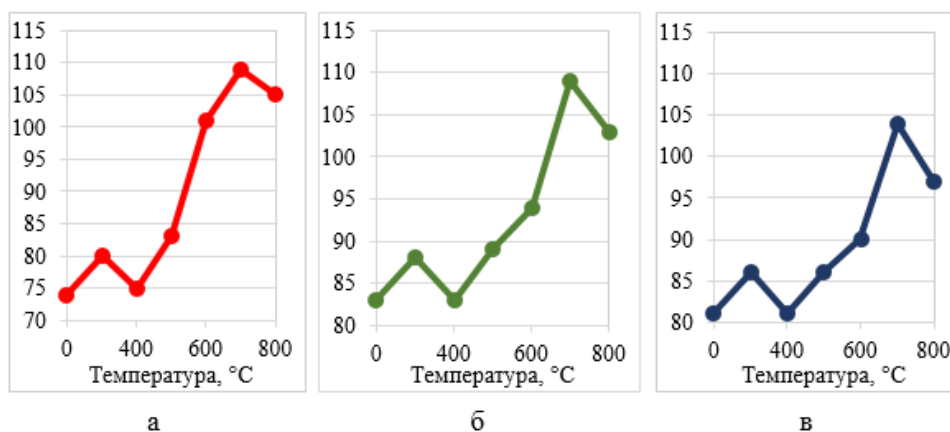
52	P-13	487,3		67	76	76
59	P-13	251		72	80	77
60	P-1	251		79	87	84
11	P-12	447,5	500	90	95	92
13	P-12	364,3		65	75	72
14	P-12	364,3		76	84	81
15	P-12	104,8		108	108	105
16	P-12	104,8		102	105	101
25	P-12	473,1		80	85	81
26	P-12	473,1		70	79	78
58	P-13	498,0		76	84	81
17	P-12	104,8	600	100	99	92
18	P-12	104,8		83	86	81
19	P-12	301,4		102	105	100
20	P-12	301,4		116	117	111
28	P-12	473,1		85	90	87
29	P-12	473,1		85	90	86
30	P-12	474,1		70	79	76
39	P-12	481,8		84	89	86
21	P-12	301,4	700	123	120	113
22	P-12	301,4		110	110	106
23	P-12	301,4		106	107	103
24	P-12	301,4		129	128	124
31	P-12	474,1		100	105	101
33	P-12	474,1		93	96	91
55	P-13	498,0		102	100	94
56	P-13	498,0		105	104	98
27	P-12	473,1	800	96	97	90
32	P-12	474,1		109	108	102
38	P-12	478,0		103	104	99
42	P-13	337,8		105	105	99
43	P-13	337,8		109	104	97
46	P-13	291,7		64	69	67
48	P-13	291,7		67	71	66
57	P-13	498,0		106	102	94

Несмотря на то, что образцы неоднородны и каждый имеет индивидуальную характеристику RGB, прослеживается изменение цвета при воздействии температур 400–600 °С, а именно, исходный серый цвет материала приобретает розоватый оттенок. При температурах выше 700 °С образцы светлеют (рис. 2).



**Рис. 2.** Вид образцов керна после термического воздействия «Составлено авторами».

На рисунке 3 представлены графики зависимости цветовых характеристик от температурного воздействия на образцы. Анализируя графики, можно пронаблюдать, что с ростом температуры значения показателей R, G, B сначала уменьшаются при воздействиях от 300 до 400 °С, затем резко увеличиваются после 400 °С. Пик данных значений приходится на 700 °С, после чего наблюдается их снижение.



**Рис. 3.** График зависимости значений R (а), G (б), B (в) от температуры воздействия на образцы керна «Составлено авторами».

Данные, приведенные в таблице 1 свидетельствуют о том, что при воздействии на образцы керна температуры от 500 °С, наступает стадия трещинообразования, что оказывает влияние на прочностные характеристики горной породы такие как целостность и несущая способность. Обнаруженные в небольших количествах микротрещины в образцах, нагретых до 300–400°С, можно охарактеризовать как следствие неоднородности материала, поскольку данные трещины появились на стыке неоднородных включений в основной материал керна. Для составления объективной картины влияния термического воздействия на прочность представленных образцов требуются дополнительные исследования предела прочности горной породы на одноосное сжатие.

Также было установлено, что температура оказывает влияние на цветовые



характеристики образцов керна скважин подземной исследовательской лаборатории на всем диапазоне термического воздействия. Наблюдается равномерное осветление поверхности образцов, что подтверждается увеличением значений RGB-характеристик. Стоит отметить, что при воздействии на образцы температур 400, 800 °С, значения цветовых характеристик некоторых из них уменьшаются (образцы темнеют), что может свидетельствовать об изменениях в структуре состава породы. В дальнейших исследованиях авторы ставят перед собой задачу выявления и анализа подобных изменений.

### **Обсуждение (Discussion)**

*Данный раздел является обязательным.* Раздел «Дискуссия» подразумевает критическое «обсуждение» полученных результатов в контексте опубликованных вторичных данных и литературы. Данный раздел содержит интерпретацию, сравнение результатов других исследователей или ранее полученных результатов самого автора статьи с полученными результатами. Цель данного раздела — интерпретировать полученные в ходе исследования результаты в контексте того, что ранее уже было опубликовано по проблеме расследования [4].

### **Заключение (Conclusion)**

Исследование образцов керна скважин подземной исследовательской лаборатории, расположенной на участке «Енисейский» в 6 км от города Железногорск Красноярского края, позволило получить данные о микроструктуре материалов и их поведении при различных температурах.

В ходе исследования были проведены микроскопический анализ и измерение цветовых характеристик образцов керна при термических воздействиях в диапазоне от 300 до 800 °С с шагом 100 °С, что позволило установить факт образования микротрещин на поверхности образцов и определить зависимость изменения их цветовых характеристик от температуры.

Полученные результаты, могут быть использованы для характеристики физико-технических параметров горных пород участка «Енисейский», с целью обоснования безопасности сооружений подземной исследовательской лаборатории при аварийных ситуациях, связанных с пожарами. Описанная методика лабораторного исследования образцов может быть применена при экспертизе аналогичных материалов, подверженных термическим воздействиям.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Гарбер В. А. Нештатные ситуации в подземных транспортных сооружениях // Подземные горизонты. – 2018. – № 16. – С. 20–25.
2. Скопинцева О. В., Баловцев С. В. Управление аэрологическими рисками угольных шахт на основе статистических данных системы аэрогазового контроля // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 1. – С. 78–89. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-1-0-78-89.
3. Перельмутер А. В., Сливкер В. И. Повышение качества расчетных обоснований проектов // Бст: бюллетень строительной техники. – 2005. – № 10. – С. 59–62.
4. Еремин А. К., Мухарин Е. С. О причинах возникновения рисков аварийного обрушения зданий и сооружений // Геориск. – 2009. – № 3. – С. 54–55.
5. Постановление Правительства РФ от 19.10.2012 N 1069. «О критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов». Редакция от 29.10.2022. – Действует с 01.01.2024.
6. Буркина, Н. А. Микроскопический анализ лекарственного растительного сырья : учебно-методическое пособие / Н. А. Буркина, Е. М. Костенко. — Томск : СибГМУ, 2018. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138682> (дата обращения: 05.07.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Чешко И. Д. Расследование и экспертиза пожаров – СПб: СПБИБ МВД РФ, 1997. – 562 с.
8. Чешко И. Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. - М: ВНИИПО, 2002. – 330 с.

9. Чешко И. Д., Юн Н.В., Плотников В.Г. и др. Осмотр места пожара: методическое пособие / – М.: ВНИИПО, 2004. – 503 с.
10. Цветовые системы. История вопроса (часть 59) [Электронный ресурс] URL: <https://natural-colours.livejournal.com/35541.html> (дата обращения: 05.07.2024).
11. Горбунов, А. С. Разработка метода и прибора контроля степени термических повреждений материалов на месте пожара : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Горбунов Александр Сергеевич, 2023. – 187 с. – EDN NKCYCF.
12. Трояк Е. Ю. Исследование микроструктуры керна скважин подземной исследовательской лаборатории участка «Енисейский» при термическом воздействии / Е. Ю. Трояк, Е. С. Мельникова // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Красноярск, 27 октября 2023 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2023. – С. 41-45. – EDN YJIRBO.
13. Пожаркова И. Н. Исследование температурного режима пожара в подземной исследовательской лаборатории на основе численного моделирования // Пожаровзрывобезопасность. – 2024. – Т. 33. – №. 4.
14. Трояк Е. Ю. Изменение компонентного состава и прочностных характеристик керна скважин глубинного бурения в зависимости от продолжительности и степени нагрева / Е. Ю. Трояк, Е. С. Мельникова // Актуальные проблемы пожарной безопасности: Материалы XXXVI Международной научно-практической конференции, посвященной 375-й годовщине образования пожарной охраны России, Москва, 31 мая 2024 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС РФ, 2024. – С. 399-406. – EDN ZURFBP.

# Отбор проб подземных вод с глубокого интервала в кристаллических породах

Пивиков Д.А.

## Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской Академии Наук

**Аннотация (Abstract)** Статья посвящена опытно-фильтрационным работам на территории строительства подземного объекта, а именно особенностям отбора проб из наклонных скважин, вскрывающих кристаллическую толщу, представленной гнейсами и долеритами архейского возраста. Подробно рассмотрена установка для скважинных нагнетаний и мониторинга в однопакерной компоновке, описан основного подхода к выделению интервалов с трещинами для дальнейшего контроля и отбора проб. Описывается ход скважинных экспериментов и последовательность операций по отбору пробы воды из трещинного коллектора на глубине 120-165 м от поверхности.

**Ключевые слова (Keywords):** Задачи мониторинга подземных вод в верхней части массива гнейсовой толщи Енисейского участка

Постановка задач мониторинга подземных вод на участке строительства подземной исследовательской лаборатории в Красноярском крае определена целью разведочной стадии геологического изучения недр для обоснования захоронения радиоактивных отходов 1 и 2 классов в глубоких геологических формациях. Данная стадия развернута в 2023 г. и реализуется в соответствии с согласованным проектом разведки Енисейского участка. В нем поставлены достаточно амбициозные задачи по изучению гидравлической связи трещинных вод глубоких горизонтов в относительно непроницаемых породах (ниже 150 м) и зоны региональной трещиноватости в гнейсах архейского возраста [3]. Методики исследований таких связей основываются на длительных экспериментах и отборе представительных образцов трещинных вод, требующих внедрения специальных средств.

В ИБРАЭ РАН в 2021 г. была разработана установка; на которую возложена задача отработки методики отбора проб и ведения опытно-фильтрационных работ (ОФР) в трещинных коллекторах для мониторинга режима и качества подземных вод [2]. Эта установка постоянно совершенствуется, но, в то же время, является экспериментальной и не всегда надежной. Тем не менее, после проведения мероприятий по повышению сохранности ее основных конструктивных элементов в узлах, она была вовлечена в полярные исследования скважин глубиной до 165 м. Эта группа скважин (10 шт.) была пробурена в 2023 г. в рамках запуска разведочной стадии [3]. Бурение осуществлено наклонным способом с ориентацией керна и, впоследствии, после окончания регулярных геологических работ, все они переданы в режимную сеть [1] по программе мониторинга состояния недр участка строительства подземного объекта.

Результаты гидрогеологических исследований в этих скважинах указали на слабую водообильность трещинного коллектора зоны выветривания, низкие параметры водопроницаемости и проницаемости. Коэффициенты фильтрации находятся в пределах 0,005 до 1,58 м/сут, причем значение, превышающее 1 м/сут зафиксировано лишь в одной скважине [3]. Тем не менее, анализ результатов откачек из всего ствола скважин с разными расходами обусловил целесообразность проведения пакерных опытов для поиска проводящих трещин. Наиболее результативными ожидались эксперименты в скважинах с низкими свойствами проницаемости.

Поиск и постановка длительного мониторинга режима и качества подземных вод на конкретном интервале с трещинами – цель наблюдений в составе комплексного объектного мониторинга подземного сооружения со спецификой обращения с РАО. А отбор пробы в ходе, либо после длительного возмущения такого коллектора – это задача максимум: такие пробы наполняют смыслом многие научные эксперименты в лабораторных условиях, т.к. позволяют формировать максимально реалистичные реакции исследуемых сред.

Скважины данной группы позволили еще раз отработать технологию использования установки для скважинных нагнетаний и мониторинга с пакерным

снарядом на относительно небольшой глубине и выявить зоны и отдельные трещины с наибольшей проницаемостью, определить их водопроницаемости, изучить распределения напоров в массиве [4].

### **Компоновка однопакерной системы отбора проб для Енисейского участка**

Основной подход к отбору проб с глубоких интервалов в кристаллических породах на участках ПИЛ и ПГЗРО заключается в изолировании исследуемого интервала, обеспечении гидравлической связи между изолированным интервалом и пробоотборным резервуаром, полным замещением воды в пробоотборном резервуаре водой из исследуемого интервала, обеспечению контроля герметичности пробоотборной системы. Главной особенностью данного подхода является возможность индивидуального исполнения рабочей установки для реализации необходимых исследований в заданном интервале.

Каждый узел рабочей установки разрабатывается исходя из условий на участке проведения работ и особенностей исследуемой скважины [2]. Основными узлами установки (рис. 1) являются:

1. Одиночный пакер для изоляции изучаемого интервала (в комплекте с подвесом, быстросъемными соединениями формируется пакерный снаряд).

Система раздувания эластичного элемента пакера путем нагнетания воды через полиамидную трубку диаметром 6 мм для изоляции рабочего интервала, состоящая из насоса высокого давления и манометра для контроля давления в пакерной системе.

Узел обеспечения электричеством в виде бензогенератора.

Лебедка с глубиномером, необходимые для определения глубины опускания пакера и обеспечения спускоподъемных операций.

Тренога с системой полиспаатов для обеспечения спуска, подъема и центрирования пакера относительно обсадной трубы скважины/

Система отбора пробы, состоящая из пробоотборного резервуара, мембранного насоса с блоком управления, к которому подключен газовый баллон с регулятором давления.

Система контроля за уровнем воды в скважине и пробоотборном резервуаре, состоящая из 2 логгеров (один опускается в обсадную колонну скважины, а второй используется в пробоотборном резервуаре).

В результате анализа предыдущего опыта работы с пакерными установками, решена проблема с образованием узлов из полиамидной трубки используемой для обеспечения гидравлической связи между изолированным интервалом и пробоотборным резервуаром, что препятствовало извлечению пакера из скважины путем её замены на более жесткие его соединения с системой полипропиленовые трубы с резьбовыми соединениями.

Применение полипропиленовых труб имитируют эффект «жесткой сцепки», благодаря которому возможно при необходимости переместить пакер вниз, тем самым вывести пакер из зацепления с неровностями в скважине и извлечь пакер с любого интервала, при этом сама пакерная система имеет небольшую массу, что упрощает работу и дает возможность легко корректировать глубину рабочего интервала.

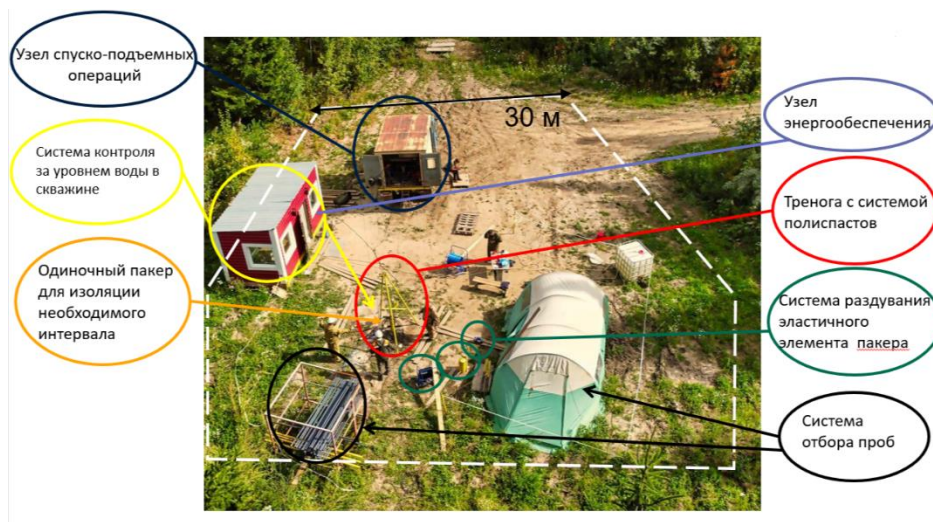


Рис.1 – Узловая схема установки для скважинных нагнетаний и мониторинга. После установки пакерной системы в скважину на необходимый интервал проводятся работы по замещению воды в пробоотборном резервуаре, состоящем из ПВХ труб внутренним диаметром 40 мм, герметично соединенных между собой на глубину до 90 метров, имеющих гидравлическую связь с исследуемым интервалом.

Замещение воды в пробоотборном резервуаре реализуется путем понижения уровня воды в резервуаре ниже статического и восстановление уровня за счет давления столба исследуемого интервала. Вытеснение реализуется методом обратного эрлифта. Метод заключается в вытеснении воды путем подачи воздуха под давлением с помощью компрессора, подключенного к системе труб с помощью специально разработанного изоляционного оголовка (рис. 2).

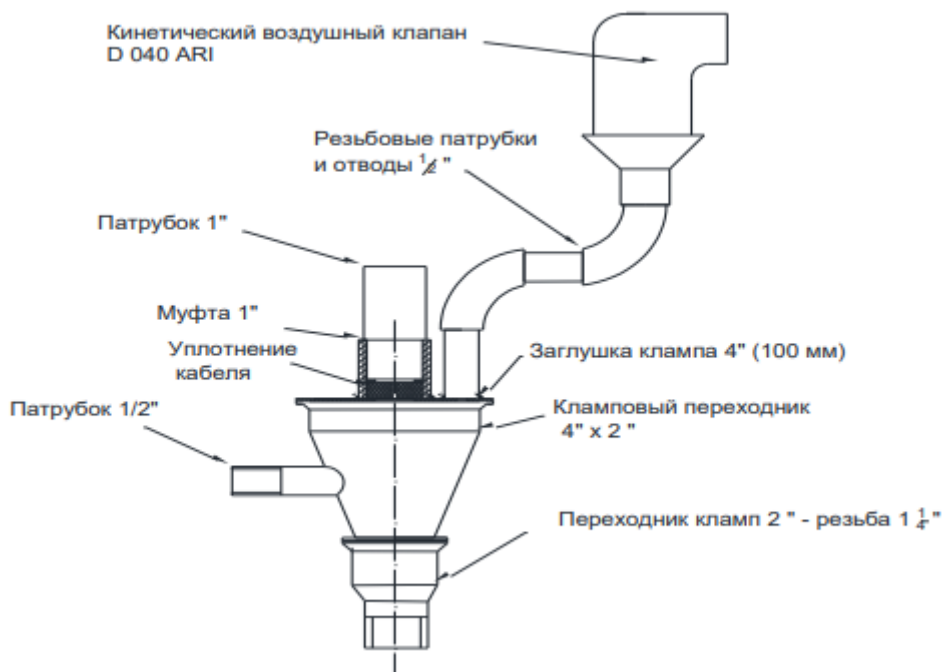


Рис.2 – Схема изоляционного оголовка

К нижней части патрубка 1" подсоединяется полиамидная трубка ду12/10 длиной 50÷70 м перфорированная в нижней части, которая опускается в пробоотборный резервуар. После подачи давления в систему через патрубок 1/2" через полиамидную трубку, присоединённую к верхней части патрубка 1" оголовка, выходит струя воды, смешанная с воздухом. Работы проводятся до момента прекращения поступления воды, при этом фиксируется объем вытесненной воды и время, за которое происходит вытеснение.

С помощью системы мониторинга, состоящей из 2 логгеров, фиксируется полное восстановление статического уровня воды в скважине (определение напора исследуемого интервала). Привязка показаний логера к уровню производится через данные электроконтактного уровнемера.

Схема системы мониторинга изображена на рисунке 3.

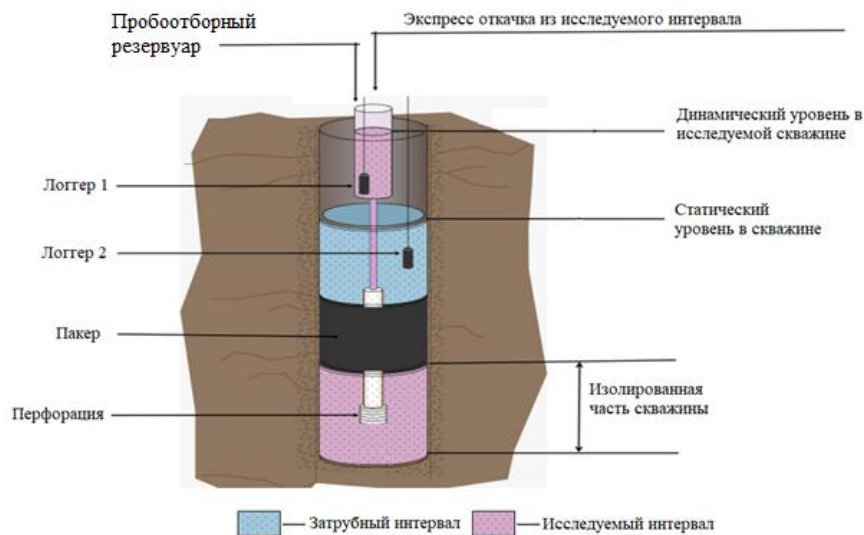


Рис. 3 – Однопакерная компоновка установки для откачек

Вытеснение обратным эрлифтом проводится многократно до того момента, пока не будет достигнуто полное замещение воды в пробоотборном резервуаре на воду из исследуемого интервала.

По окончании выполнения вышеописанных подготовительных мероприятий начинается процесс отбора проб. На этом этапе задействуется скважинный мембранный насос, подключенный к баллону с инертным газом (азотом).

Перед проведением операции по отбору пробы проводится освобождение трубок магистрали насоса от остатков воды, путем подачи азота напрямую с редуктора, расположенного на газовом баллоне.

Далее насос подключается к катушке с магистральными трубками и производится спуск насоса для отбора проб на необходимую глубину. К баллону с инертным газом присоединяется редуктор и с помощью полиамидной трубки  $d=6$  мм подключается блок управления насосом, также к блоку управления соединяется магистральная трубка подачи газа под давлением в насос.

У блока управления имеется несколько режимов работы выбор которых зависит от глубины выдаваемой воды. При использовании данной системы отбора проб самый подходящий режим в наших условиях — это низкая скорость подачи водяного потока с интервалом подачи 50 секунд и сброса 25 секунд.

### Результативность ОФР однопакерной системой

Опытный пуск установки с конечной целью отбора пробы был запущен в скважине С-1. Ее основные параметры: зенитный угол бурения – 10 градусов, погонная длина скважины – 165 м, фактическая глубина вскрытия – 162,5 м, диаметр бурения – 96 мм (НҚ), обсадная колонна – 11,8 м. Фильтрационные показатели водопроводимости – 0,06 м<sup>2</sup>/сут, коэффициент фильтрации – 0,003 м/сут [3]. По результатам геофизических изучений скважины и геологического документирования зоны тектонических нарушений и водопроявлений сосредоточены в интервалах 20-40 м. Особо стоит выделить месторасположение скважины – вблизи вспомогательного ствола строящегося подземного сооружения подземной исследовательской лаборатории. Статический уровень подземных вод в этой части участка – 8,12 м, при этом, откачка с дебитом 20,7 м<sup>3</sup>/сут обеспечила относительно большое понижение – 50,18 м.

В этих условиях минимальное питание скважины водой, скорее всего,

представлено единичным притоком и, гарантированно, имеет именно трещинную структуру. Постановка интервальных откачек по данным комплекса геофизики определила разделение ствола на 6 интервалов, нижний из которых представлял наибольший интерес для отбора единичной пробы.

Профилирование скважины с выделением трещин позволило установить возможность отбора пробы с глубины более 120 м. Пакер был установлен на отметку 120,65 м. При этом использовано 15 двухметровых полипропиленовых патрубков и, далее, собран пробоотборный резервуар 90 метровой длины. При использовании бытового безмасляного компрессора с рабочим давлением 8 бар возможна выдача воды эрлифтом с глубины 80 м.

Из подпакерного интервала был произведен комплекс кратковременных откачек до осушения пробоотборного резервуара со средним дебитом около 50 л/час. Для восстановления изъятого объема требовалось кратно большее время (статический уровень достигался на протяжении 3 суток и более), что говорит о критически низкой водности пород в интервале мощностью более 40 м (восстановление уровня изображено на графиках 1-3).

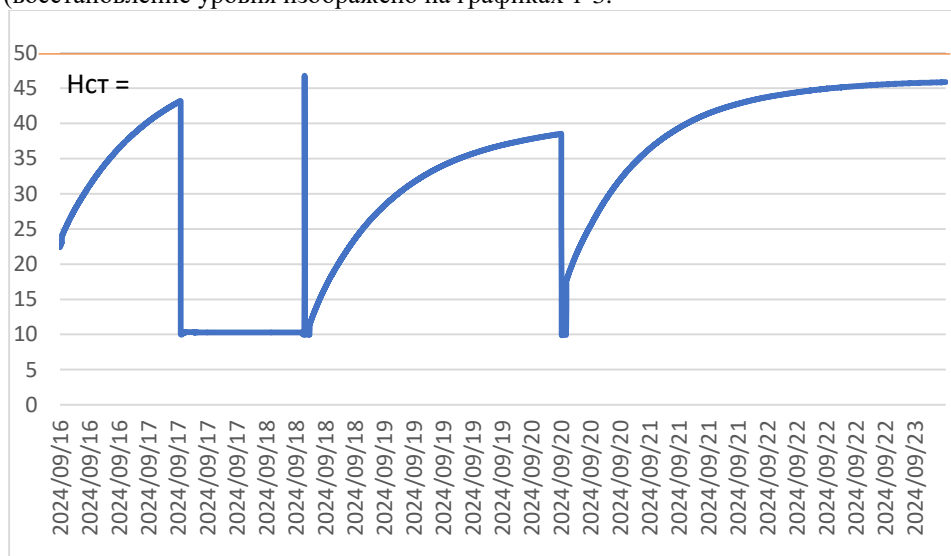


Рис. 4 График последовательного восстановления уровня в скважине

Тем не менее, в нем был заменен объем около 100 л, что составило более чем двукратное по объему обновление исследуемой жидкости. При откачках контролировались быстроменяющиеся показатели: pH, содержание и содержание кислорода. Для исследуемой подземной воды получены показатели pH – 7,2, содержания – 354 мг/л, содержание кислорода – 2,9 мг/л, что и было принято, как исходные показатели.

Отбор пробы осуществляется посредством мембранного насоса Solinst 407, к которому подключен газовый баллон с регулятором давления. Программируемый блок управления при настройках рабочего давления на мембрану насоса для вытеснения воды из интервала на уровне 10,33 кгс/м<sup>2</sup> обеспечил подачу воды на поверхность с глубины 75 м в объеме необходимом для первичного опробования (9 л).

При всех операциях на исследуемом интервале проводилась гидрогеологическая документация и наблюдения за уровнем и температурой воды. Составлены графики понижения уровня в интервале и последующего его восстановления, по которым будут проводиться фильтрационные расчеты.

## Выводы

Исследования и наблюдения за подземными водами участка строительства любого подземного сооружения являются необходимыми как с точки зрения обеспечения безопасности проходческих работ и эксплуатации, так и с позиции оценок влияния горных мероприятий на качество вод. В условиях подземного строительства в кристаллических, монолитных, практически безводных породах, целевой объектный мониторинг ориентирован на контроль движения вод по

отдельным трещинам. Его проведение невозможно без применения специализированных установок и оборудования.

На участке создания подземной исследовательской лаборатории подобрана и последовательно отрабатывается технология и методика проведения длительных наблюдений и пробоотбора с больших глубин посредством экспериментальной установки для скважинных нагнетаний и мониторинга. В прошедшем летнем полевом сезоне осуществлен отбор пробы подземной воды из интервала 120-165, определенного на основе построения напорного профиля скважины той же установкой.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Гупало В. С., Казаков К. С., Коновалов В. Ю., Неуважаев Г. Д., Озерский Д. А. Анализ подходов к консервации и ликвидации скважин на участке недр «Енисейский» (Красноярский край, Нижнеканский массив) // Радиоактивные отходы. 2020. № 4 (13). С. 30–41. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-4-30-41.

2. Озерский Д.А., Тесля В. Г., Печатников В.А., Смирнов К.Д. Мониторинг трещинных вод на участке строительства подземной исследовательской лаборатории в красноярском крае // Безопасность жизнедеятельности и климатические риски развития территории Енисейской Сибири: материалы конференции. Красноярск: СФУ, 2023. С. 75-77.

3. Пушкарева О.В., Караулов В.А., Минин А.В., Красильников В.Я., Неуважаев Г.Д., Озерский Д.А. Изучение фильтрационных параметров зоны региональной трещиноватости в кристаллических породах на участке строительства подземной исследовательской лаборатории // Подземная гидросфера: материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России. Екатеринбург: Институт горного дела ИГД УрО РАН, 2024. С. 426-430.

4. Тесля В. Г., Расторгуев А. В. Особенности планирования детального изучения гидродинамических и гидрохимических свойств участка «Енисейский» Нижнеканского массива // Радиоактивные отходы. 2020. № 4 (13). С. 58–70. DOI: 10.25283/2587-9707-2020-4-58-70.



# **Комплексный Подход к Противопожарной защите, а также тактике Тушения Пожаров в Резервуарных Парках**

**Аскеров М. А.**

**Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России**

**Керимов У.А.**

**Главное управление МЧС России по Ханты-  
Мансийскому автономному округу-Югре**

**Аннотация (Abstract):** в статье рассматривается совершенствование системы тушения пожаров в резервуарах с хранением нефтепродуктов с помощью робототехнических комплексов. Применение робототехнических средств позволит не только сократить время тушения пожара, но и сократить количество личного состава оперативных подразделений привлекаемого на проведение мероприятий по охлаждению резервуаров.

**Ключевые слова (Keywords):** Обеспечение противопожарной защиты, тушение пожаров, аварийно-спасательные работы, нефтепродукты, резервуарные парки, пожарно-техническое вооружение.

## **Вступление (Introduction)**

Пожарная безопасность является составной частью экономической, и значит, национальной безопасности страны. Создание современной научно обоснованной нормативной базы, на ее основе разработка технических систем защиты не только отдельных отраслей и объектов, но и в целом систем автоматизированного мониторинга и контроля за противопожарным состоянием технологических операций, работы оборудования крупных производственных комплексов, огромных комбинатов, логистических и складских терминалов, магистральных нефтепродуктопроводов и товарно-сырьевых баз. Следовательно, специалисты пожарной охраны должны быть способны на практике применять принципы научной организации работы и управления в своей работе [4].

Принцип научности управления требует изучения закономерностей функционирования пожарной охраны и управления её аппаратами и подразделениями, знания фундаментальных основ технологических сред, пожарной безопасности технологических процессов производств, умения грамотно ориентироваться в современных инновационных средствах связи, мониторинга и управления системами автоматизации [2].

Статистический анализ пожаров в резервуарных парках показывает, что из 200 пожаров, 92% произошло в наземных резервуарах. Из них 26% пожаров на РВС с сырой нефтью, 49% с бензином и 24% на РВС с мазутом, дизельным топливом и керосином.

Учитывая, основные причины возгорания объектов хранения нефтепродуктов, значимыми в последнее время стали удары беспилотных летательных аппаратов.

С начала 2024 года российские НПЗ и нефтебазы подвергались атакам БПЛА не менее 60 раз. Среди самых заметных инцидентов — пожар на крупнейшем в России Омском НПЗ 26 августа и атака дрона 18 августа на принадлежащие Росрезерву склады с топливом в городе Пролетарск Ростовской области, которые не могли потушить более двух недель. В связи с этим вопросы обеспечения противопожарной защиты, а также совершенствование, существующих способов тушения пожаров резервуарных парков остаются актуальными.

В следующих разделах будет приведены особенности тушения пожаров в резервуарных парках, а также предложен комплексный подход обеспечения противопожарной защиты и управления оперативными подразделениями с

применением робототехнических комплексов.

### **Материалы и методы (Materials and Methods)**

На первом месте в пожарно-спасательных гарнизонах должна стоять безопасность сотрудников и граждан, предотвращение действия ОФП на здоровье и жизни граждан. Для грамотной организации безопасной эксплуатации оборудования, исключения рисков возникновения пожаров с тяжелыми материальными и социальными последствиями, гибелью людей, необходима синхронизация процессов научной работы и практической деятельности пожарных подразделений, создание современных систем автоматизации и управления силами и средствами на пожаре, исключая непосредственное присутствие людей в опасной зоне при локализации и ликвидации пожаров.

Тушение пожаров в резервуарных парках связано со значительными трудностями, кроме того, пожары наносят колоссальный материальный ущерб и сопровождаются человеческими жертвами. Как правило, при возникновении пожара в резервуарном парке, силы и средства объектовых оперативных подразделений вводятся на экстренную эвакуацию персонала организации из зон воздействия опасных факторов пожара [8].

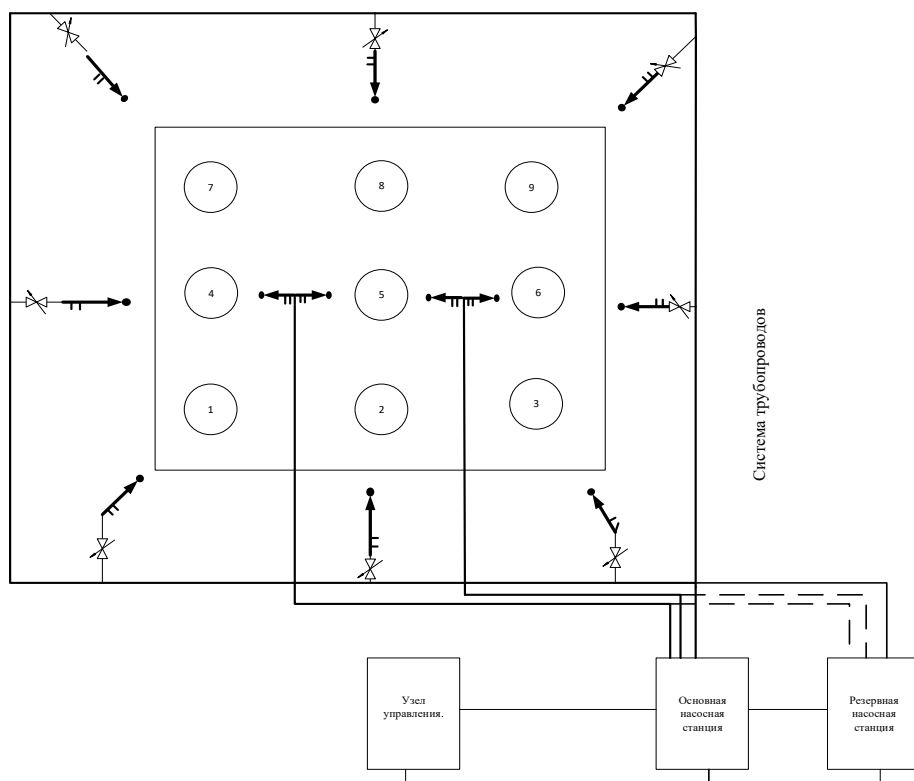
Как показывает практика тушения пожаров в резервуарных парках, сил и средств оперативных подразделений значительно не хватает, для ведения действий в нескольких направлениях. Личному составу при работе по охлаждению резервуаров, согласно нормативных документов по охране труда, необходимо работать в теплоотражательных комплектах и в СИЗОД, что делает их менее маневренными и повышает степень тяжести при выполнении поставленных задач. При этом создаются резервные группы, для смены личного состава, выполняющего задачи на участке по охлаждению резервуаров [4].

Для охлаждения резервуаров необходимо использовать пожарные стволы с большим расходом, что приводит к увеличению численности личного состава, задействованного только на охлаждение. Учитывая все вышеуказанные факторы, для выполнения основной задачи, необходимо сосредоточить силы и средства для проведения пенной атаки. Возникает проблема нехватки личного состава для проведения работ по тушению пожара в полном объеме, что увеличивает время тушения пожара в резервуарном парке.

### **Результат (Results)**

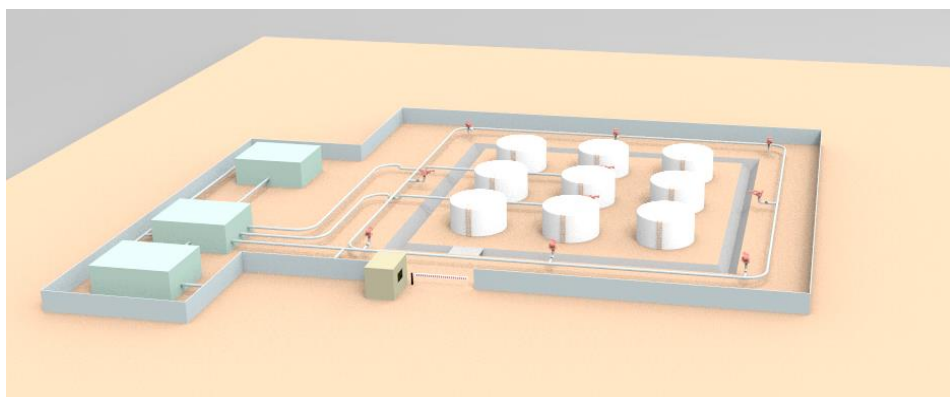
В данной статье для решения вышеуказанных проблем предлагается комплексное использование стационарных роботизированных лафетных стволов и средств обнаружения пожара, для охлаждения, горящего и соседнего резервуаров в автономном режиме. Путем объединения стационарных роботизированных лафетных стволов и средств обнаружения пожара формируются стационарные робототехнические противопожарные средства – СРБС. СРБС включают в себя не только средства обнаружения пожара внутри резервуара, но также устройства, позволяющие обнаружить возгорание в обваловании резервуарного парка (инфракрасные камеры, извещателями пламени и ТВ камерами для видеоконтроля).

На рисунке 1 продемонстрирована схема размещения СРБС на примере группы из 9-ти резервуаров.

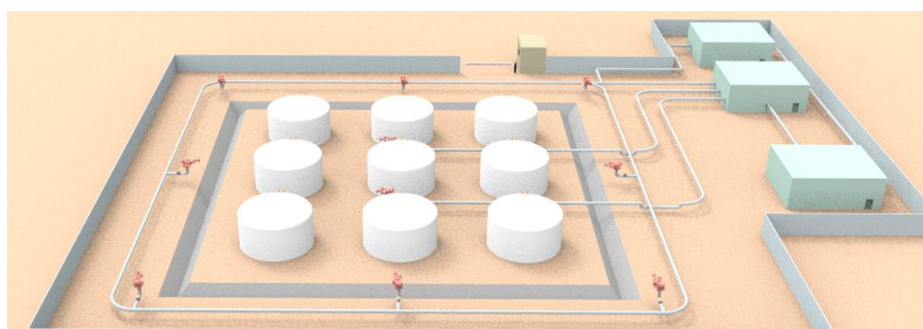


**Рис. 1.** Схема размещения СРБС

На рисунках 2 и 3 показано, как наглядно будет выглядеть роботизированный комплекс на примере группы из 9-ти резервуаров в 3-d формате.



**Рис. 2.** Фрагмент 3-d модели роботизированного комплекса



**Рис. 3.** Фрагмент 3-d модели роботизированного комплекса

## Обсуждение (Discussion)

На рисунке 4 изображен алгоритм тушения пожаров в резервуарных парках с помощью СРБС. Как мы видим из алгоритма СРБС позволяет решить ряд таких задач, как обнаружение пожара, контроль с помощью видеонаблюдения и ИК-камер, охлаждение горящего резервуара и соседних. Выполняя все вышеуказанные функции СРБС дает возможность качественно провести эвакуацию персонала объекта и подготовить спецтехнику и ОВ для проведения пенной атаки. Также из алгоритма тушения пожара в резервуарном парке исключены следующие пункты:

- охлаждение резервуаров пожарно-спасательными подразделениями, так как в этом нет необходимости;

- проведение расчетов необходимого количества водо – пеноподающего оборудования и запаса пенообразователя, все расчеты должны быть в плане тушения пожара и плане ликвидации ЧС на опасном производственном объекте, согласно нормативных документов по пожарной и промышленной безопасности.

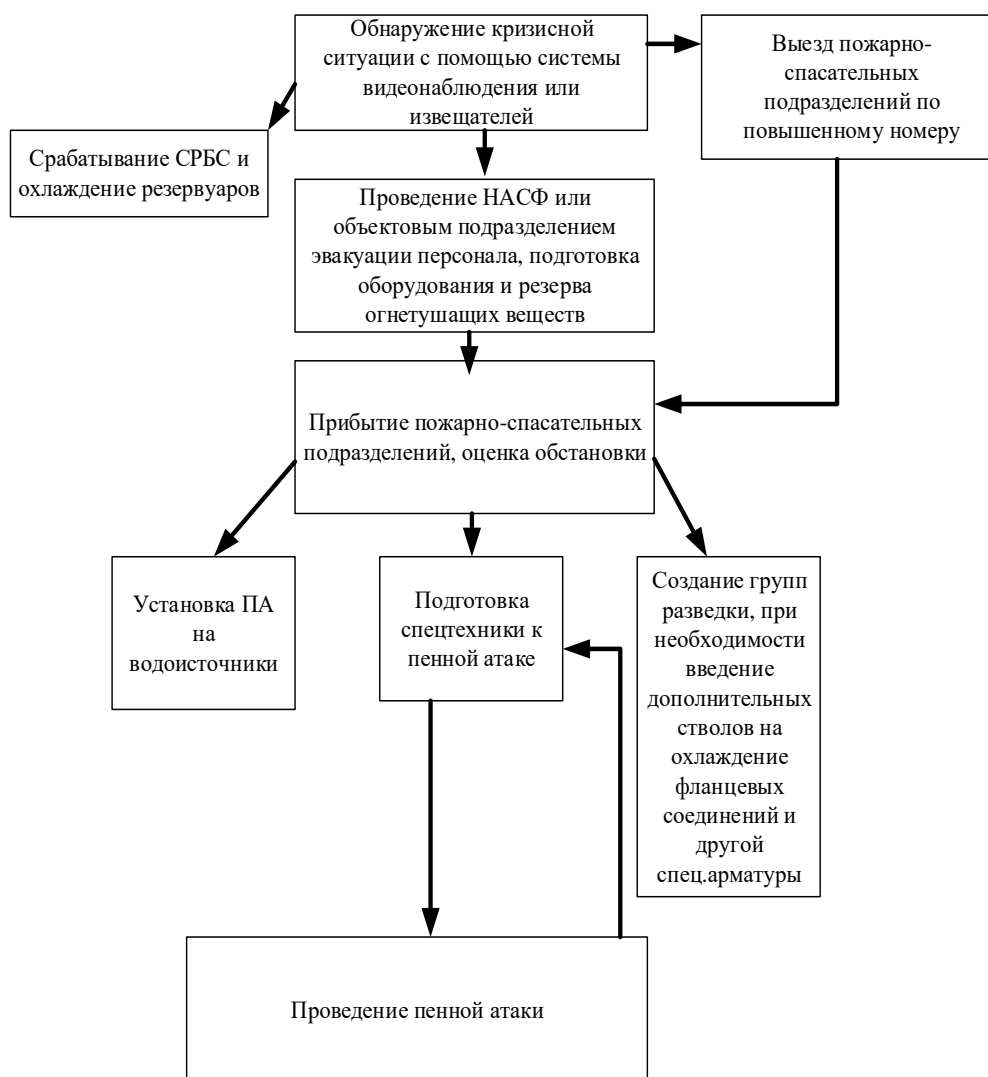


Рис. 4. Алгоритм тушения пожара с помощью СРБС

## Заключение (Conclusion)

С помощью СРБС для тушения пожаров в резервуарах парках минимизируется пребывание личного состава оперативных подразделений в зоне

теплового воздействия, меньше личного состава привлекается в штаб пожаротушения, а штаб пожаротушения занимается обработкой информации и внесением некоторых корректив рекомендательного характера в процесс тушения пожара. Тем самым увеличивается резерв личного состава, который можно направить на подготовку спецтехники и ОВ на проведение пенной атаки. За счет этого уменьшается и время до начала пенной атаки. А как известно из литературных источников, чем раньше пожар в резервуарном парке будет ликвидирован, тем меньше экономического и экологического ущерба будет нанесено.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Изменения и дополнения в Руководство по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках (информационное письмо ГУГПС от 19.05.2000 № 20/2.3/1863).

2. Керимов У.А. Проблемы науки №2 (15), 2017 Анализ влияния охлаждения стенок резервуаров струями воды на процесс горения и тушения легковоспламеняющихся жидкостей при низких температурах окружающей среды- М.: Изд. «Проблемы науки», 2017 – 96 с

3. Приказ МЧС России от 16.10.2017 N 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.02.2018 N 50100).

4. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны» (Зарегистрировано в Минюсте России 24.12.2020 N 61779).

5. Руководство по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. – М.: ГУГПС, ВНИИПО МВД России, 1999. – 86 с.

6. Свод правил 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов требования пожарной безопасности.

7. Терехнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика. – Екатеринбург: Изд. «Дом Калан» 2007. – 538с.

8. Терехнев В.В., Терехнев А.В. Управление силами и средствами на пожаре. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. – 260 с.

9. Терехнев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений – М.: Изд. «Пож. Книга», 2004. – 248 с.

10. Федеральный закон № 69-ФЗ от 21.12.1994 г. «О пожарной безопасности».

11. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

# Пожаровзрывопредотвращение крупных аврий на объектах с оборотом сжиженного углеводородного газа СПГ и СУГ

Рыбалко К.В.

## ООО «Газпром газобезопасность» Филиал Восточно-Сибирская ВЧ

**Аннотация (Abstract):** Статья посвящена исследованию возможностей повышения эффективности работы газодымозащитной службы (ГДЗС) посредством внедрения современных технологий зондирования окружающей среды. Рассматриваются три основных метода зондирования: ультразвуковой, радиолокационный и активно-импульсный (оптико-электронный), каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Подчеркивается значимость комплексного подхода к применению этих методов, позволяющего компенсировать слабые стороны каждого из них. Основное внимание уделено разработке специализированных алгоритмов обработки данных, обеспечивающих эффективное взаимодействие компонентов системы и удобство представления информации для оперативного принятия решений. Обосновывается необходимость разработки чётких инструкций по практическому применению оборудования, что способствует улучшению координации действий и снижению рисков в сложных условиях.

**Ключевые слова (Keywords):** Газодымозащитная служба, современные технологии, методы зондирования, комплексный подход, алгоритмы обработки данных

Газовая промышленность играет большую роль в развитии нашей страны и удовлетворении мировых потребностей в энергии. Это крупная отрасль тяжелой индустрии, которая включает в себя разведку, бурение, освоение, добычу, дальнейшую транспортировку и переработку газа. Однако отрасль является источником целого ряда рисков и опасностей, результатом которой становятся техногенные аварии и пожары. По официальным данным Ростехнадзора за последние 3 года на объектах нефтегазового комплекса произошло 260 аварий, среди которых 27 пожаров, 39 выбросов горючих веществ, 36 разрушений сооружений, 75 повреждений, 83 неконтролируемых взрыва. Пострадал при этом-131 чел., со смертельным исходом 42 случая. Наиболее важным аспектом безопасности в газовой отрасли является защита человеческих жизней. Предотвращение пожаров и аварий, способность быстро справляться с ними имеют жизненно важное значение для защиты жизней работников отрасли, снижения экономического и экологического ущерба.

В 2019 году руководством ПАО «Газпром» было принято решение о том, что подразделения Филиала Восточно-Сибирская военизированная часть ООО «Газпром газобезопасность» будут обеспечивать газовую и пожарную безопасность на территории строящегося в то время одного из самых крупных предприятий России и Мира по переработке газа-Амурского газоперерабатывающего завода (АГПЗ), который расположен в Амурской области в г.Свободный.

В рамках формирования военизированных отрядов перед руководством Филиала стояла задача по изучению нормативно-правовой базы в части касающейся обеспечения газовой и пожарной безопасности на такого рода объектах. Обобщая собранный материал столкнулись с проблемой отсутствия достаточно изученной нормативно-технической базы и отсутствия концепций обеспечения пожаровзрывобезопасности указанных выше процессов, а также практически полного отсутствия научно обоснованных методов и расчетов по ликвидации аварийных ситуаций, особенно при разливах больших объемов СУГ и СПГ, и тем более при тушении пожаров, возникающих послеаварийных взрывов или простого воспламенения. В целом у нас в стране в течении длительного периода времени действовала доминирующая концепция обеспечения пожаровзрывобезопасности. Которую можно выразить словами *«Находиться на безопасном расстоянии от места пожара разлитого сжиженного природного газа (СПГ), но ни в коем случае*

не тушить его".

Некоторые специалисты опубликовали и ввели в нормативные документы и в практику тушения пожаров ряд "рекомендаций", "инструкций" и "наставлений", согласно которым СПГ и СУГ возможно тушить практически всеми видами огнетушащих веществ: порошком, инертными газами и даже водой, применение которой не только неэффективно, но и в отдельных случаях крайне опасно, так как может привести к сильному испарению криогенных жидкостей вплоть до создания взрывоопасных концентраций и взрыву с катастрофическими последствиями.

Для окончательного решения данного вопроса руководителем Филиала создана рабочая группа из числа наиболее подготовленных сотрудников и поставлена задача по изучению Российского и мирового опыта в этой сфере, подготовить на основе изученных материалов временные рекомендации по профилактике и ликвидации возможных рисков связанных с тушением пожаров на открытых технологических установках и изотермических резервуаров предназначенных для хранения СУГ и СПГ. Организовать взаимодействие с научными центрами занимающиеся данной проблематикой.

В результате этой работы были заключены договора о взаимодействии и информационном обмене с Оренбургским филиалом ВНИИПО МЧС России, Институтом нефти и газа Сибирского Федерального университета, Сибирской пожарно-спасательной академией МЧС России, Академией ГПС МЧС России г.Москва. С вышеуказанными подразделениями на постоянной основе организовано полноценное сотрудничество, происходит обмен опытом и имеющейся информацией в интересующей нас сфере. На базе ВНИИПО по нашей просьбе были проведены ряд натурных испытаний связанных с демонстрацией физико-химических свойств СУГ, газового конденсата и метанола, а так же проведены практические испытания по тушению пожаров разлитого СПГ с помощью использования отечественных пенообразователей различных марок.

Учитывая вышеизложенное и на основании результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР), проведенных на базе ВНИИПО, предлагается новая технология и расчет оптимальных параметров локализации и тушения крупных пожаров криогенных горючих жидкостей (топливо) воздушно-механическими пенами на основе эффективных российских пенообразователей взятыми нами за основу.

### **Наиболее очевидные проблемы пожаровзрывобезопасности определенные нами на сегодняшний день**

Большинство причин резкого, прогрессирующего роста проблем обеспечения пожаровзрывобезопасности (ПВБ) с переходом объектов энергетических комплексов с обычных легковоспламеняемых и горючих жидкостей (ЛВЖ – ГЖ) в качестве моторных топлив на криогенные горючие, связано с физической природой криогенных видов топлива, с совершенно непривычной для практики особенностью их термодинамического состояния и их специфическими теплофизическими особенностями. Предлагаю к Вашему вниманию рассмотрение 5 основных вопросов – самых очевидных и требующих решения.

### **Вопрос № 1. Оптимизация процесса хранения СПГ и СУГ**

Криогенные горючие жидкости могут находиться в жидком состоянии только при очень низких отрицательных температурах (*жидкий метан CH<sub>4</sub> при -162 °C и ниже!*), что у них очень малая теплота испарения – *всего 511 кДж/кг (в 5–6 раз ниже, чем у воды)* – и высокое давление паров упругости, вынудило технологов и проектировщиков увеличить размеры и соответственно, емкости единичного резервуара хранения в десятки раз! *Это диктуется стремлением по возможности снизить потери газа при хранении и транспортировке. Потери при хранении прямо пропорциональны притоку теплоты извне и обратно пропорциональны суммарной теплоемкости хранимого продукта. А приток тепла, в свою очередь, пропорционален площади ограждающих конструкций резервуара, суммарная теплоемкость продукта – его массе (или объему хранимой жидкости). То есть площадь поверхности резервуара пропорциональна квадрату его линейных размеров, а объем (и масса) хранимой жидкости пропорционален кубу линейных размеров резервуара.*

Поэтому чем больше размеры резервуара хранения жидкости, тем меньше потери. И поэтому резервуары для криогенного хранения горючих жидкостей считаются более выгодными при объеме 200–260 тыс. куб.м. (*используются НОВАТЭКом при эксплуатации завода по производству, хранению, отгрузке СПГ и газового конденсата на основе гравитационного типа*) вместо привычных для России РВС 5 тыс. и РВС 10 тыс. куб. м. Кстати, в технически развитых странах по тем же соображениям конструктивной и технологической эксплуатационной целесообразности и для хранения ЛВЖ – ГЖ давно освоили резервуары емкостью 50–100 тыс. куб. м и более. Но в России по соображениям обеспечения пожарной безопасности на протяжении многих десятилетий максимальный размер наземных резервуаров ограничивался величиной 20-50 тыс. куб. м. Большого размера резервуары строились по специальным проектам, в порядке исключения. Это требование обусловлено тем, что тушение пожара ЛВЖ – ГЖ на площади более 420 кв. м (РВС 5 тыс. куб. м) и тем более 720 кв. м (РВС 10 тыс. куб. м) при существующих в России пожарной технике, огнетушащих средствах и обусловленной ими тактике тушения пожара – задача достаточно сложная. А при объемах резервуаров криогенного хранения топлива при его разрушении площадь пожара возрастает до 4–5 тыс. кв. м. При проливе криогенного топлива в обвалование – еще в 5–6 раз больше. Пожары на таких площадях при современных пожарно-техническом оборудовании и тактике тушения потушить очень сложно.

## **ВОПРОС № 2. Температура вспышки – не критерий для СПГ и СУГ**

Из-за столь низких значений температуры кипения СУГ и СПГ (ниже -50 °С) у этих горючих практически отсутствует понятие температуры вспышки, которая является для пожарных одним из основных показателей степени пожаровзрывоопасности различных видов горючих жидкостей. У криогенных топлив этот показатель лежит в области недостижимо низких температур для реальной практики. Поэтому они практически всегда и очень пожаро- и взрывоопасны.

## **ВОПРОС № 3. Отсутствие нормативных показателей и сценариев развития аварийной ситуации**

В практике обеспечения ПVB и нормативной документации по обеспечению ПVB при работе с криогенными топливами практически отсутствуют нормативные показатели и реальные варианты сценариев развития пожаро- и взрывоопасной ситуации при авариях на объектах с крупнотоннажным оборотом СУГ или СПГ. Нет расчетов предполагаемых размеров площади пожара, скорости роста площади пожара и зоны горения факела пламени пожара (а они в 5–10 раз больше, чем при обычных пожарах ЛВЖ – ГЖ). Нет параметров и методов их расчета для определения объема и мощности предполагаемого облака взрыва паровоздушной смеси и других параметров предполагаемых аварий для расчета параметров тушения пожара и выбора методов и средств ликвидации последствий таких аварий.

## **ВОПРОС № 4. Отсутствие нормативов по применению огнетушащих веществ**

Практически отсутствуют нормативные документы и рекомендации по огнетушащим средствам, способам их подачи в очаг пожара и тактике его тушения. Отсутствуют требования к специальной автомобильной технике. Имеющиеся очень немногочисленные рекомендации по применению огнетушащих средств (например, огнетушащих порошков или нейтральных газов или воды) и способов их подачи в очаг пожара либо крайне неопределенны и практически невыполнимы. Как, например, рекомендация тушения пожара пролитых СУГ или СПГ распыленными или компактными струями воды. Такое "тушение" приведет только к интенсификации процесса горения, увеличению мощности пожара и дальнейшему ухудшению боевой и ситуационной обстановки в зоне аварии.

## **ВОПРОС № 5. Отсутствие каких-либо технологий пожаровзрывопредотвращения при авариях СПГ и СУГ**



В действующих "рекомендациях", "инструкциях" и "руководствах" по тушению пожаров СУГ и СПГ вообще отсутствуют какие-либо рекомендации по предотвращению взрыва или снижению мощности взрыва паровоздушной смеси после возникновения аварии или в ходе ее развития, но до возникновения процесса горения. Такое понятие, как купирование свободной поверхности зеркала горючей жидкости до ее воспламенения и снижения массовой скорости испарения криогенных горючих жидкостей при авариях, вообще отсутствует в Российской нормативной документации и наставлениях по ликвидации аварий и тушении пожаров при авариях на объектах ТЭК, связанных с крупнотоннажным оборотом СУГ или СПГ. А при существующей интенсивности промышленного оборота криогенных типов топлива и возрастающем темпе их экспорта и потребления такие аварии неизбежны.

При проливе или струйном истечении криогенных горючих возникает ситуация, когда негорящий субстрат опаснее горящего. Это правило хорошо известно, например, специалистам противоданной службы "Газпром газобезопасности". Он состоит в том, что даже при большом дебете горячего газа горящий факел пламени пожара локализован в определенном месте, над устьем факела фонтана. И в редких случаях его "самопотухания" или срыва пламени струю фонтанирующего газа специально поджигают – для контроля над процессом горения до момента начала работ по глушению скважины. Это обусловлено опасностью неконтролируемого взрыва, возможного при скоплении газовой смеси опасной концентрации в произвольном, часто гораздо более опасном месте (подобные случаи неоднократно имели место на практике). Это же может произойти при свободном истечении (фонтанировании) или проливе криогенных типов топлива. За счет их неотвратимого и интенсивного испарения со свободной поверхности над ней и вокруг нее неизбежно образуется паро- или газовой смесь произвольной концентрации, в том числе и пожаровзрывоопасная. Локализация этой смеси зависит от ситуации и погодных условий, воспламенение (пожар или взрыв) зависит только от вероятности и места возникновения источника воспламенения, а размер площади пожара или мощность взрыва соответственно зависит от условий и времени неуправляемого развития аварии.

### **Необходимые и достаточные условия для пожаровзрывопредотвращения аварии**

Особые теплофизические свойства криогенных горючих жидкостей создают благоприятные условия для разработки принципиально нового технологического приема локализации и купирования аварии.

Этот термин, заимствованный специалистами из медицинской практики и впервые введенный в практику пожаровзрывозащиты. Физическая сущность этого технологического приема состоит в создании устойчивого слоя замороженной пены (пенного тепло- и газозащитного слоя покрытия) на всей свободной поверхности пролитой жидкости. Путем выбора определенного вида пенообразователя, создания пены определенной и наперед заданной дисперсности и кратности и соблюдения требуемого режима ее нанесения на поверхность криогенной жидкости удается создать на ее поверхности стабильный пенозащитный слой.

Он состоит из тонкой (порядка 1–2 мм) ледяной подложки; слоя сухой, замороженной, твердой пены (толщиной 1–5 см) и слоя охлажденной устойчивой воздушно-газонаполненной пены практически неограниченной стойкости (более 1,5–2 суток). Этот пенный слой снижает до минимума теплоприток извне и препятствует проникновению паров горячего в надпенное пространство. При создании такого слоя на всей свободной поверхности СУГ или СПГ до момента их воспламенения интенсивность их испарения снижается настолько, что концентрация горячего газа в воздухе над слоем пены уменьшается до значения ниже концентрации его воспламенения (ниже 4% объемных для метана и 2% – для пропан-бутановой смеси). А это, в свою очередь, означает, что аварийная ситуация становится пожаровзрывобезопасной, если при этом выполняются три необходимых и достаточных условия:

Скорость нарастания толщины пенного слоя –  $V_{\text{пенн. сл.}}$  больше  $V_{\text{пот.п. г.г.}}$  – скорости потока паров горячего газа вверх ( $V_{\text{пенн.сл.}} > V_{\text{пот.п. г.г.}}$ , мм/с).

Обеспечена требуемая толщина слоя пены (более 25–30 см).

Струйки горячего газа не прорываются локально сквозь отдельные свищи и

разрывы в пенном слое

Эти условия сравнительно легко и быстро обеспечиваются при соблюдении определенных правил выбора параметров ВМП, обусловленных выше, и при обеспечении требуемой интенсивности подачи пены (1 л/кв.м/с) и скорости нанесения огнетушащего слоя пены –  $V_{\text{пены}} > V_{\text{гор.жидк.кв.м/с}}$  относительно скорости роста площади свободной поверхности СУГ или СПГ.

### **Выбор вида огнетушащих средств и способов их подачи**

При разработке наиболее эффективных технологий и подборе огнетушащих средств для тушения пожаров различных видов горючих веществ и материалов, в зависимости от вида и режима их горения, очень важно правильно установить механизм огнетушащего действия в каждом конкретном их сочетаний. Механизмом огнетушащего действия называется сложная совокупность различных физических и химических процессов и явлений, приводящая в конечном итоге к прекращению процесса горения и тушению пожара.

Принятое в практике пожаротушения условное деление огнетушащих средств на 4 основных вида (действующие по принципу охлаждения, разбавления, изолирования и химического торможения). От этого в большой степени зависит и выбор вида огнетушащего средства, и режим и способ его подачи на тушение пожара, и требуемое его количество, и требуемое время процесса тушения, и многие другие параметры процесса тушения и его конечный результат. При тушении пожаров горючих жидкостей с помощью ВМП главным, доминирующим механизмом прекращения процесса горения является не "изоляция", а процесс охлаждения поверхностного слоя горючей жидкости с температуры ее кипения (от +120...до +250 °С) до температуры вспышки (от +50...до +60 °С) или даже чуть ниже. От этого зависит выбор и наиболее эффективной кратности пены, и режим, и зона, и способ ее подачи на тушение пожара, и в конечном счете сам результат процесса тушения.

### **Физический смысл купирования аварийных проливов**

При купировании или при тушении пожара криогенных жидкостей принципиальный способ предотвращения или прекращения горения сводится также (как и при тушении пожаров ЛВЖ – ГЖ) к снижению концентрации паров горючего над слоем пены до значений ниже концентрационного предела их воспламенения (или предела распространения процесса горения, что с практической точки зрения одно и то же). Но фактически при ликвидации аварий с СУГ или СПГ возникает совершенно противоположная физическая картина. При нанесении пенного слоя ВМП на поверхность криогенных жидкостей мы интенсифицируем процесс испарения этих жидкостей!

Это происходит за счет подведения дополнительного количества теплоты условно "горячей" воздушно-механической пеной с начальной температурой порядка +10...+15 °С к поверхности холодных СУГ или СПГ, постоянная температура которых соответственно -50 или -162 °С. Правда, в результате фазовых превращений на поверхности контакта ВМП с криогенной жидкостью и выше нее в слоях ВМП картина и соотношение физических явлений существенно меняется, интенсивность теплопритока от пены к горючей жидкости постепенно уменьшается. На поверхности горючей жидкости образуется пористая ледяная подложка под слоем пены; температура нижней кромки ледяной подложки становится почти равной температуре испаряющейся жидкости (-50 или -162 °С), над слоем льда образуется слой затвердевшей охлажденной сухой пены переменной температуры, а над ней продолжает нарастать слой охлаждаемой жидкой ВМП.

Все эти три слоя снижают дальнейший приток теплоты извне, снижая тем самым до минимума интенсивность испарения СУГ или СПГ, а главное – образовавшийся многослойный покров на поверхности СУГ или СПГ механически и физически препятствует потоку паров горючего, стремящегося проникнуть вверх, на поверхность слоя ВМП, частично тормозя и задерживая его, а частично поглощая поток горючего газа с одновременным изменением первоначальной кратности и дисперсности ВМП. В результате чего существенно возрастает стойкость пенного слоя, а за счет поглощенного горючего газа сама ВМП становится горючей субстанцией. Это создает предпосылки для разработки совершенно особой

технологии ликвидации последствий таких аварий путем управляемого, контролируемого сжигания огнетушащей или купирующей пены в течение более продолжительного времени.

### **Правильность выбора пенообразователя – основа технологии пожаровзрывопредотвращения**

Учитывая то, что интенсификация испарения СУГ и СПГ при контакте с ВМП тем выше, чем больше дополнительный приток теплоты от ВМП (а это, в свою очередь, зависит от ее теплосодержания), очень важную роль начинает играть в вопросах купирования и тушения пожаров этого вида правильность выбора пенообразователя и изначальной кратности и дисперсности применяемых ВМП. По законам теплофизики двухфазных систем типа ВМП, их теплоемкость и теплосодержание зависят главным образом от их влагосодержания, то есть от кратности пены, а их теплопроводность зависит еще и от дисперсности пены. То есть при одной и той же интенсивности подачи раствора пенообразователя на купирование свободной поверхности СУГ или СПГ или предполагаемую площадь тушения пожара, при прочих равных условиях скорость роста толщины пенного слоя тем больше, чем выше кратность пены.

Однако, струй пены повышенной кратности, ее поведения на открытой поверхности и при контакте с СПГ, тактики тушения пожаров и технологии купирования поверхности СУГ или СПГ с учетом технических параметров современной техники возникает ряд других, не менее важных и убедительных аргументов в пользу комбинированного способа подачи пен низкой или средней кратности при расчете оптимальной кратности пены для тушения пожаров и ликвидации аварий на объектах ТЭК с крупнотоннажным оборотом СУГ или СПГ.

На основе проведенных нами совместно с ВНИИПО экспериментов с пенообразователем лучше всего себя показал образец производства ООО «Завод Спецхимпродукт» - синтетический фторосодержащий пленкообразующий спиртоустойчивый биоразлагаемый пенообразователь марки ПО – РЗП целевого назначения типа АFFF. Данный пенообразователь был в последствии приобретен нами для практического использования на Амурском ГПЗ в объеме 35 куб.м.

На основе вышесказанных материалов разработаны методические рекомендации по организации тушения пожаров и ликвидации аварий на объектах с оборотом СУГ. Данный документ был согласован с ГУ МЧС России по субъекту и опробирован применимо к Амурскому ГПЗ и находящейся на вооружении пожарно-спасательных подразделений специальной автотехникой и вооружением. Кроме того в сборник вошли рекомендации по тушению пожара и ликвидации аварий на комплексных установках по переработке газа.

Пример расчета параметров ликвидации крупной аварии:

В качестве примера крупной аварии рассмотрим вариант аварии с разливом СУГ или СПГ на площади порядка 3–5 тыс. кв. м, в количестве порядка 250–300 т. Таким образом, толщина слоя пролитой горючей жидкости составит порядка 15–20 см. Предполагая именно такой требуемую площадь купирования свободной поверхности СУГ или СПГ, или площадь тушения предполагаемого пожара, условно примем форму площади разлива, близкой к прямоугольной, со сторонами 50х60 м или 50х100 м. Если такая масса СУГ или СПГ испарится полностью и без особых потерь смешается с окружающим воздухом, то мощность взрыва по порядку величины будет эквивалентна взрыву 2–3 тыс. т тротила. В качестве примера параметров пожарной техники, применимой для ликвидации аварии такого масштаба, рассмотрим стволы-пеногенераторы типа "ПУРГА" 120 (2 шт.) или один ствол "ПУРГА" 240. С секундным расходом ствола по раствору пенообразующего раствора 120х2 или 240 л/с, дальностью подачи пенной струи средней кратности, с Кп от 30–40 до 100 м и с осями "пятна" пенного слоя на горизонтальной поверхности порядка 50х30 м. Либо стволы-пеногенераторы любой другой марки российского производства с параметрами, близкими к указанным в расчете. В качестве пенообразователя примем синтетический пенообразователь типа ПО – 6 ЦТ, российского производства (или любой другой аналогичного типа). Установив пеногенераторы на расстоянии порядка 40–60 м от объекта пожара или площади разлива СУГ или СПГ (или от борта резервуара с обрушенной кровлей), организуем пенную атаку с интенсивностью подачи пены по раствору пенообразующей

жидкости в интервале значений  $I$  раств. = 0,1–0,06 л/кв. м.\*с, обеспечив по возможности равномерную подачу пены на все зеркало свободной поверхности СУГ или СПГ. При этом приняв купирующей или достаточной для тушения пожара суммарную толщину пенного слоя (по результатам, проведенным в 2013–2014 гг. в ЗАО НПО "СОПОТ", исследований и натуральных огневых испытаний) порядка 25–40 см, через 120–150 с с момента начала купирования мы получим пожаровзрывобезопасную защиту пролитой жидкости под купирующим слоем пенного покрывала, а при варианте тушения пожара – видимое интенсивное снижение высоты факела пламени пожара и интенсивности его горения, еще через 1,5–2 мин. наступит уменьшение пламени до отдельных факелков высотой не более 1,5–2 м, с последующим полным прекращением процесса горения над слоем пены еще за время порядка 1–2 мин. Итого время эффективного купирования (предотвращения пожара и взрыва) при крупной аварии с СУГ или СПГ – порядка 5–7 мин с момента начала пенной атаки, а время локализации и тушения пожара при загорании пролитой жидкости – порядка 8–10 мин с момента начала пенной атаки.

## **Часть II. Технология и эффективность применения температурно-активированной воды.**

В рамках взаимодействия с Академией ГПС МЧС России г. Москва, профессором, кандидатом технических наук Владимиром Роенко прорабатывали возможность применения на объектах с оборотом сжиженных углеводородных газов установки по подготовке и использованию *температурно-активированной воды* (далее – ТАВ) на базе много-целевого пожарно-спасательного автомобиля. Ученые разработали и изготовили многоцелевой автомобиль с установкой пожаротушения АПМ 3-2/40-1,38/100-100 (43118) мод. ПиРоЗ-МПЗ. Исполнение установки пожаротушения температурно-активированной водой (далее – УПТАВ) может иметь как контейнерное, так и стационарное исполнение, что расширяет область её применения. Особенность данной технологии состоит в создании условий взрывного вскипания воды, в результате которого образуется паро-капельная струя, состоящей из устойчивого водного аэрозоля с размером капли от 0,01 мкм, а также с значительной долей водяного пара.

– данная установка демонстрирует эффективность уменьшения теплового излучения углеводородного пожара с помощью применения паро-капельной завесы из струй водной среды в метастабильном фазовом (далее ВСМФ) состоянии, что обеспечивает вертикально-восходящий поток газа и обеспечивает значительное снижение пожаровзрывобезопасной концентрации в местах его утечки;

– возможно применение при осаждении и снижении концентрации газа внутри помещения или на открытой площадке путем всасывания (откачки) устройством имеющее привод от недогретой до вскипания воды, которое полностью исключает возможность взрыва паров.

Использование данной установки для создания паро-капельных завес и орошения может быть реализовано при обеспечении пожаровзрывобезопасности объектов с обращением СУГ и СПГ.

К нашему сожалению при совместной подготовке к проведению натуральных испытаний на полигоне в г.Астрахань не нашли взаимопонимания в области финансирования данного мероприятия с посредником-изготовителем оборудования, практическая часть демонстрации оборудования не состоялась. Надеюсь, что в будущем эти вопросы удастся решить, и это сделает нас на шаг ближе к общей цели. Обеспечение безопасной работы на объектах с оборотом сжиженного углеводородного газа.

## **Часть III. «Актуальные и проблемные вопросы проведения профилактической работы по пожарной и газовой безопасности».**

В Российской нормативной базе на сегодняшний день отсутствуют единые Правила газовой безопасности для опасных производственных объектов, на которых ведется подготовка, хранение, переработка газа и газового конденсата, в том числе объекты переработки углеводородов, такие как газоперерабатывающие заводы, нефте/газо-химические комплексы.

Рабочей группой Филиала в 2022 году разработан локальный временный регламент по обеспечению пожарной и газовой безопасности Амурского ГПЗ,

согласованный с руководством ООО «Газпром переработка Благовещенск», ООО «Газпром газобезопасность» и ООО «НИПИГАЗ» куда вошли выработанные консолидированные предложения, такие как:

- Требования к должностным лицам и обслуживающему персоналу при работе на ОПО.

Обязать работодателя на объекте разработать программу инструктажа по газовой безопасности, в которой отражать специфику технологии данного объекта, определить действия работников по недопущению разгерметизации газопровода и технологического оборудования, исключению возможности искрообразования. Проводить обучение (инструктаж) на тему «Действия персонала в случае разгерметизации газопровода (утечки газа)». Обучение пользованию переносным газоанализаторам.

При введении на объектах защиты новых (передовых) систем обнаружения и индентификации утечек газа из технологического оборудования (стационарные детекторы утечек метана типа ПЕРГАМ, установки механического напряжения конструкции (тензометрии)), в обязательном порядке предусматривать проведение обучения профилактического состава по работе с данными системами.

- Требования к применению технических устройств и инструмента, требования по обеспечению взрывобезопасности: Определить требования к электрооборудованию, как стационарному, так и переносному (взрывозащищенное исполнение, совместимость газоанализаторов с типами газов). Меры безопасности при работе с электро- и механическим инструментом на территории ОПО.

- Требования к наружным сетям газопроводов, запорной арматуры и других технологических устройств: Обозначение опасных зон знаками безопасности, окрас трубопровода в отличительный цвет согласно находящегося в нем продукта, нанесение на трубопроводе стрелок, указывающих направление движения продукта, нумерация запорной арматуры, обозначение на определенной арматуре «Закрывать/открыть только в случае аварии».

По окончании строительства и введения в эксплуатацию объектов первой очереди (заполнение оборудования и трубопровода углеводородами с последующим ведением технологического процесса) установка (оборудование, площадка) переходит в юрисдикцию Заказчика и присваивается статус «опасный производственный объект», на котором начинают действовать ряд Правил промышленной безопасности, а находящиеся вплотную с действующими объектами строительные площадки продолжают работать по своим локально-нормативным документам строительной организации, в которых отсутствуют дополнительные меры по обеспечению газовой безопасности при работах вблизи действующих объектов, поэтому необходимо:

- Определить и закрепить понятие охранной (безопасной) зоны в непосредственной близости территории ОПО, наделить полномочиями профилактический состав аварийно-спасательного формирования, выполняющий деятельность на действующих объектах Заказчика по обеспечению пожарной и газовой безопасности, выносить предложения руководителям строительномонтажной организации, осуществляющих свою деятельность в охранной зоне действующего трубопровода, технологического оборудования.

- Определение мер безопасности, требования, при испытании технологического оборудования.

- Действия работников пожарно-спасательного формирования, проводивших профилактическую работу в рамках дозорной службы, а так же целевые, плановые и внеплановые проверки с инженерно-техническими работниками. Их периодичность, требования к оборудованию, ведение необходимой документации в данном направлении.

Большая часть из вышеперечисленного имеется в различных Правилах промышленной безопасности, ГОСТах, локально-нормативных документах, но единого нормативного документа с развернутыми требованиями нет, что затрудняет изучение таких требований и применение их на практике.

Так же хочу отметить, что на сегодняшний день отсутствует система профессиональной подготовки, переподготовки специалистов в области газовой безопасности, отсутствует программа обучения.

# Анализ законодательной базы, регламентирующей требования пожарной безопасности в административных зданиях

Пацан Е.Ю.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Принимая во внимание статистические данные о пожарах и ужесточении требований, в части касающейся пожарной безопасности, существует необходимость провести анализ действующей законодательной базы по данному вопросу. Результаты анализа показали о существовании и действии значительного количества нормативных правовых актов, регламентирующих требования пожарной безопасности.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, система пожарной сигнализации, система противопожарной защиты, свод правил, внутренний противопожарный водопровод, наружный противопожарный водопровод.

Согласно, положений [1], пожаром является неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и гос-ва [1].

Законодательно установлено, что пожарная безопасность (далее по тексту - ПБ) является основой обеспечения национальной безопасности страны, под которой понимается - состояние защищенности личности, имущества, общества и гос-ва от пожаров [1]. Стоит отметить, что высокий уровень социально-экономического развития РФ зависит от уровня ПБ.

Ежегодно на территории РФ происходят сотни тысяч пожаров, гибнут тысячи людей, а материальный ущерб исчисляется миллиардами рублей. Принимая во внимание информация данной статистики, то на первое место выходит эффективность превентивных противопожарных мероприятий и мер, принимаемых гражданами и собственниками для охраны имущества от пожара. Реализация данного вопроса возможна, только посредством обучения населения РФ мерам ПБ, под которыми в соответствии со статьей 1 [1] понимаются действия по обеспечению ПБ, в том числе по выполнению требований ПБ.

Законодательная база, регламентирующая требования ПБ в административных здания, представляет собой совокупность законодательных и нормативных правовых актов (далее по тексту - НПА), разработанных соответствующим ФОИВ (МЧС России) и принятых к исполнению на всей территории РФ.

Согласно [1] к нормативным документам по ПБ относятся национальные стандарты РФ, своды правил (далее по тексту - СП), содержащие требования ПБ, а также иные документы, содержащие требования ПБ.

В целях полного раскрытия рассматриваемого вопроса, существует необходимость выделить основополагающие НПА, которыми необходимо руководствоваться при аудите административных зданий в части, касающейся ПБ.

Правовое регулирование вопросов, касающихся ПБ, осуществляется в главной мере посредством статей 2, 56, 72 [2]. Следующим по значимости документом, идет [1], который регулирует общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения ПБ на территории РФ, а также отношения между ОГВ, ОМСУ, общественными объединениями, ЮЛ, должностными лицами, гражданами, в том числе ИП.

В целях реализации статьи 2 [1], принят [3], который регулирует вопросы представленные на рис. 1.

ЗАЩИТА ЖИЗНИ, ЗДОРОВЬЯ, ИМУЩЕСТВА ГРАЖДАН И ЮРИДИЧЕСКИХ ЛИЦ,  
ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО ИМУЩЕСТВА ОТ ПОЖАРОВ

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УСТАНОВЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНО НЕОБХОДИМЫХ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ К ОБЪЕКТАМ ЗАЩИТЫ (ПРОДУКЦИИ), В ТОМ ЧИСЛЕ К ЗДАНИЯМ И  
СООРУЖЕНИЯМ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОБЪЕКТАМ, ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ПРОДУКЦИИ И ПРОДУКЦИИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Рис. 1. Вопросы регулируемые [3].*

Положения [3] в целях обеспечения ПБ ОЗ обязательны для исполнения (рис. 2).

ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ, КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ,  
РЕКОНСТРУКЦИИ, ТЕХНИЧЕСКОМ ПЕРЕВООРУЖЕНИИ, ИЗМЕНЕНИИ  
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ,  
ЭКСПЛУАТАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ

ПРИ РАЗРАБОТКЕ, ПРИНЯТИИ, ПРИМЕНЕНИИ И ИСПОЛНЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ  
РЕГЛАМЕНТОВ, ПРИНЯТЫХ В СООТВЕТСТВИИ С [4], СОДЕРЖАЩИХ ТРЕБОВАНИЯ  
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, А ТАКЖЕ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ ПО  
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ОБЪЕКТ ЗАЩИТЫ

*Рис. 2. Направления деятельности, где обязательны для исполнения положения [3].*

В целях реализации требований статьи 16 [1], было принято [5], которое устанавливает требования ПБ, определяет порядок поведения людей, порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений орг. и других ОЗ в целях обеспечения ПБ.

Положения [6], устанавливают порядок проведения расчетов по оценке пожарного риска (далее по тексту - ПР) и определяет содержание соответствующего отчета.

Основываясь на требованиях [7], можно сделать вывод о том, что порядок оценки соответствует.

Соответствия ОЗ (продукции) установленным требованиям ПБ путем оценки соответствия ОЗ (продукции) требованиям ПБ и проверки соблюдения орг. и гражданами противопожарного режима, проводимой не заинтересованным в результатах такой оценки или такой проверки экспертом в области оценки ПР. Положения настоящего НПА, определяют мероприятия, направленные на проведение независимой оценку ПР, а также содержатся в заключении о независимой оценке ПР.

Помимо вышеназванных НПА существует ряд значимых документов, регламентирующих требования ПБ:

ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. ПБ. Общие требования» [9].

Данный стандарт устанавливает общие требования (являются обязательными) ПБ к ОЗ различного назначения на всех стадиях их жизненного цикла.

Содержит также необходимые методики, приведенные на рис. 3.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА (ВЗРЫВА) В  
ПОЖАРООПАСНОМ ОБЪЕКТЕ

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА ОТ (В) ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
ИЗДЕЛИЙ

*Рис. 3. Необходимые методики.*

ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний» [10].

Требования настоящего СП влияют на функционирование пожарной автоматики в составе технических средств охранно-пожарной автоматики, а в сложных системах пожарной автоматики - на каждый компонент системы в отдельности.

Стандарт содержит следующие основные определения.: выносное устройство индикации, ИП, ИП автоматический, ИП автономный, ИП адресный, ИП аналоговый, ИП (дымовой) аспирационный, ИП газовый, ИП дымовой, ИП дымовой ионизационный, ИП дымовой оптико-электронный линейный, ИП дымовой оптико-электронный точечный, ИП комбинированный, ИП кумулятивного действия, ИП неадресный, ИП пламени, ИП пороговый, ИП радиоканальный, ИП ручной, ИП сателлитный, ИП тепловой, ИП тепловой дифференциальный, ИП тепловой линейный, ИП тепловой максимально-дифференциальный, ИП тепловой максимальный, ИП тепловой многоточечный, ИП тепловой точечный, оповещатель пожарный, порог срабатывания извещателя, ППКП, прибор управления пожарный, система передачи извещений о пожаре, чувствительность извещателя, шлейф пожарной сигнализации, пожарный извещатель с видеоканалом обнаружения. В настоящем НПД приведена информ. о классификации, условных обозначениях и общих технических требованиях ИП.

СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты (далее по тексту - СПЗ). Эвакуационные пути и выходы» [11].

Разработан в развитие положений [3]. Для подтверждения соответствия требованиям национальных правил и нормативов по пожарной безопасности для зданий определенной функциональной пожарной опасности, необходимо соблюдать требования к путям эвакуации и эвакуационным выходам, установленные в соответствующих документах. При этом важно принимать во внимание особенности функционального назначения зданий и специфику противопожарной защиты, а также соблюдать требования настоящего стандарта.

Этот стандарт устанавливает нормативные требования по пожарной безопасности к эвакуационным маршрутам, аварийным выходам из зданий и сооружений, а также к эвакуационным путям для наружных технологических установок.



ТРЕБОВАНИЯ К ЭВАКУАЦИОННЫМ И АВАРИЙНЫМ ВЫХОДАМ ТРЕБОВАНИЯ К ЭВАКУАЦИОННЫМ ПУТЯМ
ТРЕБОВАНИЯ К ЭВАКУАЦИИ ПО ЛЕСТНИЦАМ И ЛЕСТНИЧНЫМ КЛЕТКАМ
ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕКТАМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫМ ДЛЯ ПОСТОЯННОГО ПРОЖИВАНИЯ И ВРЕМЕННОГО ПРЕБЫВАНИЯ ЛЮДЕЙ КЛ. ФПО Ф1.1
ТРЕБОВАНИЯ К ЖИЛЫМ ЗДАНИЯМ - ОБЪЕКТАМ КЛ. ФПО Ф1.3, Ф1.4 И ОБЩЕЖИТИЯ КВАРТИРНОГО ТИПА
ТРЕБОВАНИЯ К ОБЩЕСТВЕННЫМ ЗДАНИЯМ - ОБЪЕКТАМ КЛ. ФПО Ф.1.2, Ф2, Ф3, Ф4
ТРЕБОВАНИЯ К ЗДАНИЯМ ПРОИЗВ. И СКЛАДСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ (КЛ. ФПО Ф5) И НАРУЖНЫМ УСТАНОВКАМ
ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ
УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ РАЗДВИЖНЫХ ДВЕРЕЙ НА ПУТЯХ ЭВАКУАЦИИ

*Рис. 4. Содержание СП 1.13130.2020.*

Положения правил распространяются на ОЗ при их проектировании, изменении функционального назначения, а также при проведении работ по реконструкции, капитальному ремонту и техническому перевооружению в тех случаях, которые соответствуют объему указанных видов работ.

Действие настоящего СП не распространяется на здания специального назначения (для пр-ва, хранения, переработки и уничтожения радиоактивных и взрывчатых веществ, материалов и средств взрывания, военного назначения, подземные сооружения метрополитенов, горные выработки), здания произв. и складского назначения высотой более 50 м, а также на здания с числом подвальных этажей более одного, за исключением случая, когда в указанных этажах размещаются части здания, требования к которым изложены в настоящем своде правил, либо для которых разработаны нормативные документы по ПБ, учитывающие их размещение относительно уровня земли.

При изменении функционального назначения существующих зданий или отдельных помещений в них, а также при изменении объемно-планировочных и конструктивных решений, следует соблюдать требования данного СП в соответствии с новым назначением этих зданий или помещений. Подробное описание данного стандарта приведено на рис. 4.

#### СП 2.13130.2020 «СПЗ. Обеспечение огнестойкости ОЗ» [12].

Данный НПА включает общие требования по обеспечению ПБ объектов ОЗ, включая здания, сооружения и пожарные отсеки. Положения стандарта применяются при проектировании, строительстве, капитальном ремонте и реконструкции, а также при других работах, связанных с полной или частичной заменой строительных конструкций, заменой заполнений проемов в строительных конструкциях с определенными требованиями по огнестойкости, а также в случае изменения категории ФПО ОЗ.

Настоящий СП содержит требования к строительным конструкциям, зданиям, а также следующие основные термины: огнестойкость строительной конструкции, несущие элементы здания, температурные режимы (нормированные, реальные), деформационный шов, простенок.

#### СП 3.13130.2009 «СПЗ. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [13].

Данный СП разработан в соответствии со статьей 84 [3], является НПА по ПБ в области стандартизации добровольного применения и устанавливает требования ПБ к системам оповещения и управления эвакуацией людей (далее по тексту - СОУЭ) при пожарах в зданиях.

Настоящий НПА содержит следующие основные термины: автоматическое управление, вариант организации эвакуации из каждой зоны пожарного оповещения,

зона пожарного оповещения, полуавтоматическое управление, СОУЭ, соединительные линии, эвакуационные знаки ПБ. Содержание данного СП приведено на рис. 5.

ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К СОУЭ
ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К ЗВУКОВОМУ И РЕЧЕВОМУ ОПОВЕЩЕНИЮ И УПРАВЛЕНИЮ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ
ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К СВЕТОВОМУ ОПОВЕЩЕНИЮ И УПРАВЛЕНИЮ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ
КЛАССИФИКАЦИЮ СОУЭ ПРИ ПОЖАРАХ В ЗДАНИЯХ
ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ОСНАЩЕНИЮ ЗДАНИЙ (СООРУЖЕНИЙ) РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ СОУЭ ПРИ ПОЖАРЕ

*Рис. 5. Содержание СП 3.13130.2009.*

СП 4.13130.2013 «СПЗ. Ограничение распространения пожара на ОЗ. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [14].

Этот стандарт устанавливает требования пожарной безопасности к объемно-планировочным и конструктивным решениям, обеспечивающим ограничение распространения огня при разработке проектов, строительстве и эксплуатации зданий.

Этот НПА не распространяется на здания категории ФПО Ф1.3, высота которых превышает 75 метров, а также на здания других категорий ФПО, имеющие высоту более 50 метров, и на объекты специального назначения, такие как предприятия по производству и хранению взрывчатых веществ и средств взрывания, объекты военного назначения, подземные структуры метрополитена, горные выработки, за исключением атомных электростанций и мест хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ.

В данном стандарте используются термины с соответствующими определениями, такие как взрывобезопасность объекта, взрывоустойчивость объекта, инженерное оборудование здания, легкобрасываемая конструкция, подъезд для пожарных автомобилей, проезд для пожарной техники, тамбур, технологическая установка, этаж здания, мансардный этаж, цокольный этаж, этажность здания. Более подробное содержание данного стандарта можно найти на рис. 6.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕКТАМ ЖИЛОГО И ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ КЛАССА ФПО Ф1 - Ф4
ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕКТАМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО И СКЛАДСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ КЛАССА ФПО Ф5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ
ПРОХОДЫ, ПРОЕЗДЫ И ПОДЪЕЗДЫ К ЗДАНИЯМ И СООРУЖЕНИЯМ
МЕТОДИКА ОПРЕД. БЕЗОПАСНЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ (РАССТОЯНИЙ) МЕЖДУ ЖИЛЫМИ, ОБЩЕСТВЕННЫМИ ЗДАНИЯМИ, СООРУЖЕНИЯМИ

*Рис. 6. Содержание СП 4.13130.2013.*

СП 6.13130.2021 «СПЗ. Электроустановки низковольтные. Требования ПБ» [15].

Настоящий НПА устанавливает требования к питанию электроприемников, линиям связи, электрооборудованию СПЗ зданий, а также содержит порядок расчета емкости АКБ для функционирования СПЗ при прекращении электроснабжения от основного источника питания.

Этот стандарт предназначен для использования в процессе проектирования и установки низковольтного электрооборудования СПС в новых и реконструируемых зданиях.

В настоящем НПА применены следующие термины с соответствующими определениями: аппарат защиты, аппарат управления, кольцевая линия связи, панель питания электрооборудования СПЗ, открытая электропроводка, скрытая электропроводка, электрооборудование СПЗ, электропроводка, электропроводка СПЗ.

СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования ПБ» [16].

Данный стандарт применяется при проектировании и установке систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также противодымной вентиляции в новых и реконструируемых зданиях.

Настоящий СП не распространяется на системы:

а) системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха защитных сооружений гражданской обороны; сооружений, предназначенных для работы с радиоактивными материалами и источниками ионизирующих излучений; объектов подземных горных работ и помещений, где производятся, хранятся или используются взрывчатые вещества;

б) специальные нагревательные, охлаждающие и пылеулавливающие устройства и приспособления для технологического и электрооборудования, пневмотранспортирования и пылегазоочистки технологического оборудования и пылесосов.

В данном НПА используются следующие термины и соответствующие им определения: противопожарный клапан, жилое помещение, система дымоудаляющей вентиляции, система дымоудаляющей вентиляции, система дымоудаления и вытяжной вентиляции, шлюзовая камера. Содержание данного СП приведено на рис. 7.

ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ

ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И  
КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫМ И КОНСТРУКТИВНЫМ РЕШЕНИЯМ

ПОРЯДОК ПРИМЕНЕНИЕ ПЕЧНОГО ОТОПЛЕНИЯ В ЗДАНИЯХ

РАЗМЕРЫ РАЗДЕЛОК И ОТСТУПОК У ПЕЧЕЙ И ДЫМОВЫХ КАНАЛОВ

ПРЕДЕЛЫ ОГНЕСТОЙКОСТИ ТРАНЗИТНЫХ ВОЗДУХОВОДОВ

ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ПОЭТАЖНЫХ ПЕРЕХОДОВ ЧЕРЕЗ НАРУЖНУЮ  
ВОЗДУШНУЮ ЗОНУ К НЕЗАДЫМЛЯЕМЫМ ЛЕСТНИЧНЫМ КЛЕТКАМ ТИПА Н I

*Рис. 7. Содержание СП 7.13130.2013.*

СП 8.13130.2020 «Наружное противопожарное водоснабжение (далее по тексту - ПВ). Требования пожарной безопасности» [17].

Настоящий СП устанавливает требования ПБ к наружному ПВ населенных пунктов и произв. объектов.

Требования по пожарной безопасности, изложенные в данном своде правил, должны быть соблюдены при проектировании, строительстве, реконструкции и капитальном ремонте систем противопожарного водоснабжения в населенных пунктах и производственных объектах, а также при создании пожарных резервуаров и водоемов.

Настоящий СП не распространяется на предприятия, производящие, применяющие или хранящие взрывчатые вещества.

В настоящем СП применяются понятия, установленные [3], термины, установленные [8], а также следующие термины с соответствующими определениями.: водный объект, водоем, водопровод, источник водоснабжения, источники наружный ПВ, отдельно стоящее здание, пожарный гидрант, пожарный водоем, пожарный резервуар, противопожарный водопровод, система водоснабжения, система ПВ.

Настоящий НПА содержит информацию о:

расходе воды на наружное пожаротушение;

свободных напорах;

насосных станциях;

водопроводных сетях и сооружениях на них;

емкостях для хранения воды;

пожарных резервуарах и водоемах;

электрооборудовании, технологическом контроле, автоматизации и системах управления;

дополнительные требования к системам ПВ в особых природных и климатических условиях.

СП 10.13130.2020 «СПЗ. Внутренний противопожарный водопровод (далее по тексту - ВПВ). Нормы и правила проектирования» [18].

Настоящий СП устанавливает требования и нормы к проектированию ВПВ.

Настоящий СП распространяется на вновь проектируемый и реконструируемый ВПВ.

В настоящем СП применены следующие термины с соответствующими определениями: ввод ВПВ в здание, вводной трубопровод ВПВ, ВПВ, водозаполненный ВПВ, водонапорный бак, воздухозаполненный ВПВ, высота компактной части струи, диктующий пожарный кран, задвижка, запорное устройство, затвор, питающий трубопровод, повысительная установка, пожарный кран (далее по тексту - ПК), пожарный резервуар, пожарный шкаф, ручной пожарный ствол, стояк, сухотруб, хозяйственно-питьевой водопровод (далее по тексту - ХПВ).

Помимо вышеперечисленной информации, СП содержит информацию, приведенную на рис. 8.

КЛАССИФИКАЦИЮ ВНУТРЕННЕГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА
ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ И КОНСТРУКТИВНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПОЖАРНЫХ К
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВНУТРЕННЕГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА
ТРЕБОВАНИЯ К ВНУТРЕННЕМУ ПРОТИВОПОЖАРНОМУ ВОДОПРОВОДУ, ОСНАЩЕННОМУ ПК-С
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОЗДУХОЗАПОЛНЕННОГО ТРЕБОВАНИЯ К ВНУТРЕННЕМУ ПРОТИВОПОЖАРНОМУ ВОДОПРОВОДУ, ОСНАЩЕННОМУ ПК-М
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУХОТРУБА
ТРЕБОВАНИЯ К ВНУТРЕННЕМУ ПРОТИВОПОЖАРНОМУ ВОДОПРОВОДУ, ОСНАЩЕННОМУ ПК-М
ТРЕБОВАНИЯ К ВНУТРЕННЕМУ ПРОТИВОПОЖАРНОМУ ВОДОПРОВОДУ, ОСНАЩЕННОМУ ВОДОПЕННЫМИ ПОЖАРНЫМИ КРАНАМИ
ТРЕБОВАНИЯ К НАСОСНЫМ СТАНЦИЯМ И НАСОСНЫМ УСТАНОВКАМ
ТРЕБОВАНИЯ К РАЗМЕЩЕНИЮ ЗАПОРНЫХ УСТРОЙСТВ
ТРЕБОВАНИЯ К ТРУБОПРОВОДАМ
СВЕДЕНИЯ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЗАЩИЩАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ВАРИАНТАМ ВНУТРЕННЕГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА
НОМОГРАММУ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАМЕТРА ОТВЕРСТИЯ ДИАФРАГМЫ
СХЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ

**Рис. 8. Содержание СП 10.13130.2020.**

СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания» [19].

Содержит в себе требования и конструктивным решениям;  
адм. зданиям и помещениям;

отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха и электроснабжению.

СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» [20].

В настоящем СП применены следующие термины с соответствующими определениями: актовый зал, балкон, лестница, лестничная клетка, лестничный марш, плотность людского потока, чел./м<sup>2</sup>, ширина лестничного марша, этаж цокольный.

Стоит отметить, что данный НПА содержит информацию, приведенную на рис. 9.

ОПТИМАЛЬНЫЕ БЕЗОПАСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОСНОВНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ
ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ
ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ
ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ
ИНФОРМАЦИЯ ОБ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ
ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ
ПРАВИЛА ПОДСЧЕТА ОБЩЕЙ, ПОЛЕЗНОЙ И РАСЧЕТНОЙ ПЛОЩАДЕЙ, СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕМА, ПЛОЩАДИ ЗАСТРОЙКИ И КОЛИЧЕСТВА ЭТАЖЕЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ
ПЕРЕЧЕНЬ ПОМЕЩЕНИЙ, РАЗМЕЩЕНИЕ КОТОРЫХ ПО ПРОЦЕССУ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ДОПУСКАЕТСЯ В ПОДЗЕМНЫХ И ЦОКОЛЬНОМ ЭТАЖАХ
ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ ЗРИТЕЛЬНЫХ ЗАЛОВ
МАРШРУТЫ ЭВАКУАЦИИ ЗРИТЕЛЕЙ ИЗ ЗРИТЕЛЬНЫХ ЗАЛОВ

**Рис. 9. Содержание СП 118.13330.2012.**

СП 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации и автоматизация СПЗ» [21].

Настоящий СП содержит следующие термины: алгоритм, водяное и/или пенное пожаротушение с принудительным пуском, зона контроля пожарной

сигнализации, зона оповещения о пожаре, зона пожаротушения (направление пожаротушения), зона противодымной вентиляции, извещатель пожарный, линия связи, ложное срабатывание (о пожаре), пожарный пост, система пожарной автоматики, СПС.

В свою очередь настоящий СП содержит следующую информацию.:

о СПС;

о автоматизация СПЗ;

перечень зданий, сооружений и помещений, подлежащих оснащению безадресными и адресными СПС.

Вышеуказанные НПА необходимо использовать при проектировании и при эксплуатации адм. зданий в виду их отнесения к объектам с массовым пребыванием людей, а также они могут применяться органами ФГПН при осуществлении надзорных мероприятий, при которых они руководствуются законами в области технического регулирования и ПБ. При невыполнении хотя бы одного требования СП или закона, будут указаны конкретные сроки и рекомендации, а также будет назначена проверка.

Приведенный обзор НПА по пожарной безопасности может быть использован в качестве основы при разработке СОПБ адм. зданий, что будет способствовать повышению уровня ПБ и в дальнейшем снижать вероятность возникновения пожара.

### **Список литературы**

1. Федерального закона от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Конституции РФ.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
4. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
5. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
6. Постановление Правительства РФ от 22 июля 2020 г. № 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке ПР».
7. Постановление Правительства РФ от 31 августа 2020г. № 1325 «Об утверждении Правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска».
8. ГОСТ 25151-82. Водоснабжение. Термины и определения.
9. ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования».
10. ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний».
11. СП 1.13130.2020 «СПЗ. Эвакуационные пути и выходы».
12. СП 2.13130.2020 «СПЗ. Обеспечение огнестойкости ОЗ».
13. СП 3.13130.2009 «СПЗ. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре».
14. СП 4.13130.2013 «СПЗ. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
15. СП 6.13130.2021 «СПЗ. Электроустановки низковольтные. Требования ПБ».
16. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования ПБ».
17. СП 8.13130.2020 «Наружное противопожарное водоснабжение. Требования ПБ».
18. СП 10.13130.2020 «СПЗ. ВПВ. Нормы и правила проектирования».
19. СП 44.13330.2011 «Адм. и бытовые здания».
20. СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».
21. СП 484.1311500.2020 «Системы пожарной сигнализации и автоматизация СПЗ».

## **Основные направления решения проблем сейсмической безопасности**

**кандидат технических наук, профессор  
Минаев В.А.**

**доктор технических наук, доцент  
Фаддеев А.О.**

**Московский университет МВД России им.  
В. Я. Кикотя**

**кандидат технических наук, доцент  
Мокшанцев А.В.**

**Академия Государственной противопожарной  
службы МЧС России.**

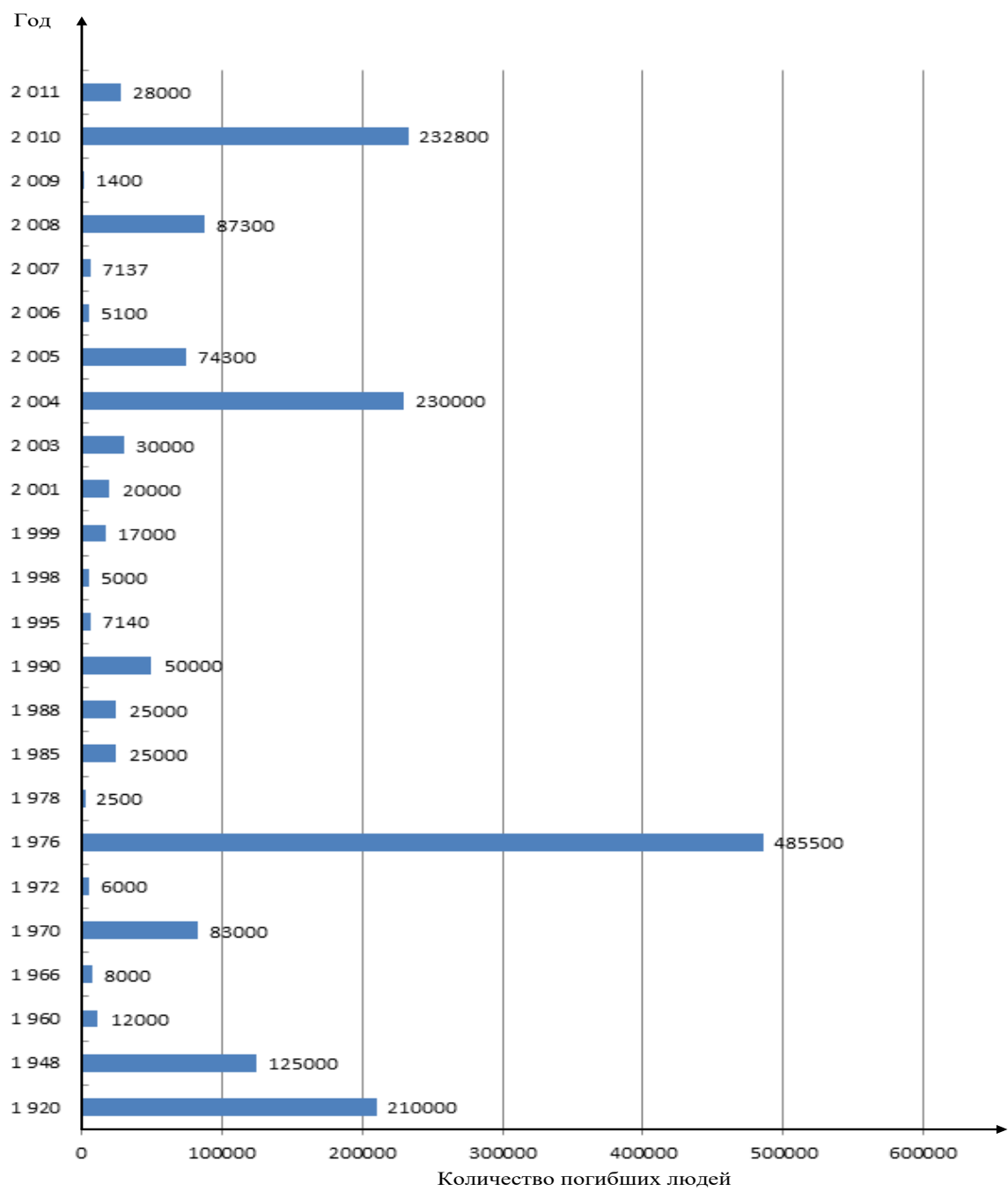
**Аннотация (Abstract)** В статье рассматриваются решения проблем сейсмической безопасности. Предложено проводить рассмотрение проблемы обеспечения сейсмической безопасности в четырех аспектах – методологическом, организационном, научно-исследовательском, опытно-конструкторском. Приведен перечень организаций, которые участвуют при регулировании и профессиональном решении вопросов обеспечения сейсмической безопасности строительства на территории Российской Федерации.

**Ключевые слова (Keywords):** сейсмическая безопасность, комплексность, организационный аспект, строительство.

### **Введение**

Сейсмические события, как землетрясения, и связанный с ними целый спектр опасных природных и инженерно-техногенных явлений и процессов, представляют собой не только реальную угрозу для современной цивилизации, но и формируют факторы, препятствующие реализации главных целей концепции устойчивого развития современного общества. Для противодействия этим угрозам крайне необходимо проведение антисейсмических мероприятий на территориях формирования и реализации данных угроз, а уровень обеспечения сейсмической безопасности считать одним из критериев устойчивости современного общества.

Проведенный анализ человеческих потерь при крупных землетрясениях в XX и XXI веках (рисунок 1) демонстрирует актуальность исследования в области решения проблем сейсмической безопасности.



*Рис. 1 - Анализ человеческих потерь при крупных землетрясениях в XX и XXI веках*



Под сейсмической безопасностью будем понимать состояние защищённости какого-либо объекта (элемента риска) или группы объектов (элементов риска) от сейсмических воздействий и связанных с ними опасных процессов и явлений, а также последствий этих воздействий.

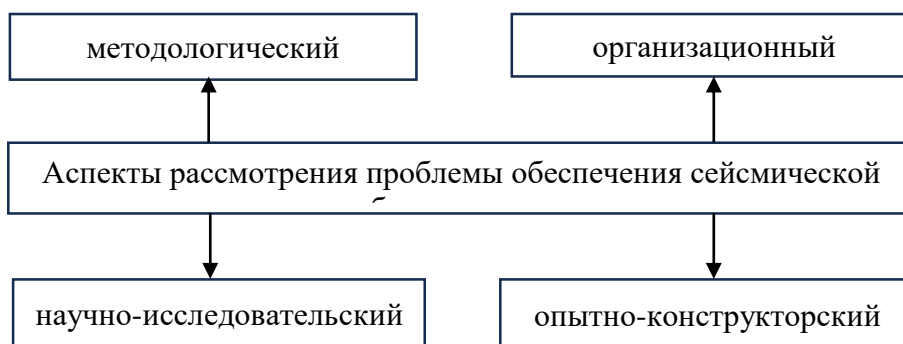
Обеспечение сейсмической безопасности – многоаспектная проблема, для решения которой требуются усилия высококвалифицированных учёных-исследователей, инженеров, конструкторов, программистов, специализирующихся в самых различных областях научного знания. Поэтому современное положение дел в вопросах, связанных с обеспечением сейсмической безопасности, будем рассматривать, учитывая различные точки зрения.

Проблема обеспечения сейсмической безопасности однозначно, входит в ТОП-10 самых насущных и злободневных проблем человечества. Действительно, разрушительные землетрясения во все времена и, к сожалению, по сегодняшний день, были и остаются одним из грозных природных «дамокловых мечей», занесённых над человечеством. Исподтишка, внезапно, этот коварный невидимый враг вторгается в мирную, размеренную жизнь человека, обрушивая на его голову неисчислимые бедствия и страдания. Самые последние произошедшие катастрофические землетрясения, особенно, февральские сейсмические события в Турции в 2023 году – тому прямое подтверждение. Как отвести эту беду, как противостоять столь грозному, катастрофическому натиску этой стихии? К сожалению, чёткого и исчерпывающего ответа на эти, и многие другие, связанные с затрагиваемой проблемой, вопросы, у современной науки пока нет.

В данном контексте сейсмическую безопасность, точнее, уровень её обеспечения, несомненно, можно назвать одним из критериев устойчивости современного общества.

### **Комплексность решения проблемы сейсмической безопасности**

Чтобы систематизировать накопленные знания и наработанные методики различными специалистами в исследуемой области, рассмотрим следующие аспекты (рисунок 2).



*Рис.2 – Аспекты рассмотрения проблемы обеспечения сейсмической безопасности*

Под *методологическим аспектом* будем понимать разработку совокупности идей, принципов, составляющих основу стратегии исследовательской деятельности в области обеспечения сейсмической безопасности, а также способов, приёмов, процедур, обеспечивающих реализацию избранной стратегии в практическом аспекте.

*Организационный аспект*, в контексте исследования, – это деятельность, ориентированная на анализ существующих форм научных, административных, производственных, коммерческих и иных объединений, специализирующихся в области обеспечения сейсмической безопасности.

Под *научно-исследовательским аспектом* понимается теоретическая и практическая деятельность, состоящая в проведении комплексных полевых геофизических изысканий, наблюдений, натурных, макетных и стендовых экспериментов, разработке моделей и методов, способствующих разрешению задач, связанных с обеспечением сейсмической безопасности.

Определим *опытно-конструкторский аспект* как теоретическую и практическую деятельность по разработке конструкторской и технологической документации на опытные образцы оборудования и автоматизированных информационных систем в области обеспечения сейсмической безопасности, а также по изготовлению и испытаниям опытных образцов.

Проанализируем комплекс ресурсов, посвящённых проблеме обеспечения сейсмической безопасности, по указанным выше аспектам.

В последние годы всё больше специалистов-исследователей склоняются к тому, что необходимы новые подходы к изучению сейсмических явлений. Более того, ряд учёных-геофизиков пришёл к выводу о кардинальной смене научной парадигмы сейсмических исследований.

Её ключевой аспект – прогноз землетрясений, базирующийся на методах теоретической геофизики, основывающийся на аппарате математической физики, уравнения которой ориентированы на разработку детерминированных математических моделей.

И вот здесь самое место напомнить, что в геофизике, как и в теоретической сейсмологии, действует правило, принятое и в других научных направлениях – если что-то нельзя объяснить в рамках общепринятой парадигмы, значит, предлагаемое – неверно, его надо избегать.

Например, мы изучаем процессы в окрестности очага землетрясения. Чем необходимо руководствоваться при их объяснении? Традиционно следуют дифференциальным уравнениям, принятым при решении прямых и обратных задач в сейсмологии, механике сплошных сред, геотермике, электродинамике.

Но в большинстве своём, эти уравнения линейны, пригодные для создания детерминированных моделей геологической среды. А ведь состояние этой среды характеризуются целым комплексом самых разнообразных характеристик (плотностью, упругими модулями, температурой, вязкостью, и т.п.), связанных нелинейными соотношениями. Однако в детерминированных моделях принимается, что, если известны осреднённые значения этих параметров, то их можно распространить на весь объём исследуемой геологической среды, в оправдание добавив – «рассматривается в первом приближении».

После этого строятся уравнения, разрабатываются алгоритмы их реализации в практических целях, делаются необходимые расчёты. Затем сопоставляются поля геодинамических напряжений или горизонтальных и вертикальных смещений, рассчитанных по математической модели, с измерениями других исследователей. И если эти поля хоть как-то согласованы, заявляется об адекватности модели и правомерности её применения [1].

О начальных условиях, определяющих неудачу или успех при решении обратных задач. Здесь та же проблема, связанная с имеющейся информацией о структуре и составе исследуемого объёма геологической среды. При этом, как правило, информация для сопоставления крайне скудна или неоднозначна. Так, в лучшем случае, имеется несколько вертикальных неглубоких (не более 50 м) скважин вдоль некоторого профильного направления. А каковы свойства среды вне его или на больших глубинах – неизвестно. Ситуацию усугубляют такие свойства пород геологической среды, как хрупкость, ломкость, склонность к самопроизвольному разрушению, что делает неприемлемым использование уравнений классической механики сплошных сред.

А что говорит практика – объективный критерий истины? Так, при бурении Кольской сверхглубокой скважины достигнута рекордная глубина в 12 км 262 м, и появилась возможность сопоставить реальные данные с расчётными по характеристикам геологической среды. К сожалению, расчёты по этой скважине не подтвердились [2]. А были расчёты и по методам геотермики, и по методам механики сплошных сред. То же самое касается результатов экспериментов, а проводились экспериментальные работы по сейсмическому просвечиванию, магнитотеллурическому зондированию.

Не было соответствия и применительно к ещё одной скважине глубокого бурения – Саатлинской (глубина 8324 м) в Азербайджане [2].

На все эти вопросы можно попытаться ответить исключительно в рамках нелинейной динамики, теории бифуркаций, оторвавшись от идей детерминизма. Поэтому в дальнейшем одним из важных вопросов исследования будет создание методологии моделирования и прогнозной оценки сейсмической активности для геологических структур на основе нейросетевого подхода.

Проработка данного направления вызвана необходимостью анализа проблем, связанных с координацией деятельности в области обеспечения сейсмической безопасности в пределах Российской Федерации, и методов их решения. Обратимся особо к организационному аспекту обеспечения сейсмической безопасности. Как указано в [3], проблема обеспечения сейсмической безопасности охватывает целый спектр направлений производственной, профессиональной и предпринимательской деятельности. При этом особый акцент делается на обеспечении сейсмической безопасности градостроительных систем [3].

Как указывается в работах [3-7], сейсмическая безопасность территорий зависит не столько от качества проектирования и монтажа возводимых объектов, сколько от качества решения задач градостроительной, научной и оценочной деятельности. Кроме того, важным фактором сейсмической безопасности становится соотношение вновь возведённых объектов к уже существующим зданиям и сооружениям, которые не соответствуют современным нормам сейсмостойкого строительства, а также плотности расселения жителей на территории.

Кроме того, подчёркивают авторы этих работ, важным фактором сейсмической безопасности становится процентное соотношение вновь возведённых объектов к уже существующим зданиям и сооружениям, которые не соответствуют современным нормам по сейсмостойкому строительству, а также плотность расселения в этих зданиях и по территории жителей.

В 2010-х годах стало очевидно [3, 4, 8-11], что возникшая в России ситуация по обеспечению сейсмической безопасности требует применения комплексных механизмов научной и организационной координации по этой проблеме.

Помимо государственных организаций, в России функционируют негосударственные структуры, участвующие при регулировании и профессиональном решении задач обеспечения сейсмической безопасности:

1. Академии (РАН, РААСН), а также их научные подразделения (учреждения).
2. Некоммерческие организации: Российская ассоциация по сейсмостойкому строительству (РАСС), Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП), Ассоциация строителей России (АСР), Национальное объединение экспертизы в строительстве (НОЭКС), Ассоциация «АНФАС» и ряд других, представляющих собой объединения юридических лиц – работодателей и (или) субъектов предпринимательской деятельности, основной задачей которых является защита коммерческих интересов своих членов.
3. Общероссийские объединения физических лиц – субъектов профессиональной деятельности – Российский союз инженеров-строителей (РОИС), Союз архитекторов России (САР), Российское общество по механике грунтов, геотехнике и фундаментостроению (РОМГТиФ) и многие другие.
4. Саморегулируемые организации (СРО), объединяющие субъекты предпринимательской или профессиональной деятельности по конкретным узким направлениям деятельности (оценочная (НСОД), кадастровая, инженерные изыскания (НОИЗ), проектирование (НОП), строительство и капитальный ремонт (НОССТРОЙ), пожарная безопасность).

Однако реалии жизни таковы, что ни одна из указанных организаций, ввиду ограниченности своих функций, конкретных видов экономической деятельности не в состоянии комплексно решать вопросы обеспечения сейсмической безопасности

для управления и устойчивого развития территорий.

В связи с этим, для комплексного решения проблемы обеспечения сейсмической безопасности территорий, с учётом возможностей действующего законодательства, предложено создать общероссийскую саморегулируемую организацию Некоммерческое партнерство «Национальное объединение специалистов и экспертов в области градостроительства и безопасности» (СРОСЭКСПЕРТ) – объединение субъектов профессиональной деятельности в области градостроительства (по направлениям: изыскания, проектирование, строительство), оценочной, кадастровой деятельности, управления и устойчивого развития [3].

Главные принципы, положенные в основу деятельности этой организации, представлены на рисунке 3.

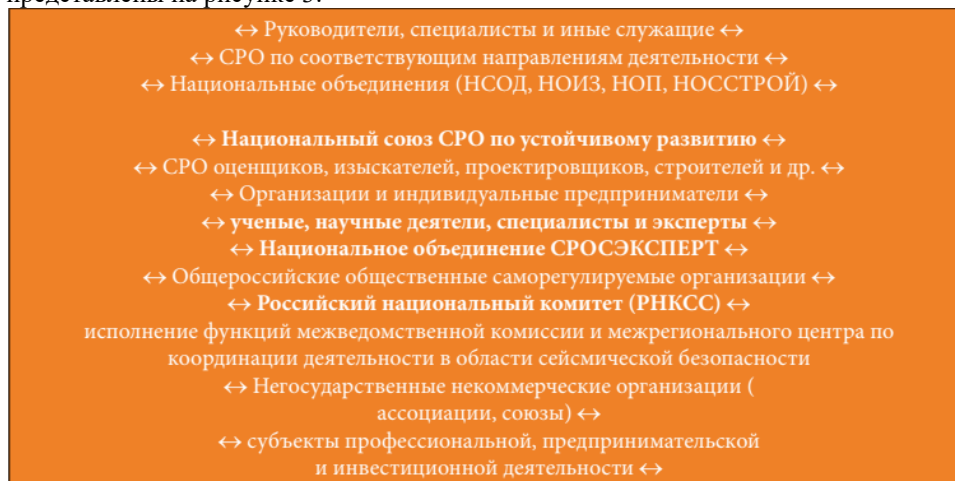


Рис. 3 – Схема взаимодействия между участниками градостроительной деятельности в сейсмоопасных регионах [3]

Предполагалось, что создание такой организации может реально помочь в ликвидации пробелов в действующей структуре созданных СРО и их объединений, эффективно выполняя функции СРО и одновременно – межведомственной комиссии, межрегионального совета по стандартизации, оценке и подтверждению соответствия, а также осуществляя иные полномочия и организационные функции в сфере обеспечения градостроительной и сейсмической безопасности.

Такая организация была создана и в 2017 году преобразована в Общероссийскую общественную саморегулируемую организацию, предполагающую её активное участие в деятельности, по независимой оценке квалификаций, формировании федерального реестра сертификаций квалификаций и национального реестра специалистов.

В настоящее время СРОСЭКСПЕРТ вносит существенный вклад в развитие градостроительной, инвестиционной строительной деятельности и жилищно-коммунального хозяйства, комплексные исследования и системный мониторинг качества осуществления такой деятельности, принимает постоянное и продуктивное участие объединения в законодательской и нормативной деятельности, мероприятиях по профессионально-общественному контролю деятельности государственных органов и иных участников, что является крайне важным при реализации государственных программ по обеспечению сейсмической безопасности.

### **Заключение и выводы**

1. Предложено рассматривать комплексную проблему обеспечения сейсмической безопасности в четырех аспектах – методологическом, организационном, научно-исследовательском, опытно-конструкторском.

2. Согласно указанным аспектам обозначены приоритетные задачи, решение которых способствует: обеспечению сейсмической безопасности на конкретной территории при проведении анализа информации по очагам землетрясений; построению алгоритма распознавания ситуации в любой момент времени в окрестности потенциального очага землетрясения; разработке автоматизированной системы на основе искусственного интеллекта, способной анализировать получаемые данные и обладающую возможностью переобучения (адаптации); созданию на основе нейросетевого подхода методологии моделирования и прогнозной оценки сейсмической активности для геологических структур.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Савин М. Г., Израильский Ю. Г. Обратные задачи дирекционных МТЗ // Физика Земли. 1985. № 12. – С. 48–56.
2. Шадрин Л.Н. Бурение на подступах к мантии // Природа. 1983. № 1. – С. 12–22.
3. Акбиев Р. Т., Вильнер М. Я., Морозова Т. В., Могушков И. М., Рогожин Е. А. О проблемах и методах координации деятельности в области обеспечения сейсмической безопасности в Российской Федерации // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2011. № 6. – С. 50–53.
4. Апсеметов М. Ч., Жунусов Т. Ж. Современные проблемы сейсmobезопасности сооружений // Вестник КРСУ. 2017. Том 17. № 8. – С. 93–97.
5. Буланенков С. А. и др. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие / Под общ. ред. Фалеева М. И. Калуга: Облиздат, 2001. – 479 с.
6. Ким С. Г. Мониторинг существующих проблем в сфере обеспечения сейсmobезопасности населения и возможные пути их решения» // Международный научный журнал «Новости образования: исследование в XXI веке». Август 2022. №1 (100). Часть 1.– С. 1–4.
7. Ананьин И.В., Фаддеев А.О., Сим Л.А. Тектонические напряжения в земной коре центральной части Восточно-Европейской платформы (по результатам математического моделирования и структурно-геоморфологическим данным) / В сб. Проблемы сейсмичности Восточно-Европейской платформы. М.: Изд. ОИФЗ РАН, 2000. – С. 3–18.
8. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов / Под ред. Гамбурцева А.Г. и др. Т.2. Циклическая динамика в природе и

обществе. М.: Научный мир, 1998. – 432 с.

9. Разработка стратегии обеспечения безопасности зданий и сооружений в сейсмических районах Российской Федерации, включая вопросы развития строительства сейсмостойчивых зданий и сооружений: Отчет о НИР (промежуточный). ЦНИИП градостроительства РААСН. Руководитель Р.Т. Акбиев. – М.: 2011. – 228 с.

10. Минаев В.А., Фаддеев А.О. Математические методы и модели в геоэкологическом районировании рекреационных территорий / Материалы региональной научно-практической конференции «Математические методы и информационные технологии в современном обществе». 2006, 15 декабря. Рязань, Академия права и управления ФСИН. – Рязань, Академия права и управления ФСИН, 2007. – С. 111-117.

11. Ахметшин Т.Р., Минаев В.А., Степанов Р.О., Фаддеев А.О., Габитов С.И. Геодинамические риски: моделирование, оценки, управление: Монография / Под ред. В.А. Минаева. Уфа: УНЦП Изд-во УГНТУ, 2023. – 338 с.

# Горные удары как опасное природное явление и оценка напряженно-деформированного массива горных пород по данным инструментальных наблюдений

Лебедева Е.С.

кандидат технических наук, доцент

Николашин С.Ю.

НИЦ БТС ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России

**Аннотация (Abstract)** Горные удары как опасное природное явление и современные технические средства регистрации данных для выбора превентивных мероприятий с целью снижения его последствий, основаны на оценке напряженно-деформированного массива горных пород при геодинамических явлениях. При рассмотрении геодинамических подвижек в результате подземных взрывов большой мощности задачи аналогичные и заключаются в исследовании динамического взаимодействия границ блоков, оценке напряженно-деформированного состояния нетронутого массива в районе блока до и после взрыва с точки зрения устойчивости горных выработок.

**Ключевые слова (Keywords):** горный удар, геофизическая среда, напряженно-деформированное состояние массива горных пород, система сейсмического мониторинга.

**Актуальность.** Геодинамические явления, вызванные горным ударом; устойчивость горных выработок при подземных взрывах большой мощности связано с горным массивом. Перераспределение естественного напряженно-деформированного состояния горного массива при определенных условиях приводит к возникновению ЧС, что связано с большим объемом работ по ликвидации ее последствий. Оценка напряженно-деформированного массива горных пород по данным инструментальных наблюдений с целью выбора превентивных мероприятий на основании прогноза геодинамических явлений, является актуальной задачей.

Внезапный выброс (выдавливание) угля и газа или выброс породы и газа представляет собой опасное и сложное газодинамическое явление, возникающее в газоносных угольных пластах и породах и характеризующееся быстроразвивающимся разрушением массива с отбросом (смещением) горной массы и выделением газа в горную выработку. Внезапному выбросу угля и газа могут предшествовать предупредительные признаки: резкое увеличение газовыделения в выработку, шелушение забоя, появление пылевого облака на груди забоя, удары и трески в массиве, выдавливание или высыпание угля из забоя, отслаивание кусочков угля от забоя, зажим, выталкивание или втягивание бурового инструмента в шпур (скважину), вынос газа и штыба при бурении. Перечень и порядок отработки особо выбросоопасных участков требует необходимость применения методов прогноза, является актуальной задачей на основе натуральных данных, с применением технических средств регистрации опасных явлений, обработки результатов измерений, их интерпретация [1,2].

Геофизическая среда горного массива также уникальна в области решения прикладных задач при производстве взрывных работ, что связано с иерархией структурных нарушений определяемых блочной структурой. Блочная структура характеризуется структурной неоднородностью, представленной дефектами кристаллической решетки размерами породообразующих минералов  $10^{-8}$ м до крупных тектонических разломов  $10^6$ м. Внешнее динамическое воздействие на горный массив в результате проведения взрывных работ складывается из деформации горной породы (блоки) и деформации ее пористости заполненной водой, газами, отложениями в результате осадконакопления. Размер образовавшейся пустоты влияет на деформации вышележащих горных пород, которые под действием

силы тяжести перемещаются, вызывают деформации, проявляются в виде воронок, провалов на земной поверхности, вследствие чего происходит выход вредных веществ продуктов взрыва, что влияет на безопасность проведения данных работ [3].

Целью данной работы является оценка напряженно-деформированного массива горных пород при геодинамических явлениях на основе данных инструментальных наблюдений.

Структура налегающей и подстилающей толщ пород существенно влияет на характер проявления горных ударов, при котором каждый слой пород кровли и почвы имеет свое волновое сопротивление, в результате чего отраженная волна имеет различную интенсивность. В случае сильной интенсивности часть высвобождающейся упругой энергии возвращается в пласт и переходит в кинетическую энергию с расходом на дополнительное дробление угля. И наиболее сильное воздействие при горных ударах будет ощущаться со стороны пород, на границе раздела которых с угольным пластом коэффициент отражения упругой волны наибольший.

На прочность, характер деформирования и напряженное состояние влияют механические свойства отдельных слагающих массив пачек. Наиболее типичным удароопасным массивом является массив, сложенный одной или несколькими пачкам угля и пород, различающимися по прочности и деформированию не более, чем в 2 раза, и сохраняющим способность к упругому деформированию и хрупкому разрушению при всех сочетаниях отдельных угольных пачек.

Минимальная глубина залегания пород, начиная с которой возможны горные удары при разработке месторождений, зависит от прочности и коэффициента концентрации напряжений. При максимально возможном коэффициенте концентрации напряжений критическая минимальная глубина разработки для каменноугольных и антрацитовых месторождений, с которой возникает опасность проявления горных ударов, составляет 200 м.

При рассмотрении геодинамических подвижек в результате подземных взрывов большой мощности задачи аналогичные, необходимо район проведения работ разделить на характерные «подвижные» блоки, исследовать динамическое взаимодействие границ блоков, оценить напряженно-деформированное состояние нетронутого массива в районе блока до и после взрыва.

С точки зрения дифференциальных блоковых движений наибольший интерес представляют зоны, в которых сформировавшаяся в результате взрыва структура представляет собой набор блоков разного размера. Такими зонами являются: зона интенсивной трещиноватости, в которой роль отдельных блоков играют отдельные трещины, размер которых определяется размером образовавшихся трещин; зона блоковых трещин, в которых взрывное воздействие практически не изменило размеры присутствующих в массиве блоков, но существенно изменило условия контактов блоков; зона квазиупругого поведения среды, в которой наблюдаются ярко выраженные локальные проявления взрывного воздействия, отличающиеся по амплитуде от средних характеристик.

Создание системы горного сейсмологического мониторинга является обеспечением непрерывных сейсмологических наблюдений за развитием сейсмических процессов вызванных горными ударами, а также техногенных явлений, динамических форм разрушения массива при осуществлении подземных взрывов большой мощности.

В задачи функционирования сейсморегирующего мониторинга входят: обеспечение возможности более обоснованной и объективной оценки безопасного состояния недр, на участках проведения специальных горных работ; выявление участков повышенного геодинамического риска после взрыва (выхода воронки на поверхность), оценка и учет влияния сейсмических воздействий взрывных работ.

Используются методы прогноза и контроля, аналитические методы

Геодинамическое районирование – установление иерархии, блочности горного массива на основе типизации горных пород по данным геологической разведки.

Построение трехмерной геолого-структурной модели массива горных пород.

Оценка напряженного состояния породного массива и установление границ тектонически напряженных зон ( блочности) до и после производства взрывных работ.

Относительная оценка напряженного состояния при разработке



месторождений полезных ископаемых определяется по показателям:

- выхода буровой мелочи при бурении скважин;
- сейсмоакустической активности.

Система сейсмического мониторинга представляет собой программно-технический комплекс предназначенный для непрерывного контроля зон активизации естественных и техногенных геомеханических и сейсмических процессов в горном массиве, посредством пространственно распределенной сети сейсмических или других датчиков, состоящего из телеметрического канала передачи и обработки информации. К нему могут быть подключены различные измерительные преобразователи физических величин в электрический сигнал, в частном случае — вибропреобразователи сейсмических колебаний, устанавливаемые на площади, охватываемой мониторингом. Предназначен для контроля разрушений в массиве горных пород в пределах шахтного поля (5×5 км). Энергетический диапазон событий от 100 Дж, частотный от 0,01 до 900 Гц [4].

Зарубежный и отечественный опыт ведения горных работ на шахтах показывает, что горные удары проявляются только при определенном сочетании горно-геологических и горнотехнических условий. Наиболее опасными очагами горных ударов в шахтах являются различные целики угля, оставляемые в выработанном пространстве и около капитальных и подготовительных выработок. Известны многочисленные примеры, когда в результате горных ударов полностью разрушались капитальные и подготовительные выработки на протяжении нескольких десятков и сотен метров. Нередки случаи, при которых из строя выходят отдельные участки, крылья, горизонты и даже полностью шахты [5].

Мероприятия по предотвращению динамических явлений в очистном и подготовительном забоях осуществляются согласно разработанного «Паспорта проведения профилактических мероприятий по борьбе с горными ударами» для каждой отдельной выработки. Паспорт разрабатывается в соответствии действующими нормативными актами и согласовывается органами Ростехнадзора [6].

В случаях, когда при проведении прогноза удароопасности в очистной или подготовительной выработке, выявится категория «Опасно», тогда выполняются мероприятия по предотвращению горных ударов посредством бурения разгрузочных скважин большого диаметра или проведением гидроотжима краевой части забоя.

Реализация компьютерного моделирования проведена по методологии и программе, отражающих процесс деформирования пород по полной диаграмме «напряжение – деформация» [7].

При производстве взрывных работ в специальных горных выработках в вышележащих от взрыва горных породах происходят изменения бокового распора, послонный изгиб, сдвиг по контактам, плоскостям ослабления и смещение пород из зоны опорного давления в разгруженную зону. Следствием этого процесса является развитие трещиноватости, делящей массив на взаимораспираемые блоки.

На рисунке представлен результат распределения горизонтальных напряжений в окрестности границы горной выработки с использованием системы сейсмического мониторинга.

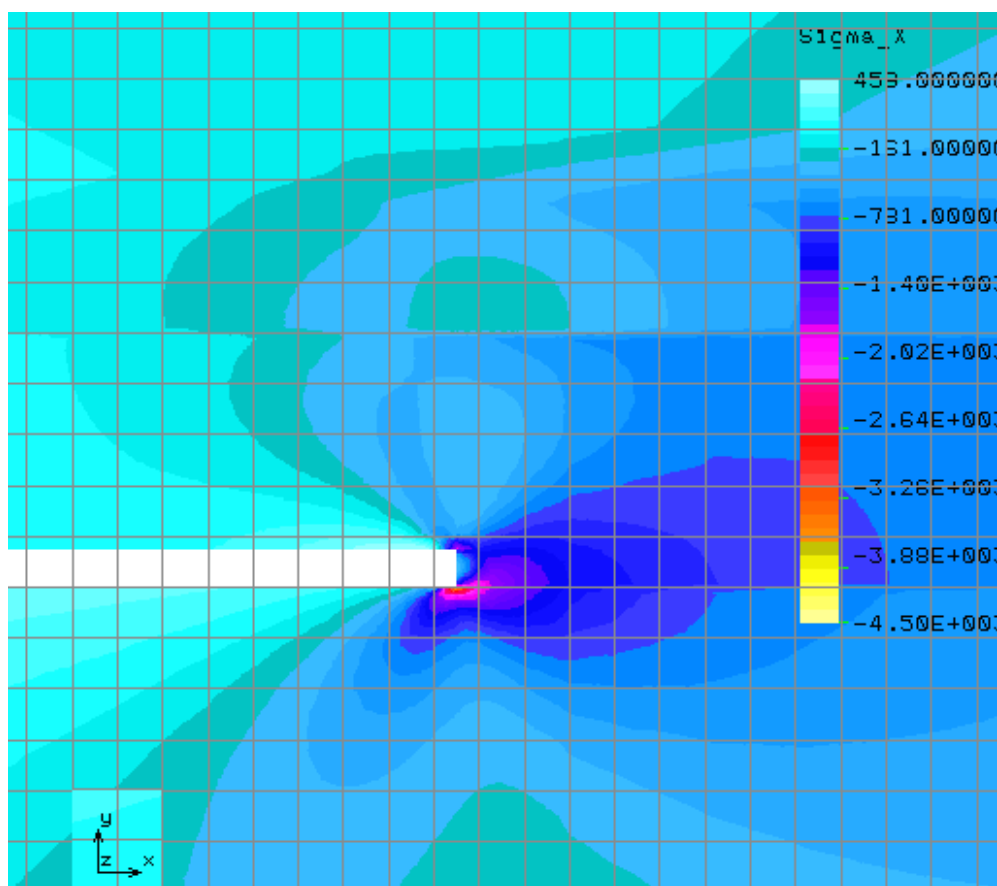


Рис. 1. Распределение горизонтальных напряжений в окрестности границы горной выработки.

Как видно из рисунка, имеется четко выделенный разрыв изолиний по контактам слоев. Особенно он выделяется в подработанных породах, как непосредственно над выработанным пространством, так и над образовавшимся полостями в результате проведения взрывных работ.

Таким образом, современные технические средства регистрации данных по предупреждению геодинамических явлений вызванных горными ударами и производством специальных горных и взрывных работ указывают на фактические величины напряжений в окрестности горной выработки, что позволяет сделать выбор превентивных мероприятий обеспечивающих безопасность.

#### Список использованных источников

1. Николашин С.Ю., Бондарев А.В., М.В. Шванкин Контроль критически важных факторов состояния массива горнодобывающих предприятиях. Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере № 4(60)-2021г., стр.61-68.
2. Мустафин М.Г., Николашин С.Ю. Геомеханические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом. Часть 3 . Горные удары (учебное пособие). Санкт-Петербургский Университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, 2019.-40 с.
3. Николашин С.Ю., Бригадин И.В., Турсенев С.А. Определение энергии камуфлетного взрыва по данным мониторинга геомеханических параметров процесса деформирования земной поверхности и экологическая безопасность. «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Пожарная и экологическая безопасность зданий в России и ЕАЭС»: материалы Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 19-21 октября 2023 года. СПб.: Санкт-Петербургский Университет ГПС МЧС России,2023, стр.146-149
4. Шванкин М. В., Мулев С. Н., Скакун А. П., Работа Э. Н. Опыт применения геофизических методов контроля НДС массива горных пород для изменения

проектных решений при ликвидации затопления аварийного участка шахты № 1-5 рудника Баренцбург // Записки Горного института, 2012. — 198 с.

5. Яковлев Д. В., Шванкин М. В., Мулев С. Н., Минин Ю. Я., Никулин М. В., Работа Э. Н., Бондарев А. В. Опыт разработки удароопасных пластов Баренцбургского месторождения. / Сб. науч. тр. ВНИМИ. Посвящен 100-летию юбилею выдающегося горного инженера Б. Ф. Братченко /Отв. ред. Д. В. Яковлев. — СПб.: ВНИМИ, 2012. — С. 138-154.

6. Приказ Ростехнадзора от 02.12.2013 № 576 «Об утверждении ФНиП в области ПБ «Положение по безопасному ведению горных работ на месторождениях, склонных и опасных по горным ударам».

7. Методическое руководство по цифровому трехмерному моделированию георесурсного потенциала пластовых месторождений полезных ископаемых: Конспект лекций и практические работы, Автор: Стадник Д.А., Курцев Б.В., Кузнецов Ю.Н., Стадник Н.М. Год: 2021, Страниц: 224.

# Чрезвычайные ситуации, вызванные поджогом и технические средства противодействию терроризму

Лебедева Е.С.  
Щедрин К.В.

кандидат технических наук, доцент  
Николашин С.Ю.

## НИЦ БТС ФГКУ «12 ЦНИИ» Минобороны России

**Аннотация (Abstract)** В статье изложены условия применения автоматических шторных дверей рулонного типа, как технического средства противодействия терроризму при поджогах, пожарах, произведен анализ действующей нормативно-технической документации на предмет наличия требований к организации пожарных отсеков в зданиях с массовым пребыванием людей.

**Ключевые слова (Keywords):** автоматические шторные двери, огнезащитные преграды, противоподымная защита, массовое пребывание людей.

Актуальность работы, борьба с пожарами и предполагает в первую очередь проведение пожарно-профилактических мероприятий, направленных на ограничение распространения огня и обеспечения условий для эвакуации людей и имущества.

В задачи, связанные с комплексной безопасностью объекта, является использование конструктивной защиты на основе устройства противопожарных преград, ограничивающих распространение огня и дыма из одного помещения в другое. Одним из элементов противопожарной защиты, являются противоподымные экраны и противопожарные шторы, надежность которых определяется пределом огнестойкости[1;3;8;9].

В случае совершения поджога конструкций здания при совершении террористических актов (например, здание Крокус Сити Холл, Москва) приводящих к возникновению пожара, типичные помещения большой протяженности в киноконцертных залах (фойе, кулуар, вестибюль распределительный, аппаратная, карманы сценические, кинопроекторная, мегаплекс, сейф скатанных декораций, трюм сцены) выводятся из строя надолго. Восстановление помещений требует времени и значительных материальных затрат, что оказывает влияние по ограничению работы самого культурно-массового заведения. Соответственно возникает необходимость разделения характерных протяженных помещений на компактные зоны, в которых возможна изоляция возгорания и тушение пожара на ограниченной площади.

Характерным зданием для проведения культурно-массовых мероприятий в воинских частях является гарнизонный дом офицеров с аналогичными конструктивными элементами помещений. Таким образом, проблема разделения путей эвакуации огнезащитными преградами с целью тушения пожара в гарнизонном доме офицеров является актуальной задачей.

В настоящей статье предлагается рассмотреть возможность применения для обособления пожаров автоматических противопожарных штор («дверей») рулонного типа с автоматическим приводом, анализируются тепловые и аэродинамические режимы при пожаре, размеры зон, выделяемых противопожарными шторами и требования к самим шторам по конструктивным характеристикам и огнестойкости. При этом предполагается, что шторы эксплуатируются в сложенном состоянии и активируются по сигналу автоматической пожарной сигнализации, а также в ручном режиме.

В ходе анализа рассматривалась нормативно-техническая документация (НТД), представленная в табл. 1.

Таблица 1. Нормативно-техническая документация

№ п/п	Содержание требования
№ 123-ФЗ	«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Статья 37. Классификация противопожарных преград	
1.	1. Противопожарные преграды в зависимости от способа предотвращения распространения опасных факторов пожара подразделяются на следующие типы: ...5) противопожарные занавесы, шторы и экраны;
2.	2. Противопожарные стены, перегородки и перекрытия, заполнения проемов в противопожарных преградах (противопожарные двери, ворота, люки, клапаны, окна, шторы, занавесы) в зависимости от пределов огнестойкости их ограждающей части, а также тамбур-шлюзы, предусмотренные в проемах противопожарных преград в зависимости от типов элементов тамбур-шлюзов, подразделяются на следующие типы: экраны, шторы
Статья 88. Требования к ограничению распространения пожара в зданиях, сооружениях, строениях, пожарных отсеках.	
3.	13. Противопожарные шторы и экраны должны выполняться из материалов группы горючести НГ-негорючие.
4.	16. Дверные проемы в ограждениях лифтовых шахт с выходами из них в коридоры и другие помещения, кроме лестничных клеток, должны защищаться противопожарными дверями с пределом огнестойкости не менее EI 30 или экранами из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее EI 45, автоматически закрывающимися дверные проемы лифтовых шахт при пожаре, либо лифтовые шахты в зданиях, сооружениях и строениях должны отделяться от коридоров, лестничных клеток и других помещений тамбурами или холлами с противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа.
Статья 138. Требования пожарной безопасности к конструкциям и оборудованию вентиляционных систем, систем кондиционирования и противодымной защиты.	
5.	6. Противодымные экраны (шторы, занавесы) должны быть оборудованы автоматическими и дистанционно управляемыми приводами (без термоэлементов) и выполнены из негорючих материалов с рабочей длиной выпуска не менее толщины образующегося при пожаре в помещении дымового слоя.
СП 2.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».	
Раздел 5.3. «Противопожарные преграды».	
6.	5.3.1. К строительным конструкциям, выполняющим функции противопожарных преград в пределах зданий, строений, сооружений и пожарных отсеков, относятся противопожарные стены, перегородки и перекрытия, противопожарные занавесы, шторы и экраны.
СП 4.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».	
Раздел 4. Общие требования пожарной безопасности	
8.	4.2 5... При невозможности устройства в ограждениях вышеуказанных лифтовых шахт противопожарных дверей следует предусматривать тамбуры или холлы с противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа или экраны, автоматически закрывающие дверные проемы лифтовых шахт при пожаре. Такие экраны должны быть выполнены из материалов группы НГ, и предел их огнестойкости должен быть не ниже EI 45.
Раздел 5.3. Требования к объектам зрелищных и культурно-просветительных учреждений	
9..	5.3.7 Проем строительного портала сцен клубов и театров с залами вместимостью 800 мест и более должен быть защищен противопожарным занавесом. Предел огнестойкости противопожарного занавеса должен быть не менее EI 60. Теплоизоляция занавеса должна быть из материалов группы НГ, не выделяющих токсичных продуктов разложения. Полотно противопожарного занавеса должно перекрывать проем строительного портала не менее чем на 0,4 м с боковых сторон и на 0,2 м сверху и быть газонепроницаемым.
10.	5.3.11 Размещение помещений класса функциональной пожарной опасности Ф5 (складские помещения, кладовые, мастерские, помещения для монтажа станковых и объемных декораций, камера пылеудаления, вентиляционные камеры, помещения лебедок противопожарно- го занавеса и дымовых люков, аккумуляторные, трансформаторные подстанции) под зрительным залом и планшетом сцены не допускается, за исключением сейфа скатанных декораций, лебедок противопожарного занавеса и дымовых люков, подъемно-спускных устройств без маслonaполненного оборудования.

11.	5.3.12 Окна и отверстия из помещений проекционных на сцену или аръерсцену, кинопроекционных, из помещений аппаратных и светопроекционных в зрительный зал, если в них устанавливаются кинопроекторы, должны быть защищены шторами или заслонками с пределом огнестойкости не менее EI15.
-----	--

Автоматические шторочные двери рулонного типа (АШДРТ) выполняют роль огнезащитных преград и предотвращают распространение огня и продуктов горения по помещению. Выпускаются с огнестойкостью EI60 EI90 EI120 и EI180. Изделия с высокой огнестойкостью (EI120, EI180) предусматривают орошение водой при пожаре [5,6,7].

Противопожарные шторы выпускают однослойными и многослойными. Однослойные шторы устанавливаются в помещения, где есть система орошения и повышенная огнестойкость достигается за счёт совместной работы полотна и водяного орошения [4,10]. Многослойные шторы устанавливаются в помещениях без систем орошения. Огнестойкость полотна достигается за счёт многослойной конструкции со слоем углеродного наполнителя.

Противодымные автоматические шторы предотвращают распространения задымления и отводят дым к системам дымоудаления, предоставляя возможность проведения безопасной эвакуации людей. Такой тип штор опускается на расчетную высоту из короба на потолке и не перекрывает пути эвакуации. Срабатывание предусмотрено от системы пожарной сигнализации. Скорость перемещения шторы – 0,1 м/с.

Обычно рулонные противопожарные шторы состоят из следующих компонентов: полотно из негорючей ткани; вспучивающийся при высокой температуре углеродный слой, который обеспечивает дополнительную огнезащиту (для многослойных штор); электропривод для опускания и подъёма полотна; блок управления приводом с кнопками аварийного управления, позволяющий автоматически закрыть преграды при поступлении сигнала о пожаре; металлический защитный короб и направляющие; отсекающая шина для растягивания полотна при опускании и подъёме. В открытом состоянии шторы шина скрывается в углублении короба. Схема типовой шторы представлена на рис. 1.

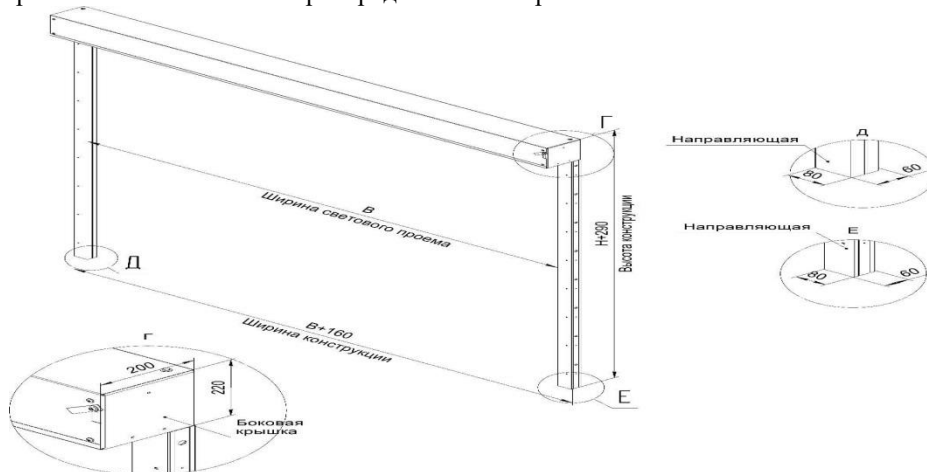


Рис. 1. Схема типовой рулонной противопожарной шторы

В зависимости от ширины и высоты проема штора может состоять из одного или нескольких валов и иметь корпуса различных типоразмеров. Материал проема должен соответствовать требуемому пределу огнестойкости, а также обеспечивать устойчивость и жесткость конструкции шторы. Отклонение плоскостей проема от горизонтали и вертикали не должно превышать 1 мм на 1 м. Плоскости проема должны быть ровными для обеспечения крепления корпуса и направляющих. Пример установки противопожарной шторы на техническом этаже показан на рис.2



Рис. 2. Пример установки автоматических шторных дверей рулонного типа на техническом этаже.

Использование штор предусмотрено в следующих режимах: поступления сигнала от системы пожарной сигнализации; через 30 минут после отключения основного питания или в любой момент по сигналу тревоги; появления нескольких перечисленных случаев в любом их сочетании. Пожарная сигнализация обычно подключается к шкафу управления. На двери шкафа расположен индикатор состояния сигнализации. Возможна локальная проверка работы шторы без необходимости активации системы пожарной сигнализации.

Результаты типоразмеров помещений кино-концертного зала приведена в табл. 2.

Таблица 2. Типоразмеры помещений киноконцертного зала.

№ п/п	Высота помещения, м		Ширина помещения, м		Длина помещения, м		Скорость кондиционирования воздуха, м/с	
	Пределы изменения	Среднее значение	Пределы изменения	Среднее значение по табл.1	Пределы изменения	Среднее значение по табл.1	Пределы изменения	Среднее значение
1	2,5-3	2,86	2-5	3,91	8,6-217	63,7	0,2-0,9	0,2
2	3,4-4,2	3,77	2,8-5,5	4,57	17,0-195	63,6	0,18-1,03	0,27
3	4,4-5,3	4,728	4-5,2	4,943	9,8-131,1	41,8	0,2-1,01	0,33
4	5,6-6,5	5,9	5-5,6	5,27	32,2-216,6	113,4	0,3-0,5	0,34
5	6,8-8,5	7,29	4-9	6,56	6,8-82,3	46,2	0,2-1,03	0,37

Для оценки условий, в которых будут эксплуатироваться рулонные шторы, а также для определения интервалов их размещения произведены расчеты температурных полей и полей скорости воздушно-газовых потоков при возгорании.

Расчеты произведены на моделях, построенных по размерам, приведенным в таблице 2 методом конечных элементов в программе KompasFlow. Для имитации процесса горения ГСМ было принято газовыделение от очага пожара с расходом, соответствующим газовыделению от свободного горения дизельного топлива при температуре 800 °С. Опорное давление при расчетах принято 101000 Па, опорная температура принята 273°С. Адаптация расчетной сетки принята в три уровня. Переменная адаптации – температура. Результаты расчетов для температурных полей представлены в виде 20-цветной градиентной заливки, для скоростей – в виде векторного поля и линий тока на 20 цветов. Поля температур и скоростей построены по продольной плоскости, проходящей по оси помещения и по плоскостям, проходящим через поперечные сечения помещения.

Расчет количества продуктов сгорания дизельного топлива выполнен по скорости выгорания: скорость выгорания – 0,043кг/м<sup>2</sup>•с. Количество воздуха для сгорания 1 кг дизтоплива – 14,1 м<sup>3</sup>/кг. С площадки 1 м<sup>2</sup> при горении дизтоплива выделяется 0,043•(1+14,1)•1,2=0,78 кг/с, где 1,2 кг/м<sup>3</sup> – плотность воздуха при 20°С.

Параметры воздушно-газового потока приняты для воздуха. Расчетное время процесса горения – 20сек., принято на основании быстрогодействия систем автоматической пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения.

Перечень расчетных моделей и условия расчета приведены в табл. 3.

Таблица 3. Перечень расчетных моделей, начальные и граничные условия для расчетных моделей помещений киноконцертного зала.

№ п/п	Наименование модели	Габариты помещения/габариты входа и выхода, м	Тип граничных условий и граничные параметры				Примечания
			Ограждения	Очаг возгорания	Вход в помещение	Выход из помещения	
1.	Модель 1	3,0x4,0x60/2,5x3	Стенка. Тепловой поток отсутствует	Вход/выход. Массовая скорость 0,78 кг/с·м <sup>2</sup> . Температура 800°С	Вход/выход. Нормальная фиксированная скорость 1,03 м/с. Температура потока 20°С	Вход/выход. Полное давление 0,0 Па	
2.	Модель 2	3,8x4,6x60/3,0x4	Стенка. Тепловой поток отсутствует	Вход/выход. Массовая скорость 0,78 кг/с·м <sup>2</sup> . Температура 800°С	Вход/выход. Нормальная фиксированная скорость 0,9 м/с. Температура потока 20°С	Вход/выход. Полное давление 0,0 Па	
3.	Модель 3	4,7x5,0x40/3,8x4,2	Стенка. Тепловой поток отсутствует	Вход/выход. Массовая скорость 0,78 кг/с·м <sup>2</sup> . Температура 800°С	Вход/выход. Нормальная фиксированная скорость 0,66 м/с. Температура потока 20°С	Вход/выход. Полное давление 0,0 Па	
4.	Модель 4	6,0x5,3x110/4,0x4,6	Стенка. Тепловой поток отсутствует	Вход/выход. Массовая скорость 0,78 кг/с·м <sup>2</sup> . Температура 800°С	Вход/выход. Нормальная фиксированная скорость 0,8 м/с. Температура потока 20°С	Вход/выход. Полное давление 0,0 Па	
5.	Модель 5	7,3x6,6x46,0/4,0x4,0	Стенка. Тепловой поток отсутствует	Вход/выход. Массовая скорость 0,78 кг/с·м <sup>2</sup> . Температура 800°С	Вход/выход. Нормальная фиксированная скорость 1,95 м/с. Температура потока 20°С	Вход/выход. Полное давление 0,0 Па	

На рисунке 3 показано изменение уровня нижней границы задымления без использования и с использованием экранов дымозащиты.

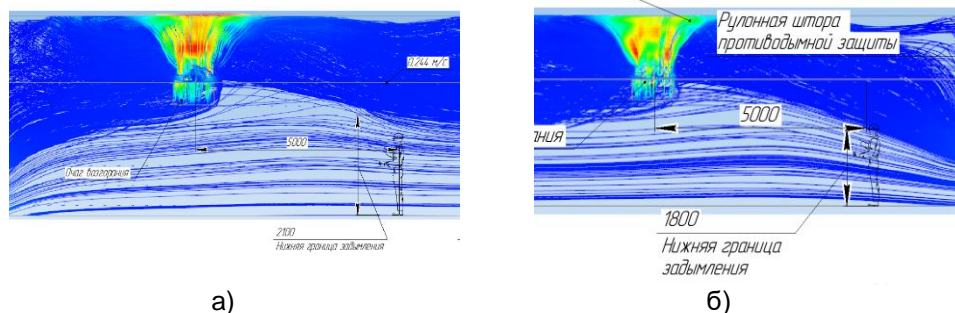


Рис. 3. Изменение нижней границы задымления помещения при отсутствии (а) и при наличии (б) автоматических шторных дверей рулонного типа.

Результаты расчетов температурных полей и полей скорости газозадушной



смеси в помещениях при пожаре показал следующее.

За счет взаимодействия набегающего потока холодного воздуха и горячих продуктов горения, распространяющихся в стороны от пожара, с наветренной стороны очага возгорания образуется горизонтальное завихрение. Продукты горения подхватываются холодным воздухом, смешиваются с ним и, охлаждаясь, поступают вниз к полу, что приводит к интенсивному задымлению, уменьшению содержания кислорода, снижая интенсивность горения.

Содержание требований 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (табл. 1), относящиеся к ограничению распространения пожара в зданиях, сооружениях напрямую относятся к строениям парка воинских частей, регламентируется локальными приказами. Содержание приказов указывает, что помещения элементов парка воинских частей, в которых выполняются кузнечно-рессорные, сварочные, малярные, вулканизационные, аккумуляторные, обойные, деревообрабатывающие работы, испытания двигателей, а также помещения ацетилен-генераторных, регенерации масел, хранения автомобилей, склады смазочных и обтирочных материалов должны иметь несгораемые стены, перегородки и покрытия с пределом огнестойкости не менее 1 ч. В качестве данных перегородок предлагается рассмотреть вопрос применения автоматических шторных дверей рулонного типа.

## **Выводы**

В начальной стадии пожара, до срабатывания систем автоматического пожаротушения наиболее опасным фактором является задымление. Применение рулонных штор в качестве противодымных преград является эффективным, при соблюдении следующих условий:

Огнестойкость шторы целесообразно принимать EI90, исходя из времени прибытия противопожарной службы к месту возгорания не более чем через 30 мин после получения вызова.

В полотне шторы должны быть предусмотрены прозрачные окна для визуальной оценки возгорания и узлы для пропуска пожарных рукавов.

Перед применением автоматических штор рулонного типа на объекте необходима разработка и согласование специальных технических условий с рассмотрением вопросов дымоудаления и применением автоматических установок пожаротушения.

## **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Федеральный Закон РФ от 22 июля 2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Постановление Правительства 87 Российской Федерации от 16 февраля 2008 года № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»
3. ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение обслуживания.
4. ГОСТ Р 12.3.046-91 Система стандартов безопасности труда. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования.
5. ТР ЕАЭС 043/2017 «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения».
6. СП 486.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности.
7. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
8. СП 4.13130.2013. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.
9. СП 2.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».
10. Методика огневых испытаний автоматических установок пожаротушения SM(АСПЗ)001-МИ (Экспертное заключение Академии ГПС МЧС России № 35/143-

2017 от 28.11.2017; Экспертное заключение Кафедры горноспасательного дела и взрывобезопасности ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России №3722/17-1 от 21. 11.2017; Экспертное заключение кафедры пожарной безопасности Военного института (инженерно-технического) Военной Академии МТО им. генерала армии А.В. Хрулева № 3/1-1 от 21. 11.2017).

# Краткий обзор методов моделирования лесных пожаров

Орловцев С.В.

## Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России

**Аннотация.** В статье приведена классификация лесных пожаров. Рассмотрены некоторые методы моделирования лесных пожаров, такие как математическая модель для определения скорости распространения фронта лесного низового пожара на плоскости в зависимости от скорости ветра на основе результатов экспериментальных исследований; модели лесных пожаров на основе теории перколяции и модели на основе уравнения Навье-Стокса.

**Ключевые слова:** математическая модель, глобальное потепление, моделирование, лесные пожары

Ежегодно, лесные массивы нашей планеты подвергаются значительным количествам пожаров, и их численность с каждым годом возрастает в условиях глобального потепления, способствующего развитию масштабных и продолжительных лесных пожаров [1-4].

Лес – одно из природных богатств нашей страны, занимающий чуть меньше половины общей площади России. Охрана лесного фонда является приоритетной задачей государства. К сожалению, в условиях глобального потепления частота, продолжительность и масштабность природных (лесных) пожаров возрастают и в нашей стране, нанося серьезный вред окружающей среде и ощутимый экономический ущерб [1-4]. Кроме непосредственного негативного влияния в очаге лесного пожара, его влияние распространяется на многие десятки и сотни километров. Масштабные конвективные потоки, возникающие в результате открытого горения леса и усиливающиеся мощными потоками ветра, способны перенести аэрозольные продукты горения на значительные расстояния, создавая новые очаги возгорания. Вместе с этим, вторично появляется еще одна острая проблема. Не редки случаи, когда опасные факторы пожара в виде дыма, сажи, пепла окутывают целые города на несколько дней, а порой и недель, приводя к опасно высоким уровням загрязнения воздуха и неизбежно создавая угрозу транспортным процессам из-за риска увеличения количества дорожно-транспортных происшествий [2].

Моделирование и прогнозирование лесных пожаров на основе анализа и обобщения статистических данных является важным инструментом при принятии управленческих решений в области предотвращения и контроля за лесными пожарами. Сам лесной пожар представляет собой неконтролируемое горение в открытом пространстве на покрытой лесом площади, в результате которого развиваются сложные физико-химические процессы конвективного и радиационного переноса энергии, нагревания, сушки и пиролиза горючих материалов, а так же горение газообразных и догорание конденсированных продуктов горения.

Первым ученым, предложившим классификацию лесных пожаров, был И.С. Мелехов (1947 г.) [5] – табл. 1.

Таблица 1 – Классификация лесных пожаров И.С. Мелихова [5].

Низовые пожары	Верховые пожары	Подземные пожары
Подстильно-гумусовые: Устойчивые Напочвенные: устойчивые беглые Подлесно-кустарниковые: устойчивые беглые Валежные и пневые:	Вершинные: Устойчивые беглые Повальные: устойчивые беглые Стволовые: устойчивые	Торфяные: устойчивые

устойчивые беглые		
----------------------	--	--

Низовые пожары характеризуются распространением огня по напочвенному покрову (нижнему уровню леса). Пожарная нагрузка представляет собой лесную подстилку, лишайники, травы, мхи, порубочные остатки, пни, ветки, лесной опад и другие горючие материалы, находящиеся на поверхности почвы. По скорости распространения огня низовые пожары подразделяются на беглые и устойчивые.

Нередки случаи, когда пожар начинается с низового бегового уровня, постепенно переходя в устойчивую стадию и впоследствии распространяясь на верховой уровень леса. Наличие сильного ветра, низкоопущенных крон, резкого изменения рельефа (склоны, горы), разновозрастных и многоуровневых деревьев являются основными причинными перехода лесного пожара из низового на верховой уровень. Для верховых пожаров характерно обильное задымление окружающего пространства. По скорости распространения верховые пожары также подразделяются на устойчивые и беглые. Устойчивые характеризуются горением всего яруса растительности одновременно. Беглые появляются только при сильном ветре. Огонь с высокой скоростью продвигается по верхним частям крон деревьев, значительно опережая по скорости горение нижних ярусов леса.

К отдельной группе И.С. Мелехов отнес подземные пожары, связанные с горением торфа. Зачастую подземный слой торфа загорается от низовых пожаров, горение, беспламенное и затяжное по времени, длится порой нескольких месяцев.

При моделировании лесного пожара необходимо учитывать факторы, влияющие на развитие, интенсивность, распространение фронта огня: рельеф местности, физико-химические свойства горючего материала, погодные условия (ветер, влажность, температуру воздуха). Очевидно, что при солнечной, жаркой погоде создаются самые благоприятные условия для массовых и крупных лесных пожаров.

Проведем анализ некоторых научных работ по моделированию лесных пожаров.

А.Д. Кузык и О.А. Карабын на основе результатов экспериментальных исследований создали математическую модель для определения скорости распространения фронта лесного низового пожара на плоскости в зависимости от скорости ветра [6]. В своей работе ученые использовали метод векторной алгебры и аналитической геометрии с использованием числа Фруда и эмпирических зависимостей. Результаты исследования были проверены экспериментально в горизонтальной плоскости и под углами наклона к горизонту в условиях полигона для трех наиболее распространенных видов горючего материала: хвойной и лиственной подстилки и сухой травы. Условия эксперимента максимально приближены к реальным: горючий материал выбирался с влажностью ближе к равновесной, для создания воздушного потока использовался электровентилятор, скорость которого контролировалась анемометром. Результаты исследования обобщены в табл. 2.

Таблица 2 – Скорость распространения фронта лесных пожаров под влиянием уклона и ветра [6].

Название горючего материала	Скорость ветра, м/с	Угол уклона, градусы	Скорость распространения пожара, м/мин	
			вычисленная по формулам 1 и 2	полученные экспериментальным путем
Хвойная подстилка	0	0	0,19	0,19
		7,5	0,20	0,21
		15	0,22	0,22
	1	0	0,30	0,29
		7,5	0,32	0,35
		15	0,34	0,37
Лиственная подстилка	0	0	0,28	0,29
		7,5	0,30	0,30
		15	0,32	0,31
	1	0	0,46	0,40
		7,5	0,48	0,46
		15	0,50	0,54
Сухая трава	0	0	0,39	0,40
		7,5	0,44	0,48
		15	0,51	0,52
	1	0	0,64	0,65
		7,5	0,69	0,80
		15	0,76	0,83

$$v_{f0} = v_0 \sqrt{(k_v - 1)^2 + (k_{v^*} - 1)^2 + 2(k_v - 1)(k_{v^*} - 1) \cos \varphi + 1}, \quad (1)$$

где  $k_v$  и  $k_{v^*}$  – коэффициенты влияния ветра и уклона,  $v_0$  – линейная скорость распространения фронта пожара,  $v_{f0}$  – вектор скорости распространения фронта пожара в горизонтальной проекции плоскости.

$$v_f = v_{f0} \sqrt{\frac{\cos^2 \varphi}{\cos^2 \theta} + \sin^2 \varphi}, \quad (2)$$

где  $\theta$  – угол между векторами скоростей распространения в направлениях флангов и тыла направления ветра и влияния уклона.

Разработанная модель распространения пожара в горизонтальной плоскости и под углом наклона к горизонту наиболее адекватна для моделирования распространения огня по хвойной подстилке и сухой травы и менее точна для лиственной подстилки.

Отдельного внимания заслуживают модели лесных пожаров на основе теории перколяции [7, 8]. Лесной пожар рассматривается как процесс распространения огня (протекания огня) сквозь определенную среду (лесной массив). При этом сама среда представляется в виде решетки, узлы которой представляют собой такие объекты, как деревья, кустарники, иную пожарную нагрузку. Необходимо определить, образуют ли между собой соседние узлы (объекты горения) сплошной (непрерывный) путь от одной стороны решетки до противоположной. Иными словами, решение подобных задач позволяет ответить на вопрос, как вероятнее всего будет выглядеть часть леса, которая подвергнется пожару? Существует два подхода к решению: решение задачи узлов и решение задачи связей.

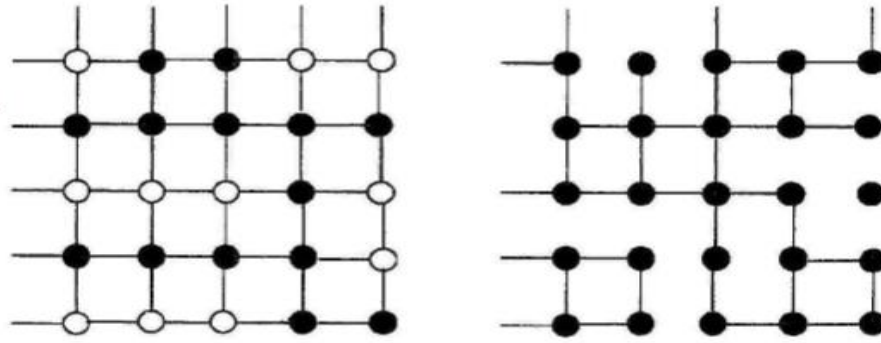


Рис. 1. Графическое представление задачи узлов (слева) и задачи связей (справа) на квадратной решетке [7].

В задаче узлов удаляются узлы вместе с ребрами, отходящими от него, в результате чего определяется, какая часть узлов приведет к разрыву сети. В то время как в задаче связей определяется, какую часть связей необходимо удалить чтобы сеть распалась на две части.

Таким образом, теория перколяции позволяет описать процессы, происходящие в разных средах, связывая большое количество объектов между собой, при этом, с одной стороны, каждая связь носит случайный характер, а с другой – данные связи задаются вполне определенным способом (к примеру, с помощью генератора случайных чисел).

С. А. Астафьев, Д. Ю. Лысенко, А. С. Широков на основе методики [8] при моделировании процесса распространения пожара применили теорию перколяции [9].

Замысел работы заключался в том, что при помощи беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) проводилась аэрофотосъемка лесного массива, который, в свою очередь, разбивался территориально на квадраты (узлы связи) с отражением реальной местности на них. С помощью теории перколяции сопоставлялись данные узлы связи с вероятностью распространения огня. По методике [8] определялся вид пожара (верховой или низовой). Фиксировались такие метеорологические данные, как скорость и направление ветра и класс пожарной опасности погоды. С помощью БПЛА устанавливались данные о классе горимости леса (1-хвойный лес с примесью лиственных пород, 2 – лиственный лес с примесью хвойных пород); коэффициент масштаба, позволяющий соотносить расстояние на реальной местности со стороной ячейки; матрица со значениями вероятности распространения огня; координаты очага возгорания; длительность времени прогноза.

Перколяционный подход к прогнозированию процесса распространения пожара состоит в вычислении матриц скорости распространения пожара с учетом вероятности распространения огня в заданном направлении.

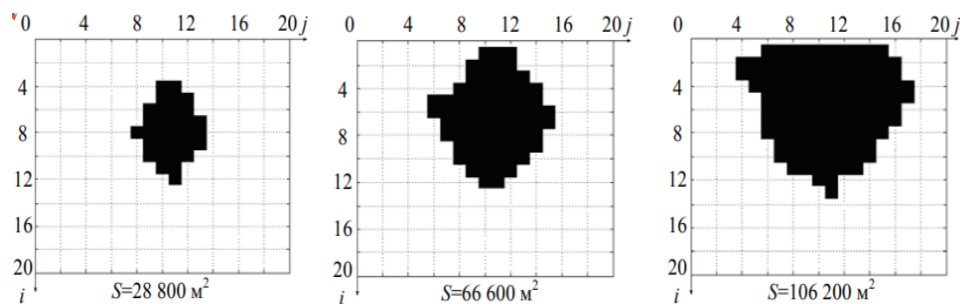


Рис. 2. Результат моделирования распространения огня при скорости ветра 6 м/с в направлении  $100^\circ$  относительно условного „нулевого“ направления для леса первого класса горимости и III класса пожарной опасности погоды через 2, 3 и 4 часа после возгорания соответственно [9].

Таким образом, при использовании полученной матрицы пожара, можно получить модель распространения лесного пожара с привязкой к характеристикам конкретной местности, в том числе с учетом встречающихся на пути распространения пожара рек, болот, противопожарных разрывов (рвов), дорог и иных препятствий, влияющих на скорость и направление пожара.

Большой вклад в развитие методов математического моделирования лесных пожаров и способов борьбы с ними был внесен Гришиным А.М. и его коллегами [10-11]. Ими были разработаны детерминированно-вероятностные модели лесных, степных и торфяных пожаров.

Несмотря на достоинство вышеописанных моделей, позволяющих прогнозировать развитие разного рода природных пожаров, они являются строго локальными и не позволяют оценивать массоперенос продуктов горения на удаленное расстояние.

При верховых лесных пожарах, развивающихся при сильных порывах ветра на открытых пространствах, конвективные движения приобретают крупномасштабный, вихревой характер, создавая большие конвективные колонки. Перенос газообразных продуктов горения в таких случаях происходит на значительные расстояния, образуя новые очаги возгорания, сильные задымления, что может привести даже к изменению климатических условий [1].

В этой связи, приобретает особую значимость изучение динамики формирования конвективных колонок над крупными верховыми лесными пожарами, их способность переноса мелкодисперсного аэрозоля, газовой смеси, дыма (сажи, пепла) в верхние слои тропосферы. Следует отметить, что при достаточно большом запасе тепловой энергии возникает мощное свободно-конвективное течение (термик), которое переносит конденсированные частицы вплоть до нижних слоев стратосферы.

Для исследования и описания вертикального переноса газообразной массы справедливо применение модели на основе уравнения Навье-Стокса для вязкого сжимаемого и теплопроводного газа, которое представляет собой нелинейное дифференциальное уравнение в частных производных, описывающее движение сплошной среды (жидкости или газа) и учитывающее её вязкость. Важным достоинством модели является тот факт, что уравнение Навье-Стокса увязывается с процессами, происходящими в атмосфере, принимая во внимание естественную трубчатую диффузию аэрозоля в сухих зонах и разной степени влажности, влияющих на интенсивность формирования, динамику подъема и зависания конвективной колонки. Подсасываемый конвективными потоками влажный воздух при подъеме в условия понижения температуры охлаждается, и при конденсации водяного пара выделяется большое количество тепла. Результаты расчета позволяют определить особенность формирования аэрозольных масс в различных климатических условиях. Аэрофазной динамике крупных пожаров посвящены работы Ю.А. Гостинцева и коллег [11, 12].

Для прогнозирования переноса в атмосфере дыма и продуктов горения от природных пожаров нашли широкое применение гидродинамические и физико-статистические модели, такие как Лагранжевы модели, Эйлеровы модели, Гауссовы модели и модели, базирующиеся на к-теории [13, 14].

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Ложкина О.В., Орловцев С.В., Савинов А.Г. Анализ влияния изменения климата на природные пожары на примере Российской Федерации и ряда зарубежных стран // Проблемы управления рисками в техносфере. 2022. № 4 (64). С. 111-121.
2. Ложкина О.В., Орловцев С.В., Нефедьев С.А. Анализ чрезвычайных ситуаций на автомобильном транспорте, вызванных воздействием тумана и дыма природных пожаров // Проблемы управления рисками в техносфере. 2023. № 2 (66). С. 72-84.
3. Ложкина О.В., Орловцев С.В. Анализ влияния изменения климата на природные пожары на примере России // В сборнике: Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2022. С. 191-194.
4. Ложкина О.В., Савинов А.Г., Орловцев С.В. Глобальное потепление и природные пожары: анализ мировых тенденций // В сборнике: Пожарная

безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2022. С. 195-198.

5. Мелехов И.С. Природа леса и лесные пожары. Архангельск: ОГИЗ, 1947. 44 с.

6. Кузык А.Д., Карабын О.А. Математическое моделирование распространения лесного пожара с учетом ветра и рельефа // ВІТР. 2013. Vol. 32. Issue 4. P. 107-113. DOI:10.12845/bitr.32.4.2013.11.

7. Абдулалиев Ф.А., Моторыгин Ю.Д. Описание развития пожара с помощью перколяционной модели. Пожаровзрывобезопасность. 2011. Т. 20. № 8. С. 25-33.

8. Шахраманьян М. А., Нигметов Г. М. Методика оперативной оценки последствий лесных пожаров. М.: ВНИИ ГОиЧС, 2001. 32 с.

9. Астафьев С.А., Лысенко Д.Ю., Широков А.С.. Моделирование процесса распространения пожара с применением теории перколяции // Известия вузов. Приборостроение. 2012. Т. 55. № 6. С. 70-74.

10. Матвиенко О.В., Фильков А.И., Гришин А.М. Численное исследование переноса горящих частиц, образующихся в очаге горения // Инженерно-физический журнал. 2016. Т. 89. № 5. С. 1328-1338.

11. Гришин А.М., Лобода Е.Л., Ерохонова А.А., Таныгина М.Н. Экспериментальное исследование критических условий перехода низового лесного пожара в верховой // Пожарная безопасность. 2010. № 1. С. 120-125.

10. Гостинцев Ю.А., Копылов Н.П., Рыжов А.М., Хасанов И.Р.. Численное моделирование конвективных движений над большими пожарами при различных атмосферных условиях // Физика горения и взрыва. 1991. № 6 – С. 10-17.

12. Гостинцев Ю.А., Рыжов А.М. Численное моделирование динамики пламени, огненных вихрей и штормов при пожарах на открытом пространстве // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. 1994. № 6. С. 52.

13. Ложкина О.В. Обзор зарубежных подходов для моделирования распространения дыма природных пожаров и прогнозирования его воздействия на безопасность дорожного движения // Проблемы управления рисками в техносфере. 2020. № 1 (53). С. 100-105.

14. Vasilyev A., Lozhkin V., Tarkhov D., Lozhkina O. and Timofeev V. Physical and mathematical modeling of pollutant emissions when burning peat // Journal of Physics: Conference Series. 2017. V. 919. 012001. DOI: 10.1088/1742-6596/919/1/012001.



# Оптимизация времени проведения аварийно-спасательных работ

Жанмолдин Ж.Г.  
Аманов Д.Ж.

*Академия гражданской защиты им. Малика  
Габдуллина МЧС Республики Казахстан*

**Аннотация (Abstract)** Статья посвящена вопросам оптимизации действий аварийно-спасательных подразделений при реагировании на дорожно-транспортные происшествия. Авторами предлагается внести дополнения к действующему приказу «Об утверждении Наставления по пожарно-спасательной подготовке», в части работы с аварийно-спасательным инструментом, разработку единого нормативного документа, в виде методических рекомендаций, определяющих методику и алгоритм проведения спасательных работ при ДТП. Дополнения будут содержать перечень наиболее часто выполняемых операций при проведении спасательных работ. Применение разработанного алгоритма позволит более гибко подходить к нормированию и оценке действий по устранению последствий дорожно-транспортных происшествий, оценить влияние различных факторов на общее время ликвидации последствий автомобильной аварии.

**Ключевые слова (Keywords):** аварийно-спасательные работы, порядок реагирования, алгоритм проведения аварийно-спасательных работ, временные показатели.

Ликвидация последствий дорожно-транспортных происшествий – один из распространенных видов деятельности подразделений органов гражданской защиты. Для ликвидации последствий ДТП привлекаются дежурные смены (караулы) пожарных частей, подразделения оперативно-спасательного отряда (далее - ОСО), трассовые медико-спасательные пункты (далее - ТСП). По данным Комитета по правовой статистике и специальным учетам Генеральной прокуратуры Республики Казахстан, число погибших в дорожно-транспортных происшествиях в 2023 году составляет 11484 человек [1]. Как показывает практика, ввиду того, что люди получают травмы несовместимые с жизнью, большинство пострадавших погибает до прибытия в медицинские учреждения, также большую роль играет отдаленность населенных пунктов.

Схема передачи информации представлена на рисунке 1.

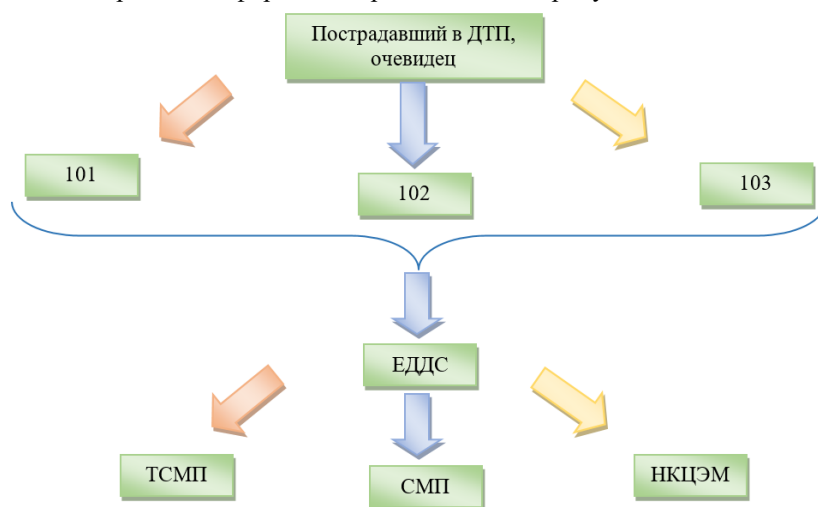


Рис. 1. Схема передачи информации между службами оперативного реагирования.

Большая протяженность территории республики, обуславливает отдаленность населенных пунктов, что влияет на время следования спасателей к месту

происшествия. От времени прибытия к месту ДТП, быстроты и качества проведения аварийно-спасательных работ зависит жизнь и здоровье пострадавших. Рассматривая современную методику проведения АСР при ДТП, вырисовывается картина отсутствия четкой последовательности и порядка проведения специальных работ. Для устранения данного пробела в сфере подготовки специалистов, возникает необходимость применения методических рекомендаций по проведению АСР, который послужат эталоном проведения АСР. Данный документ должен описывать основные правила, приемы и способы разборки транспортных средств для различных видов ДТП, содержать методику и последовательность мероприятий по деблокированию и извлечению пострадавших, также содержать временные нормативы по выполнению аварийно-спасательных работ (далее – АСР) при ликвидации последствий ДТП (табл. 1).

В соответствии с требованиями совместного приказа Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан (далее - МЗСР) от 21 сентября 2016 года № 819, Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан (далее - МИР) от 28 сентября 2016 года № 688, Министра внутренних дел Республики Казахстан (далее - МВД) от 21 сентября 2016 года № 919 «Об утверждении Правил оперативного реагирования и оказания своевременной комплексной помощи лицам, пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях», первоочередность выполняемых действий определяется профильными службами самостоятельно в пределах установленных компетенций, исходя из принципов сохранения жизни и здоровья граждан и предотвращения наибольшего материального ущерба[2]. Отсутствие единой технологии, приемов и способов работ по разборке транспортных средств, деблокированию и извлечению пострадавших, отсутствие необходимого аварийно-спасательного инструмента (нормы положенности для ПЧ), влечет к потере времени для оказания помощи пострадавшему, его эвакуации. В настоящее время аварийно-спасательные подразделения используют различные технологические схемы работ. Их выбор зависит от наличия тех или иных средств оснащения, содержания рабочих программ обучения спасателей на местах, квалификации специалистов, преимущества и многих других факторов. Это является причиной затруднений в обмене передовым опытом работ, недостаточной подготовленности отдельных аварийно-спасательных подразделений и т.п. Для устранения этого необходимо создание учебно-тренировочных комплексов для подготовки спасателей во всех территориальных подразделениях МЧС Республики Казахстан и отработки действий сотрудников служб, участвующих в ликвидации последствий ДТП, повышение уровня культуры дорожной безопасности населения, увеличение количества учебно-методических и наглядно-иллюстративных материалов, мультимедийных обучающих программ, информационно-образовательных ресурсов в сети Интернет, увеличение количества часов практической подготовки для работы с аварийно-спасательным инструментом в подразделениях РГУ «СПиАСР».

Как показывает опыт проведения спасательных работ, объем помощи, оказываемой специалистами подразделений, занимающихся проведением аварийно-спасательных работ, имеющих среднее медицинское образование или прошедших обучение по категории «Парамедик», включает только мероприятия первой медицинской помощи. Это в значительной степени затрудняет процесс поддержания жизненно важных функций организма, пострадавшего до приезда скорой медицинской помощи.

Нормативно не установлены типовые случаи, при которых требуется проводить разборку автомобилей. Так, например, если пострадавший с переломом позвоночника или травмой таза не заблокирован и не зажат в машине - его зачастую извлекают без разборки автомобиля. Это приводит к дополнительному его травмированию или гибели. Для того чтобы безопасно извлечь такого пострадавшего, необходимо разобрать часть автомобиля с его стороны, подложить под спину жесткие носилки, срезать спинку сиденья и извлечь человека в горизонтальном положении. Но использование такой рациональной, с точки зрения сохранения жизни и здоровья пострадавших, технологии во многих случаях вызывает претензии у самих пострадавших после выздоровления или их родственников, представителей страховых компаний (в связи с необоснованным, на их взгляд, нанесением материального ущерба), представителей управления дорожной полицией (по причине уничтожения свидетельств, необходимых для

следственно-оперативных действий на месте ДТП).

Несогласованность действий участников ликвидации последствий ДТП в области технологии проведения указанных работ. У участников ликвидации последствий ДТП зачастую отсутствуют представления о приемах и способах спасательных операций, проводимых представителями других ведомств, об их техническом оснащении и нормативах выполнения работ. В результате этого нерационально распределяются сил и средства, увеличиваются временные параметры процесса оказания помощи [3].

Для устранения указанного, необходимо проведение научно-исследовательских работ, осуществление организационно-технических мероприятий и мероприятий по совершенствованию нормативной правовой и методической базы в области ликвидации последствий ДТП. Это позволит значительно снизить количество погибших, уменьшить количество пострадавших с частичной или полной потерей трудоспособности, существенно сократить размеры материального ущерба, особенно связанных с авариями при перевозке опасных грузов, на железнодорожных переездах.

Были разработаны временные показатели для развертывания аварийно-спасательного оборудования и инструмента. В последующем данная работа была внедрена в практическую деятельность территориальных подразделений в виде дополнения к приказу МЧС №8 от 10.04.2023 года. Действие Настоящего дополнения было направлено на нормирование развертывания и приведения в готовность аварийно-спасательного оборудования и инструмента [4]. Предлагаемые дополнения к Наставлению по ПСП упорядочить алгоритм АСР и сократить время проведения. Предлагаемые дополнения приведены в Таблице 1 [5].

Таблица 1. Нормативы по выполнению АСР при ликвидации последствий ДТП

Наименование норматива	Объем работы (виды операций)	Время	Примечание
Организация зоны оцепления и ее обозначение	Оценка состояния пострадавших и ТС	1 мин.	Сигнальная лента, сигнальные световозвращающие ограждающие конуса
	Обозначение ближней и дальней рабочих зон		
Предотвращение действия вторичных факторов	Ограничение или прекращение дорожного движения	2 мин.	Подача огнетушащих веществ, аварийно-спасательный инструмент
	Локализация или ликвидация утечки и разлива ГСМ		
	Локализация или ликвидация пожара		
Отключение АКБ	Вскрытие капота, откручивание гаек проводов АКБ минусовой и плюсовой клемм или перекусывание	1 мин.	Гаечные ключи, кусачки
Стабилизация ТС	Установка средств стабилизации ТС	2-3 мин.	Клинья, опорные блоки, пневдомкраты, складная лестница, подручные материалы
Обеспечение быстрого доступа к пострадавшему для оказания ПП	Защита пострадавшего от осколков разбиваемого стекла, острых кромок и краев после резки элементов ТС	2 мин.	Брезентовое полотно, защитные чехлы
	Определение очередности оказания первой помощи, устранение явлений, угрожающих жизни пострадавших, предотвращение возможных осложнений	3 мин.	
Деблокирование пострадавшего	Обеспечение доступа к пострадавшему путем перекусывания стоек кузова, удаления крыши ТС, смятия переднего крыла для демонтажа передней двери, демонтажа задней двери, демонтажа	12-15 мин.	Кусачки, расширитель, двухштоковый цилиндр, нож для резки ремней безопасности

	средней стойки со стороны демонтируемых дверей, сдвига передней панели, демонтажа переднего сидения, перерезания ремней безопасности		
Извлечение пострадавшего из поврежденного ТС	Размещение пострадавшего на носилках и извлечение из поврежденного ТС	5 мин	Эвакуационный щит, носилки

Временные показатели рассчитаны на оказание помощи одному человеку.

Данный подход может быть использован для оценки влияния применения нового оборудования или способа действий на общее время проведения работ, оценки и совершенствования действий АСП по ликвидации ДТП. Разработка документа, регламентирующего порядок и организацию проведения АСП с включением перечисленных в статье вопросов, позволит сократить время выполнения АСП, позволит снизить тяжесть последствий для участников ДТП.

### Ссылки на используемые источники (References)

1. Сайт информационного агентства Strategy2050.kz [Электронный ресурс]. – URL: [http:// Strategy2050.kz/](http://Strategy2050.kz/).

2. Совместный приказ Министра здравоохранения и социального развития Республики Казахстан от 21 сентября 2016 года № 819, Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 28 сентября 2016 года № 688, Министра внутренних дел Республики Казахстан от 21 сентября 2016 года № 919 «Об утверждении Правил оперативного реагирования и оказания своевременной комплексной помощи лицам, пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях».

3. Проведение спасательных работ при дорожно-транспортных происшествиях / Шаерман А. В.; под общ. ред. Чуприяна А. П. - Екатеринбург: Калан, 2015. - 323 с.

4. Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа кафедры ОТД РГУ «КТИ КЧС МВД Республики Казахстан» «Нормирование, развертывание и приведение в готовность аварийно-спасательного оборудования инструмента».

5. Ширинкин П.В., Батуру А.Н., Иванов Д.В., Гуляева Е.В. Моделирование действий по ликвидации дорожно-транспортных происшествий как способ совершенствования управления деятельностью подразделений МЧС России // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/105TVN516.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

# Изучение штатной и фактической численности личного состава объектов подразделений пожарной охраны производственных объектов

кандидат технических наук

Удавцова Е. Ю.

кандидат физико-математических наук

Кондашов А. А.

кандидат биологических наук

Бобринев Е. В.

Меретукова О.Г.

Нестерова С. В.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Проанализированы сведения о фактической и штатной численности подразделений пожарной охраны производственных объектов. Рассмотрены средняя штатная и фактическая численность руководящего, личного и профилактического состава подразделения пожарной охраны производственного объекта

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная охрана, производственный объект, штатная численность, профилактический состав.

**Введение.** Обоснованию численности подразделений пожарной охраны промышленных предприятий с учетом особенностей пожарной опасности обрабатываемых на объектах веществ и материалов, а также технико-экономических параметров предприятий посвящено ряд исследований [1-4]. В работе [1] рассмотрены нормативные требования пожарной безопасности по определению численности пожарной охраны предприятий для организации и осуществления тушения пожаров. В работе [2] проанализировано учебное пособие «Организация пожарной охраны предприятий», которое дает возможность получить лицам, принимающим решение по созданию пожарной охраны на предприятиях, специальную информацию по организации пожарной охраны, а также методам определения ее необходимой численности для эффективной профилактики и тушения пожаров. В работе [3] представлена методика, основанная на расчете расхода огнетушащего вещества для выбранной схемы развития пожара, которая позволяет определить численность личного состава, требуемое для тушения пожаров на промышленных предприятиях. В работе [4] представлена методика расчета численности личного состава объектовых подразделений противопожарной службы, необходимой для проведения пожарно-профилактических мероприятий. Общая численность надзорно-профилактического состава пожарной охраны предприятия определяется с учетом количества смен и загруженности предприятия в каждую смену.

**Изложение основного материала.** В настоящей работе проанализированы сведения о фактической и штатной численности подразделений пожарной охраны производственных объектов. Статистические данные получены в результате анкетирования в выборке из 673 производственных объектов, которые охраняются объектовыми подразделениями пожарной охраны. Производственные объекты располагаются в 72 субъектах Российской Федерации.

Анализ проводился с учетом отраслевой принадлежности производственных объектов (см. табл.).

Таблица. Отрасли производства производственных объектов, охраняемых объектовыми подразделениями пожарной охраны

№	Отрасль производства	Количество	Доля анкет,
---	----------------------	------------	-------------

п/п		анкет, шт.	%
1	Легкая промышленность	28	4,2
2	Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	27	4,0
3	Машиностроение и металлообработка	51	7,6
4	Судостроение и судоремонт	26	3,9
5	Топливная промышленность	241	35,8
6	Транспорт	54	8,0
7	Химическая и нефтехимическая	6	0,9
8	Цветная металлургия	99	14,7
9	Черная металлургия	11	1,6
10	Электроэнергетика	28	4,2
11	Иные отрасли	102	15,1

На рис. 1 представлено распределение отраслей производства по средней численности руководящего состава подразделения пожаротушения производственного объекта. Больше всего численность руководящего состава в подразделениях на предприятиях черной металлургии – в среднем 2,9 чел. по штату и 2,8 чел. по факту, цветной металлургии – соответственно 2,7 и 2,0 чел., химической и нефтехимической промышленности – 2,6 и 2,5 чел., машиностроения – 2,6 и 2,4 чел.

На рис. 2 представлено распределение отраслей производства по средней штатной и фактической численности личного состава подразделения пожаротушения производственного объекта, а также средней численности с учетом заявленной потребности. Наибольшая средняя численность подразделения пожаротушения на предприятиях черной металлургии – по штату 53 человека, по факту 49 человек, с учетом заявленной потребности – 64 человека, химической и нефтехимической промышленности – соответственно 49, 45 и 61 человек, цветной металлургии – 48, 43 и 60 человек.

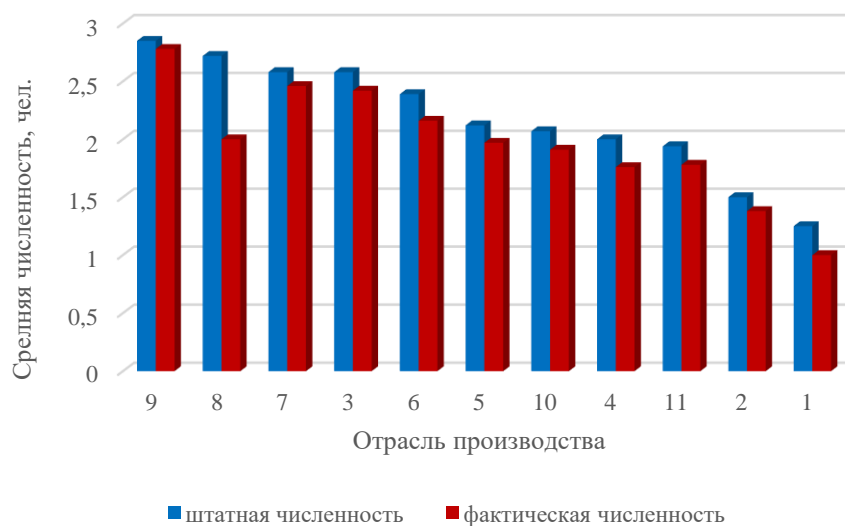


Рис. 1. Средняя штатная и фактическая численность руководящего состава подразделения пожаротушения производственного объекта

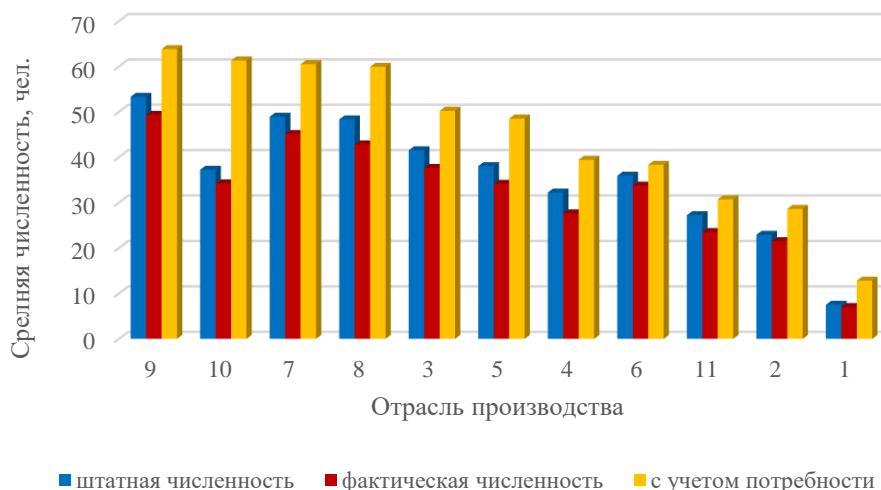


Рис. 2. Средняя штатная и фактическая численность личного состава подразделения пожаротушения производственного объекта, а также средняя численность с учетом заявленной потребности

На рис. 3 показано распределение подразделений пожаротушения производственных объектов, в которых имеющейся численности личного состава недостаточно для эффективного тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на производственном объекте. Чаще всего такие подразделения встречаются на предприятиях судостроения и судоремонта – в 63,6% случаев, электроэнергетики – в 63,4%, легкой промышленности – в 61,5%, химической и нефтехимической промышленности – в 60,9%.

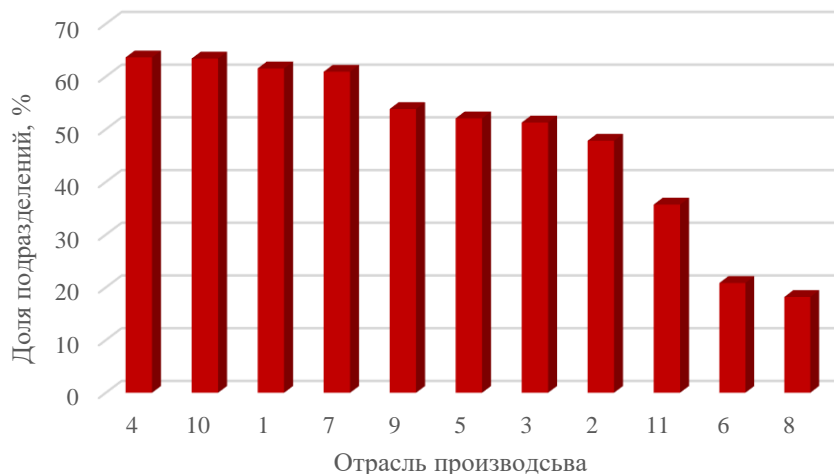


Рис. 3. Доля подразделений пожаротушения производственных объектов, в которых имеющейся численности личного состава недостаточно для эффективного тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на производственном объекте

Профилактические подразделения, в задачи которых входят вопросы организации и осуществления профилактики пожаров, имеются на 93,9% предприятий машиностроения, 92,6% - черной металлургии, 90,9% цветной металлургии, 90,5% - судостроения и судоремонта (рис. 4).

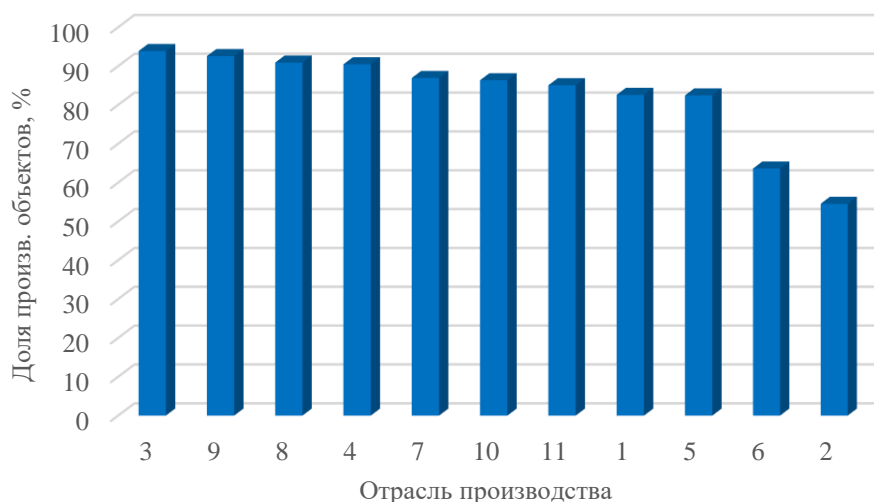


Рис. 4. Доля производственных объектов, на которых имеются профилактические подразделения

На рис. 5 представлено распределение отраслей производства по средней штатной и фактической численности личного состава профилактического подразделения на производственном объекте, а также средней численности с учетом заявленной потребности. Наибольшая средняя численность профилактического подразделения на предприятиях черной металлургии – по штату 53 человека, по факту 49 человек, с учетом заявленной потребности – 64 человека, химической и нефтехимической промышленности – соответственно 49, 45 и 61 человек, цветной металлургии – 48, 43 и 60 человек.

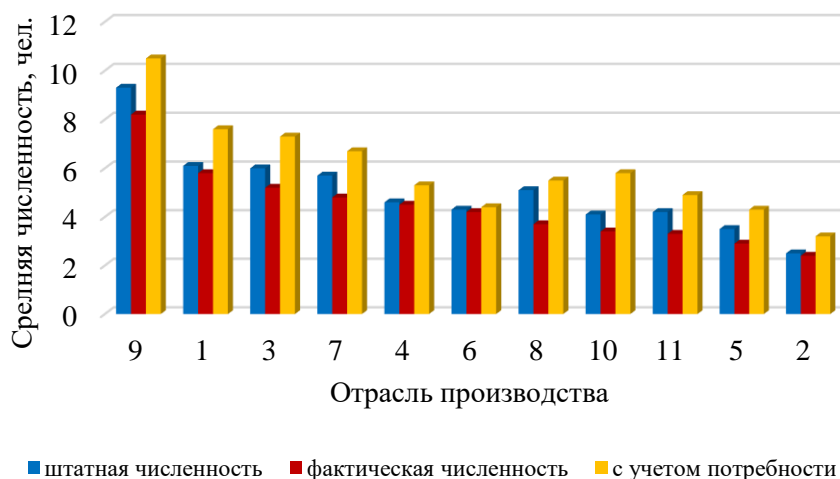


Рис. 5. Средняя штатная и фактическая численность личного состава профилактического подразделения на производственном объекте, а также средняя численность с учетом заявленной потребности

На рис. 6 показано распределение профилактических подразделений на производственных объектах, в которых имеющейся численности личного состава недостаточно для эффективной работы по профилактике пожаров на производственном объекте. Чаще всего такие подразделения встречаются на предприятиях судостроения и судоремонта – в 60,9% случаев, легкой промышленности – в 54,5%, электроэнергетики – в 53,7%.





Рис. 6. Доля профилактических подразделений на производственном объекте, в которых имеющейся численности личного состава недостаточно для эффективной работы по профилактике пожаров на производственном объекте

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Проведен анализ фактической и штатной численности подразделений пожарной охраны производственных объектов. Практический анализ позволит разработать научно-обоснованную систему критериев определения состава сил и средств подразделений пожарной охраны по защите организаций от пожаров и подготовить предложения по внесению изменений в методику расчета численности и технической оснащенности подразделений пожарной охраны, создаваемых для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ организациях, утвержденную приказом МЧС России от 15.10.2021 № 700.

### Список литературы

1. Зыков, В. В. Уточнения в методику определения численности и технической оснащенности пожарной охраны предприятия для организации и осуществления тушения пожаров / В. В. Зыков, А. Ю. Лагозин, А. В. Ильичев, Н. Ю. Пивоваров // Пожарная безопасность. – 2023. – № 4(113). – С. 51-58. – DOI 10.37657/vniipro.pb.2023.113.4.006.
2. Матюшин, А. В. Учебное пособие "Организация пожарной охраны предприятия" / А. В. Матюшин, А. А. Порошин, В. В. Харин, В.А. Маштаков, Ю.А. Матюшин, Е.В. Бобринев, А.А. Кондашов, В.О. Дежкин // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – № 1-2(7). – С. 250-254.
3. Порошин, А. А. Обоснование численности и технической оснащенности пожарной охраны, необходимой для тушения пожаров на предприятии / А.А. Порошин, В.А. Маштаков, Ю.А. Матюшин, Е.В. Бобринев, А.А. Кондашов, В.В. Харин, В.О. Дежкин // Пожарная безопасность. – 2013. – № 3. – С. 71-78.
4. Порошин, А. А. Определение численности личного состава пожарной охраны, необходимого для проведения пожарно-профилактической работы на предприятии / А. А. Порошин, В. А. Маштаков, Ю. А. Матюшин, Е.В Бобринев., А.А. Кондашов, В.В. Харин, В.О. Дежкин // Пожарная безопасность. – 2013. – № 3. – С. 63-70.

# Исследование структуры пожаров по сложности и участникам тушения

кандидат технических наук

Удавцова Е.Ю.

кандидат физико-математических наук

Кондашов А. А.

кандидат биологических наук

Бобринев Е.В.

кандидат технических наук

Шавырина Т.А.

Трещин Е.С.

**ФГБУ ВНИИПО МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** Проанализированы сведения о рангах пожаров, среднем расстоянии по транспортной сети от производственного объекта до подразделения пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона, а также по видам подразделения пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная охрана, производственный объект, ранг пожара, расстояние.

**Введение.** Для обоснования ресурсов объектовой пожарной охраны актуальным представляется изучение статистических данных о пожарах с распределением их по сложности. Индикатором сложности пожаров может служить ранг пожара, оценивающий как степень сложности пожара, так и потребность в ресурсах [1-4].

**Изложение основного материала.** В настоящей работе проанализированы сведения о рангах пожаров, среднем расстоянии по транспортной сети от производственного объекта до подразделения пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона, а также по видам подразделения пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона, прибывающего на производственный объект, в соответствии с расписанием выездов. Статистические данные получены в результате анкетирования в выборке из 673 производственных объектов, которые охраняются объектовыми подразделениями пожарной охраны. Производственные объекты располагаются в 72 субъектах Российской Федерации.

Анализ проводился с учетом отраслевой принадлежности производственных объектов (см. табл.).

На рис. 1 показано распределение производственных объектов по номеру (рангу) пожара в соответствии с расписанием выезда пожарно-спасательного гарнизона для разных отраслей производства.

Таблица. Отрасли производства производственных объектов, охраняемых объектовыми подразделениями пожарной охраны

№ п/п	Отрасль производства	Количество анкет, шт.	Доля анкет, %
1	Легкая промышленность	28	4,2
2	Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	27	4,0
3	Машиностроение и металлообработка	51	7,6
4	Судостроение и судоремонт	26	3,9
5	Топливная промышленность	241	35,8

№ п/п	Отрасль производства	Количество анкет, шт.	Доля анкет, %
6	Транспорт	54	8,0
7	Химическая и нефтехимическая	6	0,9
8	Цветная металлургия	99	14,7
9	Черная металлургия	11	1,6
10	Электроэнергетика	28	4,2
11	Иные отрасли	102	15,1

1 ранг пожара чаще всего встречается на предприятиях судостроения и судоремонта - на 65,4% предприятий, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности – 30,4%, легкой промышленности – 28,5%.

Ранг 1 бис чаще всего встречается на предприятиях легкой промышленности – на 28,6% предприятий, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности – 21,7%, транспорта – 17,4%.

3 ранг пожара чаще всего встречается на предприятиях топливной промышленности - на 38,8% предприятий, химической и нефтехимической промышленности – 27,1%, электроэнергетики – 26,7%.

4 ранг пожара чаще всего встречается на предприятиях черной металлургии - на 11,5% предприятий, топливной промышленности – 9,3%, химической и нефтехимической промышленности – 8,3%.

5 ранг пожара встречается на предприятиях топливной промышленности - на 4,6% предприятий, химической и нефтехимической промышленности – 3,1%, электроэнергетики – 2,2%.

На рис. 2 показано среднее расстояние по транспортной сети от производственного объекта до подразделения пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона, прибывающего на производственный объект, в соответствии с расписанием выездов.

Наибольшее среднее расстояние до подразделения пожарной охраны местного гарнизона имеют предприятия химической и нефтехимической промышленности – 28,7 км, топливной промышленности – 16,2 км, цветной металлургии – 14,5 км. Наименьшее среднее расстояние – предприятия машиностроения – 3,5 км, черной металлургии – 4,6 км, электроэнергетики – 4,7 км.

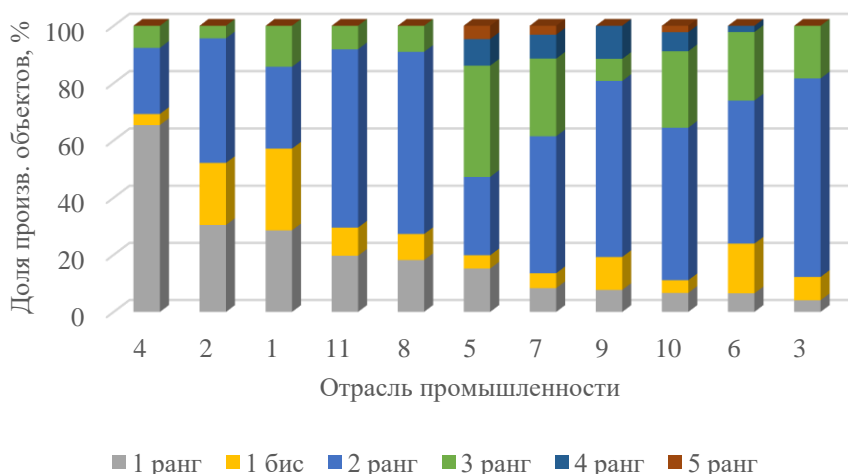


Рис. 1. Распределение производственных объектов по номеру (рангу) пожара в соответствии с расписанием выезда пожарно-спасательного гарнизона для разных отраслей производства

Для предприятий, расположенных в городских населенных пунктах, среднее расстояние до подразделения пожарной охраны местного гарнизона составляет 6,3 км, в сельских населенных пунктах – 11,4 км, вне черты населенного пункта – 21,3 км.

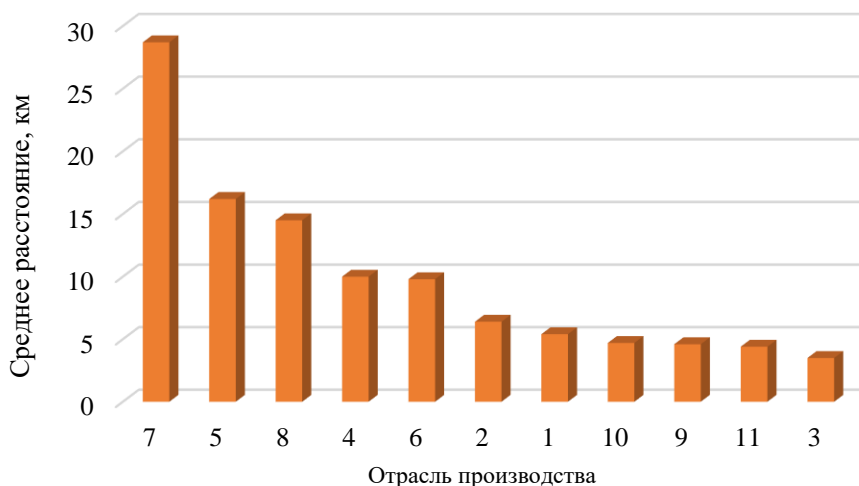


Рис. 2. Среднее расстояние по транспортной сети от производственного объекта до подразделения пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона, прибывающего на производственный объект, в соответствии с расписанием выездов

На рис. 3 показано распределение производственных объектов по видам подразделения пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона, прибывающего на производственный объект, в соответствии с расписанием выездов:

- федеральная противопожарная служба (ФПС);
- противопожарная служба субъекта Российской Федерации (ППС);
- муниципальная пожарная охрана (МПО);
- ведомственная пожарная охрана (ВПО);
- частная пожарная охрана (ЧПО).

На предприятия цветной металлургии согласно расписанию выездов, прибывают подразделения пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона, относящиеся к ФПС (100%).

Для 96,3% предприятий черной металлургии прибывающие подразделения относятся к ФПС, для 3,7% предприятий - к ВПО.

Для 96,2% предприятий судостроения и судоремонта прибывающие подразделения относятся к ФПС, для 3,8% предприятий - к ЧПО.

Для 84,3%, предприятий машиностроения и металлообработки к ФПС, для 7,8% предприятий – к ЧПО.

Для 81,6% предприятий химической и нефтехимической промышленности прибывающие подразделения относятся к ФПС, для 10,2% предприятий – к ЧПО.

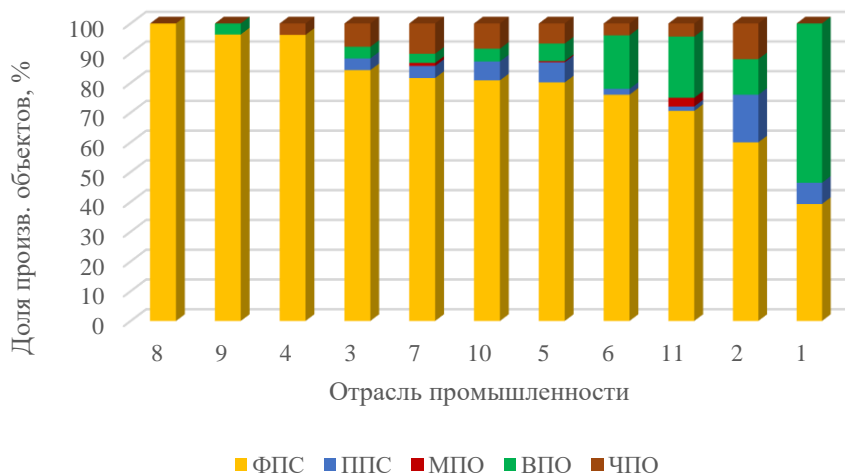
Для 80,9% предприятий электроэнергетики прибывающие подразделения относятся к ФПС, для 8,5% предприятий – к ЧПО.

Для 80,2% предприятий топливной промышленности прибывающие подразделения относятся к ФПС, для 8,5% предприятий – к ППС и столько же к ЧПО.

Для 76% предприятий транспорта прибывающие подразделения относятся к ФПС, для 18% предприятий – к ВПО.

Для 60% предприятий лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности прибывающие подразделения относятся к ФПС, для 16% предприятий – к ППС.

Для 53,6% предприятий легкой промышленности прибывающие подразделения относятся к ВПО, для 39,3% предприятий – к ФПС.



*Рис. 3. Вид подразделения пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона, прибывающего на производственный объект, в соответствии с расписанием выездов*

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Изучение структуры пожаров по сложности и участникам тушения на основе статистических данных позволит разработать методологические принципы для обоснования ресурсов объектовой пожарной охраны и формирования нормативных документов.

#### **Список литературы**

1. Вилисов, В. Я. Кластеризация пожаров на объектах топливно-энергетического комплекса по ретроспективным статистическим данным для выявления рангов пожаров / В. Я. Вилисов, Р. Ш. Хабибулин // Пожаровзрывобезопасность. – 2024. – Т. 33, № 1. – С. 83-93.0.
2. Порошин, А. А. Оценка уровня пожарной опасности объектов промышленности на основе статистических методов / А. А. Порошин, Е. Ю. Удавцова, Е. В. Бобринев, А.А. Кондашов, В.В. Харин // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 3. – С. 12-17.
3. Топольский, Н.Г. Информационно-аналитические модели поддержки управления при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций Н.Г./ Топольский, С.Ю. Бутузов, В.Я. Вилисов - М. : АГПС МЧС России, 2021. 216 с.
4. Топольский, Н.Г., Определение ранга пожара на объекте по диаграммам состояния / Н.Г. Топольский, Ю.В. Прус, В.М. Климовцов // Системы безопасности. СБ-2004 : мат. 13-й межд. конф. М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. С. 297–299.

**К вопросу повышения оперативности проведения боевых действий пожарно-спасательными подразделениями по спасению людей с применением спасательных устройств при пожаре с высотных уровней**

**Капустин А. А.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

**Научный руководитель: доктор химических наук, профессор**

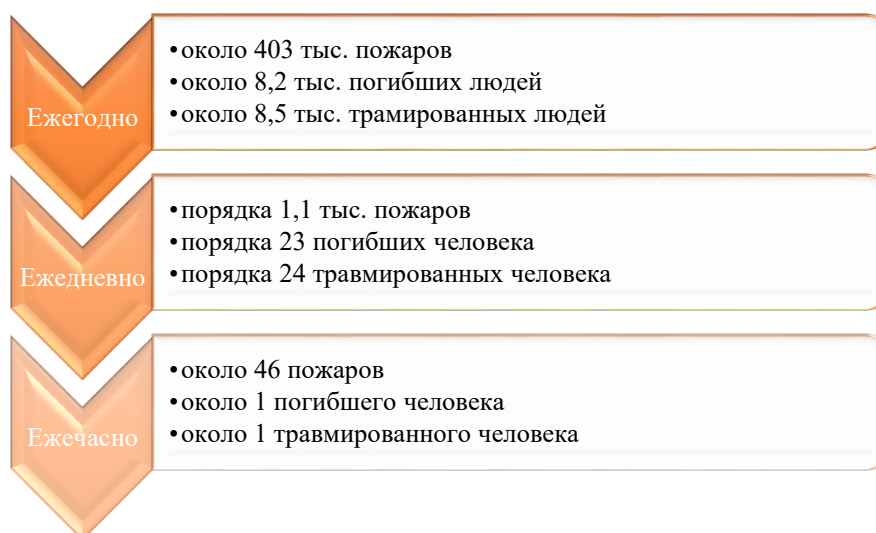
**Калач А. В.**

**Воронежский институт ФСИИ России**

**Аннотация (Abstract)** В данной статье приводится краткий анализ пожаров и их последствий, зарегистрированных в период с 2019 по 2023 год на территории Российской Федерации, а также выявить взаимосвязь показателей статистических данных о пожарах от этажности зданий и сооружений. Вместе с этим, авторами предлагается рассмотреть спасательное устройство секционного типа, позволяющее повысить оперативность проведения боевых действий пожарно-спасательными подразделениями по спасению людей с высотных уровней зданий.

**Ключевые слова:** пожар, спасение, спасательное устройство, статистика.

Согласно статистики пожаров и их последствий в период с 2019 по 2023 годы, на территории Российской Федерации ежегодно происходит около 403 тыс. пожаров (ежедневно происходит около 1,1 тыс. пожаров, ежечасно – около 46 пожаров), при которых погибает порядка 8,2 тыс. человек (ежедневно – около 23 человек, ежечасно происходит гибель одного человека), получают травмы различной степени тяжести порядка 8,5 тыс. человек (ежедневно – около 24 человек, ежечасно получает травму один человек) (рис. 1)



*Рис. 1 – Распределение количества пожаров, травмированных и погибших людей на пожарах в Российской Федерации в период с 2019 по 2023 годы*

Рассмотрим количество произошедших пожаров, в зависимости от этажности здания, а также количество погибших людей на данных пожарах на территории РФ в период с 2019 по 2023 годы и сделаем соответствующие выводы (рис. 2 и 3).

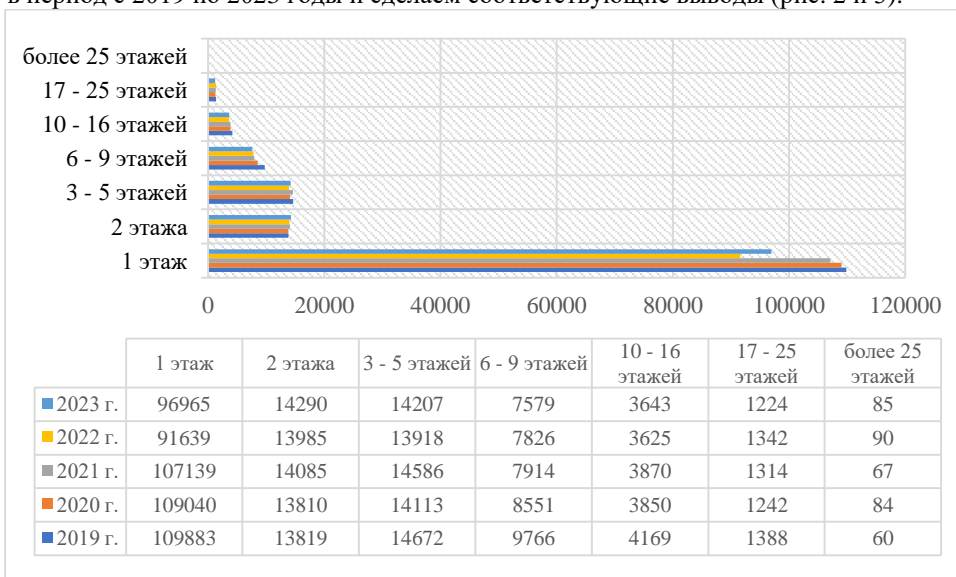


Рис. 2 - Распределение количества зарегистрированных пожаров в период с 2019 по 2023 годы на территории Российской Федерации, в зависимости от этажности здания

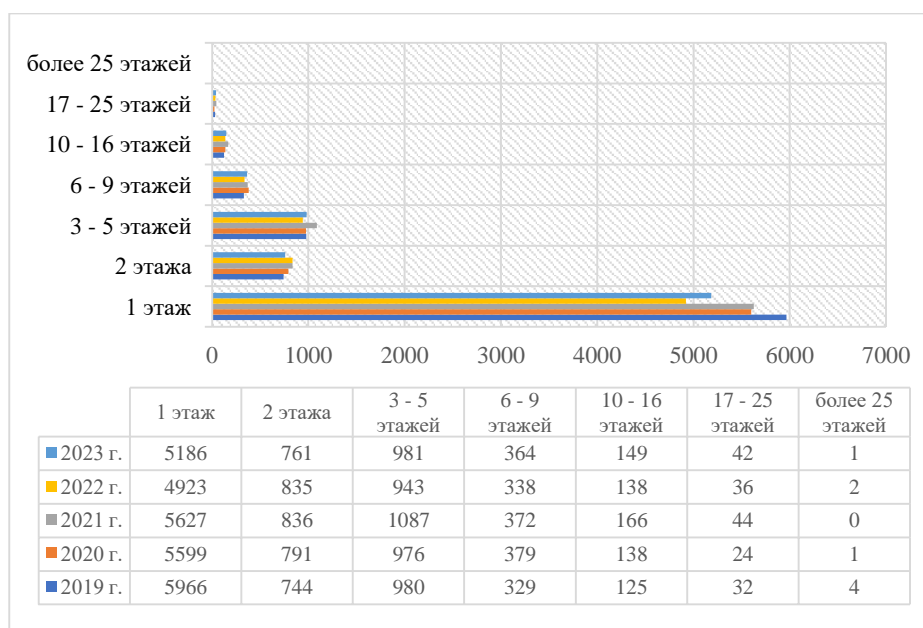


Рис. 3 - Распределение количества людей, погибших на зарегистрированных пожарах в период с 2019 по 2023 годы на территории Российской Федерации, в зависимости от этажности здания

Анализируя рисунки 2 и 3, приходим к выводу, что наибольшее количество пожаров, а также наибольшее количество погибших людей приходится на одноэтажные здания. В двухэтажных зданиях и зданиях с количеством этажей от 3 до 5 происходит почти в 7-8 раз меньше пожаров, чем в одноэтажных зданиях, соответственно и количество погибших людей отличается почти в 7-8 раз. Начиная с 6 – 9 этажных зданий и заканчивая зданиями более 25 этажей, количество зарегистрированных пожаров и погибших людей значительно снижается.

Вместе с этим, стоит отметить, что более 90% пожаров и порядка 95% погибших людей при пожарах наблюдается в зданиях и сооружениях до 5 этажей

включительно, следовательно, необходимо уделять особое внимание вопросам спасения пострадавших людей при пожарах на данных объектах, а именно, использовать технические средства спасения, позволяющие осуществлять процесс спасения большого количества человек в короткие временные интервалы.

В настоящее время для проведения спасательных работ на пожарах подразделениями пожарной охраны применяются: автолестницы, коленчатые подъемники, выдвижные и штурмовые лестницы, эластичные спасательные рукава, спиральные пожарные спасательные рукава, пневматические прыжковые спасательные устройства, натяжные спасательные полотна, спасательные веревки. Данные средства спасения зарекомендовали себя как наиболее надежные, простые и эффективные на сегодняшний день. Однако они имеют один общий недостаток – это интенсивность спасения пострадавших в единицу времени.

Доступные средства спасения представляют собой единственную возможность осуществления спасения людей из зоны пожара. В настоящее время решение этой проблемы возможно следующими путями.

Первый путь – создание специальных технических средств, функционирующих на внешних источниках энергии (автоподъемники, автолестницы, фасадные лифты, специализированные мобильные спасательные системы и летательные аппараты).

Второй путь – создание специальных технических средств, функционирующих на принципе плавного снижения энергии падения массы груза с высоты (в настоящее время таковыми являются: канатно-спускные устройства, рукавные спасательные системы и амортизирующие прыжковые спасательные устройства).

Для решения данных вопросов предлагается использовать спасательное устройство секционного типа (далее – СУС), которое позволяет осуществлять процесс спасения большого количества людей за небольшие временные рамки, за счет увеличения скорости спасения одного человека (рис. 4) [6].

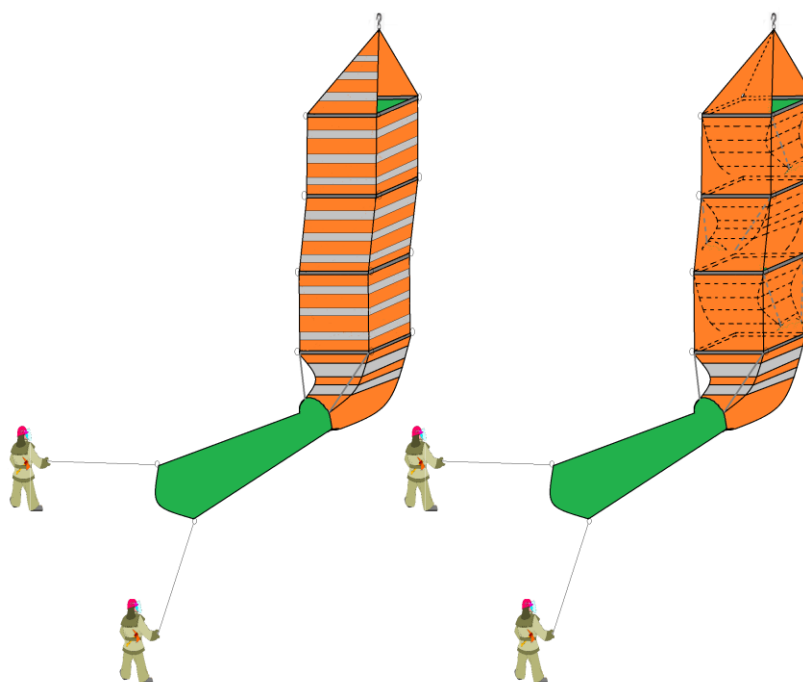


Рис. 4 – СУС, приведенное в работоспособное состояние [6]

Наиболее близкой по техническим характеристикам к СУС является модель секционного устройства эвакуации [7], представляющая собой набор секций формой, близкой к воронке с повернутым выходным отверстием, количество которых наращивается (подцепляется) в зависимости от высоты проводимых работ. Устройство позволяет осуществлять эвакуацию людей со средней скоростью 1,5-2



м/с по вертикали. Кроме того, конструктивное исполнение рассчитано на одновременную эвакуацию до 5 человек в устройстве, соблюдая минимальное безопасное расстояние между ними.

При этом, авторами установлены существенные конструктивные и опознавательные недостатки секционного устройства эвакуации, к которым относятся:

- открытый способ соединения секций, который не обеспечивает безопасное спасение людей за счет воздействия на них опасных факторов пожара, таких как пламя и искры, тепловой поток, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения [8];

- отсутствие сигнальных световозвращающих полосок на конструкции секций для привлечения внимания, в темное время суток, пожарных подразделений и людей;

- наличие на выходной секции закрытого спасательного рукава диаметром 0,6 м и длиной 4 м, препятствующего свободному покиданию спасаемыми пространства спасательного устройства и перехода в безопасную зону.

В связи с этим, была осуществлена доработка секционного устройства эвакуации до СУС, в части исключения риска образования высокой плотности людей (более одного человека) в замыкающей секции, ведущей из пространства спасательного устройства в безопасную зону, вместе с этим, секции спасательного средства помещены в пространство, ограничивающее распространение ОФП внутри устройства, а также на наружное полотно устройства нанесены сигнальные световозвращающие полоски для обозначения спасательного средства в темное время суток.

В результате проведенной оценки действий пожарно-спасательных подразделений по реализации тактических возможностей по спасению людей из пожаров на объектах с массовым пребыванием граждан с помощью средств спасения людей при пожаре с высотных уровней [9], согласно Методике расчетов сил и средств для спасения людей при пожарах в многоэтажных зданиях и сооружениях [10], установлено, что пожарно-спасательные подразделения осуществляют спасение людей из пожара на объекте с массовым пребыванием граждан, согласно тактического замысла, с помощью АЛ за 44,08 минуты, АПК – 23,16 минуты, ВПЛ – 19,88 минут, ЭСР – 8,08 минут, УСПП – 23,2 минуты, ПСН – 20,7 минут и СУС – 4,82 минуты (рис. 5).

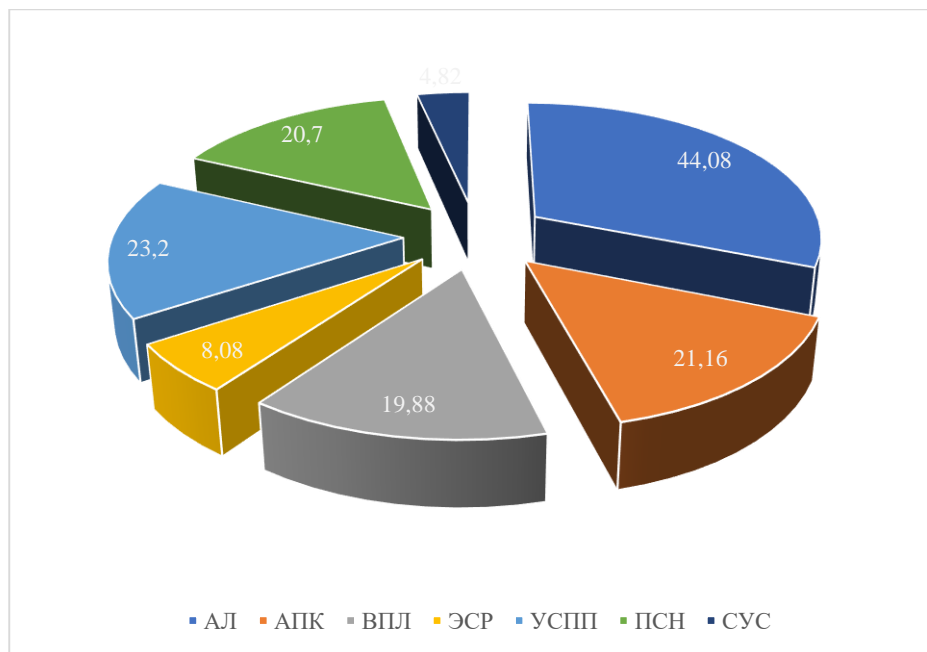


Рис. 5 – Время проведения спасательной операции с помощью различных средств спасения, мин [9, 10]

Стоит отметить, что перед выпуском в обращение пожарно-техническое вооружение подлежит оценке соответствия установленным требованиям [11]. На основании этого, документальным удостоверением соответствия СУС требованиям технических регламентов и документов по стандартизации является декларирование соответствия по схеме подтверждения 4д [12].

В случае положительного прохождения СУС требуемых испытаний [13], принимается декларация о соответствии, которая регистрируется в Едином реестре выданных сертификатов соответствия и зарегистрированных деклараций о соответствии, а также, спасательное устройство маркируется знаком обращения на рынке [14].

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: Статистический сборник / под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2020. 80 с.

2. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник / П.В. Полехин, М.А. Чебуханов, А.А. Козлов, А.Г. Фирсов, В.И. Сибирко, В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2021. 112 с.

3. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

4. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ. - аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

5. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ. - аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.

6. Патент на полезную модель № 227541 U1 Российская Федерация, МПК А62В 1/20. Спасательное устройство секционного типа : № 2024103394 : заявл. 12.02.2024 : опубл. 24.07.2024 / А.В. Калач, Т.П. Сысоева, А.А. Капустин [и др.].

7. Секционное устройство для эвакуации: пат. 170374 Рос. Федерация: МПК51 А 62 В 1/20 / М.П. Дальков, Р.Н. Шавалеев, М.Р. Шавалеев, Н.М. Барбин; заявители и патентообладатели ФГБОУ ВО Уральский институт ГАУ, ФГБОУ Уральского института государственной противопожарной службы МЧС России. - № 2016108201; заявл. 09.03.2016; опубл. 24.04.2017, Бюл. № 12 — 10 с.

8. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/) (дата обращения: 29.09.2024).

9. Калач А.В., Капустин А.А., Шавалеев М.Р. Пропускная способность средств спасения и секционного устройства эвакуации при проведении аварийно-спасательных работ // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2023. № 3. С. 112-118.

10. Терещенков В.В., Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. - М.: Пожкнига, 2004 г. - 256 с., ил.

11. О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017): решение Совета Евразийской экономической комиссии от 23.06.2017 № 40 // Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_220831/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220831/) (дата обращения: 29.09.2024).

12. Калач А.В., Капустин А.А., Шавалеев М.Р. Порядок документального подтверждения соответствия средств спасения людей при пожаре требованиям пожарной безопасности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. 2023. № 4. С. 44-52.

13. ГОСТ Р 53271-2009 «Техника пожарная. Рукава спасательные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний» // Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071924> (дата обращения 29.09.2024).

14. О знаке обращения на рынке: постановление Правительства Российской Федерации от 19.11.2003 № 696 // Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_45113/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45113/) (дата обращения: 29.09.2024).

# Муниципальная карта регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций

Тимошков В.Ф.

**Филиал «Институт профессионального образования»  
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси,  
Гомель**

**Аннотация (Abstract)** Рассмотрена тактическая особенность разработки муниципальной карты регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций на основании четырех модулей. Каждый модуль отражает последовательные действия, направленные на создание безопасной жизнедеятельности человека в различных сферах жизни. Основной составляющей модулей является комплексный подход для определения проблемных вопросов, в разрезе предупреждения и ликвидации кризисных и экстремальных ситуаций, а также разработки упреждающих мероприятий по их недопущению. В статье показано содержание ситуационного моделирования тактико-специальных учений и приводится пример экономического расчета, для обеспечения показателя – безопасность жизнедеятельности.

**Ключевые слова (Keywords):** безопасность жизнедеятельности, кризисные и экстремальные ситуации, ситуационное моделирование тактико-специальных учений.

Процесс построения безопасной жизнедеятельности в современном мире характеризуется, как одна из главных задач для человечества. Рассматривая сферы деятельности общественно-экономической формации государства необходимо отметить, что только при обеспечении безопасности возможно осуществлять и наращивать темпы развития в таких направлениях как:

- духовное;
- социальное;
- политическое;
- экономическое.

Разработаны и внедряются в повседневную жизнь человека и общества различные мероприятия, направленные на улучшение качества жизни в безопасных условиях. Примером тому может служить работа по профилактике изменения климата на планете, улучшения качества питьевой воды и т. д. Значительные, комплексные действия проводятся и по предупреждению, ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Главная роль по данному вопросу отведена работникам спасательного ведомства. МЧС постоянно совершенствует свою деятельность в профилактическом направлении с гражданами и субъектами хозяйствования, а также наращивает боевые возможности пожарных аварийно-спасательных подразделений, для выполнения своих функций в кризисных и экстремальных ситуациях [1,2].

Сегодня в регионах на должном уровне организован мониторинг по вопросам безопасности жизнедеятельности, с последующей выработкой необходимых мероприятий для недопущения сложных ситуаций и минимизации материального ущерба. Но как говорится, жизнь не стоит на месте, научно-технический прогресс, глобализация в мире, требуют от общества новых форм защиты, от возможных кризисных и экстремальных ситуаций. Многие документы регламентирующие определенные сферы деятельности на сегодняшний день выглядят очень «громоздкими». Работать с ними не особо приятно, да и качество порой «хромает». Для совершенствования работы в этом направлении, возможно рассмотреть создание «муниципальной карты регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций».

Такой документ может характеризоваться следующим образом:

- аналитический модуль;
- практический модуль;

- экономический модуль;
- резюме модуль.

Итак, аналитический модуль может включать в себя сведения прошлых лет, в плане оперативной обстановки. Например, это могут быть сведения по весеннему поведению, с различными показателями по подтоплению территорий и их последствия, сведения по пожароопасному периоду, с пиковыми значениями температуры воздуха и масштабом ландшафтных пожаров. По техногенному направлению это могут быть пожары по повышенным номерам вызова, с описанием количества пострадавших и наличием материального ущерба или аварии с выбросом опасных химических веществ и т. д. Нельзя сказать, что таких сведений нет в городских и районных комиссиях по чрезвычайным ситуациям. Но они должны быть краткими, с основной «выжимкой» по направлениям произошедших кризисных и экстремальных ситуаций. Это очень важно в случае принятия решений, когда масштаб трагедии быстро увеличивается. В такой обстановке кроме сил и средств подразделений спасательного ведомства приходится задействовать работников и технические средства субъектов хозяйствования. Что бы своевременно их развернуть и на править в места наиболее интенсивной работы по ликвидации чрезвычайной ситуации стоит использовать сведения, сконцентрированные в аналитическом модуле «муниципальной карты регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций». Такой подход позволяет умело и грамотно определить весь спектр, возможных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в городе, районе. Внутренняя информация такого модуля позволит всегда иметь «под рукой» оперативный материал и в короткие сроки спрогнозировать возможную оперативную обстановку с последующим ее успешным разрешением [3].

Для проверки правильности определения возможных рисков нарушения безопасности жизнедеятельности в городе, районе стоит задействовать практический модуль. Его основу определяет ситуационное моделирование тактико-специальных учений, рис.1.

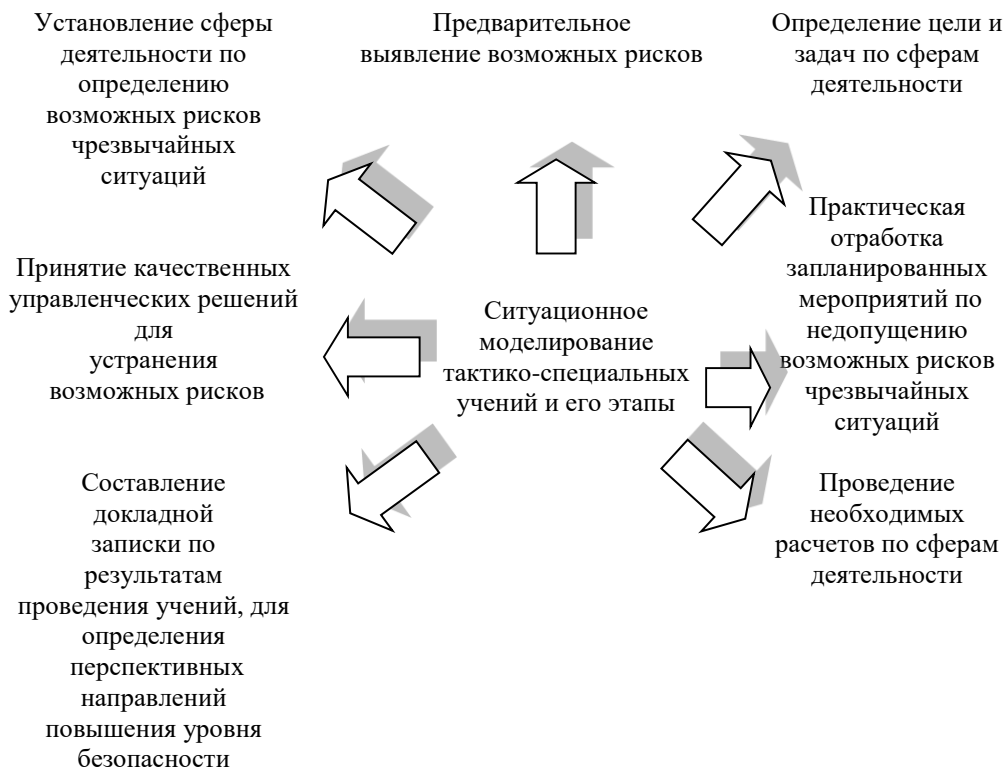


Рис. 1 Схема ситуационного моделирования тактико-специальных учений

На основе сведений аналитического модуля разрабатывается замысел учений и осуществляется отработка в режиме реального времени на запланированном объекте (фабрика, жилой дом, лесной массив, водная акватория и т. д.) различные вводные по предупреждению, ликвидации экстремальных и кризисных ситуаций. Это очень важный момент, который возможно позволит выйти за пороговые значения во время практической отработки различных этапов боевой работы (наводнение, пожар, дорожно-транспортное происшествие, разлив опасного химического вещества). Соответственно станет заметно к чему стремиться в обеспечении безопасности жизнедеятельности в городе, районе. Возможно это будет строительство дамбы для предотвращения затопления территории или приобретение более современных противогазов, для работников химического предприятия. Современные масштабы градостроительства требуют новых подходов в обеспечении безопасности жизнедеятельности. Возведение жилых зданий, с количеством этажей 16-25 и выше, влечет за собой значительные затраты в плане профессиональной подготовки спасателей и приобретении специальной пожарной аварийно-спасательной техники, оборудования и инструмента. Только на месте, где проводятся учения, заинтересованные могут увидеть и определить пути решения выявленных проблемных вопросов по направлению - безопасность жизнедеятельности [4]. Необходимо отметить что ситуационное моделирование тактико-специальных учений является основой практического модуля «муниципальной карты регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций», рис. 2.



*Рис.2 Фото ситуационного моделирования тактико-специальных учений*

Чтобы систематизировать выявленные риски по вопросам безопасности жизнедеятельности необходимо задействовать экономический модуль в системе экономической безопасности города, района. Развитие и укрепление экономической стабильности региона обеспечивает качественное наполнение потенциала страны и способствует его последовательному развитию. Вопросы экономического обоснования предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций недостаточно изучены и это обусловлено рядом таких причин как:

- присутствие определенного оттенка на требования к совершенствованию экономического обоснования предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций каждого отдельно взятого региона и трансформации системы оценочных критериев к данной специфике в целом, на основании индивидуальной составляющей регионального развития экономики субъектов хозяйствования;
- отсутствием объединяющей универсальной методики к разрешению вопросов обеспечения экономического обоснования предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на региональном уровне;
- невозможностью проведения оценки экономического обоснования предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций субъектов в масштабах страны по части решения задачи единообразия статистических данных.

Это направление неразрывно связано с незапланированными финансовыми потерями в крупных размерах от чрезвычайных ситуаций. На протяжении многих лет специалисты работают в этом направлении, есть определенные результаты по совершенствованию экономического обоснования предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, но вместе с тем необходимо отметить, что появляются и

негативные примеры. Авария 1986 года на Чернобыльской АЭС, последствия данной катастрофы и сегодня требуют значительных, в том числе экономических затрат. Масштабные ландшафтные пожары, в связи с глобальным изменением климата и многие другие. Мы постоянно задаем вопрос, как предупредить неблагоприятную обстановку и не тратить средства на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций?

Для реализации этого метода используем «бухгалтерский подход». Он основан на сравнении прибыли в регионе и затрат субъектов хозяйствования в регионе [5].

Сгруппируем некоторую формулу, для наглядности:

$$P_r = D_v - (Z_{b/zp} + Z_{zp} + Z_{чс}) \quad (I)$$

где,

- $P_r$  - величина прибыли в регионе;
- $D_v$  - величина дохода от выручки в регионе;
- $Z_{b/zp}$  - затраты в регионе без заработной платы;
- $Z_{zp}$  - заработная плата работников в регионе;
- $Z_{чс}$  - затраты на ЧС.

Затем, охарактеризуем затраты на ЧС:

$$Z_{чс} = ЭБ_r \times МБЖ \quad (II)$$

где,

- $Z_{чс}$  - затраты на ЧС;
- $ЭБ_r$  – экономическая безопасность в регионе;
- $МБЖ$  – менеджмент безопасности жизнедеятельности в регионе.

Определяем, чему равен показатель менеджмента БЖ:

$$МБЖ = СМ_{ТСУ} \quad (III)$$

где,

- $МБЖ$  – менеджмент безопасности жизнедеятельности в регионе;
- $СМ_{ТСУ}$  – ситуационное моделирование ТСУ в регионе.

Качественно спланированное и проведенное ситуационное моделирование тактико-специальных учений, позволит вывести менеджмент безопасности жизнедеятельности близко к нулю. Этот показатель в свою очередь повлияет на экономическую безопасность города, района и максимально минимизирует затраты на чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера. Соответственно будет достигнуто очень качественное значение, с минимальными финансовыми затратами на предупреждение и ликвидацию кризисных и экстремальных ситуаций.

Таким образом возможно сделать вывод о том, что плановая работа на основании содержания трех модулей (аналитический, практический, экономический) в масштабах города, района позволяет иметь четкое представление о готовности региона по безопасной жизнедеятельности. Работая с третьим модулем и видоизменяя его содержимое появляется возможность гибко подходить к финансированию мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Также необходимо отметить о том, что планировать мероприятия для этих целей возможно в различных вариантах, но достаточно ли будет, на это финансовых средств? Вот поэтому рассмотренная ранее работа позволяет реально определить количество, характер необходимых мероприятий и капиталовложений для регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций.

Далее переходим к рассмотрению резюме модуля. Он является завершающим этапом в формировании «муниципальной карты регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций». Его стоит оформить для наглядности в виде таблицы. Это позволит в кратчайшие сроки воспользоваться оперативной информацией о складывающейся обстановке и принять меры по регулированию, профилактике и недопущению чрезвычайных ситуаций, табл. 1, 2.

Таблица 1. Общие значения по профилактике пожаров и пожаротушению

Мероприятие	Жилые объекты	Административные объекты	Производственные объекты
<p>Усовершенствование подъезда специальной техники к зданию.</p> 	Планируемые мероприятия.	Обустройство достаточного количества парковочных мест.	Планируемые мероприятия.
<p>Приведение в соответствие наружного противопожарного водоснабжения.</p> 	Планируемые мероприятия.	Планируемые мероприятия.	Реконструкция противопожарного водоема на технической территории предприятия.
<p>Обеспечение безопасной эвакуации людей в условиях пожара.</p> 	Мониторинг систем дымоудаления в зданиях повышенной этажности (16-и этажные жилые дома).	Планируемые мероприятия.	Планируемые мероприятия.

Таблица 2. Общие значения по профилактике инцидентов, аварийных ситуаций и проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ

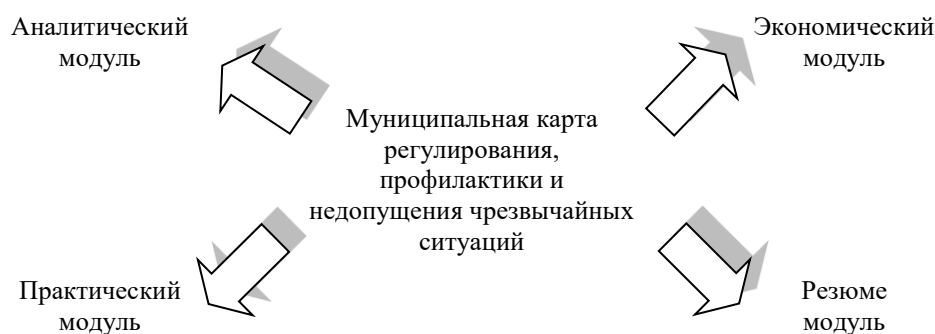
Мероприятие	Подразделения МЧС	Субъекты хозяйствования
<p>Обеспечения безопасности для работников предприятия.</p> 	Планируемые мероприятия.	Приобретение противогазов, с защитным эффектом от воздействия опасных химических веществ, нового образца.
<p>Повышение качества спасательных работ на акваториях.</p> 	Дооснащение маломерных судов оборудованием для пожаротушения с воды и спасения людей со льда.	Планируемые мероприятия.
<p>Совершенствование спасательных работ в разрушенных зданиях и сооружениях.</p>	Приобретение и постановка в боевой расчет, автокрана, грузоподъемностью 25 тонн, в одном из подразделений гарнизона МЧС.	Планируемые мероприятия.





Резюме модуль наглядно показывает конечный итог работы по подготовке к противодействию кризисным и экстремальным ситуациям в городе, районе. В таблицах возможно задавать различные показатели в зависимости от местных условий природного и техногенного характера региона и оперативно-тактических возможностей, технического оснащения гарнизона МЧС.

Подводя итог, возможно сделать вывод о том, что качественно проведенная работа по четырем направлениям (аналитический, практический, экономический модуль и резюме модуль) обеспечит функционирование «муниципальной карты регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций», рис. 3.



*Рис.3 Схема муниципальной карты регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций*

В решении задач по безопасной жизнедеятельности будут задействованы, не только представители исполнительной власти и спасательного ведомства. Такой подход обеспечит участие граждан и работников различных субъектов хозяйствования в профилактических мероприятиях, по предупреждению кризисных и экстремальных ситуаций.

С помощью «муниципальной карты регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций» возможно проанализировать, спрогнозировать, экономически обосновать и в случае необходимости задействовать комплекс мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности в городе, районе. Соответственно «муниципальная карта» позволит качественно организовать менеджмент безопасности жизнедеятельности в регионе. Вместе с тем, сэкономленные финансы стоит перенаправить на регулирование, профилактику и недопущения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Закон Республики Беларусь, 05 мая 1998, №141-3: в ред. Закона Республики Беларусь от 17.07.2020 №50-3 // ИБ СПС КонсультантПлюс, версия 4016.00.07 сборка 217001.

2. Тимошков, В.Ф. Парадигма безопасности жизнедеятельности / В.Ф. Тимошков // Наука и образование сегодня. Серия Педагогические науки. – № 12. – 2018. – С. 99–100.

3. Об утверждении перечня аварийно-спасательных работ [Электронный ресурс]: Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 21 ноября 2001, № 1692: в ред. Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 22.11.2014 № 1093 // ИБ СПС КонсультантПлюс, версия 4016.00.07 сборка 217001.

4. Тимошков, В.Ф. Ситуационное моделирование тактико-специальных учений для оценки аварийных рисков и оптимизации последствий пожаров /



В.Ф. Тимошков // сб. материалов XIII Международной научно-практической конференции: «Безопасность в техносфере», посвященная теме «Системы обеспечения безопасности»: - Ижевск, Россия: ФГБОУ ВО Удмуртский государственный университет, 28 мая 2019 – С. 149-152.

5.Тимошков В.Ф. Менеджмент безопасности жизнедеятельности – метод экономического обоснования предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций / В.Ф. Тимошков// Гражданская оборона на страже мира и безопасности: сб. материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны: - Москва, Россия: ФГБОУ ВО «Академия МЧС России», 01 марта 2022 – С. 315 – 319.

# **О сравнении результатов почти периодического анализа спутниковых видео данных тропических циклонов**

**Парамонов А.А.**

**Научный руководитель: доктор химических наук  
Калач А. В.**

**МИРЭА - Российский технологический университет**

**Аннотация (Abstract)** В рамках сферы техносферной безопасности до сих пор является актуальной задача прогнозирования появления и развития природных явлений, являющихся ключевыми при создании ЧС, которые вызывают сопутствующие риски для жизни людей и разрушения объектов результата человеческого труда.

В статье проведены обработка и анализ спутниковых видеорядов на предмет выявления почти-периодических компонент тропических циклонов и их сравнения между собой. Применяемый аппарат обработки изображений сдвиговыми функциями показал возможность выявления почти периодических значений без опоры на априорные предположения о структуре поведения исследуемого ряда.

Результаты полученные в ходе анализа кадров видеозаписей тропических циклонов показали характерные почти-периодические значения каждого из циклонов, которые оказались проявлены в течение всей динамики их развития. Сделаны предположения на основе сравнительной оценки значений почти периодов тропических циклонов разных лет возникновения о наличии возможных общих факторов воздействия при формировании из-за одного района расположения.

**Ключевые слова (Keywords):** почти период, анализ данных, обработка изображений, техносферная безопасность, чрезвычайная ситуация, стихийные явления, тайфуны, тропические циклоны

В рамках сферы техносферной безопасности до сих пор является актуальной задача прогнозирования появления и развития природных явлений, являющихся ключевыми при создании ЧС, которые вызывают сопутствующие риски для жизни людей. Из-за чего проводится до сих пор активная работа исследователям разных областей с целью реализации методов, алгоритмов и технологий для прогнозирования и предотвращения опасных природных явлений, способных создать опасные для жизни человека ситуации.

В работах [1,2] представлены уже разработанные алгоритмы и программные инструменты для обработки изображений, получаемых из общедоступных источников спутниковых снимков данных о погоде с целью детекции признаков зарождения тайфуна с учётом динамики облачности. На основе взаимодействия прочих атмосферных явлений строятся различные модели поведения тропических циклонов [3]. Результаты обработки на основе известных атмосферных моделей подвергаются дополнительно верификации с данными GPS-зондов [4].

О возможностях применения почти периодического анализа в рамках экономической сферы показывается в работе [5]. Данный подход к анализу эффективен и при анализе больших объёмов данных, которые возникают, в частности, при накоплении данных о погоде [6].

Динамики тайфунов представлены видеорядом данных с момента формирования циклона из открытого источника спутниковых данных [7].

Видеоряды обрабатывались, разбиваясь по кадрам, после чего каждый кадр проходил структурную обработку с целью возможности анализа радиусов структур тропических циклонов.

В ходе обработки значений радиус-векторов при фиксированных углах, получаем результаты закономерностей, выявленные почти периодическим анализом, результаты которого отображаются на исходных данных, представленные кадрами видеоряда. Почти периодический анализ основывается на обобщённой сдвиговой функции:

$$a(\tau, \Delta t) = \frac{1}{n - \tau - 2\Delta t} \cdot \sum_{t=1}^{n-\tau-2\Delta t} \left| \ln \left( \frac{y_{t-\Delta t+\tau} \cdot y_{t+\Delta t+\tau}}{y_{t+\tau}^2} \right) - \ln \left( \frac{y_{t-\Delta t} \cdot y_{t+\Delta t}}{y_t^2} \right) \right|,$$

где:  $n$  — общее число отсчётов функции  $y(t)$ ;

$t$  — целые положительные и отрицательные числа, включая ноль;

$\Delta t$  — целое положительное число, сдвиг по аргументу;

$\tau$  — целое положительное число, значения почти-периодов.

Применение данной функции даст возможность определить характерные почти-периодические составляющие структуры исследуемого ряда с упорядоченным аргументом. На основе выявленных значений почти-периодов на изображении возможно отобразить соответствующие области с выявленными радиус-векторами.

Проведены результаты анализа трёх тайфунов, два из которых были зафиксированы последовательно в 2020 году, а третий был взят из 2022 года. Время образования циклонов — конец лета — начало осени. Первые кадры начала формирования циклонов на видеозаписи представлены на рисунке 1, рисунке 2 и рисунке 3.



Рис. 2. Начало формирование тропического циклона 23.08.2020



Рис. 3. Начало формирование тропического циклона 24.08.2020



Рис. 4. Начало формирования тропического циклона 15.09.2022

В рамках обработки данных каждый кадр приводился в чёрно-белый формат с определением центров тайфунов. На основании указанного центра одинаково для каждого снимка проводилось преобразование в полярные координаты. На рисунках 4-6 представлены результаты преобразования обработанных первых кадров изображений циклонов.

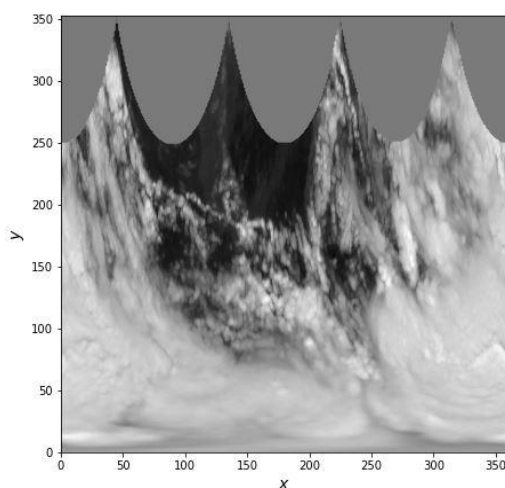


Рис. 5. Преобразование в полярные координаты структуры с рисунка 1

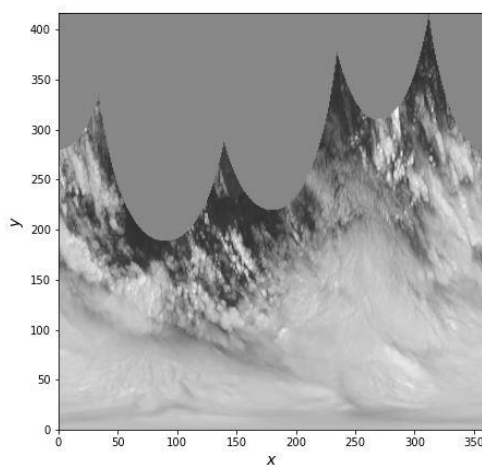


Рис. 6. Преобразование в полярные координаты структуры с рисунка 2

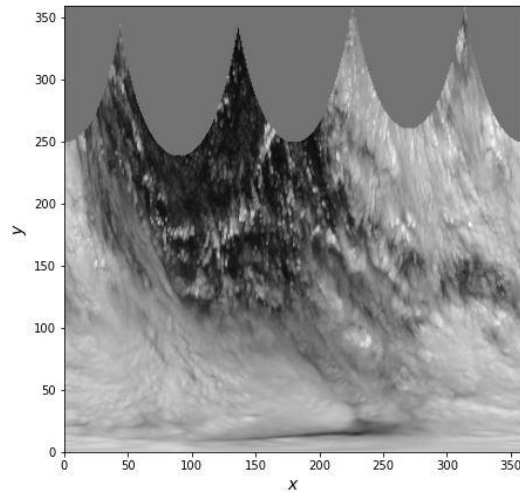


Рис. 7. Преобразование в полярные координаты структуры с рисунка 3

Характерным является отличие полученных преобразований друг от друга. Данный факт связан с определением центра тайфуна. Чаще всего этой точкой является центр изображения, однако в ходе съёмки неоднократно получается, что центр наблюдаемого тайфуна смещается, из-за чего необходимо проводить корректировку центра исследуемого объекта для качественного преобразования и дальнейшего анализа.

В результате, каждое из представленных изображений на рисунках 4-6 обрабатывается с помощью обобщённой сдвиговой функции (1). Для этого, фиксируется полярный угол, значения которого расположены на оси  $x$  полярного преобразования и на вход обработки полученный вектор значений. Анализ срезов обобщённой сдвиговой функции на предмет выявления наиболее значимых локальных минимумов позволяет определять подозрительные на почти периоды значения и проверять их на данных. Пример среза обобщённой сдвиговой функции можно увидеть на рисунках 6-9.

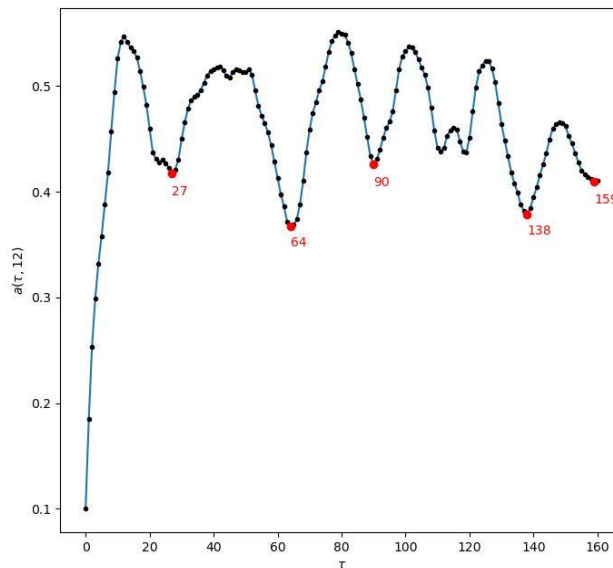


Рис. 8. Срез обобщённой сдвиговой функции при  $\Delta t=12$  для вектора значений при угле 135 градусов структуры с рисунка 1

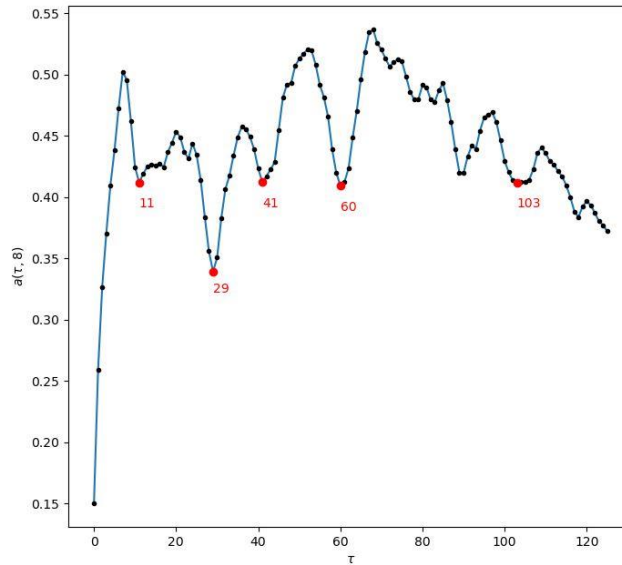


Рис. 9. Срез обобщённой сдвиговой функции при  $\Delta t=8$  для вектора значений при угле 135 градусов структуры с рисунка 2

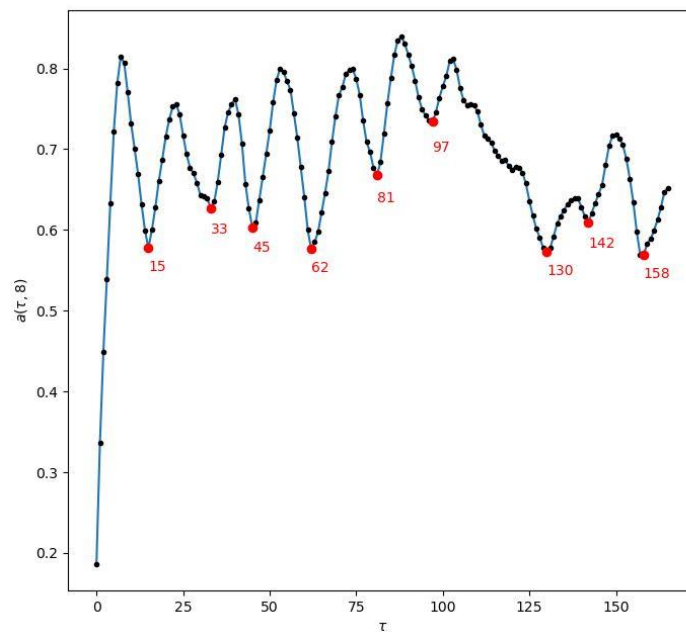


Рис.10. Срез обобщённой сдвиговой функции при  $\Delta t=8$  для вектора значений при угле 135 градусов структуры с рисунка 3

В результате анализа каждого изображения видеорядов, были выявлены результаты динамики формирования тропических циклонов, представленный в таблице 1, где для сравнения результатов брались значения фиксированных углов, кратности  $45^\circ$  с шагом в  $90^\circ$ .

Таблица 1. Сравнение результатов полученных почти-периодов

Фиксированный угол замера	Тайфун 23.08.2020	Тайфун 24.08.2020	Тайфун 15.09.2022
$\Theta=45^\circ$	30;59	40;82;95	25;52;75
$\Theta=135^\circ$	30;42;60	40;68;80	24;63;88
$\Theta=225^\circ$	34;70	70;93	34;53;67
$\Theta=315^\circ$	35;64	41;73	45;58;75

В результате сравнительного анализа по проведённым численным экспериментам были получены схожие результаты почти периодических значений между двумя прошедшими тропическими циклонами в 2020 году, что может говорить о возможности остаточных признаков влияния после расформирования первого циклона на второй. При этом, с тайфуном от 2022 года имеются близкие результаты по почти-периодическим оценкам порядка 60-65 и 70-75 пикселей соответственно. Подобные результаты требуют дальнейшего изучения, но возможно предположить о наличии в исследованных тайфунах, ряд общих структурных черт из-за их географического происхождения, в восточной части Тихого океана, и оказываемого там влияния сопутствующих факторов.

В результате работы были выявлены характерные почти периодические значения тропических циклонов и проведена их сравнительная характеристика. Почти периодический анализ на основе сдвиговых функций показал возможности выявления критических уровней структуры тропических циклонов

Важным фактором является применение почти-периодического анализа на каждой стадии развития системы, а также покрытия как можно большего числа фиксированных углов, что позволяет отслеживать появление новых, принципиально качественных почти-периодических значений, а также сохранение уже выявленных почти-периодических значений.

Развитие результатов работы могут быть отражены получением данных о масштабе съёмки для возможности интерпретации результатов почти периодических значений в рамках километража зон покрытия. Также, при наличии достаточной обработанной базы видеоданных тропических циклонов в рамках одного региона возможно выявление общих зависимостей и закономерностей развития структуры тайфунов данной области.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Кузьмицкий А. А., Труфанов М. И., Тарасова О. Б., Федосенко Д. В. Распознавание ранних признаков зарождения тайфуна на основе общедоступных источников спутниковых изображений // Системы высокой доступности. – 2021. – Т. 17, № 2. – С. 58-66. – DOI 10.18127/j20729472-202102-05
2. Труфанов М. И., Смахтин А. П., Газов А. И., Федосенко Д. В. Метод раннего обнаружения зарождения тайфунов на основе обработки спутниковых изображений облачности и оценки динамики метеоусловий на базе общедоступных ресурсов // Информационные технологии и математическое моделирование систем 2020: Труды международной научно-технической конференции, Одинцово, Московская область, 16–19 ноября 2020 года. – Одинцово, Московская область: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр информационных технологий в проектировании Российской академии наук, 2020. – С. 75-80. – DOI 10.36581/СІТР.2020.69.64.019
3. Гридин В. Н., Смахтин А. П. Физическое моделирование магнитогидродинамических процессов развития мощных тропических циклонов // Труды МАИ. – 2019. – № 109. – С. 7. – DOI 10.34759/trd-2019-109-7.
4. Поплавский Е. И., Кузнецова А. М., Троицкая Ю. И. Верификация расчетов урагана Ирма в атмосферной модели данными GPS-зондов // Процессы в геосредах. – 2022. – № 4(34). – С. 1860-1868.
5. Парамонов А. А., Крынецкий Б. А. Почти-периодический анализ, как инструмент анализа и прогнозирования курса валют // Инновации и инвестиции. – 2024. – № 2. – С. 422-425.
6. Парамонов, А. А. Современные аспекты анализа больших данных с упорядоченным аргументом / А. А. Парамонов, Т. Е. Смоленцева, А. В. Калач // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики : сборник трудов Международной научной конференции, Воронеж, 04–06 декабря 2023 года. – Воронеж: Общество с ограниченной ответственностью "Вэлборн", Издательство «Научно-исследовательские публикации», 2024. – С. 609-613.
7. Himawari-8 in real time [Электронный ресурс] – URL: <https://himawari8.nict.go.jp/> (проверено 02.10.2024)

# Космический мониторинг лесных пожаров в Новосибирской области

Безменов А. Е.

Научный руководитель: кандидат технических наук  
Двирный Г. В.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Ключевой задачей мониторинга является система сбора информации, в данном случае информации, касающейся лесных пожаров на территории Новосибирской области. Результаты мониторинга являются основанием для принятия решения какие будут проводиться мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуация и планированию дальнейших действий. В данной статье рассматривается один из основных и самый современный вид мониторинга- космический мониторинг.

**Ключевые слова (Keywords):** лесные пожары, Новосибирская область, виды мониторинга, космический мониторинг, результаты анализа.

Весна 2024 года оказалась ранней и теплой, что проявилось в преждевременном сходе снежного покрова, что, в свою очередь, сыграло не малую роль в возникновении лесных пожаров. Пожароопасный сезон начался чуть ранее прогнозируемых сроков. Уже в начале апреля возникали очаги природных пожаров в отдельных районах области, что было связано с установившейся в начале апреля теплой и сухой погодой, зачастую сопровождаемой ветрами. В этот период прогнозировалось около 80% всех возникающих пожаров (апрель – 14,9%, май – 63,0% от всего количества возникших пожаров, итого 77,9%, что соответствует прогнозу).

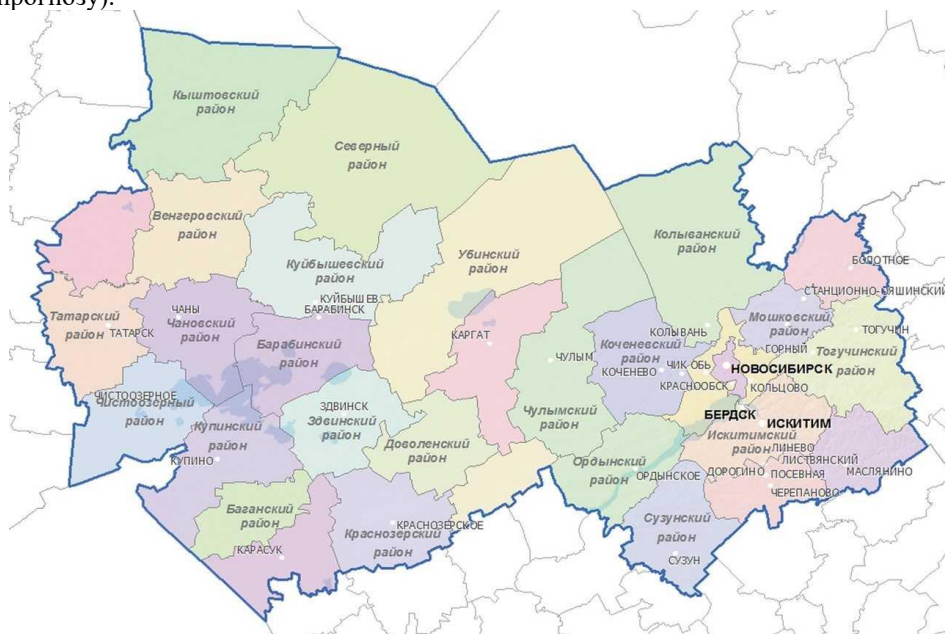


Рис. 1. Новосибирская область и её районы

Лесистость Новосибирской области невелика и составляет 26,7%. В рамках оценки рисков горимости выделены три зоны:

I – зона наиболее пожароопасных районов с большими лесными массивами.

II – зона трансграничных ландшафтных пожаров.

III – зона лесостепных пожаров.

Наиболее опасные для пожаров зоны, находящиеся в радиусе 5-10 км от



границ населённых пунктов, занимают значительные лесные площади и составляют для г. Новосибирска 32%, для г. Бердска – 75%, для г. Искитима – 56% территории лесного фонда.



Рис. 2. Районы возможных почвенных пожаров и пожаров в лесах ценных пород

Основными причинами лесных пожаров в Новосибирской области в этом году явились;

- переход с земель иных категорий – (70,3% от общего количества возникших пожаров);
- вина местного населения – (25,8% от общего количества возникших пожаров);
- переход через границу – (0,3% от общего количества возникших пожаров);
- по вине лесопользователей – (0,3% от общего количества возникших пожаров);
- от линейных объектов – (0,3% от общего количества возникших пожаров);
- от гроз – (3,0% от общего количества возникших пожаров).



Рис. 3. Причины возникновения лесных пожаров на территории Новосибирской области в 2024 году.

Лесные пожары причиняют значительный экономический ущерб. Согласно данным Михаила Карнаухова, начальника Департамента лесного хозяйства по СФО, промежуточный ущерб от пожаров на 2024 год составил более 1,2 миллиарда рублей. Тем не менее, как сообщает «Сибирский экономист», фактический ущерб может быть значительно выше, если учитывать стоимость сгоревшей древесины и производимой продукции. Убытки только от утраты древесины оцениваются в 183,9 миллиарда рублей, в то время как общий ущерб от продуктов переработки достигает 318 миллиардов рублей. Эти данные подчеркивают, насколько серьезными являются последствия лесных пожаров. Кроме того, следует учитывать, что указанный ущерб не включает затраты на восстановление лесов, лечение последствий для здоровья населения и влияние на местную экономику, которая зачастую сильно зависит от лесопромышленного комплекса.

Лесные пожары создают обширные зоны задымления, изменяя химический состав атмосферного воздуха в результате выбросов различных газов, что, в свою очередь, приводит к изменению концентрации озона.

Крупные лесные пожары снижают стоки атмосферного углерода вследствие снижения объема биомассы. При этом из-за пожаров происходит трансформация лесов в источники углерода за счет прямых выбросов при сгорании биомассы (от 14.0 до 40.0 Мт/г) и косвенных воздействий пожаров на тепловой и водный режимы, а также на структуру и функционирование экосистем.

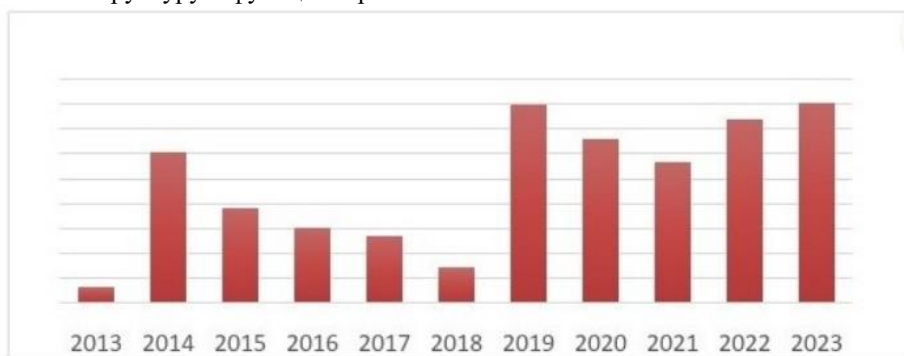


Рис. 3. Динамика по количеству возникших лесных пожаров с 2013 по 2023 года

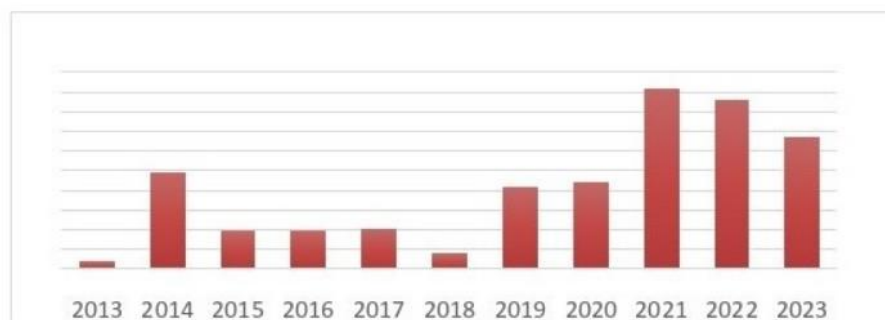


Рис. 4. Динамика возникших лесных пожаров с 2013 по 2023 год

Тем не менее, несмотря на данные статистики, главными факторами возникновения лесных пожаров остаются человеческая неосторожность и умышленные поджоги сухой растительности. Генеральная прокуратура Российской Федерации указывает на то, что значительное число возгораний происходит из-за халатного обращения с огнем. Дополнительным обстоятельством является аномальная жара, которая наблюдалась в летний период по всему региону.

В связи с данными обстоятельствами руководство Новосибирской области ввело новые требования по пожарной безопасности. В их числе введен запрет для граждан на посещение лесных территорий, за исключением ситуаций, связанных с использованием лесов на основании действующих государственных контрактов, договоров аренды лесных участков, выполнением специфических работ по обеспечению санитарной и пожарной безопасности в лесах в рамках

государственных заданий, а также проездом и пребыванием в оздоровительных учреждениях, туристических базах и базах отдыха. Кроме того, разрешается осуществление мониторинга уровня пожарной опасности в лесах и контроль за лесными пожарами.

Стоит подчеркнуть, что одной из проблем является то, что ландшафтные пожары в Новосибирской области — это не только случаи возгорания лесов. В регионе активно развивается сельское хозяйство, и именно в весенний период в основном страдают сельскохозяйственные угодья, а не лесные массивы. Пожары исходят от полей, а затем переходят в леса и к торфяным болотам.

Таким образом, можно сделать вывод, что лесные пожары представляют собой комплексную проблему с множеством факторов. Это подчеркивает необходимость глубокого анализа причин их возникновения и последствий, а также разработки эффективных стратегий по ее решению. В этом важном и серьезном вопросе может помочь направление современных технологий, а именно спутниковые системы для контроля и прогнозирования ситуаций.

На данный момент в Новосибирской области действует четырехуровневая система мониторинга пожарной опасности в лесах, включающая в себя:

- Видеомониторинг;
- Наземный мониторинг;
- Авиационный мониторинг;
- Космический мониторинг.

Структурное построение системы мониторинга и прогнозирования для чрезвычайных ситуаций базируется на принципах организационной структуры министерств и ведомств, входящих в состав РСЧС. В данной системе управление осуществляется на трех уровнях: федеральном, региональном и территориальном.

На федеральном уровне методическое руководство и координация мониторинга и прогнозирования осуществляются Всероссийским центром мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера МЧС России (Центр «Антистихия»), а на уровне федеральных округов и субъектов Федерации – региональными и территориальными центрами, занимающимися мониторингом, лабораторным контролем и прогнозированием чрезвычайных ситуаций.

Ключевыми задачами прогнозирования являются определение вероятности возникновения угроз, таких как опасные природные явления, техногенные аварии, экологические катастрофы, эпидемии и эпизоотии, а также оценка масштабов ЧС и их зон влияния. Важно также учитывать возможные долгосрочные последствия различных типов ЧС, прогнозировать потребности в ресурсах для их ликвидации.

В настоящее время спутниковые системы успешно используются для мониторинга и предотвращения лесных пожаров. Обнаружение очагов возгораний осуществляется при помощи инфракрасных радиометров, которые входят в состав спутниковых комплексов. Алгоритмы, применяемые для выявления пожаров, основываются на измерении радиационной температуры в диапазоне 3.5–3.7 мкм и на сравнении этой температуры с показателями в спектральном канале около 11.0 мкм.

Космический мониторинг представляет собой способ обнаружения возгораний в природных экосистемах с помощью искусственных спутников Земли. Этот метод позволяет оперативно получать данные, что способствует своевременному реагированию на развивающиеся чрезвычайные ситуации. Актуальная и достоверная информация помогает заранее эвакуировать людей и технику для лесозаготовок, а также предпринимать необходимые меры для остановки распространения огня.

Космический мониторинг позволяет реализовать следующие задачи:

- Обнаружение пожаров разного вида, а также их последствий;
- мониторинг паводковой обстановки на реках;
- выявление сельскохозяйственных зон, подверженных засухе;
- контроль вырубки лесов.

Также можно отметить ряд особенностей космического мониторинга, основные из которых;

- возможность оперативного контроля всей территории Новосибирской области;
- высокая частота обзора одного и того же района – более 15 раз в сутки;

- высокая скорость обработки данных и передачи информации (10 минут с момента приёма космических станций);
- полностью автоматическая работа системы в режиме оперативного обнаружения пожаров;
- высокая точность и достоверность данных;
- сочетание обзорной и детальной космической информации при обнаружении и оценке последствий пожаров;

Термические точки – тепловые аномалии, выявленные по результатам космической съемки после проведения тематической обработки первичных данных наблюдения поверхности Земли космическими средствами, оснащенными различными видами съемочной аппаратуры. На спутниковых снимках отмечены все термические точки, включая контролируемые профилактические отжиги сельхозугодий, несанкционированные палы сухой травы, костры, горение мусора, что тоже в свою очередь является одной из причин возникновения лесных и ландшафтных пожаров.

Данные, полученные с помощью спутниковых изображений, оперативно анализируются и интерпретируются специализированными экспертами. Информация затем передается через дежурно-диспетчерские службы соответствующим должностным лицам, включая глав муниципалитетов, руководителей организаций и арендаторов лесных и земельных участков, для организации проверки информации о термических аномалиях. В рамках этой работы передаются следующие сведения:

- данные об обнаруженных тепловых аномалиях (координаты, вероятность правильного обнаружения, интенсивность, предварительная площадь выгорания и др.);
- синтезированные изображения земной поверхности;
- информация об облачности (маска облачности);
- информация о метеопараметрах;
- прогнозная информация о направлениях распространения очагов пожаров в зависимости от метеоусловий;
- расстояния от очагов пожаров до различных объектов;
- карты с информацией об очагах возгорания, дымовых шлейфах, прогнозируемой и другой информацией.

Кроме того, создаются тематические слои геоинформационных систем, содержащие сведения об очагах пожаров в зонах, находящихся под контролем, таких как линии электропередач (ЛЭП), электростанции, нефтепроводы, стратегические объекты и атомные электростанции (АЭС).

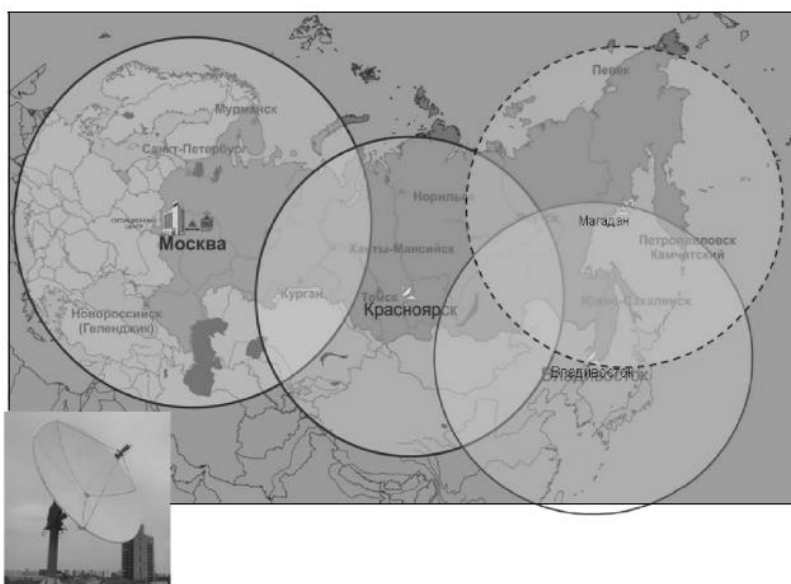


Рис. 5. Зоны приёма космической информации наземными станциями.

В настоящее время создано уникальное мобильное приложение под названием «Термические точки». Основная задача этого приложения заключается в оперативной ликвидации лесных возгораний и снижении вероятности их распространения на территории населенных пунктов. Более того, благодаря этому новому инструменту МЧС России сможет быстрее принимать управленческие решения и сократить время передачи информации о местах горения, которая поступает посредством спутникового мониторинга, к силам РСЧС.

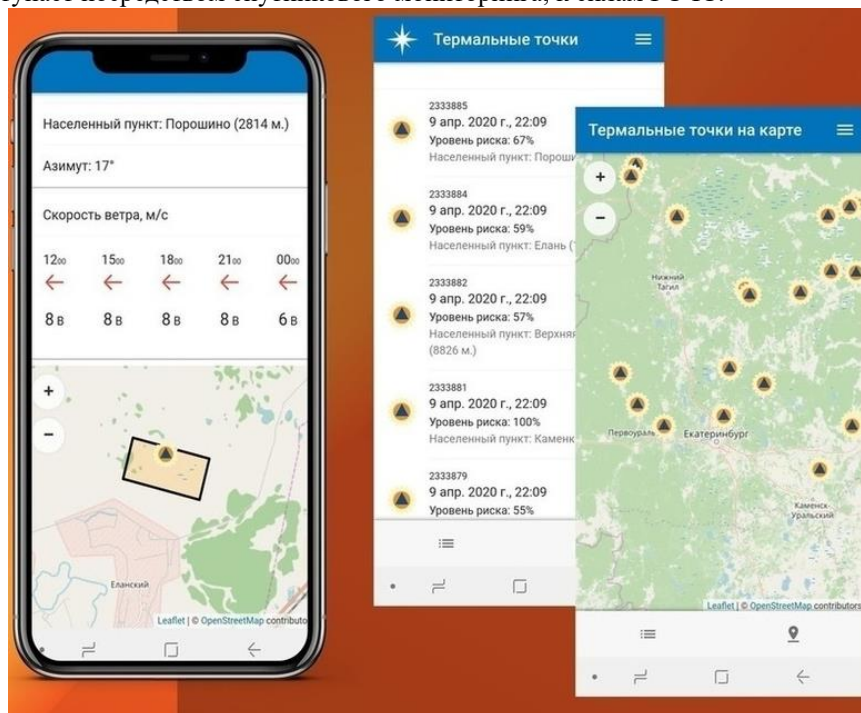


Рис. 5 Интерфейс мобильного приложения «Термические точки»

Перспективы развития систем космического мониторинга природных пожаров связаны с более активным использованием информации, получаемой от различных существующих и перспективных спутников, оснащенных разнообразными приборами, такими как радиолокаторы и СВЧ-радиометры. Это также включает совершенствование методов и технологий анализа космических и других данных для увеличения количества получаемых информационных продуктов, повышения их достоверности, точности и оперативности. Целью этих усилий является своевременное выявление природных пожаров и принятие быстрых мер для их ликвидации и уменьшения ущерба, вызванного такими стихийными бедствиями. Для повышения эффективности борьбы с природными пожарами федеральные и региональные органы власти, а также заинтересованные компании и организации должны значительно активизировать использование данных космического мониторинга, особенно в оперативном порядке.

#### Ссылки на используемые источники (References)

1. Быков А.А. Статистические методы прогнозирования риска чрезвычайных ситуаций / А.А. Быков – М.: Анкил, 2014. – 156 с.
2. Природные опасности России. Природные опасности и общество. – М.: КРУК, 2002.
3. Горбунов С.В., Ермакова Е.С. Методические подходы к прогнозированию тенденций угроз природного характера на долгосрочную перспективу/ ВВИ ГПС МЧС России, №2(19) 2016
4. Горбунов С.В., Макиев Ю.Д., Мальшев В.П. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера/ Технологии гражданской безопасности, 2012
5. Бондур В.Г. Принципы построения космической системы мониторинга Земли в экологических и природно-ресурсных целях // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1995. № 2

# Совершенствование методики мониторинга и прогнозирования опасного воздействия автотранспортных средств на атмосферу на примере Санкт–Петербурга

Мальчиков К.Б.

Санкт–Петербургский университет ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Совершенствование методики мониторинга и прогнозирования опасного воздействия транспортных средств на атмосферу возможно посредством учета всех типов, вносящих вклад в загрязнение, детального обследования структуры и состава транспортного потока (в том числе с учетом экологических классов автотранспортных средств), а также получения экспериментальных данных по уровню удельных пробеговых выбросов учетных категорий транспортных средств. В центральной исторической части Санкт–Петербурга основная доля эксплуатирующегося автотранспорта приходится на легковые автомобили, легкий коммерческий автотранспорт и автобусы, в связи с чем встает очевидный вопрос о необходимости получения данных для этих категорий автомобилей. Такие данные в значительной степени позволяют усовершенствовать методику мониторинга и прогнозирования опасного воздействия транспортных средств на атмосферу в контексте происходящих изменений в структуре и составе автопарка страны.

**Ключевые слова (Keywords):** методика, мониторинг, прогнозирование, загрязняющие вещества, автотранспорт, пробеговые выбросы.

## Вступление (Introduction)

Вклад выбросов автотранспорта в общие валовые выбросы в атмосферу загрязняющих веществ является преобладающим в крупных населенных пунктах нашей страны, в том числе в Санкт–Петербурге [1]: в 2019 году на их долю приходилось 66,43 % от валовых выбросов в городе; в 2020 году – 64,13 %; в 2021 году – 63,82 %; в 2022 году – 65,12 %; в 2023 году – 67,53 % соответственно [2]. В целях совершенствования расчетного мониторинга и прогнозирования опасного воздействия транспортных средств на атмосферный воздух существует необходимость совершенствования методик, в том числе методики определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт–Петербурга, утвержденной распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Администрации Санкт–Петербурга № 33–р от 29 января 2019 года, за счет уточнения и обновления данных о выбросах от автотранспортных потоков с учетом их типовой структуры.

## Материалы и методы (Materials and Methods)

Целью настоящей работы являлось получение статистических зависимостей пробеговых выбросов автотранспортных средств при различных скоростных режимах их движения, реализация которой, в свою очередь, позволяла усовершенствовать расчетную методику определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков за счет уточнения и расширения информационной базы значений пробеговых выбросов. Проведение такого исследования было сопряжено с целесообразностью выявления специфики состава автопарка, функционирующего на обследуемой части территории Санкт–Петербурга.

В связи с этим необходимо выделить ряд особенностей, относящихся к характеристикам движения автотранспортных потоков в центральной исторической части Санкт–Петербурга, их структуре и составу:

1. Локальное ограничение движения в центральной части города грузового автотранспорта весом более 8 тонн.
2. Тенденция старения автопарка в Российской Федерации в целом и в Санкт–

Петербурге в частности. Например, средний возраст легковых автомобилей в городе по данным аналитического агентства «АВТОСТАТ» вырос с 10,5 лет в 2014 году до 12,2 лет в 2022 году соответственно [3].

Таким образом, учетные категории автотранспортных средств, вносящие основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха обследуемой части Санкт–Петербурга, являются легковые автомобили, легкие коммерческие транспортные средства и автобусы. Более подробная детализация предлагаемых для исследования объектов предполагала категорирование легкового автотранспорта и легких коммерческих автомобилей по накопленному пробегу. Большинство экспертов сходятся во мнении, что срок службы каталитического нейтрализатора отработавших газов в среднем составляет 100 – 150 тыс. км пробега [4, 5], вследствие чего для исследования были выбраны автомобили с незначительным уровнем пробега (менее 100 тыс. км) и значительным пробегом (более 100 тыс. км) соответственно. Кроме того, при обследовании автомобилей учитывалось усредненная структура парка автотранспортных средств по типу используемого топлива согласно распоряжения Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 1 ноября 2013 года № 6–р «Об утверждении Порядка организации работ по оценке выбросов от отдельных видов передвижных источников»: преобладание бензиновых двигателей среди легковых автомобилей; преобладание дизельных двигателей среди грузового автотранспорта.

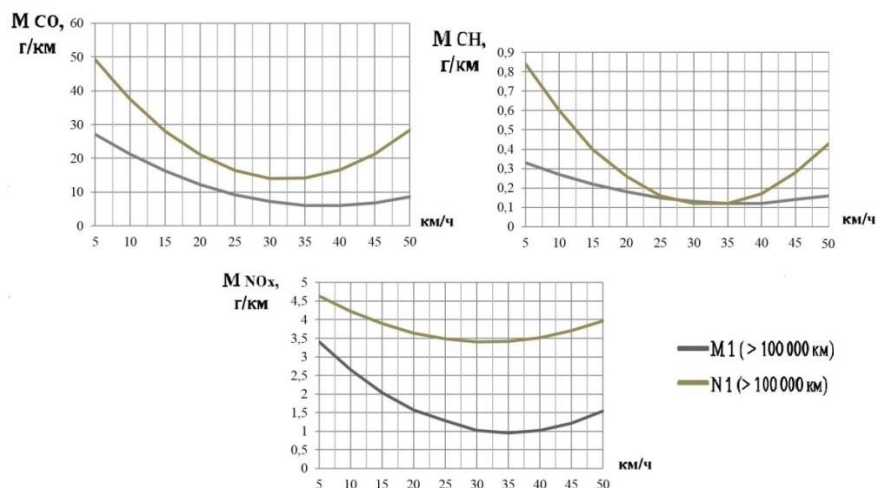
На важность периодического дополнения и уточнения уровня пробеговых выбросов автотранспорта указывает также факт изменения состава общественного транспорта в городах федерального значения по типу используемого топлива и постоянного обновления его автопарка. Проведенные статистические исследования [6] указывали на следующие произошедшие за пять лет изменения в структуре парка автобусов Санкт–Петербурга: доля автобусов на дизельном топливе (ДТ) с 93 % в 2019 году снизилась до 38 % в 2022 году, уступив место автобусам на газомоторном топливе (ГТ), основная доля которых, в свою очередь, приходилась на автобусы «ЛиАЗ» с длиной корпуса 7,5–9,5 м [7].

Что касается легкого коммерческого автотранспорта, то согласно проведенным в 2023 году аналитическим агентством «АВТОСТАТ» исследованиям, из зарегистрированных 4 млн 121,7 тыс. ед. 2 млн 231 тыс. ед. – транспортные средства отечественного производства (54,1 %), 41,7 % из которых это автомобили марки ГАЗ [3].

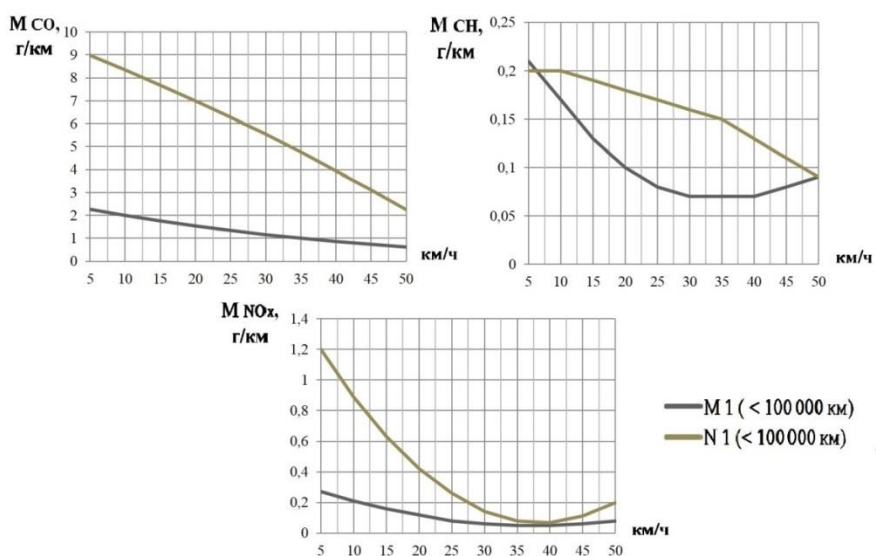
## **Результат (Results)**

В целях получения данных о пробеговых выбросах учетных категорий автотранспортных средств был проведен ряд натурных экспериментальных исследований концентрационного состава отработавших газов двигателей внутреннего сгорания легковых автомобилей, легкого коммерческого транспорта и автобусов при скорости их движения до 50 км/ч [8–10], характерной для движения по улично–дорожной сети крупного населенного пункта. Полученные данные были проанализированы посредством квадратичного регрессионного анализа в два этапа: сначала для каждого автомобиля и далее для укрупненной учетной группы. Результаты анализа демонстрировали статистическую значимость (за исключением автобусов на газомоторном топливе). На рисунках 1–3 графически представлены результаты обобщенных усредненных экспериментальных данных пробеговых выбросов учетных категорий автотранспортных средств после проведенного квадратичного регрессионного анализа.



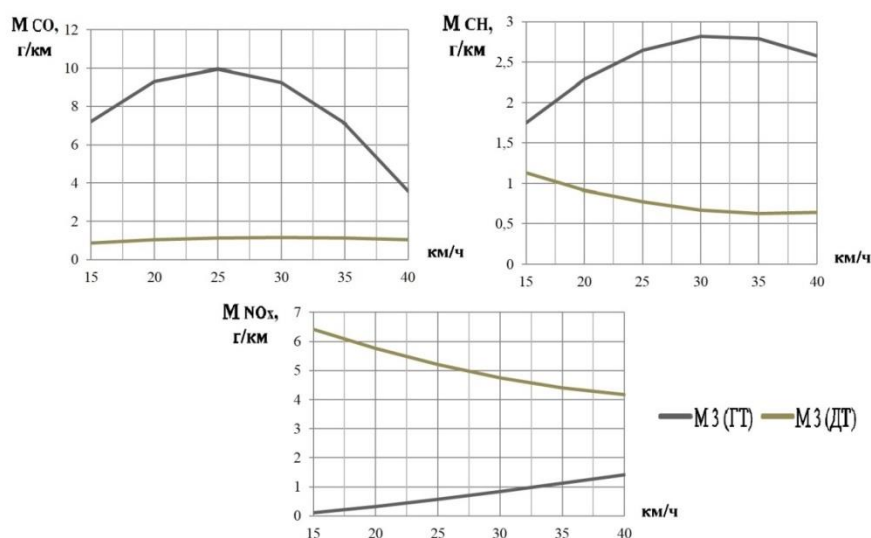


**Рис. 1.** Расчетная зависимость удельных пробеговых выбросов  $CO$ ,  $CH$  и  $NO_x$  ( $M$ ,  $g/km$ ) легковыми автомобилями  $M_1$  и легким коммерческим автотранспортом  $N_1$  со значительным пробегом (более 100 тыс. км) от скорости движения (км/ч) (составлено автором)



**Рис. 2.** Расчетная зависимость удельных пробеговых выбросов  $CO$ ,  $CH$  и  $NO_x$  ( $M$ ,  $g/km$ ) легковыми автомобилями  $M_1$  и легким коммерческим автотранспортом  $N_1$  с незначительным пробегом (менее 100 тыс. км) от скорости движения (км/ч) (составлено автором)





**Рис. 3.** Расчетная зависимость удельных пробеговых выбросов CO, CH и NO<sub>x</sub> (M, г/км) автобусами M<sub>3</sub> от скорости движения (км/ч) (составлено автором)

### Обсуждение (Discussion)

Результаты регрессионного квадратичного анализа пробеговых выбросов каждого задействованного в испытаниях автомобиля не всегда отражали общую тенденцию снижения их величины при увеличении скорости автомобиля [11]. При проведении испытаний пробеговые выбросы демонстрировали пиковые значения на холостом ходу, режиме небольших нагрузок, а также при работе двигателя на грани необходимости перехода на более высокую передачу, когда возрастало количество оборотов коленчатого вала двигателя и повышались уровни выбросов (нестационарная работа двигателя на переходных режимах).

Результаты экспериментального бортового мониторинга выбросов двигателей испытанных автомобилей в условиях реальной эксплуатации указывали, что наибольшие пробеговые выбросы фиксировались при скорости их движения от 5 до 20 км/ч, а минимальные при скорости от 25 до 50 км/ч соответственно.

### Заключение (Conclusion)

Собранные данные, с точки зрения их практической значимости, позволяют обновить, уточнить и дополнить имеющиеся и сегодняшний день информационные базы исходных параметров пробеговых выбросов автотранспортных средств, используемых при расчетах выбросов загрязнителей от автотранспортных потоков.

Полученные экспериментальные данные по пробеговым выбросам будут использованы для совершенствования методики мониторинга и прогнозирования опасного воздействия автотранспортных средств и судов на атмосферу в зонах их совместного влияния.

### Ссылки на используемые источники (References)

1. Ложкина, О.В. Анализ опасного загрязнения воздушной среды выбросами двигателей внутреннего сгорания автомобилей и судов / О.В. Ложкина, К.Б. Мальчиков // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Мониторинг, прогнозирование и ликвидация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: материалы международной научно-практической конференции. 28.10.2021. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2021. – С. 517–522.

2. Ложкина, О.В. Исследование структуры и интенсивности движения автотранспортных средств и пассажирских судов в историческом центре Санкт-Петербурга / О.В. Ложкина, К.Б. Мальчиков // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2022: материалы международной научно-практической конференции. Том 1. 09–10.11.2022. – Санкт-Петербург: Институт проблем

- транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук, 2022. – С. 91–95.
3. Аналитическое агентство «АВТОСТАТ»: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://www.autostat.ru/news/> (дата обращения: 07.10.2024).
  4. Певнев, Н.Г. Диагностирование технического состояния катализаторов выхлопных газов автомобильного двигателя / Н.Г. Певнев, Д.В. Василенко // *Фундаментальные и прикладные науки – основа современной инновационной системы: материалы международной научно–практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.* 02–13.02.2015. – Омск: Сибирский государственный автомобильно–дорожный университет, 2015. – С. 21–27.
  5. Уве Рокош. Бортовая диагностика. Перевод с нем. ООО «СтарСПб». – М.: ООО «Издательство «За рулем», 2013. – 224 с.: ил. ISBN 978–5–903813–07–0.
  6. Федеральная служба государственной статистики Министерства экономического развития Российской Федерации: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport> (дата обращения: 07.10.2024).
  7. Болоев, П.А. Разработка методики нормирования маршрутного расхода топлива автобуса ЛИАЗ–5256.57 в эксплуатации / П.А. Болоев, Н.В. Петров, Ф.А. Скрыбыкин // *Транспорт и сельхозмашины.* – 2021. – № 6. – С. 90–98. DOI: 10.17816/0321–4443–2021–6–90–98.
  8. Ложкина, О.В. Сравнительный анализ содержания поллютантов в отработавших газах силовых установок маломерных судов и автотранспортных средств / О.В. Ложкина, К.Б. Мальчиков // *Двигателестроение.* – 2024. – № 1 (295). – С. 21–33.
  9. Ложкина, О.В. Сравнительный анализ пробеговых выбросов автомобилей на различных видах топлива при дорожных заторах / О.В. Ложкина, К.Б. Мальчиков // *Вестник гражданских инженеров.* – 2024. – № 2 (103). – С. 133–143. DOI: 10.23968/1999–5571–2024–21–2–133–143.
  10. Ложкина, О.В. Бортовой мониторинг выбросов опасных (загрязняющих) веществ легковым и легким коммерческим автотранспортом / О.В. Ложкина, К.Б. Мальчиков // *Проблемы управления рисками в техносфере.* – 2024. – № 2 (70). – С. 193–206. DOI : 10.61260/1998–8990–2024–2–193–206.
  11. Дергачева, Л.В. Разработка мероприятий по снижению воздействия автотранспортных потоков в городских агломерациях на основе комплексного подхода / Л.В. Дергачева // *Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы: материалы 21–й международной научной конференции в 2–х частях.* 20–21.05.2021. – Минск: Информационно–вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь, 2021. – Часть 2. – С. 342–345.

# **Анализ и оценка пожарного риска в зданиях спортивных комплексов с бассейном на примере ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»**

**Пичугин А.А.**

**Научный руководитель:**

**Беляк А.Л.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** Статья посвящена анализу и оценке расчетных величин индивидуального пожарного риска на примере здания спортивного комплекса с бассейном. Представлено обоснование актуальности решаемой задачи, а также статистика погибших в результате пожаров, произошедших в зданиях учебных заведений на территории Российской Федерации за последние 5 лет. Описаны основные характеристики исследуемого здания. По результатам проведенного расчета определены вероятности эвакуации для различных групп эвакуируемого контингента, а также соответствующие величины индивидуального пожарного риска на исследуемом объекте.

**Ключевые слова (Keywords):** оценка пожарного риска, анализ пожарной опасности, опасные факторы пожара, эвакуация.

В современном обществе вопросы пожарной безопасности и оценки пожарных рисков играют ключевую роль в обеспечении безопасности людей, имущества и окружающей среды. Пожары остаются одним из наиболее серьезных и часто встречающихся чрезвычайных событий, которые могут привести к значительным материальным потерям, утрате жизней и нанести непоправимый ущерб окружающей среде.

Объектом исследования является спортивный корпус с плавательным бассейном №3 ФГАОУ ВО СФУ. Основной вид деятельности - проведение учебно-физкультурных занятий, оздоровительных и спортивных мероприятий для студентов, а также оказание платных спортивно-оздоровительных услуг для студентов, преподавателей, сотрудников университета и других лиц.

Спортивный корпус был построен в 1983 году и капитально отремонтирован в 2017 году. Это трёхэтажное здание, обладающее второй степенью огнестойкости. Размеры в плане составляют 311 метров в длину и 2517 метров в ширину. Основными строительными материалами являются железобетонные конструкции, что обеспечивает надёжность и долговечность. Перекрытия и стены также выполнены из железобетона, а перегородки могут быть как железобетонными, так и гипсокартонными или кирпичными. Здание не имеет чердака и оборудовано плоской крышей с рубероидным покрытием.

На первом этаже корпуса находятся хозяйственные помещения и бойлерная, на втором этаже располагается плавательный бассейн размерами 25 на 12 метров и включает шесть дорожек и учебные аудитории, а на третьем этаже находятся дополнительные кабинеты и подсобные помещения.

Важным аспектом является система пожарной безопасности корпуса. Внутреннее противопожарное водоснабжение обеспечивается через 11 пожарных кранов, расположенных на каждом этаже, что позволяет эффективно реагировать на возможные возгорания. Пожарная сигнализация включает автоматические извещатели дыма и системы оповещения, которые обеспечивают быструю реакцию в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Ключевым элементом управления пожарным риском является управление системой предотвращения пожаров (СПП) и системой противопожарной защиты (СППЗ). Согласно статье 48 Федерального закона №123[6], основные цели и задачи этих систем определены следующим образом:

Цель системы предотвращения пожаров (СПП): Основная задача СПП — исключение условий, которые могут привести к возникновению пожаров. Это

достигается путем устранения условий для образования горючей среды и/или предотвращения появления источников зажигания в этой среде.

Методы предотвращения пожаров: Для достижения вышеуказанной цели исключаются возможности создания горючей среды и/или проникновения в нее источников зажигания. Это может включать такие меры, как контроль за хранением и использованием легковоспламеняющихся материалов, а также обеспечение надлежащих условий эксплуатации оборудования и устройств.

Состав и характеристики СПП: Состав и функциональные характеристики системы предотвращения пожаров определяются федеральным законодательством. Проведение исследований, испытаний и измерений характеристик СПП осуществляется в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности.

Для успешного управления пожарными рисками и разработки эффективной стратегии необходимо также анализировать причины возникновения пожаров и места, где при пожарах наблюдается наибольшая угроза для жизни людей. Такой подход позволяет не только снизить вероятность возникновения пожаров, но и минимизировать последствия, если они все же произойдут.

Система менеджмента риска, в соответствии с ГОСТ Р 51901.10-2009/ISO/TS 16732:2005, является неотъемлемой частью интегрированной системы управления организацией и предназначена для эффективного управления рисками в различных сферах деятельности. Этот процесс включает в себя определение области и целей применения, идентификацию, оценку, обработку, мониторинг, анализ и обмен информацией о рисках. Система охватывает различные типы опасностей, такие как природные, технические, экономические и социальные, и направлена на обеспечение безопасности, охрану здоровья, предотвращение экономических потерь, а также на выполнение требований государственных постановлений. Важнейшим направлением в этой области является управление пожарными рисками организации.

Внедрение системы менеджмента риска, в частности в области пожарной безопасности, позволяет перейти от корректирующего подхода к управлению рисками к проактивному управлению, основанному на соблюдении законодательных и нормативных требований. Применение данной системы помогает снизить уровень пожарных рисков, минимизировать потери, включая человеческие, и постоянно совершенствовать деятельность организации в управлении пожарными рисками.

Анализ вероятности возникновения пожара основывается на статистических данных и расчетах, выполненных по методикам, установленным нормативными документами. Частота возникновения пожара в здании определяется на основании статистических данных о пожарах в аналогичных объектах. При отсутствии конкретных данных допускается использовать усредненные значения, приведенные в нормативных документах. Вероятности возникновения пожаров для различных источников возгорания рассмотрим в таблице №1.

Таблица №1. Вероятности возникновения пожаров для различных источников возгорания

Источник возгорания	Вероятность возникновения пожара (за год)
Электрическое оборудование	0.03
Системы отопления	0.01
Кулинарные устройства	0.02
Курение	0.015
Прочие источники	0.005

Моделирование распространения ОФП включает расчет полей температуры, задымленности и токсичности продуктов горения. Эти данные используются для определения зон воздействия ОФП и оценки времени, необходимого для эвакуации людей из опасных зон.

Оценка последствий воздействия ОФП на людей и имущество проводится с учетом данных о времени пребывания людей в здании, эффективности работы систем оповещения и эвакуации, а также состояния путей эвакуации. Результаты этой оценки позволяют определить количественные показатели риска для различных сценариев пожара. Параметры распространения ОФП рассмотрим в таблице №2.

Таблица №2. Параметры распространения ОФП

Параметр	Значение
----------	----------

Температура в зоне пожара	До 800°С
Концентрация СО	До 0.1%
Время до полной задымленности	5 минут
Время до достижения критической температуры	10 минут

Индивидуальный пожарный риск определяется как вероятность гибели или травмы человека в результате пожара. Для оценки этого показателя используется формула[1]:

$$Q_{в} = Q_{п} \times (1 - R_{ап}) \times P_{пр} \times (1 - P_{э}) \times (1 - P_{п.з}) \quad (1.1)$$

где:  $Q_{п}$  — частота возникновения пожара в здании.

$R_{ап}$  — вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения.

$P_{пр}$  — вероятность присутствия людей в здании.

$P_{э}$  — вероятность успешной эвакуации людей.

$P_{п.з}$  — вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты.

Для определения расчетных величин пожарного риска используется методика, утвержденная Приказом МЧС России от 30 июня 2009 года № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».[2]

Эта методика разработана в соответствии с Федеральным законом от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании»[1] и Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 года № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».[7]

Все эти изменения связаны с внедрением в российскую практику риск-ориентированного подхода. Суть этого подхода заключается в том, что форма, периодичность и продолжительность проверок и профилактических мероприятий, проводимых федеральным государственным пожарным надзором (ФГПН), зависят от уровня пожарного риска и потенциальной опасности, которые представляют объекты защиты и деятельность хозяйствующих субъектов. Критерии, по которым объекты и субъекты могут быть отнесены к той или иной категории риска, определены пунктом 22 Положения о федеральном пожарном надзоре и приведены в Приложении к нему.[15]

Критерии приемлемого риска должны определяться на основе совокупности условий, включающих определенные требования безопасности и количественные показатели опасности. Приемлемость риска может выражаться через выполнение определенных требований безопасности, включая количественные критерии.

Применение риск-ориентированного подхода, а также контрольных и профилактических мероприятий надзорными органами описано в статьях 8.1 Федерального закона № 294-ФЗ [4]. Согласно этим статьям, риск-ориентированный подход представляет собой метод организации и осуществления государственного контроля, при котором интенсивность и продолжительность проверок, а также профилактических мероприятий, определяется на основе категории риска, к которой относится деятельность юридического лица, индивидуального предпринимателя или производственного объекта.

Пожарный аудит проводится на основании договора между собственниками или иными законными владельцами объекта защиты и экспертной организацией, для которой оценка пожарного риска является основной деятельностью. При этом важно, чтобы аттестованные эксперты данной организации состояли в штате на основном месте работы. Недопустимо, чтобы одна и та же организация выполняла как пожарный аудит, так и оказывала другие услуги в области пожарной безопасности.

Расчет пожарного риска — это инструмент, который должен быть правильно использован для оптимизации расходов. Однако сам по себе расчет без дополнительных мероприятий или согласования с МЧС имеет ограниченное значение. В качестве части комплекса противопожарных мероприятий, расчет пожарного риска может помочь уменьшить беспокойство перед внеплановыми проверками.

Социальный риск пожара определяется как вероятность гибели или травмы группы людей в результате пожара. Оценка социального риска проводится аналогично расчету индивидуального риска, но с учетом возможного числа пострадавших.

Определение и управление социальным риском пожара на объекте является

важным аспектом общей системы пожарной безопасности. Социальный риск подразумевает вероятность возникновения социальных последствий, таких как травмы, смерть или другие негативные влияния на здоровье людей в результате пожара. Данный вид риска особенно важен для объектов с массовым пребыванием людей, например, административных зданий, торговых центров, школ, больниц и других общественных объектов.

Согласно Приказу МЧС России от 30 июня 2009 года № 382, методики, касающиеся расчета пожарных рисков, включают и оценку социальных последствий пожаров.[3]

Эти методики разработаны в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 года № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» [8].

Они направлены на минимизацию вероятности причинения вреда людям и связаны с обязательным обеспечением эвакуационных путей, установкой систем раннего обнаружения пожара и оповещения, а также выполнением других мер по защите людей.

Организация пожарной безопасности на объектах с высоким социальным риском требует особого внимания со стороны руководства. Это включает в себя соблюдение всех правил и требований пожарной безопасности, регулярные проверки состояния противопожарных систем, обучение персонала действиям в случае пожара, а также проведение учений по эвакуации. Особое внимание уделяется объектам, где пребывают лица с ограниченными возможностями или повышенной уязвимостью, например, дети, пожилые люди или больные.

Расчет социального риска представляет собой процесс оценки вероятности и последствий возникновения пожара для группы людей на объекте. Социальный риск включает в себя как вероятностные, так и детерминированные компоненты и позволяет оценить возможные потери среди людей в случае пожара. Процесс расчета социального риска включает несколько ключевых этапов, которые будут рассмотрены ниже.

Для проведения расчета социального риска необходимо собрать следующие исходные данные:

- Планировка здания и его функциональные зоны.
- Количество людей, находящихся в здании в различные периоды времени.
- Пожароопасные зоны и возможные источники возгорания.
- Данные о системах пожарной безопасности (системы автоматического пожаротушения, оповещения и управления эвакуацией, противодымной защиты).

Вероятность возникновения пожара определяется на основе статистических данных о пожарах в аналогичных объектах. Этот параметр учитывает частоту возгораний различных источников, таких как электрическое оборудование, системы отопления и другие.

Формула для расчета вероятности возникновения пожара[1]:

$$Q_{\text{п}} = \sum_{i=1}^n P_i \quad (1.2)$$

где:  $Q_{\text{п}}$  — суммарная вероятность возникновения пожара

$P_i$  — вероятность возникновения пожара от  $i$ -го источника возгорания.

Вероятность присутствия людей в здании зависит от функционального назначения объекта и времени суток. Этот параметр учитывается для каждого временного интервала, в течение которого могут находиться люди в здании.

Моделирование ОФП включает расчет полей температуры, задымленности и концентрации токсичных газов. Эти данные необходимы для определения зон воздействия ОФП и времени, в течение которого люди могут находиться в опасной зоне до начала эвакуации.

Вероятность успешной эвакуации определяется на основе анализа путей эвакуации, времени реакции людей на сигнал тревоги и эффективности работы систем оповещения и управления эвакуацией. Важно учитывать возможные препятствия и затруднения, которые могут возникнуть в процессе эвакуации.

Формула для расчета вероятности успешной эвакуации:

$$P_{\text{э}} = \frac{N_{\text{усп}}}{N_{\text{общ}}} \quad (1.3)$$

где:  $P_{\text{э}}$  — вероятность успешной эвакуации

$N_{\text{усп}}$  — количество людей, успешно эвакуированных

Лобц— общее количество людей в здании.

Вероятность срабатывания систем пожарной безопасности (автоматическое пожаротушение, противодымная защита) определяется на основе данных о надежности этих систем и частоте их технического обслуживания.



Рис. 1 – Вероятность срабатывания систем пожарной безопасности

Социальный риск определяется как вероятность гибели или травмы группы людей в результате пожара. [7] Этот параметр учитывает все вышеописанные факторы и позволяет оценить возможные потери среди людей.

Формула для расчета социального риска[1]:

$$R_{соц} = Q_{п} \times (1 - R_{ап}) \times P_{пр} \times (1 - P_{э}) \times (1 - P_{п.з}) \quad (1.4)$$

где:  $R_{соц}$  — социальный риск.

$Q_{п}$  — вероятность возникновения пожара.

$R_{ап}$  — вероятность эффективного срабатывания установок автоматического пожаротушения.

$P_{пр}$  — вероятность присутствия людей в здании.

$P_{э}$  — вероятность успешной эвакуации людей.

$P_{п.з}$  — вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты.

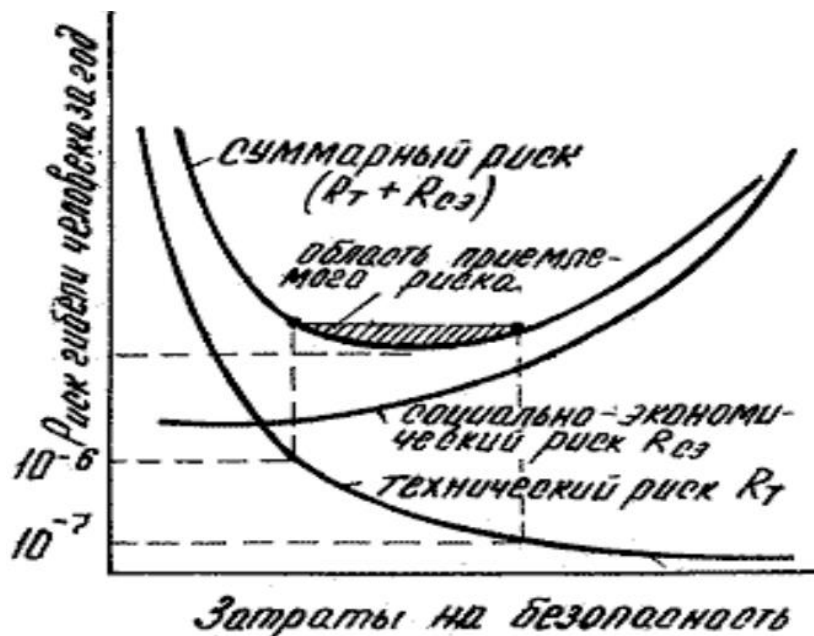


Рис. 2 - Определение приемлемого риска

$R_{с.э.}$ - социально-экономический риск обусловлен недостаточным уровнем экономики и несовершенством социальных структур, что приводит к снижению безопасности.

$R_{с.э.}$ - социально-экономический риск обусловлен недостаточным уровнем

экономики и несовершенством социальных структур, что приводит к снижению безопасности.

$R_t$  - технический риск обусловлен недостаточным уровнем безопасности, как для здоровья населения, так и для состояния биосферы в целом.

Максимально приемлемый уровень индивидуального риска:  $R_t \max = 10 - 6 \cdot R = R_{с.э} + R_t$  - суммарный риск, представляется в виде суммы двух групп рисков.

Численным выражением индивидуального пожарного риска является вероятность воздействия ( $Q_v$ ) опасных факторов пожара (ОФП).

Расчеты проводятся путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков.

Уровень обеспечения безопасности людей при пожарах отвечает требуемому, если:

$$Q_v \leq Q_B^H$$

где:

$Q_B^H$  - нормируемая вероятность (индивидуальный риск) воздействия ОФП

$Q_B^H = 10^{-6}$  год на одного человека

$Q_v$  - расчетная вероятность (индивидуальный риск) достижения в течение года предельных значений ОФП в год

Расчетный индивидуальный риск  $Q_v$  в каждом здании (помещении) рассчитывают по формуле

$$Q_v = Q_p R_{пр} (1 - R_э) (1 - R_{п.з})$$

где

$Q_p$  — вероятность возникновения пожара в здании в год.

$R_{пр}$  — вероятность присутствия людей в здании, при функционировании:

0,33 — в одну смену;

0,67 — в две смены;

1,00 — в три смены;

$R_э$  — вероятность эвакуации людей;

$R_{п.з}$  — вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации людей.

Вероятность возникновения пожара в здании в год ( $Q_p$ ) рассчитывается по формуле:

$$Q_p = Q_{гс} \cdot Q_{из}$$

где  $Q_{гс}$  — вероятность образования горючей смеси, определяется как:

$$Q_{гс} = Q_g \cdot Q_o$$

$Q_g$  — вероятность появления горючего вещества;

$Q_o$  — вероятность появления окислителя, обычно  $Q_o = 1$ .

$Q_{из}$  — вероятность появления источника зажигания, определяется как:

$$Q_{из} = Q_t \cdot Q_э \cdot Q_t$$

$Q_t$  — вероятность появления теплового источника;

$Q_э$  — вероятность достаточности энергии источника;

$Q_t$  — вероятность достаточности времени существования источника, определяется путем анализа условий появления.

Также  $Q_p$  — вероятность возникновения пожара в здании в год, определяется на основании статистических данных

Оценка величин вероятностей  $R_э$  и  $R_{п.з}$  производится по степени надежности функционирования соответствующих устройств и систем обеспечения противопожарной безопасности

Вероятность эвакуации  $R_э$  рассчитывают по формуле:

$$R_э = 1 - (1 - R_{э.п})(1 - R_{д.в})$$

Где

$R_{э.п}$  — вероятность эвакуации по эвакуационным путям;

$R_{д.в}$  — вероятность покидания здания по через аварийные выходы или с помощью иных средств спасения.

При наличии наружных эвакуационных лестниц и других путей  $R_{д.в} = 0,03$ , при отсутствии -  $R_{д.в} = 0,001$ .

Вероятность  $R_{э.п}$  определяется исходя из зависимости:



$$P_{э. п.} = \frac{(\tau_{бл} - t_p)}{t_{нэ}}$$

если  $t_p < \tau_{бл} < t_p + t_{нэ}$   
0,999, если  $t_p + t_{нэ} \leq \tau_{бл}$   
0, если  $t_p \geq \tau_{бл}$

где

$t_p$  — расчетное время эвакуации людей, определяемая как сумма времени движения потока людей по отдельным участкам путей эвакуации, минут

$t_{н.э.}$  — интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей, минут

$\tau_{бл}$  — время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей, в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), минут.

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  из помещений и зданий устанавливается различными методами, в данном случае  $t_p$  рассчитывается с помощью упрощенной аналитической модели движения людского потока.

Выбор способа определения расчетного времени эвакуации производится с учетом специфических особенностей объемно-планировочных характеристик здания, а также особенностей контингента находящихся в здании людей.

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  из помещений и зданий устанавливается по расчету времени движения одного (для упрощения расчета) людского потока через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной  $li$  и шириной  $bi$ .

При определении расчетного времени эвакуации людей длину и ширину каждого участка пути эвакуации для проектируемых зданий принимают по проекту, а для построенных — по фактическому положению. Длину пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряют по длине марша. Длину пути в дверном проеме принимают равной нулю.

Ширина проема принимается:  $bД1 = 1,2\text{м}$ ,  $bД2 = 0,9\text{м}$ ,  $bД3 = 1\text{м}$ .

Значение времени начала эвакуации  $t_{нэ}$  для помещения очага пожара определялось по формуле:

$$t_{нэ} = 5 + 0,01 \cdot F$$

где:

$F$  — площадь помещения

Вероятность присутствия людей в здании, определяемая из соотношения

$$P_{пр} = \frac{t_{функ}}{24}$$

Рассмотрим пример расчета социального риска для спортивного комплекса, включающего плавательный бассейн. В этом примере мы будем использовать те же этапы, что и в общем случае, но с учетом специфики объекта.

Вероятность возникновения пожара определяется на основе статистических данных о пожарах в аналогичных объектах. Предположим, что вероятность возникновения пожара в спортивном комплексе за год составляет 0.01 (1%).

В спортивном комплексе количество людей может значительно варьироваться в зависимости от времени суток и дня недели. Предположим, что во время пиковых нагрузок в здании находится 300 человек, а вероятность их присутствия в течение рабочего дня составляет 0.7 (70%).

Моделирование ОФП включает расчёт полей температуры, задымленности и концентрации токсичных газов. Для данного примера примем, что время до достижения критической температуры составляет 15 минут, а время до полной задымленности — 10 минут.

Вероятность успешной эвакуации зависит от эффективности систем оповещения и управления эвакуацией, а также от тренированности персонала и посетителей. Для данного примера предположим, что вероятность успешной эвакуации составляет 0.85 (85%).

Вероятность срабатывания систем автоматического пожаротушения и противодымной защиты определяется на основе их надежности и частоты технического обслуживания [19]. Примем, что вероятность срабатывания систем

автоматического пожаротушения составляет 0.9 (90%), а вероятность эффективной работы системы противопожарной защиты составляет 0.8 (80%).

$$R_{\text{соц}} = 0.01 \times (1 - 0.9) \times 0.7 \times (1 - 0.85) \times (1 - 0.8)$$

$$R_{\text{соц}} = 0.01 \times 0.1 \times 0.7 \times 0.15 \times 0.2$$

$$R_{\text{соц}} = 0.01 \times 0.0021$$

$$R_{\text{соц}} = 0.000021$$

Таким образом, социальный риск составляет 0.000021, что означает вероятность возникновения одного случая гибели или травмы среди группы людей в результате пожара в спортивном комплексе в течение года.

Этот расчет демонстрирует, как можно использовать данные о вероятностях возникновения пожара, присутствия людей, эффективности эвакуации и работы систем пожарной безопасности для оценки социального риска на спортивном объекте. Полученные результаты позволяют выявить наиболее уязвимые места и разработать эффективные меры по снижению риска, что способствует повышению уровня безопасности для всех посетителей и сотрудников спортивного комплекса.

### Список литературы

1. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности Приказ МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140.
2. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: Статистический сборник. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024, – 114 с.
4. Фадеев, М.Г., "Оценка пожарных рисков". М.: Мир, 2012. - 200 с.
5. Бакиров И. К., Файзулина М. М. Индивидуально-поточная модель эвакуации, как эффективный метод вероятностного подхода при оценке рисков пожарной опасности в зданиях //Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – №. 1-2 (5). – С. 15-17.
6. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями).
7. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 "О противопожарном режиме". М.: Официальное издание, 2020. - 112 с.
8. Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 года № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».

# **Разработка и обоснование мероприятий по снижению пожарных рисков от природных (ландшафтных) пожаров на территории Республики Хакасия**

**Шултрекова А.С.**

**Научный руководитель: кандидат химических наук,  
доцент**

**Долгушина Л.В.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** Актуальность выбранной темы «Разработка и обоснование мероприятий по снижению пожарных рисков от природных (ландшафтных) пожаров на территории Республики Хакасия» обусловлена ежегодным ростом количества природных пожаров на территории Российской Федерации, серьезными последствиями таких пожаров, зачастую сопровождающихся уничтожением лесных и степных массивов, уменьшением количества редких растений и животных, травматизмом и гибелью людей, порчей имущества и жилья.

Опасность природных пожаров определена вероятностью возникновения и распространения очагов возгорания, включает в себя антропогенную и природную пожарную опасность, а также пожарную опасность по условиям погоды. Для изменения опасности природных пожаров необходимо воздействовать хотя бы, на одну из составляющих. Опасность по условиям погоды — фактор нерегулируемый, воздействие реально только на первые два фактора. Пожары в регионах со значительной плотностью населения и интенсивной хозяйственной деятельностью человека испытывают большую антропогенную нагрузку, выполняя рекреационные функции, где высока вероятность присутствия источника высокой температуры.

Именно поэтому необходимо противопожарное устройство, под которым понимается система организационных, технических и лесоводческих мероприятий, направленных на предупреждение природных пожаров, снижение степени пожарной опасности, повышение пожарной устойчивости, обнаружение пожаров в начале их развития и их ликвидацию.

Для увеличения пожарной устойчивости и снижения степени пожарной опасности предусматриваются: очистка лесов от захламленности; регулирование состава древостоев; санитарные рубки, создаются противопожарные барьеры в лесах, минерализованные полосы; противопожарные разрывы; заслоны; опушки; канавы. Кроме того, учитываются все естественные барьеры – реки, озера, каменистые россыпи, болота, ручьи, водоемы. В качестве противопожарных барьеров используются тропы, дороги, трелевочные волоки, очищенные просеки, трассы ЛЭП.

Для защиты от возможности подземных пожаров по границам торфяников и в насаждениях на заторфованных почвах устраиваются противопожарные канавы. Глубина канав — до минерального слоя или до уровня грунтовых вод. Ширина по дну канавы — 0,2-0,4 м, ширина по верху — 1,5-2,8 м.

В целом, подход к противопожарному устройству именно лесных массивов определен «Указаниями по противопожарной профилактике в лесах и регламентации работы лесопожарных служб» [1]. Но главнейшие вопросы, касающиеся порядка проектирования данных мероприятий, методов анализа и принятия управляющих решений не проанализированы. Разнообразие природных территорий, отличающихся чрезвычайным описанием природных, лесорастительных, лесопирологических условий, не позволяет использовать одинаковые подходы к защите их от огня ландшафтного пожара.

**Ключевые слова (Keywords):** Хакасия, ландшафтный пожар, природный пожар, очаги возгорания, предупреждение, насаждения, пал, минеральные полосы.

Республика Хакасия расположена в центральной части Азиатского материка на юге Средней Сибири, между  $51^{\circ}15'-55^{\circ}23'$  с.ш. и  $87^{\circ}50'-91^{\circ}57'$  в.д. Хакасия образована 20 октября 1930 г. Территория республики вытянута в меридиональном направлении, расположена в юго-западной части Восточной Сибири в левобережной части бассейна реки Енисей, на территориях Саяно-Алтайского нагорья и Хакасско-Минусинской котловины.

Протяженность с севера на юг – 460 км, с запада на восток (в наиболее широкой части) – 200 км. На севере, востоке и юго-востоке Хакасия граничит с Красноярским краем, на юге – с Республикой Тыва, на юго-западе – с Республикой Алтай, на западе – с Кемеровской областью.

Разнообразие климатических и растительных зон – от высокогорья с круглогодичными ледниками и снегом, тундры, лесов и лесостепей до степей с древними могильниками – характерно для республики.

Климат резко континентальный, с сухим жарким летом и холодной малоснежной зимой. Средняя температура воздуха июля  $+17,9^{\circ}\text{C}$ , января  $-18,9^{\circ}\text{C}$ . Количество солнечных дней в республике значительно выше, чем в соседних регионах.

Преобладающий рельеф местности – степи, горы и тайга. Саянские горы, высота которых порой превышает 2000 м, занимают две трети территории республики.

Самые крупные реки Хакасии – Енисей, Абакан, Чулым и Томь. В республике более 500 озер, рек и мелких речушек. Общая протяженность рек – 8 тыс. км.

Площадь Республики Хакасия 61 900 км<sup>2</sup>. Это 0,4 % от территории Российской Федерации. Расстояние от столицы Республики Хакасия – города Абакана до Москвы составляет 4218 км.

Территория Хакасии разделена на 8 районов. Города республиканского подчинения – Абакан, Абаза, Саяногорск, Сорск, Черногорск. Всего на территории республики 271 населенный пункт.

Хакасия относится к физико-географической стране Горы Южной Сибири.

Здесь представлено большое разнообразие ландшафтов, особенно в горных сооружениях Кузнецкого Алатау и Западного Саяна. В Кузнецком Алатау и Западном Саяне на высотах более 1400–1700 м над ур. м. располагаются гольцовые и подгольцовые типы ландшафтов.

На более низких уровнях к ним примыкают ландшафты горно-таежного типа с редколесьем темнохвойного типа, которые распространены повсеместно в горных территориях (Кузнецкий Алатау и Западный Саян).

Следующая ступень – среднегорные ландшафты с темнохвойной тайгой, которые в горной территории имеют большое распространение.

Ниже по склонам, местами до высоты 600 м, ближе к Минусинской впадине господствуют ландшафты с горно-таежной темнохвойной растительностью.

Значительное распространение в предгорьях получили ландшафты с подтаежной растительностью, которые являются переходными между таежными и лесостепными, характеризуется распространением низкогорных светлохвойных, смешанных и лиственных лесов.

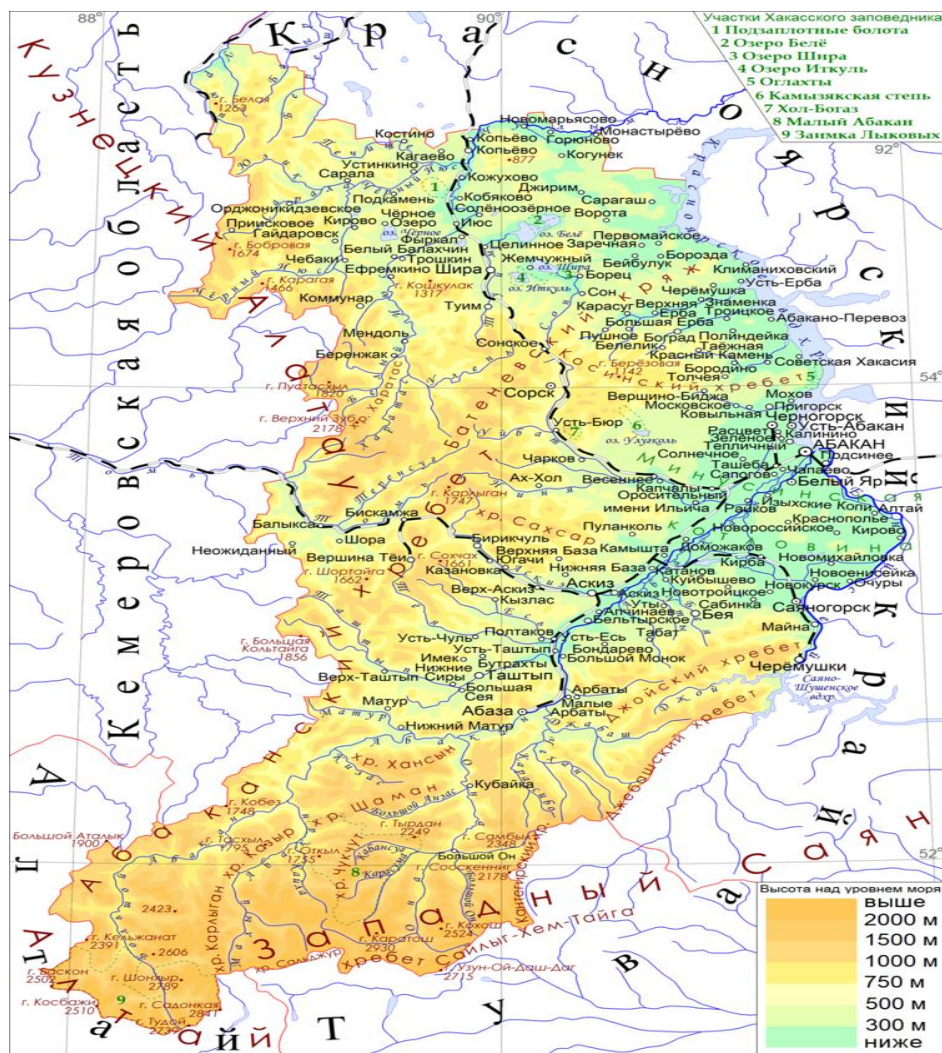


Рис. 1.1. Физико-географическая карта Республики Хакасия

Для уменьшения риска возникновения природных (ландшафтных) пожаров на территории Республики Хакасия важно своевременное проведение постоянной пропагандистской и разъяснительной работы с населением о необходимости соблюдения правил пожарной безопасности, в том числе с активным использованием средств массовой информации.

По данным Главного управления МЧС России по Республике Хакасия на территории города Абакана имеется несколько безводных районов, имеющих недостаточно развитую сеть пожарных гидрантов, обеспечивающих в круглогодичном режиме.

Также стоит отметить, что отсутствие должных знаний у населения о поведении при обнаружении очага возгорания и профилактики природных пожаров, зачастую приводит к губительным последствиям, на примере – масштабные пожары 12 апреля 2015 года на территории Республики Хакасия, в результате которых полностью уничтожены 1215 домов, частично повреждены 64 дома и 80 домовладений. Сгорело более 10,5 тыс. сельскохозяйственных животных. Пострадало 65 крестьянско-фермерских хозяйств и 600 личных подворий. Погибли 32 человека, около 6000 остались без крова. Ущерб от стихии превысил 7 млрд рублей.

На территории Хакасии после столь трагичных ландшафтных пожаров, связанных со стихией, полностью нерегулируемым фактором, ежегодно на уровне Правительства вносятся изменения и предложения в нормативные акты, закрепляющие основополагающие принципы предотвращения подобных ситуаций.

Постановлением Президиума Правительства Республики Хакасия от 13.03.2023 № 40-п «О подготовке объектов и населенных пунктов к весенне-летнему

пожароопасному периоду 2024 года на территории Республики Хакасия» предусмотрены основные мероприятия, направленные на предупреждение и минимизацию последствий стихийных пожаров [2], таких как:

обеспечение своевременного финансирования работ по обнаружению и тушению лесных пожаров за счет субвенций федерального бюджета, контроль за выполнением комплекса подготовительных мероприятий к пожароопасному периоду государственными автономными учреждениями Республики Хакасия, осуществляющими охрану, защиту и воспроизводство лесов, в том числе по ремонту противопожарной техники;

создание резерва ГСМ в необходимом объеме до начала пожароопасного периода;

проведение мероприятий по доведению группировки сил и средств лесопожарных формирований до количества не ниже нормативного;

организация мер при ликвидации природных пожаров для организации устойчивой связи с лесопожарными формированиями;

организация проведения работ по противопожарному обустройству полос отвода автомобильных дорог Республики Хакасия;

проведение превентивных мероприятий в пожароопасный период на территории Республики Хакасия в целях снижения негативного воздействия природных пожаров;

разработка планов противопожарных мероприятий по подготовке объектов жилищного фонда к эксплуатации в пожароопасный период;

организация первичных мер пожарной безопасности, определенных статьей 19 Федерального закона от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», разработка мер пожарной безопасности для населенных пунктов, предусмотренные статьей 21 Федерального закона № 69-ФЗ [3];

обеспечение территории городских округов и муниципальных районов Республики Хакасия звуковой сигнализацией для оповещения людей при пожаре, телефонной связью в соответствии со статьей 19 Федерального закона № 69-ФЗ, а также запасами воды для целей пожаротушения в соответствии со статьей 68 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [4];

разъяснительная работа с гражданами о необходимости очистки дворов, дачных и садоводческих участков, находящихся в собственности и пользовании граждан, от мусора и сухой травы.

в целях исключения возможного перехода природных пожаров на территории населенных пунктов создать (обновить) до начала пожароопасного периода вокруг территории населенных пунктов противопожарные минерализованные полосы шириной не менее 10 метров или иные противопожарные барьеры;

создание (восстановление) противопожарных минерализованных полос, иных противопожарных разрывов (барьеров) вокруг населенных пунктов и объектов, в том числе расположенных в лесных массивах, путем проведения опашки, контролируемого отжига или иным законным способом, с соблюдением дополнительных мер защиты, предусмотренных действующим законодательством.

В исследованиях В. В. Фурьева, Л. П. Злобиной [5] определены принципы и методы повышения пожароустойчивости как отдельных насаждений, так и крупных лесных массивов, заключающиеся в регулировании факторов, определяющих степень повреждаемости древостоев огнем. К ним относятся: запасы горючих материалов, состав древесного полога, подрост, подлеска, их строение и структура, характер кустарничкового покрова. Предложены шкалы оценки пожарной устойчивости насаждений с использованием компьютерной технологии на основе шести факторов: состава пород с учетом примеси лиственных (осина, береза), среднего диаметра древостоя, примеси лиственных в подросте и подлеске, высоты подроста, количества подроста и степени захламленности.[6]

В основном для предупреждения природных пожаров проводятся лишь отдельные мероприятия (прокладка минерализованных полос). По данным В. В. Фурьева и Н. П. Курбатского, [7] минерализованные полосы шириной 1,4 метра при низовых пожарах малой и средней интенсивности имеют эффективность 62 %; 2,8 метра — 88 %; 4,2 метра — 100 %.

Как видно, в 62 % случаев минерализованная полоса шириной 1,4 метра предотвращает распространение огня низового пожара с высотой пламени 0,5 — 1,0

метра. Но, для гарантированной защиты этого недостаточно, потому требуется проведение комплекса мероприятий, направленных на предупреждение распространения и развития напочвенных пожаров. [8]

В соответствии с Указаниями по проектированию противопожарных мероприятий в лесах по пирологическим свойствам барьеры разделяются на 4 группы: практически негоримые противопожарные барьеры; противопожарные барьеры с ограниченным количеством горючих материалов, недостаточным для поддержания интенсивного горения; противопожарные барьеры с наличием горючих материалов низкой пожарной опасности; комбинированные противопожарные барьеры.

Данная систематизация позволяет ранжировать наблюдающиеся линейные образования, однако не позволяет выбрать оптимальные лесорастительные условия и технологии для формирования новых барьеров. Как было отмечено, барьеры самостоятельно не могут обеспечивать предупреждение распространения низового пожара и тем более, развитие его в верховой пожар. Для этого необходимо провести дополнительные мероприятия: увеличение ширины барьеров, уменьшение густоты и состава хвойных пород, подроста молодняка, регулирование примеси лиственных пород и др. Естественные и искусственные противопожарные барьеры, могут служить опорной полосой для пуска встречного пала в случае возникновения лесного пожара, тем самым содействовать его локализации.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. «Указания по обнаружению и тушению лесных пожаров» (утв. Приказом Рослесхоза от 30.06.1995 № 100);
2. Постановление Президиума Правительства Республики Хакасия от 13.03.2023 № 40-п «О подготовке объектов и населенных пунктов к весенне-летнему пожароопасному периоду 2024 года на территории Республики Хакасия»;
3. Ст. 19,21 Федерального закона от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;
4. Ст. 68 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
5. Фуряев В. В., Злобина Л. П. Влияние лесоводственных мероприятий на пожароустойчивость насаждений. //Лесное хозяйство. — № 5. — 1995, с 152;
6. Фуряев В. В. Роль пожаров в процессе лесообразования. — Новосибирск: Наука, 1996, с 56;
7. Фуряев В. В., Курбатский Н. П. Эффективность защитных минерализованных полос в сосновых молодняках //Вопросы лесной пирологии. — Красноярск: ИЛиД, 1972, с 201;
8. Постановление Правительства РФ от 17.05.2011 № 376 (ред. от 07.07.2022) «О чрезвычайных ситуациях в лесах, возникших вследствие лесных пожаров» (вместе с «Правилами введения чрезвычайных ситуаций в лесах, возникших вследствие лесных пожаров, и взаимодействия органов государственной власти, органов местного самоуправления в условиях таких чрезвычайных ситуаций»).

# Оценка уровня пожарной опасности пожаров по технологическим причинам с 2019 по 2023 гг.

кандидат биологических наук

**Бобринев Е.В.**

кандидат технических наук

**Удавцова Е. Ю.**

кандидат физико-математических наук

**Кондашов А. А.**

**Стрельцов О. В.**

**Маторина О. С.**

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Проведен анализ динамики пожаров и их последствий на производственных объектах по технологическим причинам за 2019-2023 гг. Показана тенденция к увеличению среднего количества пострадавших (погибших плюс травмированных) при пожарах людей в расчете на 100 пожаров.

**Ключевые слова (Keywords):** производственные объекты, технологические процессы, погибшие, травмированные

**Введение.** В литературе широко обсуждаются основные методологические подходы в области управления пожарной безопасностью технологических процессов и разработке рекомендаций по выбору оптимальных методов управления [1, 2, 5, 7].

В 2018 году в Порядок учета пожаров и их последствий приказом МЧС России № 431 от 08.10.2018 г. внесены изменения, в соответствии с которыми все загорания (ранее не относящиеся к пожарам) стали относить к пожарам [3].

В настоящей работе проведено изучение динамики пожаров и их последствий, возникших по технологическим причинам на производственных объектах в Российской Федерации за период 2019–2023 гг.

**Изложение основного материала.** Для анализа использована статистическая информация [4]. Аппроксимация данных проводилась методом наименьших квадратов.

На рис. 1 приведена динамика количества пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

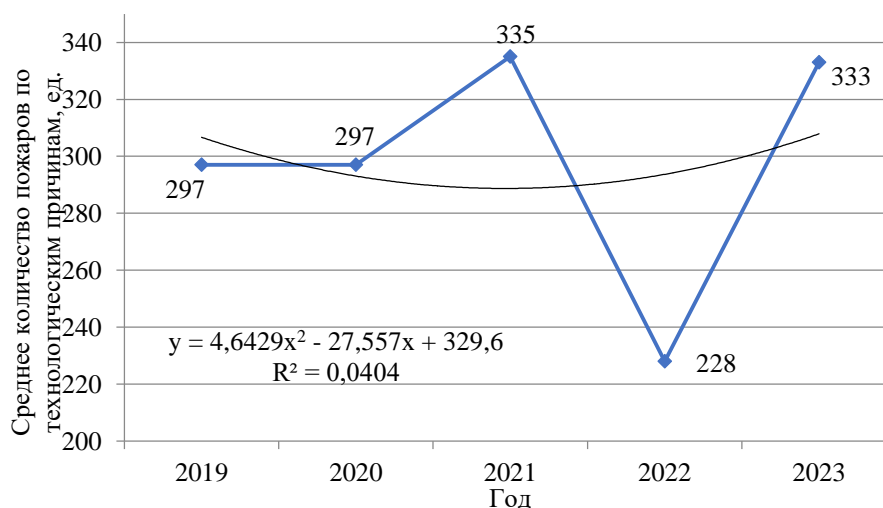




Рис. 1. Динамика количества пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

Методом наименьших квадратов выполнена аппроксимация данной зависимости степенной функцией (коэффициент детерминации равен 4%). То есть не наблюдается никаких тенденций как к снижению, так и к увеличению рассматриваемого показателя. Наблюдаются его незначительные колебания вокруг среднего параметра в 298 пожаров в год.

На рис. 2 представлена динамика среднего количества погибших при пожарах людей в расчете на 100 пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

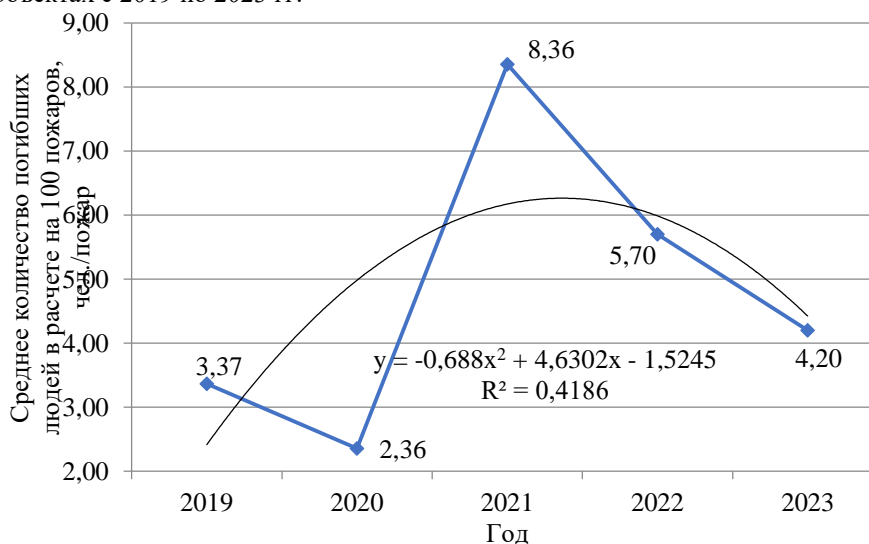


Рис. 2. Динамика среднего количества погибших при пожарах людей в расчете на 100 пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

Коэффициент детерминации равен 42%. В полученной зависимости не наблюдается никаких тенденций как к снижению, так и к увеличению рассматриваемого показателя. Наблюдаются его значительные колебания вокруг среднего параметра в 5 человек, погибших при 100 пожарах по технологическим причинам на производственных объектах в год. Следует отметить, что в среднем в Российской Федерации по всем пожарам за 2019-2023 годы погибло 2 человека в расчете на 100 пожаров.

На рис. 3 представлена динамика среднего количества пострадавших (погибших плюс травмированных) при пожарах людей в расчете на 100 пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

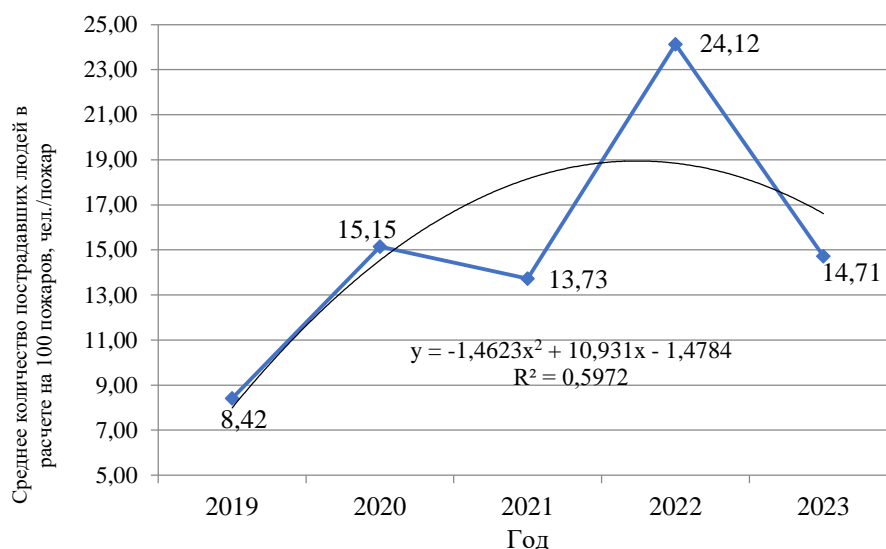


Рис. 3. Динамика среднего количества пострадавших (погибших плюс травмированных) при пожарах людей в расчете на 100 пожаров по технологическим причинам на производственных объектах с 2019 по 2023 гг.

Коэффициент детерминации равен 60%. В полученной зависимости наблюдается тенденция к увеличению рассматриваемого показателя. Наблюдаются его значительные колебания вокруг среднего параметра в 15 человек, пострадавших при 100 пожарах по технологическим причинам на производственных объектах в год. Следует отметить, что в среднем в Российской Федерации по всем пожарам за 2019-2023 годы пострадало 4 человека в расчете на 100 пожаров.

На рис. 4 представлена динамика показателя «отношение количества погибших людей к количеству пострадавших (погибших плюс травмированных)». Данный показатель оценивает вероятность выживания людей, попавших под воздействие опасных факторов пожара [6].

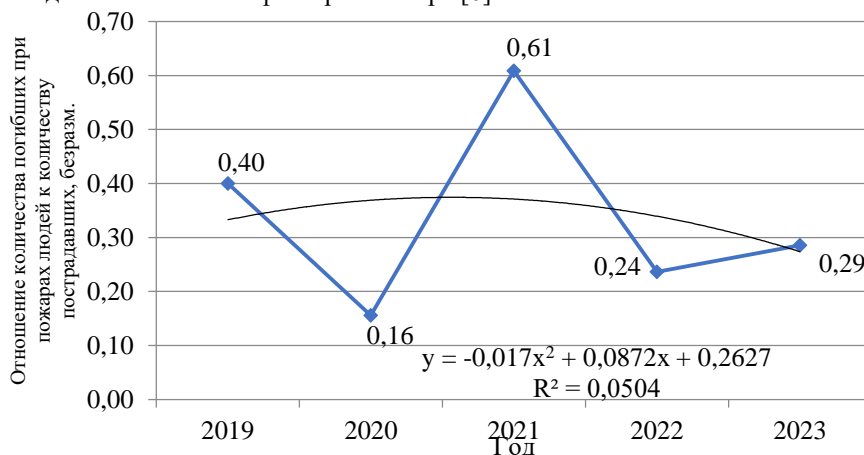


Рис. 4. Динамика отношения количества погибших людей к количеству пострадавших при пожарах по технологическим причинам людей с 2019 по 2023 гг.

Коэффициент детерминации равен 5%. В полученной зависимости не наблюдается никаких тенденций как к снижению, так и к увеличению рассматриваемого показателя. Наблюдаются его значительные колебания вокруг среднего параметра в 0,34.

**Выводы и перспективы дальнейших исследований.** Таким образом, показано, что производственно-технологические процессы, характеризующиеся наличием различных веществ и материалов по группам горючести, температурными режимами их обработки и переработки, технологическими источниками зажигания, является более потенциально пожароопасным, чем в среднем объекты защиты в

Российской Федерации. Уровень пожарной опасности этих процессов может повышаться из-за вероятности появления в производственных условиях ошибочных действий персонала.

### Список литературы

1. Гвоздев, Е. В. Об эффективности управления системой обеспечения пожарной безопасности на предприятии // Технологии техносферной безопасности : интернет-журнал. – 2014. – № 3(55). – С. 25.
2. Маштаков, В. А. Изучение динамики пожаров и их последствий, возникших по технологическим причинам / В. А. Маштаков, Е. Ю. Удавцова, Е. В. Бобринев [и др.] // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2022. – № 2(12). – С. 170-174.
3. О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России № 714 от 21 ноября 2008 г. [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России № 431 от 8 октября 2018 г. // Официальный интернет-портал правовой информации: сайт. – Электрон. дан. – [б. м.]. – Режим доступа: // <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201812130004?index=2&rangeSize=1>
4. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
5. Рашоян, И. И. Особенности обеспечения пожарной безопасности технологических процессов с точки зрения управления персоналом / И. И. Рашоян, А. С. Аюков // Символ науки: междунар. науч. журнал. – 2017. – № 3. – С. 114–117.
6. Харин, В. В. Оценка уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений) с учетом класса функциональной пожарной опасности за 2017-2020 годы / В. В. Харин, Е. В. Бобринев, А. А. Кондашов [и др.] // Безопасность техногенных и природных систем. – 2022. – № 2. – С. 43-48. – DOI 10.23947/2541-9129-2022-2-43-48.
7. Шмырева, М. Б. Особенности управления пожарной безопасности технологических процессов / М. Б. Шмырева // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2014. – № 1(5). – С. 186–188.

# Оценка геометрических параметров свободных струй на основе цифровых изображений

кандидат тех. наук, доцент

Пожаркова И.Н.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России

**Аннотация (Abstract)** В работе представлена методика автоматического определения геометрических параметров свободных струй огнетушащего вещества из пожарного лафетного ствола по их цифровым изображениям на примере струи огнетушащего вещества из пожарного лафетного ствола. Особенностью описываемой методики является возможность получения с высокими точностью и пространственным разрешением трехмерных координат точек верхней и нижней огибающих траектории струи, которая имеет низкую оптическую плотность, обуславливающую слабую различимость распознаваемого объекта относительно фона изображения. Представлен пример применения методики для оценки дальности струи по цифровым изображениям, полученным при натурном эксперименте на полигоне Сибирской пожарно-спасательной академии. Дана оценка точности результата, определенного на основе методики, относительно непосредственных линейных измерений.

**Ключевые слова (Keywords):** распознавание образов, траектория струи, пожарные стволы, пожарные роботы, цифровое изображение, перспективные преобразования, автоматизированная обработка изображений, техническое зрение.

## Вступление (Introduction)

К параметрам пожарной ствольной техники (в частности, пожарных лафетных стволов), оцениваемым на стадии ее испытаний, в первую очередь относится дальность струи огнетушащего вещества по крайним каплям, получаемая линейными измерениями при заданных давлениях, расходах воды или пены, углах наклона насадка и факела распыления [1]. Указанный параметр определяется при условии размещения пожарного ствола таким образом, чтобы точка вылета огнетушащего вещества лежала приблизительно в одной горизонтальной плоскости с точкой встречи струи с поверхностью цели (преграды или земли). Однако, в том случае, если на объекте защищаемые поверхности расположены на разных вертикальных отметках, помимо дальности возникает необходимость оценки координат всех точек траектории струи для обоснованного построения карт орошения – защищаемых пожарным лафетным стволом зон.

Струя огнетушащего вещества имеет сложную геометрию, обусловленную особенностями баллистики в воздушной среде, уменьшением плотности потока и увеличением площади его сечения по мере удаления от ствола, распадом на отдельные капли и другими явлениями, связанными с влиянием турбулентности [1]. Высокоточное прогнозирование траектории струи при известных скорости истечения, форме и размере насадка, а также другим параметрам на основе математических моделей в настоящее время представляет собой до конца не решенную проблему [2–4]. При натурных испытаниях пожарных стволов идентификация траектории струи может выполняться по ее цифровым изображениям (рис. 1, а). Факторами, существенно усложняющими решение данной задачи являются:

во-первых, геометрические искажения объекта на изображении, обусловленные значительными линейными размерами струи (десятки метров) и особенностями оптики используемого для съемки оборудования;

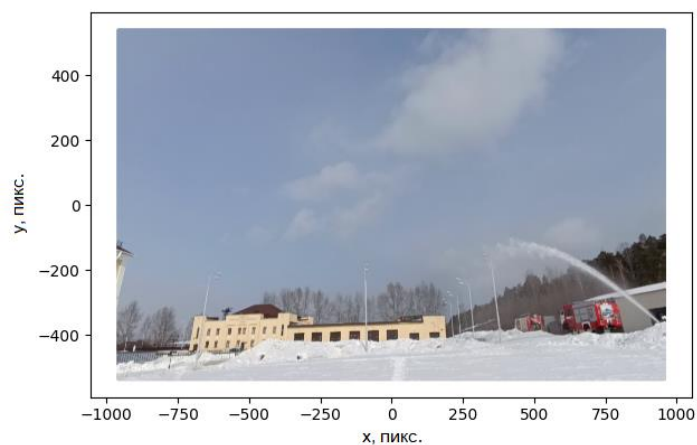
во-вторых, низкая оптическая плотность струи, которая делает ее слабо различимой относительно окружающего пространства (например, неба);

в-третьих, визуальные шумы на границах выделяемого основного потока огнетушащего вещества, вызываемые как распыленными фрагментами струи, так и

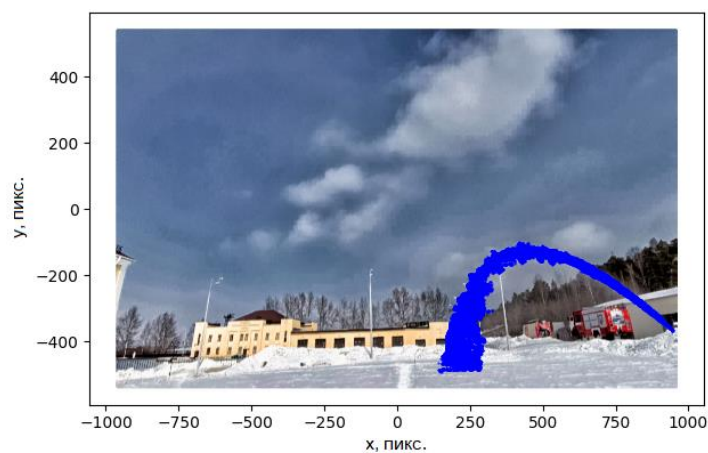
внешними фоновыми объектами.

### Материалы и методы (Materials and Methods)

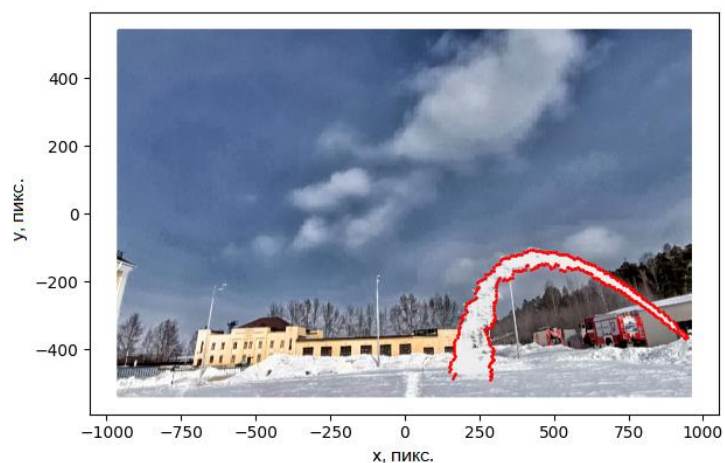
В данной статье представлена методика автоматического распознавания на цифровых изображениях струй огнетушащего вещества из пожарного лафетного ствола с учетом перечисленных факторов. Результатом расчета на основе методики является формирование массивов координат точек верхней и нижней границ основного потока в трехмерном пространстве экспериментального полигона (рис. 1), по которым можно, в том числе, оценить соответствующие геометрические параметры струи.



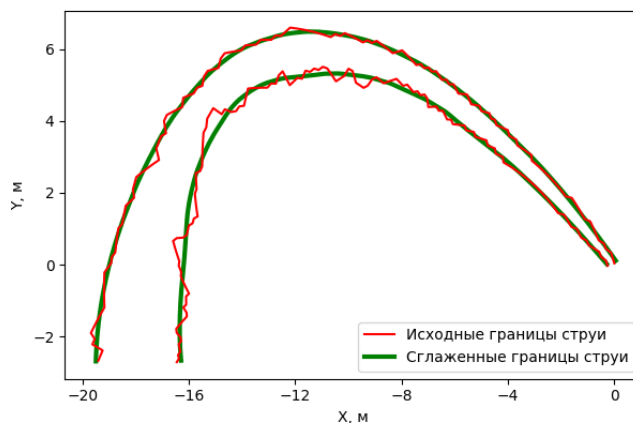
а



б



в



Г

Рис. 1. Этапы обработки цифрового изображения струи для оценки ее геометрических параметров: а – исходное изображение при углах поворота камеры  $\varphi_{OX} = 20^\circ$ ,  $\varphi_{OZ} = 0^\circ$ ,  $\varphi_{OY} = 0.12^\circ$ ; б – результаты предварительной обработки изображения и выделения множества точек струи; в – результаты распознавания границ основного потока огнетушащего вещества; г – результаты постобработки границ основного потока огнетушащего вещества и обратного перспективного преобразования выделенных контуров.

Реализация методики требует определения исходных данных, необходимых для автоматического расчета, которое выполняется в ходе натурального эксперимента и включает в себя помимо получения, собственно, цифровых (фото- или видео-) изображений струи:

калибровку внутренних параметров используемой камеры с использованием тестовых снимков [5] или, в упрощенном варианте, составление калибровочной матрицы  $K$  с учетом фокусного расстояния объектива камеры  $f$ :

$$K = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

фиксацию в координатном пространстве  $XYZ$  экспериментального полигона расстановки оборудования, в том числе:  $t_x$ ,  $t_y$ ,  $t_z$  – координат центра матрицы камеры [6];

измерение углов поворота камеры относительно осей  $OX$  и  $OZ$ :  $\varphi_{OX}$  и  $\varphi_{OZ}$ .

На рис. 2 приведена функциональная диаграмма предлагаемой методики в нотации IDEF0 [7].

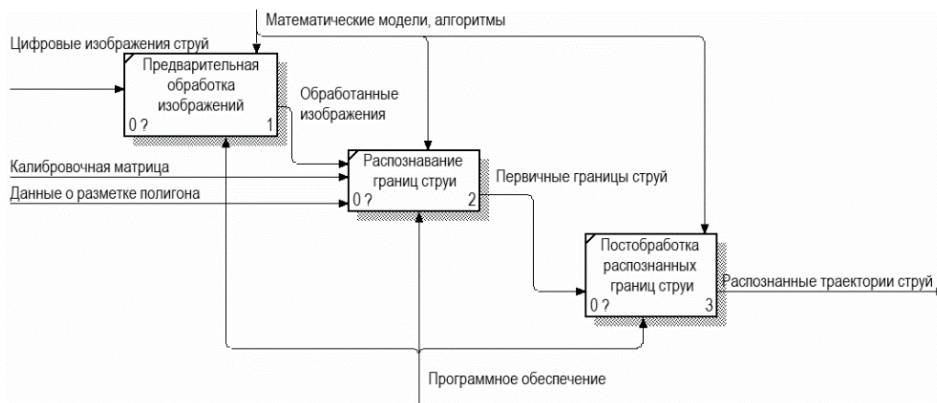


Рис. 2. Функциональная диаграмма распознавания траектории струи на основе цифровых изображений.

Распознавание траектории струи разбивается на три этапа (рис. 2):

1) Предварительная обработка изображения, которая подразумевает: устранение искажений изображения по горизонтали и вертикали (дисторсии); смещение правой границы гистограммы яркости; локальное и глобальное повышение контраста.

2) Распознавание границ струи, включая:

а) попиксельную классификацию изображения для получения множества точек  $x_i, y_i$  в плоскости  $xu$  (рис. 1, б), соответствующих струе огнетушащего вещества;

б) выделение первичных контуров границ струи на основе метода сечений в полярной системе координат [6, 8] (рис. 1, в);

в) обратное перспективное преобразование выделенных контуров границ струи, подразумевающее перевод точек границ из двумерной системы координат цифрового изображения  $xu$  в трехмерную систему координат экспериментального полигона  $XYZ$  – получение для каждой точки  $x_i, y_i$  соответствующих координат  $X_i, Y_i, Z_i$ .

Пусть  $p_i = \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{pmatrix}$  – однородные координаты точек изображения выделенных

границ струи,  $P_i = \begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{pmatrix}$  – координаты соответствующих точек границ струи в

системе экспериментального полигона. Тогда обратное перспективное преобразование имеет вид:

$$P_i = \lambda_i \cdot Q^{-1} \cdot p_i + t, \quad i = 1 \dots n, \quad (2)$$

где  $\lambda_i$  – масштабный коэффициент,

$n$  – мощность множества точек изображения выделенных границ струи;

$t = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix}$  – матрица перемещения камеры.

$$Q = K \cdot R, \quad (3)$$

где  $K$  – калибровочная матрица внутренних параметров камеры (1);

$R$  – матрица вращения камеры:

$$R = R_{OX} \cdot R_{OY} \cdot R_{OZ}, \quad (4)$$

где  $R_{OX} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\varphi_{OX}) & -\sin(\varphi_{OX}) \\ 0 & \sin(\varphi_{OX}) & \cos(\varphi_{OX}) \end{pmatrix}$  – матрица поворота камеры

относительно оси  $OX$  на угол  $\varphi_{OX}$ ;

$R_{OY} = \begin{pmatrix} \cos(\varphi_{OY}) & 0 & \sin(\varphi_{OY}) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\varphi_{OY}) & 0 & \cos(\varphi_{OY}) \end{pmatrix}$  – матрица поворота камеры относительно

оси  $OY$  на угол  $\varphi_{OY}$ ;

$R_{OZ} = \begin{pmatrix} \cos(\varphi_{OZ}) & -\sin(\varphi_{OZ}) & 0 \\ \sin(\varphi_{OZ}) & \cos(\varphi_{OZ}) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$  – матрица поворота камеры относительно

оси  $OZ$  на угол  $\varphi_{OZ}$ .

Необходимые для расчетов значения масштабного коэффициента  $\lambda_0$  и угла  $\varphi_{OY}$  поворота камеры относительно оси  $OY$  могут быть определены на основе решения матричного уравнения (2), составленного для полюса струи с известными координатами  $x_0, y_0$  и  $X_0, Y_0, Z_0$  в, соответственно, системах координат цифрового изображения и экспериментального полигона [6]. Затем, величина  $\lambda_i$  при расчете координат  $X_i, Y_i, Z_i$  каждой точки траектории струи вычисляется по уравнению (2) при задании  $Z_i = 0$ .

3) Постобработка распознанных границ струи (рис. 2) решает следующие задачи: фильтрация (удаление из массивов точек, координаты которых отличаются от соседних более чем на заданное значение), интерполяция (заполнение разрывов

на графиках на основе имеющихся данных), сглаживание (применение кубических сплайнов для представления зашумленной изломанной траектории гладкой функцией) (рис. 1, г).

### Результат (Results)

На рис. 1, а–г представлен пример последовательного выполнения этапов обработки изображения в соответствии с описанной методикой. Исходное изображение струи получено в результате натурального эксперимента, проведенного на полигоне Сибирской пожарно-спасательной академии [6] при следующих исходных данных: фокусное расстояние используемого объектива  $f=3.9$  мм; координаты центра матрицы камеры  $t_x=-23.4$  м,  $t_y=-1.34$  м,  $t_z=-30.1$  м; углы поворота камеры относительно осей  $\varphi_{ox}=20^\circ$ ,  $\varphi_{oz}=0^\circ$ .

В ходе обработки цифрового изображения определены следующие параметры:  $x_0=3.167$  мм (950 пикс.),  $y_0=-1.23$  мм (-369 пикс.),  $\lambda_0=28.8$ ,  $\varphi_{oy}=-0.12^\circ$ .

### Обсуждение (Discussion)

Полученные на основе распознавания основного потока огнетушащего вещества кривые (рис. 1, г) позволяют оценить как основные геометрические параметры струи значительных линейных размеров, так и координаты отдельных точек ее траектории. Так, в условиях эксперимента вычисленная дальность струи составила 19.7 м (рис. 1, г). Данное значение отличается от измеренного в ходе испытаний инструментальными методами на 1.7 %, что свидетельствует о высокой точности решения поставленной задачи.

### Заключение (Conclusion)

Следует обратить внимание, что в описанном виде методика может применяться в условиях отсутствия ветровой нагрузки на струю при проведении испытаний, т.е. все точки ее траектории лежат в одной вертикальной плоскости  $Z=0$ , либо на незначительном расстоянии от нее. Однако, как отмечено в [6], методика может быть адаптирована для решения задачи трехмерного распознавания потока огнетушащего вещества с учетом отклонения его траектории под воздействием ветра с использованием нескольких синхронизированных камер и алгоритмов фотограмметрии для последующей обработки полученных изображений.

### Ссылки на используемые источники (References)

1. Горбань Ю. И. Пожарные роботы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране. М. : Пожнаука, 2013. 352 с.
2. Здор Г. Н., Потеха А. В. Уточнение зависимостей для построения огибающих кривых компактной и раздробленной гидравлических струй лафетных стволов пожарных роботов // Вестник Гродненского государственного университета имени Янки Купалы. Серия 6. Техника. 2015. № 2(204). С. 68-77.
3. Пожаркова И. Н. Моделирование траектории струи огнетушащего средства из пожарного лафетного ствола при возмущающих воздействиях / И. Н. Пожаркова, С. Г. Цариченко, С. Г. Немчинов // Безопасность труда в промышленности. 2022. № 11. С. 7-13.
4. Пожаркова И. Н. Использование машинного обучения в задачах управления пожарными роботами / И. Н. Пожаркова, С. Г. Цариченко, С. Г. Немчинов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2023. № 12. С. 19-25.
5. Zhang Y. J. Camera calibration // 3-D Computer Vision: Principles, Algorithms and Applications. Singapore : Springer Nature Singapore, 2023. С. 37-65.
6. Пожаркова И. Н. Автоматизация обработки результатов натуральных испытаний пожарной ствольной техники на основе распознавания изображений / И. Н. Пожаркова, А. А. Мельников // Автоматизация в промышленности. 2024. № 4. С. 23-29.
7. ГОСТ Р 50.1.028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. Издательство стандартов, Москва, 2003. 49 с.



8. Пожаркова И. Н. Распознавание траекторий струй огнетушащего вещества из пожарного ствола на основе цифровых изображений / И. Н. Пожаркова // Программные продукты и системы. 2024. № 2. С. 262-269.

# О применении инновационных технологий в расследовании и экспертизе пожара

Прасолова Е.Н.

Долгушина Л.В.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

**Аннотация (Abstract)** Статья подготовлена в целях освещения применения современных технических возможностей, технологий при расследовании и экспертизе пожаров. Применение инноваций в расследовании и экспертизе существенно повышает точность результатов.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная криминалистика, расследование пожаров, экспертиза пожаров, новейшие технологии, инновации.

В статье рассматриваются инновационные технологии и навыки, используемые при расследовании пожаров. Эта тема будет актуальной всегда в связи с важностью и серьезностью предмета расследования и экспертизы для определения причины пожара.

Под расследованием пожаров подразумевается определение происхождения и причин возгорания, а также анализ конструктивного технического состояния объекта, связанного с пожаром, выдвижение версий при рассмотрении конкретного инцидента [1].

В настоящее время современный мир с новыми технологиями меняют мир, и пожарная безопасность не является исключением. Она также совершенствуется и в области расследования, экспертизы пожаров.

Место пожара - сложный объект экспертного исследования. Конечно, разрушительное действие огня очень велико, но огонь скрывает не все. Кроме того, он сам формирует следовую картину пожара, что очень информативно для профессионала – необходимо научиться идентифицировать данные, анализировать их и эффективно использовать. Сформированы специальные методики, которые позволяют путем исследования материальной обстановки на месте пожара установить место его возникновения (очаг пожара), пути развития горения, установить причину пожара, причем сделать это на весьма крупных и сложных пожарах объективно и доказательно [2].

В ходе осмотра следователь осматривает место пожара, получает письменные объяснения от пострадавших и очевидцев происшествия, изымает предметы и документы, которые могут быть доказательствами при установлении причины пожара, запрашивает документы, подтверждающие ущерб от пожара. Во время проверки следователь может также назначить экспертизу. На происшествии, а именно месте пожара, где множество обломков, мусора, людей, традиционные методы устаревают, слишком неэффективны в современном мире технологий, чтобы гарантировать, что будут задокументированы и не упущены из вида все важные улики.

Обученный дознаватель сможет увидеть по схеме прожогов, где начался пожар. Естественный пожар обычно распространяется из одной точки. Если наблюдается, что пожар начался в нескольких местах, это может быть признаком поджога. Наличие «ускорителей» (ЛВЖ, ГЖ, химические составы и т. д.) также в большей степени указывает на поджог. Эти закономерности можно смоделировать и визуализировать с определенной степенью точности с помощью современных технологий.

Если говорить о российских разработках в части обследования здания, то у нас на вооружении МЧС России есть мобильный диагностический комплекс для анализа устойчивости зданий и сооружений — «Струна», разработанный московским Центром исследований экстремальных ситуаций (ЦИЭС) в 2000-е годы.

В зарубежных странах используют новейшие технологии 3D-сканирование. В последние годы важность и потребность технологии 3D-лазерного сканирования в

арсенале пожарного дознавателя возросла благодаря её способности фиксировать мельчайшие детали места происшествия, что позволяет вернуться к месту происшествия без риска для жизни или загрязнения места. Инновации позволяют дознавателю плавно переключаться между съемкой места пожара с близкого расстояния и дальнего (безопасного) расстояния, поскольку современными лазерными 3D-сканерами пользователь может управлять на расстоянии 60 метров с точностью до миллиметра. Данные сканеры представляют собой многомерное изучение места пожара и вещественных доказательств, не упуская из вида детали.

Современные технологии полезны для точного сканирования места пожара или взрыва, но они также необходимы для того, чтобы рассказать историю места происшествия дознавателю.

Протокол осмотра является словесной фотографией места пожара. В нём подробно описываются термические повреждения, полученные предметами, материалами и конструкциями, признаки направленности распространения горения, предметы, которые могли послужить источником зажигания или средством поджога. К протоколу осмотра обычно прилагается схема, на которой обозначается расположение объекта, планировка помещений, места, в которых были обнаружены изъятые предметы, зоны распространения пожара и термических повреждений и другая информация.

В большинстве случаев протокол осмотра - это единственный источник объективной информации, которая позволит в дальнейшем установить причину и, как следствие, виновника пожара. Особая значимость этого документа заключается в том, что осмотр проводится, что называется, по горячим следам, то есть как можно быстрее после окончания тушения пожара, когда ещё можно зафиксировать все имеющиеся на месте пожара следы и предметы, пока сохраняется вещная обстановка.

К примеру, используя пирометр, можно зафиксировать зоны максимальных температур ещё не остывших теплоёмких конструкций, что может являться объективным признаком очага пожара. Чем больше прошло времени с момента ликвидации пожара до начала осмотра, тем больше утрачивается полезной информации, которая может быть использована для определения очага и причины пожара.

Если в ходе расследования обнаруживаются предметы, которые могут быть использованы в качестве вещественных доказательств, они извлекаются и упаковываются. Это могут быть электропроводка или электрооборудование со следами аварийной работы, поджога, предметы с признаками очагов возгорания и т.д.

Например, пирометр позволяет фиксировать зоны максимальных температур еще не остывших теплоёмких конструкций, что может быть объективным признаком очага возгорания. Чем больше времени прошло с момента ликвидации пожара до начала осмотра, тем больше теряется полезной информации, которая может быть использована для определения очага и причины пожара.

Конечно, при привлечении людей к исследованию возникают небольшие неточности. Нужно учитывать, что человек может принять во внимание не все параметры, ошибиться на отдельных этапах.

Применение компьютерных технологий в пожарной экспертизе существенно повышает точность. В настоящее время профессионалами было разработано специализированное программное обеспечение. Оно позволяет: обработать всю имеющуюся информацию; на ее основе выполнить ряд расчетов; с высокой точностью определить очаг возгорания и вероятные причины; смоделировать пожар; оценить все важные параметры.

В России также создали нейросетевой алгоритм для обнаружения пожаров на атомных предприятиях. Нейросетевой алгоритм для обнаружения, локализации и ликвидации возгораний на объектах атомной промышленности создали ученые Передовой инженерной школы Томского политехнического университета. Разработка станет основой программно-аппаратного комплекса, макет которого представили на Петербургском международном газовом форуме. Ученые собрали обширную базу данных, а также создали и обучили нейросеть. Она с учетом специфики технологического процесса может идентифицировать причину возгорания или другой внештатной ситуации, местоположение, тип и характеристики очага пожара, а также прогнозировать дальнейшие модели развития

событий и выдавать рекомендации по наиболее оптимальным механизмам и способам локализации, тушения тушащим составам[4].

В заключение всего сказанного стоит отметить, что способов и технологий, применяемых в расследовании пожаров, существует великое множество. При этом, существует множество методик и алгоритмов расследования пожаров, в том числе признанных на международном уровне. Данная отрасль универсальна в плане использования различных методов определения источника возникновения пожара, причин и пр., но также развивается и не стоит на месте благодаря специалистам, создающим современные программные технологии, ученым и грамотным специалистам в этой области.

#### **Список источников**

1. Чешко, И.Д. Расследование и экспертиза пожаров И.Д. Чешко. - Москва: Просвещение, - 2020. – 456 с.

2. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. Москва. 2002. 330 с. (ВНИИПО). Электрон.копия. URL: <https://fireman.club/literature/tehnicheskie-osnovy-rassledovaniya-pozharov-metodicheskoe-posobie-cheshko-i-d-vniipo-2002-skachat-v-doc-formate/> (дата обращения 20.12.2023). Доступна на сайте пожарных и спасателей Fireman.club.

3. Нейросетевой алгоритм // Информационное агентство ТАСС: сайт: сайт. – URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/1917885/> (дата обращения: 23.01.2024)

# Рекомендации об организации пожарной безопасности чабанских стоянок

Монгуш Р.Р.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** в работе проведен анализ лесных пожаров на территории Республики Тыва, которые являются следствием эксплуатации чабанских стоянок. Дано понятие чабанским стоянкам, общие сведения и возможная пожарная опасность на данных объектах. Ввиду отсутствия норм и правил содержания данных объектов с точки зрения пожарной безопасности, разработаны рекомендации по пожарной безопасности для чабанских стоянок, а именно планировка и содержание территорий, сооружений и помещений, а также изложены действия чабанов в случае пожара. Даны рекомендации о порядке сообщения о пожаре, спасении людей и оказании первой доврачебной помощи, эвакуации людей и имущества и первичным действиям по тушению пожара.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, лесные пожары, чабанские стоянки.

### Вступление (Introduction)

По статистическим данным каждый год происходит около 300 тысяч пожаров. Они наносят колоссальный экологический ущерб, экономический ущерб, влияют на виды растительности и среду обитания животных, на здоровье человека. Поэтому, защита от пожаров, является важнейшей задачей и обязанностью каждого члена общества и должна соблюдаться в общегосударственном масштабе. Но пожары, ни всегда могут возникнуть сами, зачастую этому способствует человеческий фактор [5]. Из-за своей неправильной деятельности, человек наносит вред окружающей среде. Меня, как и многих других жителей, где преобладает степная местность, беспокоит эта тема, потому что в результате пожаров гибнут леса, степи, луга, многочисленные его обитатели, гибнут растения их корни, а некоторые их виды исчезают. Эта обстановка может способствовать экологической катастрофе [5].

Одной из причин степных и лесных пожаров являются чабанские стоянки. Под чабанской стоянкой понимаются объекты и площадки, находящиеся вне территории населенных пунктов, а также отдельные здания и сооружения, предназначенные для содержания мелкого и крупного рогатого скота.

Разведение костров, сжигание мусора, пренебрежение правилами пожарной безопасности, халатность при эксплуатации отопительного оборудования и т.д. зачастую способствует развитию пожаров. Данная проблема является актуальной, поскольку на сегодняшний день отсутствуют какие-либо нормы регулирования правила пожарной безопасности для чабанских стоянок [3].

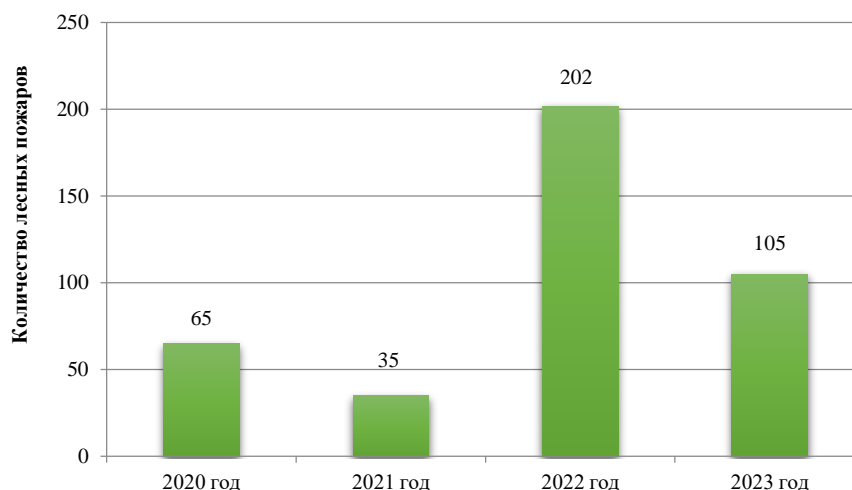
### Материалы и методы (Materials and Methods)

Целью работы является разработка рекомендаций (правил) пожарной безопасности для чабанских стоянок.

Для реализации поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:  
изучить статистику лесных пожаров на территории Республики Тыва;  
дать характеристику чабанским стоянкам;  
разработать рекомендации по пожарной безопасности для чабанских стоянок.

### Результат (Results)

На рис.1 представлена статистика лесных пожаров на территории Республики Тыва с 2020 года по 2023 год [5].



*Рис. 1. Количество лесных пожаров на территории Республики Тыва за 2020-2023 гг.*

На основании результатов статистических данных о количестве лесных пожаров на территории Республики Тыва следует отметить, что в 2022 году наблюдался значительный рост, на 477 %. Данный показатель является следствием пожароопасного периода, в том числе и лесных пожаров, что в свою очередь подтверждает актуальность данной работы.

2022 год стал рекордным для Тывы по количеству и масштабам лесных пожаров за последнюю пятилетку. С начала пожароопасного периода в регионе было зарегистрировано 202 лесных пожара на общей площади более 21,5 тысячи гектаров леса. Для сравнения: за все пять лет с 2018 по 2022 годы в лесах Тывы пострадало 60070,16 га леса [1].

Отдельное внимание стоит уделить чабанским стоянкам. Чабанские стоянки могут стать источником возникновения лесных пожаров из-за недостаточного контроля над огнем. Часто пастухи и овцеводы разводят костры для приготовления пищи или даже сжигают сухую растительность для создания новых пастбищ. Однако без должного надзора и контроля такие огни могут перерасти в лесной пожар.

Причины, приводящие к пожарам и загораниям на чабанских стоянках: неосторожное обращение с огнем (разведение костров и сжигание стерни, использование факелов и паяльных ламп для отогревания замерзших трубопроводов и остывших двигателей, машин и механизмов, курение, высыпание не затушенного шлака и золы вблизи строений); шалость детей с огнем; не исправность и не соблюдение технологических регламентов при эксплуатации теплопроизводящих установок и нарушение правил топки печей; неисправность электроустановок и нарушения пользования электронагревательными приборами; несоблюдение мер предосторожности при проведении электрогазосварочных и других огневых работ; искры котельных и других установок, а также выпускных труб двигателей тракторов, комбайнов и автомобилей.

На сегодняшний день отсутствует какие-либо нормы регулирования требований пожарной безопасности для чабанских стоянок. Поэтому данный вопрос является актуальным в рамках выпускной квалификационной работы.

Под чабанской стоянкой (рисунок 2) понимаются объекты и площадки, находящиеся вне территории населенных пунктов, а также отдельные здания и сооружения, предназначенные для содержания мелкого и крупного рогатого скота [2].



*Рис. 2. Общий вид чабанской стоянки*

Под объектами чабанской стоянки (рисунок 3) понимаются различные постройки, сооружения хозяйственного и бытового назначения, предназначенные для проживания чабанов и содержания мелкого и крупного рогатого скота.



*Рис. 3. Общий вид построек и сооружений чабанской стоянки*

Результатом научной работы были разработаны рекомендации об организации пожарной безопасности чабанских стоянок на территории республики Тыва.

При планировке и проектировании объектов чабанской стоянки, особое внимание должно быть уделено составлению перспективного плана застройки этой стоянки.

При проектировании строительства чабанской стоянки необходимо соблюдать требования строительных норм и правил СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

На чабанских стоянках разрешается возводить жилые дома, кошары для содержания скота, хозяйственные постройки, склады грубых кормов и ставить войлочные юрты. Количество и размеры построек определяют размерами чабанской стоянки в зависимости от количества содержащегося скота.

С учётом преимущественного функционального использования территорию чабанской стоянки необходимо подразделять на селитебную, производственную и хранения грубых кормов.

Селитебная территория предназначена для размещения жилых домов, юрт, бань и других различных хозяйственных построек, проездов и дорог.

Производственная территория предназначена для размещения кошар, тепляков, навесов, пунктов подогрева воды, эстакад, выгульных дворов и других, связанных с этим объектов, а также проездов между ними и дорог.

Территория склада грубых кормов предназначена для хранения сена (соломы) и подъезда к стогам (скирдам) для введения погрузочно-разгрузочных работ [6].

При строительстве зданий (сооружений) на территории чабанской стоянки необходимо соблюдать следующие требования:

а) пожароопасные объекты должны располагаться с подветренной стороны по отношению к безопасным или менее опасным в пожарном отношении зданиям и сооружениям;

б) все жилые дома, юрты, бани, пункты подогрева воды и т.д., оборудованные различными типами печей, должны располагаться с подветренной стороны по отношению к менее опасным в этом отношении объектам – кошарам, теплякам, различным хозяйственным постройкам и складам грубых кормов (сеновалам).

На территории существующей чабанской стоянки не разрешается строить новые объекты любого назначения без предварительного согласования с органами государственного пожарного надзора. Лица, допустившие самовольное строительство привлекаются к административной ответственности, а возведенные здания или сооружения подлежат сносу за их счёт.

Противопожарные разрывы между зданиями (сооружениями) запрещается использовать для складирования и временного хранения грубых кормов, каких-либо материалов и оборудования, а также осуществлять стоянку, ремонт и заправку автотранспорта, тракторов и другой сельскохозяйственной техники.

Противопожарные разрывы между строениями на чабанской стоянке необходимо принимать не менее приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Противопожарные разрывы между объектами чабанской стоянки

Объекты	Жилой дом	Юрта	Кошара	Склад грубых кормов
Жилой дом	16,5 м	21,0 м	24,0 м	31,5 м
Юрта	21,0 м	13,5 м	33,0 м	42,0 м
Кошара	24,0 м	33,0 м	24,0 м	43,5 м
Склад грубых кормов	31,5 м	42,5 м	43,5 м	52,5 м

Территория чабанской стоянки должна постоянно содержаться в чистоте и систематически очищаться от горючих отходов производства.

Ко всем зданиям и сооружениям должен быть обеспечен свободный доступ. Проезды и подъезды к зданиям и водосточникам, а также подступы к пожарному инвентарю и оборудованию должны быть всегда свободными.

При размещении чабанских стоянок вблизи лесов хвойных пород, между ее строениями и лесными массивами на расстоянии не менее 15 м должны создаваться на весенне-летний пожароопасный период защитные противопожарные минерализованные полосы – опашка шириной не менее 4м.

Непосредственно на территории чабанской стоянки запрещается применение открытого огня (костры, факелы и т.п.).

Сжигать мусор на территории чабанской стоянки разрешается только в безветренную погоду и не более 100 м от строений и хлебных массивов. Оставшуюся золу и угли необходимо залить водой или засыпать землей.

В местах хранения и применения огнеопасных жидкостей и горючих материалов, в животноводческих и других помещениях на чабанской стоянке курение строго запрещается. Курить можно только в специально отведенных местах, отмеченных надписями: «Место для курения», и оборудованных урнами или бочками с водой.

Для нужд пожаротушения имеющиеся естественные водоёмы, расположенные недалеко от чабанских стоянок, должны быть обеспечены подъездами для забора воды пожарными автомашинами.

Подъезды к естественным водоёмам должны быть всегда свободными, а в зимнее время очищены от снега. На открытом водоёме необходимо выровнять площадку для установки пожарной машины, а зимой сделать незамерзающую прорубь.

Для своевременной ликвидации пожара в начальной стадии его возникновения на территории чабанской стоянки около каждого строения необходимо на летний период устанавливать бочку с водой и ведром, а внутри дома, юрты и кошары постоянно иметь небольшую ёмкость или ведро с водой и шерстяное



(войлочное) полотнище (старое шерстяное одеяло и т.п.).

Все животноводческие, складские и вспомогательные здания (сооружения) и помещения должны постоянно содержаться в чистоте.

Выходы, проходы, коридоры, тамбуры запрещается загромождать какими-либо материалами, оборудованием и предметами. Двери эвакуационных выходов должны открываться только в направлении выхода из здания (сооружения) [4].

Количество эвакуационных выходов из животноводческого здания и помещения, а также и конструктивное и планировочное решение должны соответствовать требованиям строительных норм и правил.

Животноводческие помещения и их оборудование надо периодически очищать от пыли и других горючих отходов. Сроки очистки устанавливаются технологическими регламентами или противопожарными инструкциями, разработанными для данного помещения чабанской стоянки.

В животноводческих и других помещениях чабанской стоянки запрещается:

а) устанавливать на путях эвакуации производственное оборудование и другие предметы, забивать двери эвакуационных выходов;

б) производить уборку помещений с применением бензина, керосина и других легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;

в) оставлять после окончания работы и без присмотра топящиеся печи, включенные в электросеть нагревательные приборы (электроплитки, чайники и т.д.);

г) производить отогревание замерзших труб, различных отопительных систем паяльными лампами, факелами и любыми другими способами с применением открытого огня (это необходимо делать с помощью горячей воды или пара);

д) применять в животноводческих и других зданиях бытовые электронагревательные приборы (плитки, чайники и т.д.), за исключением специально оборудованных бытовых помещений.

Действия чабанов в случае пожара

При возникновении пожара действия работников чабанской стоянки (чабанов, сакманщиков и др.) в первую очередь должны быть направлены на обеспечение безопасности людей и животных.

Каждый работник чабанской стоянки, обнаруживший пожар или загорание, обязан немедленно сообщить об этом старшему чабану или лицу, его замещающего.

Старший чабан должен организовать:

а) посылку нарочного в ближайший населенный пункт для сообщения об этом в козую пожарную часть и администрации сельскохозяйственного предприятия;

б) тушение пожара имеющимися средствами для пожаротушения (пожарная мотопомпа, огнетушитель, вода, песок и т.п.);

в) эвакуацию (при необходимости) людей и животных из опасной зоны;

г) направить лицо, хорошо знающее расположение подъездных путей и водосточников, для встречи пожарных подразделений;

д) отключение (при необходимости) электроэнергии и осуществление других мероприятий, способствующих предотвращению распространения пожара.

Нарочный, при передаче сообщения о пожаре по телефону, должен соблюдать следующие правила:

а) услышав ответ дежурного диспетчера козую пожарной части, следует сказать, что передается сообщение о пожар;

б) назвать местечко, где расположена чабанская стоянка, подчеркнув (при необходимости) особенности в названии;

в) сказать, что горит и где – указать (по возможности) место возникновения пожара, внешние признаки пожара, наличие угрозы людям и животным;

г) указать удобный проезд, где и на каком километре шоссе сделать поворот (налево или направо);

д) сообщить свою фамилию и, если есть, номер телефона, по которому делается сообщение.

Представитель администрации объекта, прибывший первым к месту пожара, обязан:

а) проверить, вызвана ли пожарная помощь, организована ли эвакуация людей и животных;

б) поставить в известность вышестоящие органы;

в) возглавить работы по ликвидации пожара, эвакуации людей и животных до

прибытия пожарной помощи;

г) в случае угрозы для жизни людей немедленно организовать их спасение, используя для этого все имеющиеся силы и средства;

д) при необходимости вызвать медицинскую и другие службы;

е) обеспечить защиту людей, принимающих участие в тушении пожара, от возможных обрушений конструкций, поражений электрическим током, отравлений, ожогов;

ж) одновременно с тушением пожара принять меры к защите (охлаждение, удаление сгораемых материалов и др.) зданий и сооружений, которым угрожает опасность от воздействия высоких температур.

По прибытии на пожар подразделений пожарной охраны старший чабан или представитель администрации сельскохозяйственного предприятия, руководивший тушением пожара, обязан сообщить старшему начальнику подразделений пожарной охраны все необходимые сведения об очаге пожара, мерах, принятых по эвакуации людей и животных, а также о наличии в помещениях людей, занятых ликвидацией пожара.

Одновременно с вызовом пожарной помощи необходимо приступить к подготовке, а в случае прямой угрозы – к непосредственному спасению людей.

При возникновении пожара в деревянном доме спасение должно производиться немедленно из всего здания, независимо от места пожара и особенностей развития пожара. Делать это нужно быстро и спокойно.

Возглавлять спасение людей должен человек, пользующийся авторитетом, который возьмет на себя руководство ими, примет все необходимые меры для предотвращения паники и растерянности.

В первую очередь необходимо спасти детей, проверяя все места в горящем помещении (под столами и кроватями, в постели, в гардеробе, в темном углу, в кладовой и т.п.). Разыскивая взрослых в помещении, необходимо окликать их. Взрослых следует искать (в том числе и потерявших сознание) на путях к выходу из помещения (у окон, дверей и в коридорах).

Из задымленного помещения необходимо выходить, пригнувшись или ползком и опустив голову ближе к полу. Входя в сильно задымленное помещение, необходимо придерживаться за стены, запоминать предметы по пути движения и ориентироваться по направлению настила досок, расположению окон, дверей и т.п.

Отыскивая оставшихся и пострадавших, необходимо сделать простейшую повязку, защищающую органы дыхания от дыма, из нескольких слоев марли или полотенца, сложенного в несколько слоев и смоченного водой. Желательно иметь с собой запасные повязки для защиты органов дыхания отыскиваемых детей и взрослых.

Детей и взрослых, потерявших сознание, выносят на руках, завернув их в одеяло или пальто для защиты от действия высокой температуры.

По окончании спасательных работ необходимо тщательно осмотреть все помещения, особенно задымленные, чтобы убедиться в отсутствии там людей.

Запрещается проводить эвакуацию имущества до завершения операции по спасению людей.

Необходимо следить за тем, чтобы взрослые и дети не могли вернуться опять в горящее помещение.

В случае обнаружения человека, мечущегося от боли по помещению в горячей или тлеющей одежде, его следует остановить, снять с него горящую одежду или набросить на него плотную ткань (одеяло, постельное покрывало, пальто, плащ и т.п.), плотно прижав к своему телу. После чего облить его и вещи, в которые он будет завернут, водой.

После удаления пострадавшего в безопасное место ему необходимо оказать первую медицинскую помощь. Одновременно с этим, на место пожара следует немедленно вызвать скорую медицинскую помощь и подготовить к отправке пострадавших в ближайшее лечебное учреждение.

При ожогах, которые не нарушили кожного покрова (покраснение кожи, появление пузырей), для уменьшения боли необходимо обмыть обожженную кожу чистой холодной кипяченной водой, после чего смочить больное место спиртом, водкой или одеколоном и наложить сухую стерильную повязку. Запрещается срывать с обожженного места остатки одежды. Ее следует разрезать и осторожно снять, а прилипшие к коже куски можно короче обрезать по краям и наложить сверху

сухую повязку.

При значительных ожогах тела пострадавшего надо завернуть в чистую простыню, уложить в постель и укутать одеялом. До приезда врача больного нужно напоить теплым сладким чаем. Ни в коем случае нельзя использовать всякие домашние средства (смазывание ожогов подсолнечным маслом или другим жиром может привести к нагноению раны, а распространенное прикладывание сырых овощей, глины или земли может вызвать заражение столбняком). Запрещается прокалывание образовавшихся пузырей, срывание обвисших клочков кожи и т.п.

После завершения спасения людей необходимо приступить к эвакуации имущества и тушению пожара, что возможно производить одновременно, если позволяет обстановка. Во всех случаях при тушении пожара необходимо действовать быстро, использовать имеющиеся подручные средства пожаротушения и строго соблюдать правила техники безопасности

### **Обсуждение (Discussion)**

Пожары, вызванные чабанскими стоянками, могут распространиться быстро из-за сухости и ветров, что усложняет процесс тушения и увеличивает вероятность разрушительных последствий. Поэтому важно постоянно информировать пастухов и овцеводов правилам безопасности при использовании открытого огня на чабанских стоянках и предпринимать меры по предотвращению лесных и степных пожаров в своих районах.

Основными причинами пожаров на чабанских стоянках являются:

неосторожное обращение с огнем (курение, разведение костров, применением спичек и керосиновых фонарей с разбитыми стеклами при посещении различных неосвещенных помещений, высыпание на затушенных шлака и золы в близи строений);

нарушение правил пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ;

неисправность и неправильная эксплуатация теплогенераторов, пароводогрейных котлов, электробрудеров, обогревателей инфракрасными лучами, приборов печного отопления;

возникновение пожаром в результате неисправности и не правильной эксплуатации электропроводки, осветительной арматуры и установочных аппаратов;

пожары, возникающие от воздействий молний, детской шалости с огнем, искр выпускных труб двигателей тракторов и автомобилей, а также от других причин.

### **Заключение (Conclusion)**

В рамках проведенной работы были получены следующие результаты:  
проведен статистический анализ лесных пожаров Республики Тыва с 2019 по 2023 гг.

дано понятие чабанских стоянок, общие сведения и возможная пожарная опасность на данных объектах;

разработаны рекомендации по пожарной безопасности для чабанских стоянок Республики Тыва;

представлены противопожарные требования к объектам чабанских стоянок, а именно жилым домам, юртам, кошарам, складам.

разработаны рекомендации о порядке сообщения о пожаре, спасении людей и оказании первой доврачебной помощи, эвакуации людей и имущества и первичным действиям по тушению пожара

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Кызыл-оол И. Т. Организация хозрасчётных чабанских бригад. Кызыл, 1962 г. – 56 с.
2. Огневые испытания чабанской юрты. – Кызыл-Иркутск, ИфВИПТШ МВД РФ. 1991 г. – 16 с.
3. Официальный сайт Управления Федеральной службы государственной статистики по Республике Тыва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://17.rosstat.gov.ru/folder/29698> (дата обращения: 10.09.2024).
4. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от

21.05.2021) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

5. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 80 с.

6. Приказ МЧС России от 21.11.2008 № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий».

7. Приказ МЧС России от 8 октября 2018 года N 431 «О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий»;

8. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 04.11.2022) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

9. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «О пожарной безопасности».

10. «Что делать при лесном пожаре? Инфографика» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aif.ru/society/safety/> (дата обращения: 10.09.2024).

# **О пожарной опасности котельных на твердом топливе**

**Ситников М.С.**

**Научный руководитель: кандидат технических наук**

**Вайтекунене Е.Л.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** В статье рассмотрены источники возникновения пожарной опасности на производственных объектах на примере котельных на твердом угольном топливе. Приведена статистика пожаров на производственных объектах на территории Российской Федерации в период с 2019 по 2023 год.

**Ключевые слова (Keywords):** пожар, пожары в котельных, сажа

В настоящее время уголь продолжает широко использоваться в качестве основного топлива для печного отопления и эксплуатации котельных установок. По сравнению с дровяным отоплением, уголь обладает рядом преимуществ, включая [1]:

**Повышенную доступность:** Уголь более доступен, чем древесина, что обеспечивает стабильное снабжение.

**Экономическую эффективность:** Низкая стоимость угля по сравнению с древесиной делает его более привлекательным вариантом.

**Логистическую удобность:** Уголь легче транспортировать и хранить, что снижает логистические проблемы.

**Конкурентоспособные энергетические свойства:** Высокая энергетическая плотность и тепловая отдача угля делают его жизнеспособным вариантом для производства энергии.

Кроме того, возможность применения угля в современных автоматизированных отопительных системах является существенным преимуществом.

Однако необходимо признать, что уголь может быть опасным источником топлива, требующим строгого соблюдения технических условий и правил безопасности при бытовом и промышленном использовании для предотвращения пожаров и других аварий.

При полном сгорании угля образуются различные химические продукты, включая летучие газообразные вещества и несгоревшие углеводороды, в том числе в виде сажи. Газообразные продукты горения угольного топлива, включающие мелкую твердую фазу, формируются в виде дыма, окрашенного в светло-серый, серовато-желтый или темно-серый цвета.

Дым от угольного топлива отличается от дыма от древесного топлива своей плотностью и поведением в атмосфере. Дым от древесного топлива намного легче воздуха, поэтому он быстрее поднимается вверх. Напротив, дым от ископаемых углей тяжелее и трудно рассеивается в атмосфере, при этом твердая фаза оседает в виде сажи на различных поверхностях.

Сажа представляет собой углеродсодержащее вещество, образуемое как продукт неполного термического разложения углеводородов в неконтролируемых термических и окислительных условиях. Сажа химически содержит углерод, водород, кислород, серу и остатки минеральных веществ угольного топлива. Сажа, как правило, является нежелательным продуктом горения, поскольку она может оказывать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Несмотря на то, что природу и механизмы образования сажи изучают длительное время, многое остается невыясненным. Для многих областей техники пока нет достаточно эффективных способов управления процессами образования и последующего термического разложения сажи. Поэтому разработка новых технологий и методов контроля образования сажи является актуальной задачей в

области энергетики и экологии.

Скопление сажи и нагара в дымоотводящих элементах является потенциально опасным явлением, способным привести к возникновению пожаров. Возгорание сажи сопровождается высокотемпературным выбросом горящих частиц и возможной инициацией газификации сажевого остатка, что может провоцировать дополнительное горение.

Сажа, скопившаяся в трубе, может воспламениться от искр, образовавшихся вследствие механического разрушения кусков топлива, которое проявляется эффектом термической деформации (потрескиванием) угля и дров. Температура при таком процессе горения может достигать более 1000°С.

Горящая сажа может привести к разрушению канала дымоходов, перегреву и воспламенению рядом расположенных горючих предметов и конструкций. Особую опасность представляют дымоотводные конструкции (трубы), расположенные в пределах кровельного пространства с деревянными элементами, так как температура воспламенения сухого дерева составляет порядка 250-260°С.

В связи с этим, обеспечение безопасности дымоотводящих элементов является важной задачей, требующей регулярного контроля и очистки дымоходов от сажи и нагара. Разработка и внедрение эффективных методов предотвращения скопления сажи и нагара в дымоотводящих элементах может помочь уменьшить риск возникновения пожаров и обеспечить безопасность людей и имущества [1].

В связи с высокой частотой пожаров на производственных предприятиях, возникает необходимость в усовершенствовании систем пожарной безопасности, улучшении оборудования и изучении материалов и веществ, при взаимодействии которых возникают пожары.

В настоящее время в стране наблюдается сложная ситуация с финансированием предприятий и организаций, что негативно влияет на уровень пожарной безопасности зданий и сооружений на момент сдачи в эксплуатацию. Возникший пожар на предприятии может угрожать жизни и здоровью людей, работающих на данном объекте.

Благодаря профилактической работе органов государственного пожарного надзора, пожары возникают намного реже. Однако, чаще всего пожары возникают на производственных объектах, где возможно нахождение взрывопожароопасных веществ и материалов, а также хранение баллонов с горючими газами [2].

Одними из самых распространенных источников возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются взрывы и пожары, которые происходят на потенциально-опасных объектах. К таким объектам можно отнести производства, где обращаются взрывчатые и имеющие высокую степень взрывоопасности вещества, крупногабаритные резервуары, магистральные газопроводы, предприятия ТЭЦ, ТЭС, ГЭС.

В связи с этим, обеспечение пожарной безопасности на производственных предприятиях является важной задачей, требующей регулярного контроля и улучшения систем пожарной безопасности. Разработка и внедрение эффективных методов предотвращения пожаров может помочь уменьшить риск возникновения чрезвычайных ситуаций и обеспечить безопасность людей и имущества.

Согласно этому пожарная безопасность на данных объектах должна полностью соответствовать требованиям нормативных правовых актов и нормативных документов в области пожарной безопасности. Общее число пожаров на территории Российской Федерации на объектах производственного назначения за последние пять лет составило [3]:

2019 год – 3546 ед.;

2020 год – 3438 ед.;

2021 год – 3589 ед.;

2022 год – 1949 ед.;

2023 год – 2168 ед.

Обеспечение пожарной безопасности в котельных является сложной задачей, требующей комплексного подхода. В частности, необходимо внедрять усовершенствованные системы управления пожарной безопасности, обеспечивать подготовку персонала в соответствии с требованиями пожарной безопасности, проводить целевые проверки технологического состояния противопожарного оборудования и водоснабжения, а также обеспечивать защиту от проникновения посторонних лиц на объекты [4].

Анализ пожарной опасности и разработка мероприятий по усовершенствованию противопожарной защиты котельной является важной и актуальной темой для разработки. Это связано с наличием взрывоопасных веществ и технологического процесса производства, что создает высокий риск возникновения пожаров и чрезвычайных ситуаций, необходимо разработать и внедрить эффективные меры по усовершенствованию противопожарной защиты котельной, чтобы обеспечить безопасность людей и имущества.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Исследование сажи как причины возникновения пожароопасного состояния при эксплуатации отопительного котла на угольном топливе / Д. В. Седов, А. В. Белов, П. А. Клейманов [и др.] // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2024. – № 2(33). – С. 177-183. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.32.67.007. – EDN OLUIBE.

2. Роддатис К.Ф., Полтарацкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. 1989-488с.

3. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.

4. Калинин, А. Н. Причины пожаров и возможные пути их предупреждения на газовой котельной / А. Н. Калинин // Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности : Материалы III Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 20 марта 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 70-72. – EDN XQVXIV.

# Системный подход к исследованию деятельности гарнизона пожарной охраны

Серембил С.С.

кандидат педагогических наук, доцент

Трояк А. Ю.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** В науке сложился специфический, так называемый системный подход к изучению объектов, явлений и процессов большой степени сложности, который реализует на практике принципы целостного рассмотрения явлений и процессов во всей сложности взаимосвязи их развития в настоящей статье рассмотрен системный подход к исследованию деятельности гарнизона пожарной охраны.

**Ключевые слова (Keywords):** системный подход, гарнизон, пожарная охрана, тушение пожаров.

Системный подход представляет собой совокупность принципов и методов исследования любых объектов (технических, экономических, управленческих и др.) как систем. Он ориентирован на раскрытие основных системных свойств объекта, на выявление всех типов его связей и взаимодействия и сведение их в единую картину.

При системном подходе организация рассматривается как многоплановое явление, связывающее в органичное единое целое, цели, ресурсы и процессы, протекающие в организации и вне ее. Для отдельных учений об управлении характерно наличие упора на какое-то ключевое с точки зрения данного учения направление (цели, внешняя среда, структура и т.п.). Однако их принципиальное отличие от «одномерных» учений состоит в том, что все они исходят из многомерности организации и управления ею и из необходимости учета в управленческой деятельности влияния и взаимодействия множества факторов, находящихся как внутри, так и вне организации и оказывающих прямое и косвенное воздействие на ее функционирование. Другой важной особенностью данного направления является то, что они все в большей или меньшей мере исходят из наличия так называемого системного эффекта, выражающегося в том, что целое всегда качественно отлично от простой суммы составляющих его частей [4].

Одно из многочисленных определений гласит, что «...система представляет собой комплекс связанных между собой или взаимозависимых объектов, которые образуют сложное единство, целое, состоящее из частей, расположенных упорядоченно в соответствии с какой-то схемой или планом».

Системой может быть также упорядоченное собрание информационных данных, фактов, законодательных актов, принципов, доктрин и т.п. Любую систему можно разделить на части: подсистемы, элементы и связи.

Подсистема - это самостоятельная часть системы, обладающая системными свойствами, т.е. представляющая собой систему более низкого уровня.

Под элементом системы понимают часть системы, которую уже нельзя расчленивать.

Связь - это форма взаимодействия элементов системы. С помощью связей формируются отношения, определенные для данной системы, например, связи управления и подчинения (вертикальные связи), связи равноправных отношений (горизонтальные связи), прямые и обратные.

Общая теория систем представляет собой фундаментальную, основополагающую науку, которая рассматривает свойства систем, а не их физическую форму.

Основными задачами общей теории систем являются:

а) формулирование общих принципов и законов систем независимо от их элементов и отношений между ними;

б) путем анализа биологических, социальных и поведенческих объектов как



систем особого типа, установление точных и строгих законов в нефизических областях знания;

в) создание основы для синтеза современного научного знания в результате выявления изоморфизма (подобия, сходства) законов, относящихся к различным сферам реальности.

Преимуществом системного подхода к анализу теории и практики управления состоит в том, что он дает возможность выявить критические переменные и различные ограничения, действующие на систему, а также их взаимодействие друг с другом. Владение принципами и приемами системного подхода заставляет руководителей подходить к решению любой проблемы, любого вопроса с учетом его последующего взаимодействия с другими проблемами и вопросами.

Наиболее эффективным инструментом при системном подходе является системный анализ.

Системный анализ является высокоэффективным средством решения сложных, не всегда четко структурированных проблем в различных областях человеческой деятельности, в том числе и в области управления. При этом любой объект рассматривается как система взаимосвязанных подсистем и элементов, их свойств и качеств. Смысл системного анализа сводится к уточнению сложной проблемы, ее структуризацию в серию задач, решаемых с помощью различных методов, нахождению критериев их решения, детализации целей и конструированию эффективной модели управления организацией для достижения целей [5].

Анализ проблем, а в области организационно-управленческой деятельности в особенности, должен далеко выходить за рамки предлагаемой методики и предваряться по возможности глубоким изучением внешней среды, во многом определяющей возникновение, характер и механику дальнейшего разрастания или угасания проблем в подсистемах, - в нашем случае в совершенствовании управления гарнизоном пожарной охраны.

Оперативная деятельность пожарной охраны как сложной системы - это совокупность элементов, связанных между собой определенными отношениями. К ним можно отнести следующие:

- численность населения;
- площадь территории района;
- наличие пожароопасных объектов;
- наличие зданий повышенной этажности;
- состояние дорог и водоснабжения;
- численность пожарной охраны;
- тактико-технические возможности пожарной охраны;
- подготовленность работников пожарной охраны.

При системном подходе к исследованию управления гарнизоном пожарной охраны и его деятельности требуется содержательное исследование каждого элемента подсистемы.

Управление может осуществляться только в том случае, когда существует реально действующая система, решающая задачи управления; в нашем случае это гарнизон пожарной охраны.

Структурно-функциональная подсистема выступает основой системы управления. Причем при определенном уровне развития управления эта основа системы управления фактически эквивалентна системе управления в целом.

Вторую подсистему системы управления можно рассмотреть как информационно-поведенческую, состоящую из основных частей, представленных следующими блоками:

- управленческая идеология и ценностная ориентация системы управления;
- интересы и поведенческие нормативы участников процесса управленческой деятельности;
- информация и информационное обеспечение коммуникаций в системе управления.

Следующей подсистемой системы управления является подсистема саморазвития системы управления. «Появление подсистемы саморазвития системы управления отражает возникновение в системе управления таких качеств, как стремление к самосовершенствованию, гибкость и адаптивность к изменениям, ориентация на новшества, поиск и разработка прогрессивных идей и ускоренное введение их в практику функционирования системы управления».

Подсистема саморазвития управления не просто отражает названные качества системы управления, она является генератором этих качеств, она же несет в себе механизм их воспроизводства, закрепления, распространения и практического воплощения. Данная подсистема является источником и проводником потребности системы управления в самосовершенствовании и одновременно носителем механизма, посредством которого осуществляется развитие системы управления.

Важнейшим направлением функционирования подсистемы развития системы управления является профессионализм кадров системы управления. Это обусловлено тем, что единственно возможным реальным движением системы управления может быть только движение ее кадров, во-первых, по вертикали (должностное продвижение), во-вторых, по горизонтали (смена профиля работ и рабочего места) и, в-третьих, вглубь (улучшение поведения и способностей в общении, рост позитивного отношения к работе, повышение профессиональной квалификации, производственного кругозора и навыков работы, овладение смежными профессиями и современными средствами обработки и передачи информации).

Развитие управления организацией является частью ее общего поступательного движения. Поэтому независимо от того, какую роль играет управление на том или ином этапе или же в тех или иных социально-экономических условиях, его преобразование всегда задается общим направлением развития. Развитие управления - это не разовые преобразования управления с целью достижения «наилучшего» состояния управления, а непрерывающийся во времени процесс.

Первый общий принцип развития управления можно сформулировать следующим образом: независимо от конкретного содержания причин, требующих и вызывающих развитие управления, его преобразование должно начинаться с преобразования исходных начал, задающих построение и осуществление управления.

Второй общий принцип развития управления состоит в том, что необходимость и направленность этого развития преимущественно определяется содержанием новых задач, возникающих перед организацией. Конкретизация этого принципа для практической реализации означает то, что реальная потребность развития управления вытекает не из несовершенства отдельных сторон управления и не из возможностей повышения его эффективности, а порождается появлением новых задач, возникающих перед организацией.

Третий общий принцип развития управления состоит в следующем: ограничительным фактором любого преобразования управления являются кадры. «Люди не только приводят в движение и создают новое, но и они же тормозят развитие, причем не обязательно сознательно. В конечном счете, успех любого преобразования зависит от людей, задействованных в нем».

Гарнизон пожарной охраны должен обеспечить функционирование системы противопожарной защиты района.

Деятельность гарнизона направлена на решение трех основных задач:

выявление причин возникновения и распространения пожаров, условий необходимых для успешного тушения пожаров, разработка профилактических мероприятий и осуществление их через соответствующие организации.

подготовка личного состава ГПС к действиям по предупреждению и тушению пожаров.

тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ.

Силы и средства пожарной охраны также привлекаются для:

спасания людей и ликвидации последствий стихийных бедствий;

оказания помощи городским (районным) службам в тех случаях, когда позволяет оперативная обстановка и технические возможности подразделений гарнизона.

В соответствии с указанными направлениями деятельность гарнизона пожарной охраны можно разделить на следующие функциональные подсистемы:

профилактика пожаров;

оперативное управление силами и средствами при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работах;

обеспечение деятельности подразделений гарнизона.

Система противопожарной защиты района имеет многоуровневую

иерархическую структуру, которая построена по территориальному, функциональному и отраслевому признакам. Подсистемами этой структуры по функциональным признакам можно считать надзорные органы, службу пожаротушения, техническую службу и все другие структуры пожарной охраны.

Подсистемами пожарной охраны по отраслевому признаку являются органы и подразделения Государственной противопожарной службы по охране административно-территориальных образований, различных объектов народного хозяйства с учетом их специфики, а также пожарная охрана других министерств и ведомств.

Организация тесного взаимодействия всех звеньев системы противопожарной защиты является, во-первых, одним из важных условий эффективности ее функционирования, во-вторых, способствует дальнейшему совершенствованию деятельности взаимодействующих органов и организаций в борьбе за сохранность всех видов собственности от пожаров.

Необходим более требовательный подход к соблюдению всех противопожарных норм и правил на производстве и в быту, необходимо постоянное совершенствование профессионального мастерства сотрудников и работников ГПС.

Организационное устройство пожарной охраны на протяжении своего существования претерпело существенные изменения. Развитие нашего государства в современных условиях требует совершенствования организационной структуры пожарной охраны с целью повышения эффективности ее деятельности, как системы государственного механизма.

Во-первых необходимо провести глубокий анализ содержания пожарной охраны. Необходимо сопоставить затраты на ее содержание с работой, которую выполняет пожарная охрана. В одном районе подразделения могут быть в несколько раз сильнее загружены чем в другом при одинаковых окружающих обстоятельствах (численность населения, пожарная опасность охраняемой территории или объектов, гибель людей и т.д.), а затраты на содержание этих подразделений в несколько раз меньше со сравнимаемыми. Одни подразделения выезжают на пожары, аварии по несколько раз в день, а другие 2-3 раза в месяц.

Во-вторых, давно назрела необходимость замены подразделений ГПС комплектуемых работниками (ППО) на подразделения ГПС комплектуемые сотрудниками (ВПО) либо в установлении надбавок и дополнительных льгот работникам. Целесообразно рассмотреть вопрос и о переводе сотрудников не занимающихся оперативной деятельностью в категорию работников.

В-третьих, создание механизма, для претворения в жизнь положений, изложенных в Федеральном законе о пожарной безопасности. При формировании организационной структуры органов управления и подразделений пожарной охраны особое значение имеет формирование целей ее деятельности.

Главной целью и функцией пожарной охраны является защита от пожаров. Эта цель подразделяется на подцели: предотвращение пожаров, ограничение ущерба, техническое обеспечение и обслуживание органов и подразделений пожарной охраны, кадровое и финансовое обеспечение. Для достижения этих подцелей специально выделенным органам и подразделениям поручается выполнение определенных функций. Реализация их для достижения поставленных целей поручается отдельным сотрудникам, руководителям, подразделениям.

Детализированные в виде должностных инструкций эти функции определяют организационное и кадровое обеспечение органов и подразделений, требования к сотрудникам, направление и объемы работы. Можно сказать, что именно для выполнения определенных функций и создаются структурные подразделения.

Кроме основных функций в органах и подразделениях пожарной охраны реализуются так называемые обеспечивающие функции: финансово-плановые, материально-технического снабжения, кадровые, делопроизводство.

Основные функции определяющие главное направление деятельности пожарной охраны и ее специфику можно отнести к отраслевым, а обслуживающие к функциональным и, следовательно, структурные подразделения аппарата управления разделить на отраслевые и функциональные. Отраслевые подразделения должны разрабатывать и реализовывать мероприятия по противопожарной защите населенных пунктов, городов и объектов народного хозяйства, организовывать тушение пожаров, а функциональные обеспечивать их деятельность.

Особое место среди функций аппарата управления должны занимать

штабные. Их выполнением должно заниматься информационно-аналитическое подразделение. На него возлагается информационная работа, прогнозирование, перспективное планирование, координация текущих планов подразделений, контроль исполнения и т.д.

Главной целью деятельности информационно-аналитической группы является активная помощь руководителю в разработке стратегии и тактики деятельности пожарной охраны, в решении оперативных задач.

Для качественного изучения оперативной деятельности пожарной охраны необходимо использование системного подхода, ориентированного на исследование гарнизона пожарной охраны, как единого целого, когда изучаются принципы организации элементов в целую систему, а функционирование каждой подсистемы и отдельных элементов рассматривается с точки зрения достижения главной цели, стоящей перед гарнизоном пожарной охраны района.

Основными проблемами совершенствования организации и управления пожарной охраной района являются: уточнение принципов дислокации подразделений и организация их взаимодействия с другими оперативными службами; совершенствование организационной структуры и управления силами и средствами в современных условиях; улучшение технической оснащенности пожарных подразделений; совершенствование подготовки и обучения личного состава гарнизона мерам борьбы с пожарами и проведения аварийно-спасательных работ методами игрового моделирования, анализа.

#### **Список литературы:**

1. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ»;
2. Приказ МЧС России от 20 октября 2017 г. № 452 «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны»;
3. Приказ МЧС России от 25 октября 2017 г. № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах».
4. Семиков В.Л. Теория организации: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003;
5. Макаров В.М. Теория менеджмента: Учеб. Пособие. Спб. Изд-во Политехн. Ун-та 2012. 125с.

# Разработка мероприятий по повышению надежности противопожарного водоснабжения

Соколов М.Ю.

Голякова Е. И.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Сравнительная практика эксплуатации городских систем водоснабжения позволяет выделить ряд проблемных вопросов, решением которых можно улучшить работу противопожарного водоснабжения. В связи с этим является актуальным необходимость исследования вопросов эксплуатации противопожарного водоснабжения. В настоящей статье проведена разработка мероприятий по повышению надежности противопожарного водоснабжения в виде применения полимерных труб.

**Ключевые слова (Keywords):** тушение пожаров, противопожарное водоснабжение, полимерные трубы, увязка сети.

Главным условием надежности водопроводных сетей объединенного противопожарного водопровода является сведение к минимуму потерь напора в них. При увязке кольцевой водопроводной сети невязка (суммарные потери напора) не должны превышать установленные нормы, а именно одного метра водяного столба в каждом из колец.

Гидравлический расчет по определению невязки сети выполняется при максимальном хозяйственно-питьевом водопотреблении с учетом расхода воды на противопожарные нужды.

Потери напора возрастают с увеличением средней скорости потока, длины труб, обратно пропорциональны их диаметру.

Немаловажное значение на величину линейных потерь оказывает шероховатость труб.

Шероховатость характеризуется величиной и формой различных выступов и неровностей, имеющихся на внутренней поверхности стенок, и зависит от материала стенок трубы, способа изготовления и чистоты обработки поверхности.

На территории микрорайона «Заречье» города Бийск Алтайского края в объединенном противопожарном трубопроводе из стальных труб с внутренним цементно-песчаным покрытием, нанесенным методом центрифугирования, возникают большие потери напора.

С целью уменьшения потерь напора в водопроводных трубах для повышения надежности противопожарного водоснабжения предлагаются полимерные трубы.

Трубы ПНД – технические изделия для напорных, газовых, коммуникационных, дренажных, водопроводных магистралей любой протяженности, отличающиеся устойчивостью к агрессивным средам и грунту, в котором они прокладываются [1].

Они производятся методом непрерывной экструзии и характеризуются высокой плотностью (HDPE). В зависимости от сферы применения имеют несколько видов маркировки, чтобы потребители могли сразу определить их назначение, тип и уровень допустимой нагрузки.

Поливинилхлоридные трубы (ПЭ - полиэтиленовые) получают в результате сложных технических процессов, которые выполняются на специальном оборудовании.

Полиэтилен высокой плотности ПЭВП (HDPE) изготавливается при температуре 120<sup>0</sup>С...150<sup>0</sup>С в условиях минимального давления – 0,1...2 МПа. Ему характерна максимальная прочность, устойчивость к механическим нагрузкам.

Полиэтилен низкой плотности ПЭНП (LPDE) производится под давлением 150...300 МПа при рабочей температуре в пределах 200<sup>0</sup>С...260<sup>0</sup>С. Он выходит мягким, пластичным, склонным к растяжению [2].



*Рис. 1 – Трубы ПНД*

Последние изготавливаются в соответствии с требованиями, указанными в ГОСТе 18599-2001 РФ [3] и рекомендованы в качестве водопроводных элементов для обустройства магистральных трубопроводов, газовых и водопроводных линий, а также для замены вышедших из строя участков сети.

Технические свойства ПЭ:

срок службы до 40 лет;

нетоксичность;

низкий уровень теплопроводности;

низкая стоимость по сравнению с металлическими аналогами;

не нуждается в защите при размещении в грунт;

устойчивость к коррозии;

инертность к химическому воздействию;

удобство перевозки и монтажа за счет малой массы (полипропиленовые изделия в 6 раз легче металлических);

повышенная гладкость, на внутренних стенках не оседают илистые отложения, мусор и накипь;

быстрая транспортировка содержимого;

отсутствие скоплений конденсата;

исключение риска прорыва при замерзании жидкости (труба лишь изменяет диаметр, увеличиваясь до 7%, а затем после оттаивания влаги возвращается в исходный вид);

надежность, простота, высокая скорость соединения с сохранением целостности конструкции в течение всего срока эксплуатации;

удобство состыковки с фитингами любых видов;

широкий выбор по длине, сечению, назначению и производителям.

Установка трубопроводов в грунт предполагает формирование открытых выемок, размер которых определяется гидрогеологическими условиями и уровнем промерзания почвы.

Что касается ширины, то траншея по дну должна соответствовать диаметру труб:

для D 120...140 см оптимально D+50 см;

от 70 см – 1,5D;

до 70 см – D+30 см.

Полиэтиленовые трубы – универсальный материал для подземных трубопроводных сетей и магистралей. Они имеют невысокую стоимость, долговечность, транспортабельность и удобство монтажа при укладке.

Таким образом, на исследуемом объекте - микрорайоне «Заречье» г. Бийска -, учитывая вышеперечисленные преимущества, целесообразна замена старых стальных трубопроводов на трубопроводы из новых полимерных труб с улучшенной проходимостью (гидравлической гладкостью внутренних стенок).

Исходные данные для гидравлического расчета конкретной кольцевой сети, состоящей из десяти участков полимерных труб, охватывающих микрорайон, представлен в таблице 1.

Таблица 1. Параметры участков водопровода из полимерных труб

Участок	Длина участка, м	Расчетный диаметр трубопровода, м	Вид труб
1-2	223	0,250	Полимерные трубы
2-3	195	0,250	
3-4	171	0,250	
4-5	149	0,250	
5-6	209	0,250	
6-7	289	0,250	
7-8	184	0,250	
8-9	289	0,250	
9-10	136	0,250	
10-1	244	0,250	
8-5	312	0,250	

Коэффициент, для расчета потерь напоров улучшенного трубопровода, в соответствии с табл. В1:

$$K = 1,052 \times 10^{-3}$$

$$n = 1,774$$

$$p = 4,774$$

Таблица 2. Гидравлический расчет при хозяйственно-питьевом водопотреблении, при условии использования полимерных труб

Без пожара							
Номер кольца	Участок сети	Расход воды, q, л/с	Внутренний диаметр d, мм	Длина участка, L, м	Скорость воды, V, м/с	Гидр уклон	Потери напора, h, м
I	1-2	15,0	0,25	223	0,306	0,458	0,102
	2-3	11,344	0,25	195	0,231	0,279	0,054
	3-4	7,998	0,25	171	0,163	0,15	0,026
	4-5	5,029	0,25	149	0,103	0,066	0,01
	5-8	4,0	0,25	312	0,082	0,044	-0,014
	8-9	15,282	0,25	289	0,311	0,473	-0,137
	9-10	18,88	0,25	136	0,385	0,688	-0,094
	10-1	22,029	0,25	244	0,449	0,905	-0,221
II	5-6	3,273	0,25	209	0,067	0,031	0,006
	6-7	0,855	0,25	289	0,017	0,003	-0,001
	7-8	4,775	0,25	184	0,097	0,06	-0,011
	8-5	4,000	0,25	312	0,082	0,044	0,014
						$\Delta h_1 = -0,273$	
						$\Delta h_2 = 0,008$	

Потери напора в сети при максимальном хозяйственно-питьевом водопотреблении:

- $h_1 = 0,102 + 0,054 + 0,026 + 0,010 + 0,006 = 0,198$  м
- $h_2 = 0,221 + 0,094 + 0,137 + 0,011 + 0,001 = 0,463$  м
- $h_3 = 0,221 + 0,094 + 0,137 + 0,014 + 0,006 = 0,471$  м
- $h_c = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3} = \frac{0,198 + 0,463 + 0,471}{3} = 0,378$  м

Таблица 3. Гидравлический расчет при пожаре, при условии использования полимерных труб

С пожаром							
Но мер кол ыца	Участ ок сети	Расход воды, q, л/с	Внутрен ний диаметр d, мм	Длина участка, L, м	Скорост ь воды, V, м/с	Гидр уклон	Потери напора, h, м
I	1-2	15,0	0,25	223	0,408	0,763	0,17
	2-3	11,344	0,25	195	0,307	0,46	0,09
	3-4	7,998	0,25	171	0,215	0,245	0,042
	4-5	5,029	0,25	149	0,134	0,106	0,016
	5-8	4,0	0,25	312	0,082	0,044	-0,014
	8-9	15,282	0,25	289	0,485	1,039	-0,3
	9-10	18,88	0,25	136	0,586	1,45	-0,197
	10-1	22,029	0,25	244	0,674	1,861	-0,454
II	5-6	3,273	0,25	209	0,005	0,000	0,000
	6-7	0,855	0,25	289	0,111	0,076	-0,022
	7-8	4,775	0,25	184	0,221	0,258	-0,047
	8-5	4,000	0,25	312	0,082	0,044	0,014
						$\Delta h_1 = -0,648$	
						$\Delta h_2 = -0,056$	

Потери напора в сети при условии возникновения пожара:

- $h_1 = 0,170 + 0,090 + 0,042 + 0,016 + 0 = 0,317$  м
- $h_2 = 0,454 + 0,197 + 0,300 + 0,047 + 0,022 = 1,021$  м
- $h_3 = 0,454 + 0,197 + 0,300 + 0,014 + 0 = 0,965$
- $h_c = \frac{h_1+h_2+h_3}{3} = \frac{0,317+1,021+0,965}{3} = 0,768$  м

На основании расчетов видно, что при использовании новых полимерных труб суммарные потери напора меньше предельных значений (1 м), что доказывает о необходимости замены старых металлических труб для повышения надежности противопожарного водоснабжения требования к водоснабжения.

Таким образом, приведенный гидравлический расчет объединенного трубопровода из полиэтиленовых труб для микрорайона «Заречье» г. Бийска Алтайского края, а также рекомендации Отдела организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ регионального Центра МЧС России [4], наглядно показал ряд преимуществ перед существующим старым стальным трубопроводом, позволяющих более эффективно подавать воду, в том числе для противопожарных нужд.

#### Список источников

- Официальный сайт завода полиэтиленовых труб. Интернет ресурс [https://rosom.ru/];
- Официальный сайт ПластЭксперт. Интернет ресурс [https://e-plastic.ru/];
- ГОСТ 18599-2001 Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия;
- Рекомендации по учету, применению и контролю за состоянием наружного противопожарного водоснабжения подразделениями Государственной противопожарной службы. Под общей редакций полковника внутренней службы А.А. Попова, 2015.



# Проблемы и подходы к обеспечению пожарной безопасности в учреждениях здравоохранения

Булавин А.С.

Научный руководитель: кандидат технических наук

Пожаркова И.Н.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России.

**Аннотация (Abstract)** Обеспечение пожарной безопасности в лечебно-профилактических заведениях является одним из важных направлений эффективной деятельности указанных учреждений. Соблюдение основных требований пожарной безопасности способствует снижению вероятности потери жизни и здоровья работающих, больных, посетителей, а также материальных ценностей. При этом нужно помнить, что в случае пожара не все пациенты смогут самостоятельно покинуть опасное место из-за состояния здоровья. Их нужно эвакуировать. Каждый сотрудник медучреждений должен четко знать свои обязанности на случай чрезвычайной ситуации. Однако в реальности это соблюдается не всегда или в не полной мере. Об актуальности этого говорит и тот факт, что только за три прошедших года только в Иркутской области произошло 27 пожаров в учреждениях здравоохранения из них, в 11 случаях были погибшие и пострадавшие.

Цель статьи рассмотреть основные проблемы и новые подходы к обеспечению пожарной безопасности в учреждениях здравоохранения, через работу с персоналом и пациентами.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, подготовленность медицинского персонала, комплекс противопожарных мер.

В 2022 г. на объектах здравоохранения Иркутской области произошло 5 пожаров. Следует отметить, что в рассмотренном периоде удалось избежать гибели и травмирования людей: как пациентов, так и персонала, а так же сотрудников МЧС, которые прибыли на тушение пожара. Тем не менее, проблема остается актуальной.

Если рассматривать места возникновения пожаров на объектах здравоохранения, то можно выделить основные помещения, перечисленные на рисунке 1.

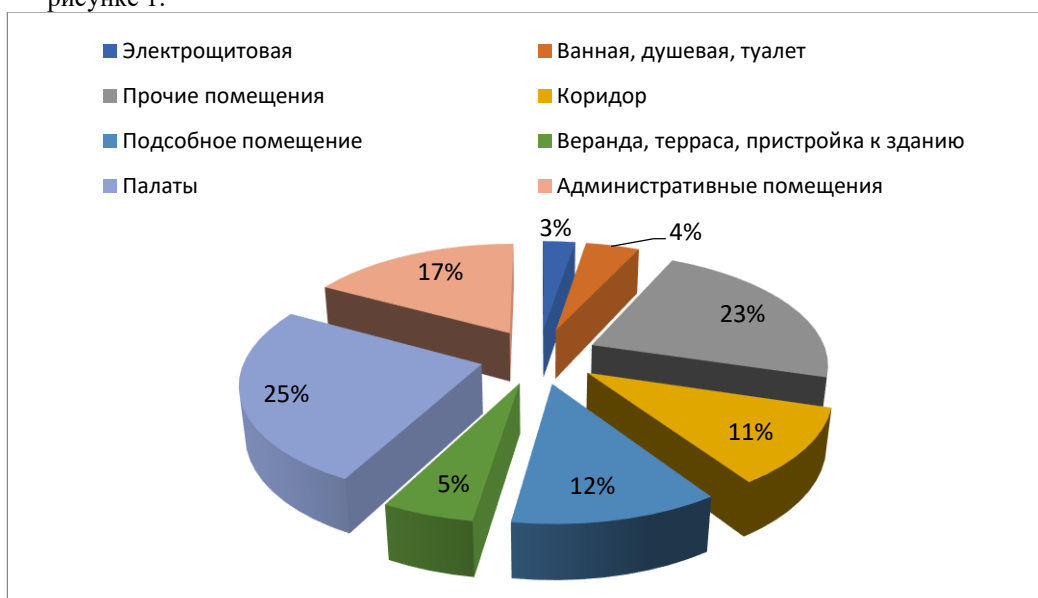


Рис. 1 – Места распространения пожаров на объектах здравоохранения [4]

Как видим, наиболее опасными местами возникновения пожаров являются палаты с пациентами и административные помещения. В тех помещениях, которые отнесены к группе «Прочие», так же присутствуют источники повышенной пожарной опасности, однако данные помещения, как правило, не относятся к местам постоянного пребывания людей. При этом в случае возникновения пожара в палатах, где присутствует большое количество маломобильных людей, опасность увеличивается многократно.

Среди основных причин, вызывающих пожары в лечебных учреждениях и других объектах здравоохранения, следует назвать следующие:

1. Нарушение организационного и технического обеспечения пожарной безопасности.

2. Нарушение правил пожарной безопасности медицинским и вспомогательным (техническим) персоналом как результат несоблюдения требований технологического процесса [2].

Кроме того, исходя из особенностей жизни в стране в достаточно сложный и непредсказуемый в политико-социальном отношении период, всегда следует помнить о возможных террористических акциях, в том числе с использованием поджогов.

Как видим основными причинами пожаров становится человеческий фактор. Но, кроме этого, даже если возгорание произошло не по вине персонала, пациентов или посетителей, сотрудники лечебного учреждения не имеют четкого алгоритма поведения и действий во время пожара, забывая, что действия сотрудников больницы должны быть направлены на спасение людей и предотвращение паники.

Исходя из данного фактора мы приходим к выводу, что первоочередная задача персонала учреждения здравоохранения – эвакуация тяжелобольных и других пациентов в безопасное место [5]. Одновременно, при возможности, необходимо начать процесс тушения огня с помощью пожарных рукавов и первичных средств пожаротушения. Важно также выделить комплекс противопожарных мер в медицинском учреждении, который должен содержать:

- согласование проектов строительства и реконструкции с пожарной инспекцией;

- открытие новостроек или реконструированных сооружений только после разрешения пожарной инспекции;

- эксплуатацию сооружений, оборудования и механизмов в соответствии с противопожарными требованиями;

- выполнение любых работ только подготовленными, в частности, по вопросам пожарной безопасности, специалистами;

- установление административной ответственности руководителей всех структур (главный врач, заведующие отделениями и службами) за выполнение противопожарных мероприятий;

- проведение противопожарного инструктажа персонала и пациентов;

- обеспечение сооружений (отделений) средствами пожарно-охранной сигнализации и пожаротушения;

- создание в учреждении соответствующих структур пожаротушения, добровольных дружин и звеньев пожаротушения;

- утверждение мер противопожарной профилактики [1].

Последний пункт по нашему мнению наиболее важен, поскольку профилактика пожаров – дело не только руководителей учреждений и их отделений, но и всех сотрудников. Только добросовестное исполнение каждым медицинским работником своих функциональных обязанностей на основании строгого соблюдения правил пожарной безопасности приводит к надежной профилактике пожаров. Это касается пациентов, которые должны быть ознакомлены с правилами пребывания в лечебно-профилактических учреждениях и соблюдать противопожарные требования.

В деле профилактики пожаров большую роль играет общественность. Именно она создает первичные звенья и посты пожаротушения. Активисты первичных звеньев пожаротушения вместе с руководителем структурного подразделения лечебно-профилактического учреждения:

- разрабатывают планы мероприятий по профилактике пожаров;

- следят за соблюдением требований пожарной безопасности;

- контролируют наличие средств пожаротушения, их исправность и

своевременную замену;

усваивают правила работы со средствами пожаротушения и правила поведения при пожарах;

оформляют соответствующие предметные и агитационные материалы [3].

Не менее важным в плане предупреждения пожаров является постоянный контроль за детьми и подростками из числа пациентов. Альтернативой должна быть ненавязчивая, корректная разъяснительная и воспитательная работа.

Необходимо обратить внимание на необходимость применения в учреждениях здравоохранения инженерно-технических решений, направленных на обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре. В частности, согласно п. 15 ст. 89 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» для эвакуации в здании допускается предусматривать устройство безопасных зон. В таких зонах, которые отделены от других помещений противопожарными преградами и являются незадымляемыми за счет создания избыточного давления, люди с ограниченными возможностями передвижения могут находиться до прибытия спасательных подразделений.

В целом можно сделать следующий вывод. Большинство лечебных учреждений в полной мере обеспечены средствами оповещения и пожаротушения согласно нормативным документам в области пожарной безопасности, но при этом они могут не соответствовать требуемому уровню пожарного риска. Озвученные в статье подходы могут быть решающими для того, чтобы в случае возникновения опасной ситуации обеспечить сохранность жизни и здоровья сотрудников больницы, пациентов и посетителей.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Жданов А.В. Особенности проведения мероприятий по спасению людей при тушении пожаров в лечебных учреждениях / А.В. Жданов // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. - 2021. - №3(10). - С. 145-148.

2. Занина И.А. Анализ проблемы обеспечения пожарной безопасности в стационарных учреждениях социальной защиты и здравоохранения / И.А. Занина, К.А. Симонова // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. - 2021. - № 2 (9). - С. 135-142.

3. Пидуева Б.С.Д. Противопожарные требования к медицинским учреждениям / Б.С.Д.Пидуева // В книге: Охрана труда и техносферная безопасность на объектах промышленности, транспорта и социальных инфраструктур. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией А.И. Зябирова, А.В. Чупшева. Пенза, 2022. - С. 74-78.

4. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: П 46 ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. - 114 с.

5. Щербакова М.А. Автоматизированная система оповещения о пожаре и управления эвакуацией людей в учреждениях здравоохранения с применением индивидуальных беспроводных средств передачи сообщений / М.А. Щербакова, А.В.Федоров // В сборнике: Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского международного конгресса. Москва, 2021. - С. 105-113

# Исследование обугленных остатков полиуретана методом флуоресцентной спектроскопии при проведении судебной пожарно-технической экспертизы

Пугачев М.Н.

СЭУ ФПС ИПЛ по Иркутской области

**Аннотация (Abstract)** Следы и остатки на месте пожара инициаторов горения в виде легковоспламеняющихся и горючих жидкостей являются одним из основных и квалифицирующих признаков поджога. Таким образом, необходимо найти и идентифицировать то или иное средство поджога. Для данных целей имеются лабораторные методы исследования. Однако сложность идентификации заключается в том, что инициатор горения имеет термические повреждения, также на результат может повлиять и материал объекта исследования, на котором имеются следы ЛВЖ или ГЖ. В данной работе будут представлены результаты исследования обугленных остатков полиуретана методом флуоресцентной спектроскопии при проведении судебной пожарно-технической экспертизы.

**Ключевые слова (Keywords):** инициатор горения, ЛВЖ, спектрофлуориметр, спектр флуоресценции

В России доля пожаров, произошедших в результате поджога, составляет, согласно статистическим данным, в среднем около 9% от общего числа пожаров. При этом статистика учитывает только подтвержденные причины пожаров, то есть те, которые были установлены и очевидны для их определения [1].

За последние 5 лет на территории Российской Федерации произошло 2015354 пожаров, прямой материальный ущерб от которых составил около 96176084 рублей, а число погибших составило 40954 человека [1].

В данной работе будут представлены результаты исследования обугленных остатков полиуретана методом флуоресцентной спектроскопии при проведении судебной пожарно-технической экспертизы.

В настоящее время в испытательных пожарных лабораториях МЧС для этих целей используется метод флуоресцентной спектроскопии, он считается малоэффективным из-за низкой селективности, однако с положительной стороны отмечается его простота, экспрессность. Бензин, керосин и дизельное топливо, как наиболее часто используемые в качестве интенсификаторов горения обладают свойством люминесцировать при освещении их ультрафиолетовыми лучами [2].

Для проведения исследований в спектрофлуориметре «Флюорат-02-Панорама» рекомендуется использовать образцы с диапазоном канала возбуждения 255 нм и канала регистрации 270-450 нм. Для обеспечения точности результатов, необходимо принимать следующие меры предосторожности:

- перед запуском процесса флуоресценции, проводить измерение спектра особо чистого гексана и идентифицировать его с в базой данных;
- исключить использование бюретки и дозатора, использованных для забора гексана, для других проб, чтобы избежать возможного загрязнения емкости гексана даже незначительными примесями и их паров.

Для начала подготовки к исследованию необходимо включить прибор на 10-20 минут. При этом обязательно отсутствие кюветы в кюветном отделении. После этого следует добавить в кювету чистый гексан на 2/3 ее высоты и поместить указанную кювету в специальное место.

В спектрах флуоресценции остатков легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, изъятых с места пожара, необходимо выполнить следующие действия [3]: выделить области основных максимумов спектра флуоресценции; найти по таблице комбинацию областей максимумов флуоресценции, характерную для спектра флуоресценции исследуемого объекта.

По комбинации максимумов флуоресценции отнести анализируемый объект к соответствующему этой комбинации классу (разновидности) ЛВЖ и ГЖ.

В случае, если комбинация областей максимумов флуоресценции, исходя

из данных таблицы, имеет несколько вариантов нативных или выгоревших ЛВЖ и ГЖ, то дальнейшее уточнение класса ЛВЖ и ГЖ анализируемого объекта проводится по имеющейся базе данных спектров флуоресценции ЛВЖ и ГЖ и методом газовой хроматографии, или в заключении эксперта констатируется наличие в исследуемом объекте одной из нескольких горючих жидкостей.

При проведении анализа гексанового экстракта объемом более 10 мкл и обнаружении флуоресценции ниже 0,25 отн. ед. (при низкой чувствительности), результаты считаются связанными с фоновым загрязнением. Важно помнить, что помимо основных объектов исследования также рекомендуется изучение "нулевой пробы". Особенно актуально это в случае, если объектами-носителями являются полимерные материалы, пробы, отобранные с пола, покрытого лаком, и т. п. Делается это для того, чтобы исключить наличие в самом материале компонентов, близких по своей природе и составу к компонентам горючей жидкости или другого инициатора горения.

Вводится микрошприцем гексан в кювету, предварительно проверенный на чистоту. Для регистрации спектра флуоресценции используется флуориметрия канала с шагом 1 нм. Включается сканирование по регистрации с числом вспышек 1. Длина волны возбуждения составляет 255 нм, а область регистрации - от 280 до 450 нм. Коррекция чувствительности отключена. В области 270-290 нм в спектре (см. рис.1) наблюдается сильный пик, где происходит люминесценция моноароматических углеводородов. Флуоресценция проявляется с интенсивностью, равной 0,15 отн. ед.

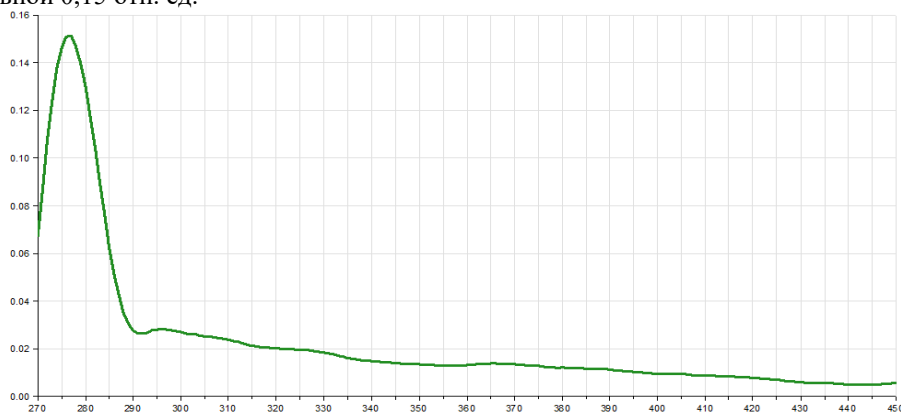


Рис. 1 – Спектр Гексана ОСЧ.

На рис. 2 был представлен объект исследования - дизельное топливо, которое было первым в ходе исследования.

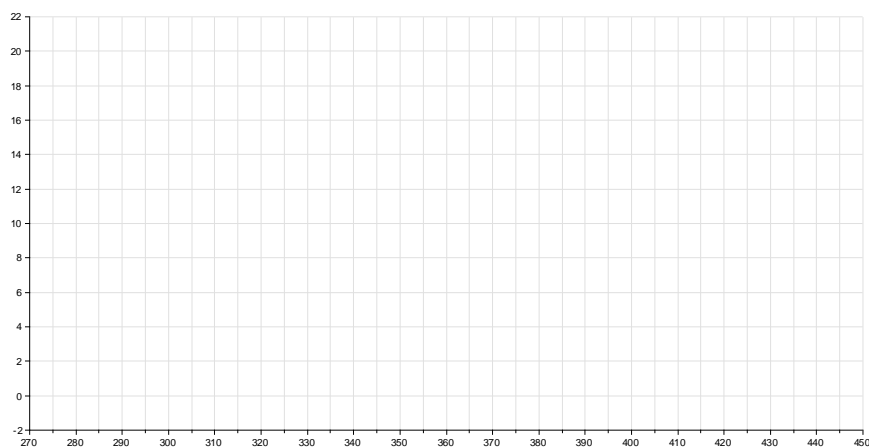
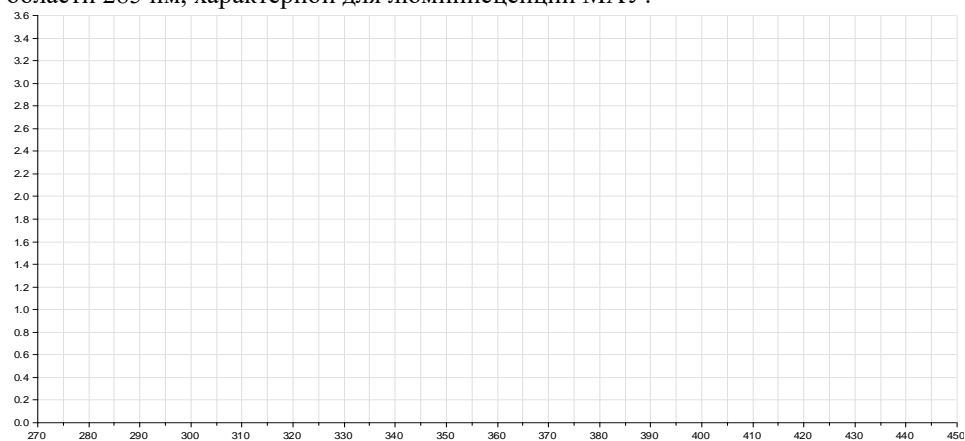


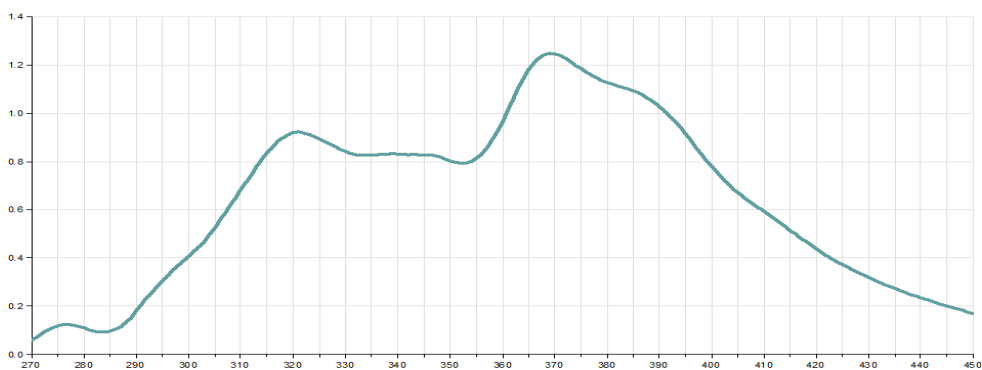
Рис. 2 – Спектр флуоресценции дизельного топлива

В спектре дизельного топлива наблюдается пик максимальной флуоресценции в области 310-330 нм, характерный для светлых нефтепродуктов, в том числе для дизельного топлива, в которой люминисцируют БАУ, интенсивность

флуоресценции составляет 21 отн. ед., и пик небольшой интенсивности, 2 отн. ед., в области 285 нм, характерной для люминисценции МАУ.

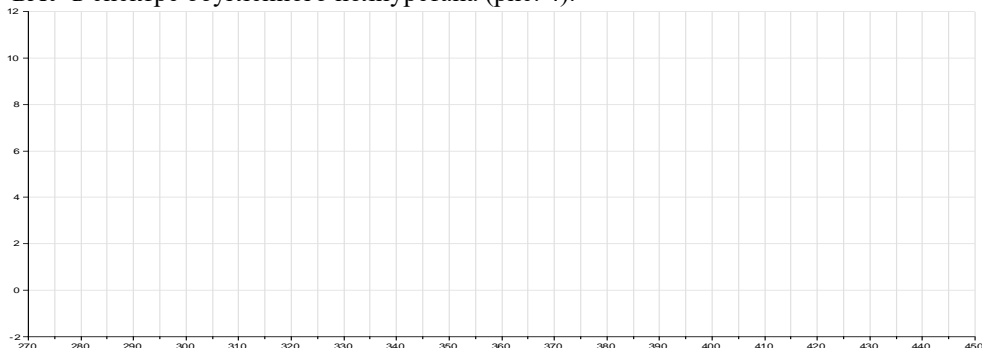


*Рис. 3 – При комнатной температуре наблюдается спектр флуоресценции чистого полиуретана, который отличается от спектра при других условиях.*



*Рис. 4 – Спектр флуоресценции обугленного полиуретана при  $t=200^{\circ}\text{C}$  в течение 5 мин*

В спектре образца чистого полиуретана (рис. 3) наблюдается пик максимальной флуоресценции в области 370-385 нм, в которой люминесцируют ТАУ. В области 310-350 нм обнаружена максимальная флуоресценция образца полиуретана после воздействия, а также пики максимальной флуоресценции в диапазоне 360-380 нм. Интенсивность флуоресценции в спектре полиуретана равна 3,6 отн. ед., в то время как в спектре обугленного полиуретана она составляет 1,25 отн. ед. Полученные результаты свидетельствует об уменьшении ТАУ и появлении БАУ в спектре обугленного полиуретана (рис. 4).



*Рис. 5 – Спектр образца обугленного полиуретана с дизельным топливом при  $t = 200^{\circ}\text{C}$  в течение 5 мин*

В спектре обугленного образца полиуретана с дизельным топливом (рис. 5) наблюдаются пики максимальной флуоресценции в области 305-330 нм люминисценции БАУ, в области 360-380 нм, характерной для люминисценции ТАУ,

и пик небольшой интенсивности в области 285 нм, характерный для люминесценции МАУ. Интенсивность флуоресценции в спектре (рис. 5) составляет 1,25 отн. ед., в спектре (рис. 3.10) - 11 отн. ед., что свидетельствует об увеличении БАУ и уменьшении ТАУ (рис. 5). Согласно таблицы 1 (приложение 1) [3] обнаруженные в спектре (рис. 5) пики флуоресценции, в области БАУ и ТАУ позволяют идентифицировать инициатор горения как сильно выгоревшее дизельное топливо.

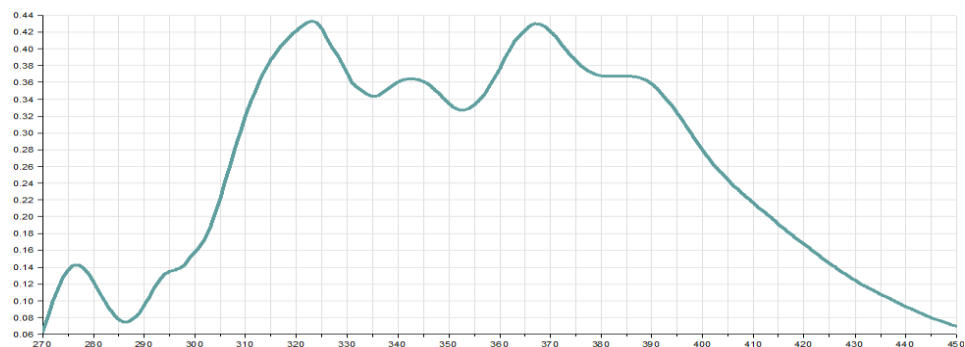


Рис. 6 – Спектр флуоресценции обугленного полиуретана при  $t=200^{\circ}\text{C}$  в течение 10 мин

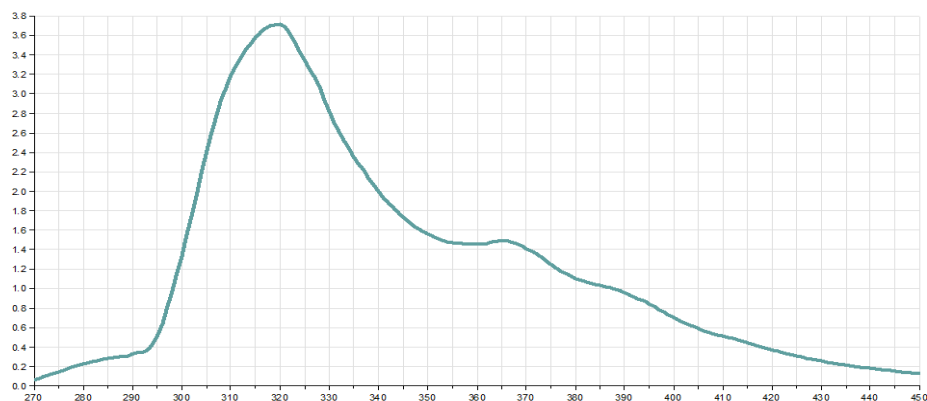
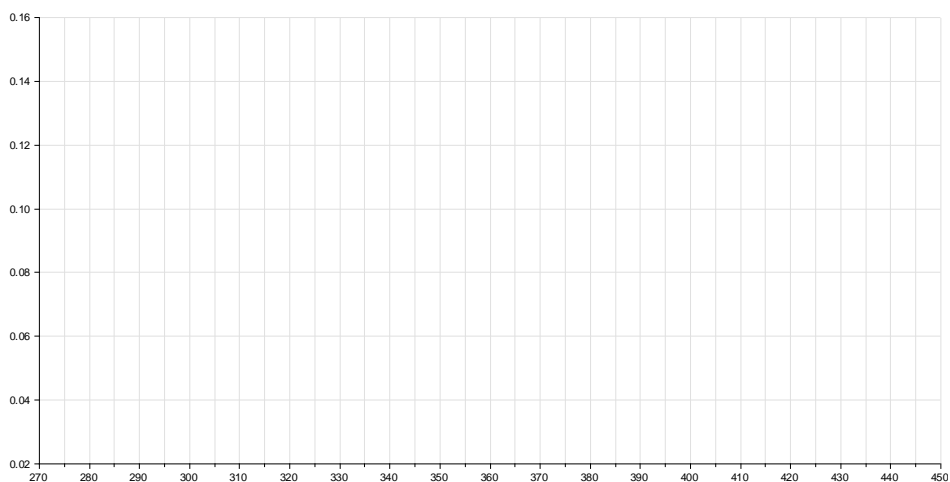


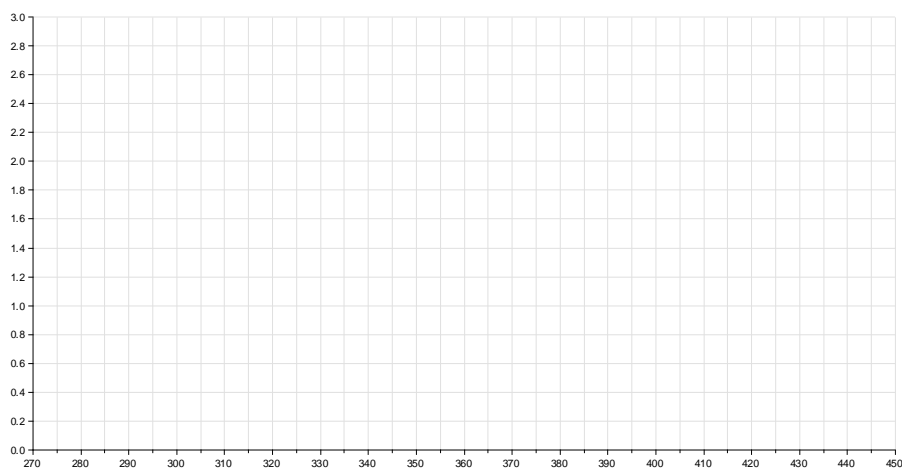
Рис. 7 – Спектр флуоресценции обугленного полиуретана с дизельным топливом при  $t=200^{\circ}\text{C}$  в течение 10 мин

На рисунке 6 можно увидеть, что пики максимальной флуоресценции в области 335-355 нм и в области 315-330 нм наблюдаются в спектре обугленного полиуретана. Также заметны пики флуоресценции в области 360-380 нм, которые свойственны люминесценции ТАУ. На рисунке 7 видно, что в спектре обугленного полиуретана с дизельным топливом пики максимальной флуоресценции наблюдаются в области 310-325 нм, где происходит люминесценция БАУ, а также в области 360-375 нм, характерной для люминесценции ТАУ. Интенсивность флуоресценции в спектре (рис. 6) составляет 0,44 отн.

В спектре обугленного полиуретана с дизельным топливом обнаружены пики флуоресценции, которые свидетельствуют о значительном увеличении БАУ и снижении ТАУ. Эти пики, представленные на рис. 7 и описанные в таблице 1 (приложение 1) [3], позволяют идентифицировать инициатор горения как сильно выгоревшее дизельное топливо.



*Рис. 8 – Спектр флуоресценции обугленного полиуретана при  $t=250^{\circ}\text{C}$  в течение 20 мин*

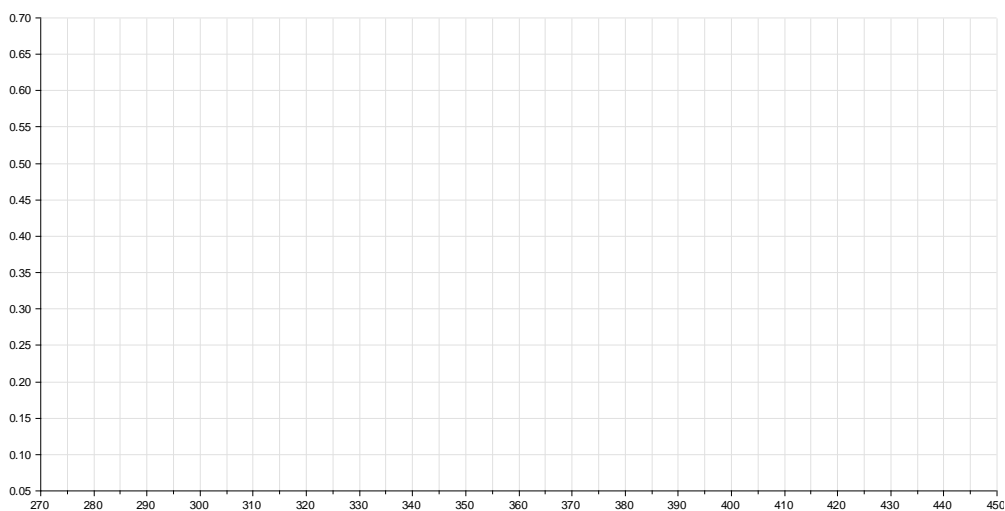


*Рис. 9 – Спектр флуоресценции обугленного полиуретана с дизельным топливом при  $t=250^{\circ}\text{C}$  в течение 20 мин*

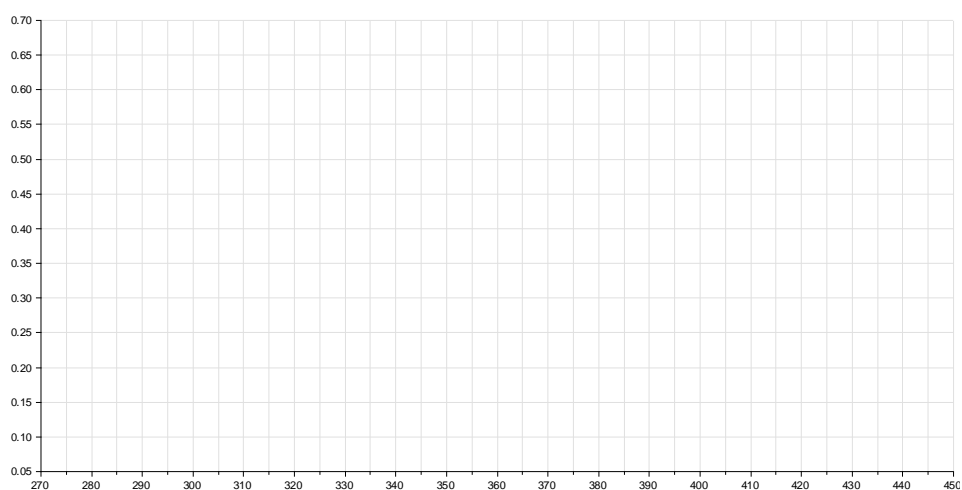
Флуоресценция обугленного полиуретана и дизельного топлива продемонстрировала различные пики в спектре. Люминесценция БАУ и ТАУ наблюдается при разных длинах волн: для БАУ - от 315 до 345 нм, а для ТАУ - от 360 до 375 нм. Полиуретановый образец демонстрирует данные пики. Интенсивность флуоресценции составляет 0,15 отн. ед., что ниже порога 0,25 отн. ед., считающегося фоновым. В случае образца с дизельным топливом наблюдаются пики в области 310-325 нм и 340-375 нм, соответствующие различным типам люминесценции.

Имеющиеся данные указывают на явное увеличение содержания БАУ и снижение уровня ТАУ в спектрах (рис. 9), где флуоресценция была зафиксирована на уровне 3,0 отн. ед. (рис. 3.14), в то время как на рисунке 8 значение составляет всего лишь 0,15 отн. ед. Важно отметить, что анализ пиков флуоресценции в области БАУ и ТАУ (согласно таблице 1 в приложении 1) [3] позволяет однозначно определить инициатор горения как дизельное топливо, подвергшееся значительному выгоранию.





*Рис. 10 – После трехминутного нагрева до 500°C происходит изменение спектра флуоресценции у обугленного полиуретана.*



*Рис. 11 Спектр обугленного полиуретана с дизельным топливом при нагреве до 500°C в течение 3 мин*

При нагревании полиуретана с дизельным топливом при  $t = 350^\circ\text{C}$  в течение 3 мин. произошла вспышка и температура резко увеличилась до  $500^\circ\text{C}$  (рис. 12), произошло самовоспламенение паров дизельного топлива и продуктов горения полиуретана.



*Рис. 12 – Вспышка при нагревании полиуретана с дизельным топливом при  $t = 350^\circ\text{C}$*

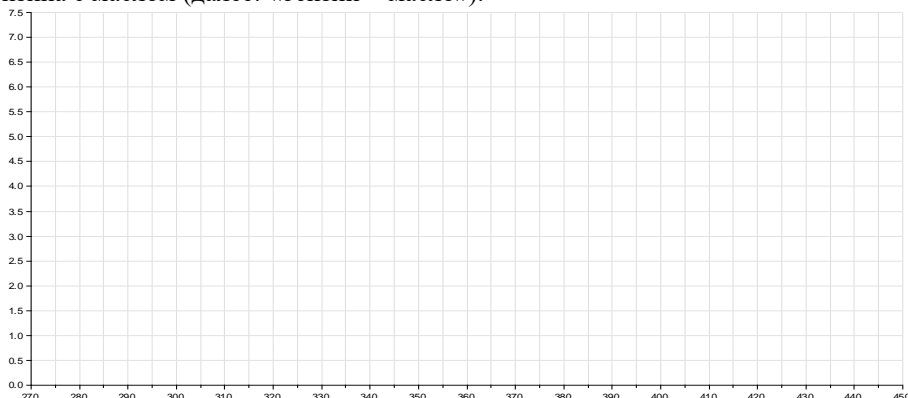
В спектре флуоресценции обугленного полиуретана (рис. 10) наблюдаются пики в области 315-335 нм, в которой люминесцируют БАУ, интенсивность флуоресценции составляет 0,68 отн.ед., и в области 350-370 нм, характерной для

люминесценции ТАУ с интенсивностью 0,63 отн.ед.

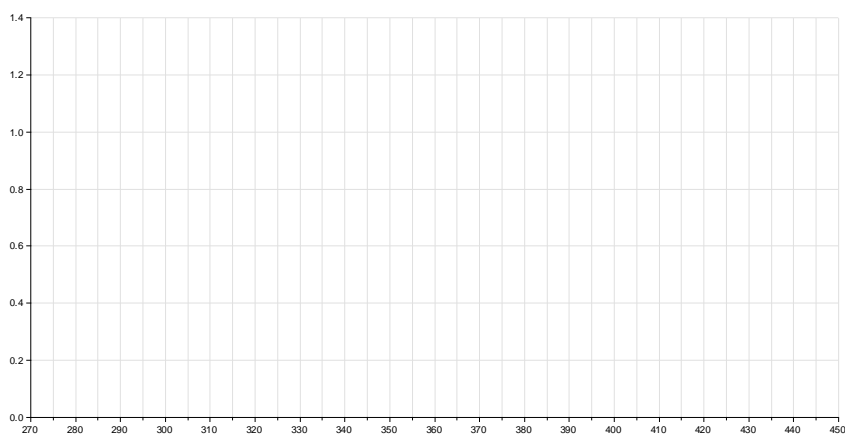
Анализ показал, что область 310-340 нм в спектре обугленного полиуретана с дизельным топливом (рис. 11) демонстрирует пики, связанные с люминесценцией БАУ, где максимальная интенсивность достигает 0,6 отн.ед. В то же время, в диапазоне 360-375 нм наблюдаются пики, характерные для люминесценции ТАУ, с интенсивностью 0,68 отн.ед. Сравнение спектров флуоресценции (рис. 10, 11) позволяет сделать вывод, что идентификация дизельного топлива в качестве инициатора горения невозможна.

Таким образом, для выгоревших дизельных топлив и масел характерным является отсутствие максимумов в области ПАУ с числом колец более трех – 380, 400 и 420 нм (область антраценов, пиренов и др.) и преобладание максимума БАУ. В нативных дизельных топливах и маслах содержится значительное количество нефтепродуктов, которые не испаряются легко и не являются летучими соединениями. При низких температурах до 300°C возможно определить инициатор горения, как сильно выгоревшее дизельное топливо, а при больших температурах выше 300°C продукты термического разложения полиуретана мешают определению инициатора горения.

Следующим инициатором горения для исследования была выбрана смесь бензина с маслом (далее: «бензин + масло»).



*Рис. 13 – Анализ спектра флуоресценции смеси масла с бензином позволяет выявить уникальные химические взаимодействия и определить структурные особенности компонентов. Изменения в интенсивности эмиссии света при добавлении масла в бензин указывают на возможные физико-химические процессы, происходящие в данной системе. Анализ флуоресцентного спектра помогает более глубоко понять природу взаимодействия между компонентами и их влияние на свойства смеси.*

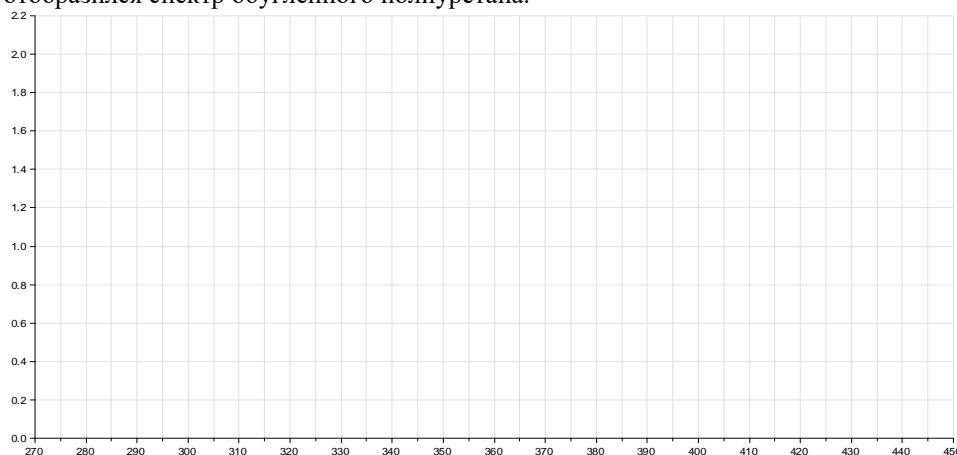


*Рис. 14 – Спектр обугленного полиуретана со смесью «бензин + масло» при  $t = 200^\circ\text{C}$  в течение 5 мин*

В области 290-305 нм спектра флуоресценции "бензин + масло" обнаружены пики максимально выраженные, где происходит свечение МАУ. Пик небольшой

интенсивности в диапазоне 320-330 нм характерен для БАУ. Два пика в области 375-410 нм, присущие люминесценции ТАУ, также наблюдаются. Спектр флуоресценции обугленного полиуретана демонстрирует пики максимальной яркости в диапазоне 360-380 нм, где происходит свечение ТАУ, и в диапазоне 310-350 нм, характерном для свечения БАУ. Интенсивность флуоресценции в рассматриваемых спектрах составляет 7,4 отн. ед. и 1,25 отн. ед. соответственно, что указывает на уменьшение количества ТАУ и БАУ в спектре обугленного полиуретана.

На рисунке номер 14 можно заметить, что наивысшие пики флуоресценции наблюдаются в диапазоне от 310 до 340 нм, где происходит свечение БАУ, и от 360 до 375 нм, что характерно для ТАУ. Интенсивность флуоресценции в спектре соответствует 1,25 отн. ед., в спектре (рис. 14) – 1,2 отн. ед., тем самым идентифицировать инициатор горения невозможно, так как в спектре (рис. 14) отобразился спектр обугленного полиуретана.

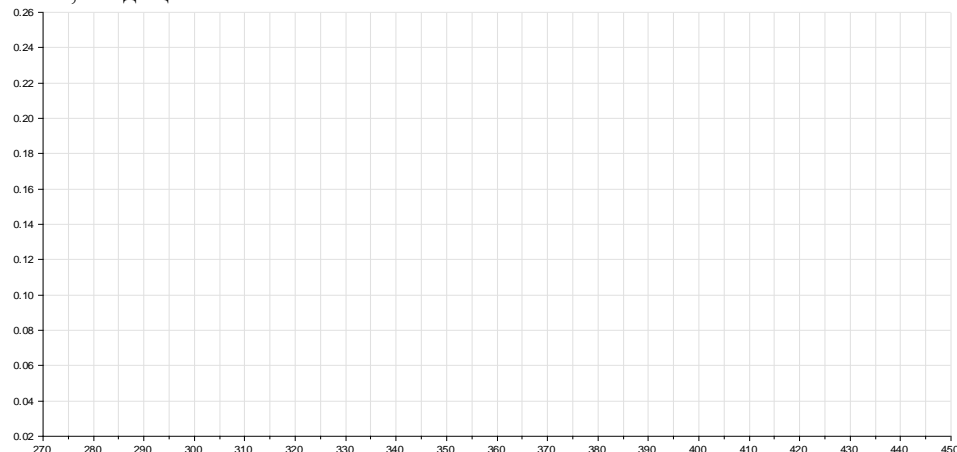


*Рис. 15 Спектр флуоресценции обугленного полиуретана со смесью «бензин + масло» при  $t = 200^{\circ}\text{C}$  в течение 10 мин*

В области 315-330 нм проявляются яркие пики флуоресценции, определяемые присутствием БАУ. В диапазоне 360-380 нм и 335-355 нм можно наблюдать характерные для ТАУ явления люминесценции.

На рисунке 15 можно увидеть яркие пики свечения, расположенные в диапазоне 315-330 нм, который соответствует излучению БАУ. Также наблюдаются пики в области 335-355 нм и 360-380 нм, свойственные для свечения ТАУ. Интенсивность флуоресценции в спектре соответствует 0,43 отн. ед., в спектре (рис. 15) – 2,0 отн. ед., что свидетельствует об увеличении количества БАУ и ТАУ.

Согласно таблицы 1 (приложение 1) [3] обнаруженные в спектре (рис. 15) пики флуоресценции, в области БАУ и ТАУ позволяют идентифицировать инициатор горения как тяжелые нефтяные фракции (масла, смазки, мазут и т.д.); сильно выгоревшее дизельное топливо. Можно предположить, что влияние оказывает масло, входящее в состав бензина.



*Рис. 16 В течение 15 минут при температуре  $300^{\circ}\text{C}$  наблюдается спектр флуоресценции,*

*вызванный обугленным полиуретаном.*



*Рис. 17 Спектр флуоресценции обугленного полиуретана со смесью «бензин + масло» при  $t = 300^{\circ}\text{C}$  в течение 15 мин*

На рисунке 16 можно увидеть флуоресценцию обугленного полиуретана, где выделяются пики максимальной яркости в диапазоне 305-340 нм, соответствующие БАУ, и в диапазоне 360-375 нм, что характерно для ТАУ.

На рисунке 17 можно увидеть яркие пики флуоресценции, расположенные в диапазоне 305-335 нм, где проявляется свечение БАУ, и в зоне 340-355 нм, характерной для свечения ТАУ. Интенсивность флуоресценции в спектре (рис. 16) соответствует 0,24 отн. ед., в спектре (рис. 17) – 0,20 отн. ед., тем самым идентифицировать инициатор горения невозможно, так как в спектре (рис. 3.22) отобразился спектр обугленного полиуретана (рис. 16). Так как интенсивность флуоресценции в спектрах (рис. 16, 17) составляет менее 0,25 отн. ед., то данные результаты считаются относящимися к фоновым загрязнениям.

Таким образом, создание и пополнение электронной базы данных с различными материалами носителями имеет важную роль для правильной идентификации инициаторов горения.

### **Список литературы**

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно – аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/Статистика/2023/sbornik-2023-pogary.pdf> (дата обращения 01.10.2024 ).

2. Анализ применения приборов, используемых для обнаружения следов инициаторов горения на месте пожара / А. Л. Беляк, А. В. Могильникова, А. В. Васильев, А. С. Горбунов // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2021. – № 2(21). – С. 23.

3. Чешко И. Д., Принцева М. Ю., Яценко Л. А. Обнаружение и установление состава легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при поджогах: метод. М., 2010. С. 50-58.

# Оптимизация взаимодействия наземных и воздушных средств пожаротушения при угрозе распространения степных пожаров на населённые пункты

Каирдосов Ж.К.

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

**Аннотация (Abstract)** В статье рассматриваются современные подходы к совершенствованию тактики воздушного пожаротушения с использованием вертолётов Ми-26 в северных регионах Казахстана. Анализируются существующие методы, выявляются проблемы и предлагаются решения по повышению эффективности борьбы с природными пожарами в лесных и степных зонах.

**Ключевые слова (Keywords):** воздушное пожаротушение, вертолёт Ми-26, северные регионы Казахстана, лесные пожары, тактика тушения.

Северные регионы Казахстана характеризуются обширными лесными и степными территориями, подверженными высокому риску возникновения природных пожаров. Климатические условия, такие как длительные засушливые периоды и сильные ветра, способствуют быстрому распространению огня. В таких условиях эффективное применение авиационной техники, в частности вертолётов Ми-26, становится критически важным для своевременного обнаружения и ликвидации очагов возгорания.

Вертолёт Ми-26 является самым крупным серийным транспортным вертолётом в мире, способным перевозить до 20 тонн груза. Его технические характеристики позволяют перевозить большие объёмы воды и огнетушащих средств, доставлять специализированное оборудование и персонал в труднодоступные районы, а также осуществлять эвакуацию пострадавших и материальных ценностей. Благодаря этим возможностям, Ми-26 играет ключевую роль в операциях по тушению крупных пожаров в удалённых районах северного Казахстана. Текущая тактика применения Ми-26 включает доставку воды и огнетушащих веществ с использованием водосливных устройств для сброса воды на очаги пожара, эвакуацию и транспортировку спасательных команд и оборудования, а также воздушную разведку и мониторинг ситуации для координации действий наземных служб [1]. Однако существуют определённые проблемы: недостаточная координация между воздушными и наземными подразделениями, что приводит к задержкам в реагировании, высокие эксплуатационные расходы на содержание и использование вертолётов, а также ограниченное применение современных технологий, таких как системы навигации и прицеливания, что снижает эффективность операций.

Для оптимизации использования Ми-26 можно использовать модульный подход к оснащению, разработав сменные модули для быстрой адаптации вертолёта к различным задачам (тушение, эвакуация, разведка), а также планировать полёты с учётом метеорологических данных и моделей распространения пожара. Внедрение новых технологий, таких как беспилотные летательные аппараты (БПЛА) для разведки, тепловизионное оборудование для обнаружения скрытых очагов и ночного наблюдения, а также применение геоинформационных систем (ГИС) для анализа и прогнозирования развития пожаров [2], также внесёт значительный вклад в повышение эффективности. Наконец, регулярные тренировки экипажей и сотрудников наземных служб, а также международное сотрудничество помогут повысить квалификацию персонала и улучшить взаимодействие между различными подразделениями [3].

Ожидается, что предложенные меры сократят время реагирования на пожары, повысят эффективность операций за счёт оптимального использования ресурсов и снизят ущерб, нанесённый экосистемам и населённым пунктам.

Совершенствование тактики воздушного пожаротушения с использованием вертолётов Ми-26 является приоритетной задачей для обеспечения безопасности в северных регионах Казахстана [4]. Комплексный подход, включающий технологические инновации, организационные изменения и повышение квалификации персонала, позволит существенно повысить эффективность борьбы с природными пожарами и защитить население и экосистемы.

#### **Список литературы**

1. Гусев Г.В., Ерцов А.С. Развитие технологий авиационной охраны лесов от пожаров. – 2021. – С. 25-31.
2. Иванов Н.В., Григорьевская А.О. Анализ использования авиации для тушения лесных пожаров. – 2016. – С. 32-38.
3. Асановский К.В. Особенности тушения лесных пожаров вертолётами с использованием водосливных устройств на внешней подвеске. – 2019. – С. 45-52.
4. Пиджаков А.Ю., Решецкий Ф.Н., Гаврилова О.В. Применение авиации МЧС России при тушении лесных пожаров. – 2018. – С. 10-18.

# Компрессорное оборудование БАЗ газодымозащитной службы

Гармашов Д. А.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** На сегодняшний день существует большое множество моделей компрессоров, вариантов их исполнения и применения. Компрессоры различаются по давлению, по производительности, по рабочей среде, в том числе и по условиям окружающей среды. Компрессоры могут быть одноступенчатыми и многоступенчатыми. Каждый тип имеет свои области рационального использования. Очень широко распространены поршневые компрессоры. Компрессоры этого типа наиболее многочисленны, так как обладают рядом преимуществ - высоким КПД, возможностью достижения высоких давлений в одной установке, приспособленностью к работе на переменных режимах и т.п. Так же среди компрессорных машин распространение получили воздушные компрессоры, служащие для подачи воздуха или газа.

Компрессор – это промышленный агрегат, который используется для сжатия и подачи различных газов и воздуха под давлением. Компрессоры широко используются в различных технологических процессах практически во всех отраслях производства.

Сфера применений – это тяжелое машиностроение, различные добывающие отрасли, химическая, газовая, металлургическая, нефтехимическая и другие отрасли.

Простейший принцип нагнетания воздуха начал использоваться человеком еще много веков назад, к примеру, в кузнечном цеху. Несмотря на то, что к настоящему времени существует большое количество типов компрессоров, сам принцип сжатия воздуха в них не изменился.

Разнообразие компрессорного оборудования достигается за счет различного конструктивного исполнения. Развитие техники и появление новых технологий стало требовать вначале специальных условий сжатия воздуха и определенных его характеристик на выходе, а затем возникла необходимость и работы с другими газами, в том числе взрывоопасными и токсичными. В пожарной охране для заправки малолитражных баллонов воздухом (кислородом) на базах газодымозащитной службы и воздухоподпиточных пунктах используются воздушные компрессоры высокого давления и кислородные дожимающие компрессоры.

**Ключевые слова (Keywords):** компрессорное оборудование, мощность, производительность, технические характеристики, давление.

### Технические характеристики компрессорного оборудования

#### Мощность

Говоря о данной характеристике, подразумевают мощность привода, измеряемую в киловаттах. Компрессорные агрегаты комплектуют как электрическими двигателями, так и двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

Последние, в свою очередь, делят на бензиновые и дизельные. Чем сильнее двигатель, тем проще нагнетать воздух. Однако при увеличении мощности растет не только производительность, но и расход топлива. Именно поэтому нельзя выбирать установку по принципу «чем мощнее, тем лучше». Такой подход ведет к неоправданному росту производственных издержек и увеличению себестоимости продукции.

#### Производительность

Этот параметр определяет объем сжатого воздуха, вырабатываемого агрегатом за определенный промежуток времени. Единицей измерения может служить как л/мин, так и м<sup>3</sup>/час. Производительность напрямую связана с конструктивными особенностями оборудования.

### Давление

В соответствии с данным параметром различают установки низкого (до 10 бар), среднего (до 100 бар), высокого (до 1000 бар) и сверхвысокого (более 1000 бар) сжатия. При этом важно понимать, что рабочее давление - постоянно изменяющаяся величина. Это связано с принципом действия компрессоров, которые автоматически выключаются при достижении заданного показателя и снова включаются после снижения давления до минимального установленного уровня. Как правило, разница между пуском и остановкой составляет 2 бар. В этих пределах и изменяется рабочее давление компрессора.

Компрессорная установка **MINI VERTICUS** (рис. 1) включает следующие основные узлы:

- компрессорный блок;
- приводной двигатель;
- узел рамы и корпуса с приборной панелью;
- устройство автоматического слива конденсата;
- распределительную панель;
- комплект фильтров;
- электрическую систему управления.

При стандартной комплектации со всеми установками поставляются:

- центральный фильтр P41;
- предохранительный клапан конечного давления, проверенный TUV;
- устройство автоматического слива конденсата и резервуар сбора конденсата;
- приборная панель с манометром конечного давления и счетчиком моточасов;
- распределительная панель с двумя наполнительными вентилями и наполнительными шлангами с заправочными адаптерами 200 бар.

По выбору, установки могут поставляться с:

- центральным фильтром P61 с более длительным сроком службы патрона;
- устройством контроля SECURUS для центрального фильтра;
- манометром давления масла;
- распределительной панелью 300 бар;
- переключающим устройством 200 бар/300 бар;
- возможна конструкция без распределительной панели;
- соединением для внешнего светового сигнализатора (только с устройством контроля SECURUS);
- соединением для 2-го датчика давления с установленным гистерезисом (только с переключающим устройством).



*Рис. 1 Компрессорная установка высокого давления, модель серии MV 1-приборная панель, электрическое управление; 2-наполнительный штуцер; 3-манометр, выпускной клапан; 4-выпускной клапан, центральный фильтр; 5-манометр конечного давления; 6-наполнительный вентиль; 7-центральный фильтр P41/P61; 8-емкость для сбора конденсата.*

### Компрессорный блок (рис. 2)



Прочная конструкция, стойкие к коррозии промежуточный фильтр и система охлаждения делают компрессорные блоки серии Mini Verticus особенно пригодными для бесперебойной эксплуатации.

Особенностью конструкции Vaueg является плавность работы. Баланс масс 1-го порядка равен нулю. Движущиеся части привода сбалансированы, что приводит к работе без вибрации. Привод оснащен тремя цилиндрическими роликовыми подшипниками, сокращающими потери энергии. Верхние и нижние подшипники соединительного штока также являются роликовыми. Все это обеспечивает большой срок службы, составляющий не менее 30000 моточасов.

Обеспечен свободный доступ ко всем клапанам, что сокращает время технического обслуживания. При этом не нужно разбирать и демонтировать воздухопроводы или манометры.

Все компрессорные установки имеют 3-х ступенчатую конструкцию с тремя цилиндрами. Цилиндры располагаются W образно, 1-я ступень в центре, 2-я ступень справа, а 3-я ступень слева, если смотреть со стороны фильтра.

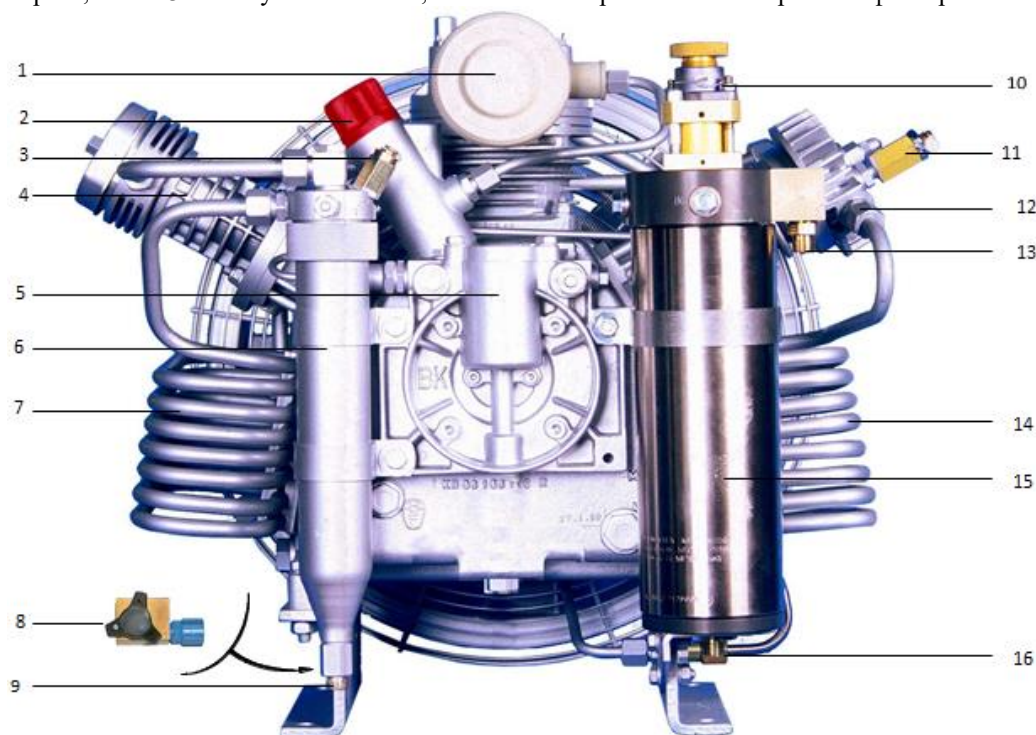


Рис. 2 Компрессорный блок (вид спереди)

1-входной фильтр; 2-маслозаливная горловина; 3-предохранительный клапан второй ступени; 4-цилиндр третьей ступени; 5-корпус масляного фильтра; 6-промежуточный сепаратор второй ступени; 7-промежуточный охладитель второй ступени; 8-кран ручного слива конденсата; 9-соединитель для слива конденсата; 10-предохранительный клапан конечного давления; 11-предохранительный клапан первой ступени; 12-цилиндр второй ступени; 13-соединитель выпускного патрубка; 14-промежуточный охладитель первой ступени; 15-сепаратор воды и масла после последней ступени; 16-выпускной патрубков конденсата, конечный сепаратор.

К техническому обслуживанию компрессора допускается персонал, обученный и аттестованный в установленном порядке.

**Техническое обслуживание компрессора включает:**

- проверку исправности систем и блоков компрессора;
- замену смазочного масла в компрессорном блоке;
- очистку и замену всасывающего фильтра компрессора;
- замену фильтра-картриджа фильтрующей системы;
- сброс конденсата;

регулировку натяжения и замену приводного ремня;  
чистку;  
устранение возможных неисправностей.

Порядок эксплуатации, обслуживания и ремонта двигателя производится в соответствии с руководством по эксплуатации на данный привод.

Эксплуатационные документы на привод поставляются комплектно с компрессором.

При техническом обслуживании используются запасные части и инструмент, поставляемые в комплекте с компрессором.

### **Меры безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании воздушных компрессоров высокого давления:**

монтаж, проверку и обслуживание компрессора должен проводить персонал, прошедший подготовку и имеющий допуск к работе с сосудами высокого давления;

монтаж, проверку и обслуживание электрооборудования компрессора должен проводить персонал, прошедший подготовку и имеющий разрешение в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», и имеющий квалификационную группу по технике безопасности не ниже III;

безопасность работы на компрессоре обеспечивается выполнением требований ГОСТ 12.2.016 и руководства по эксплуатации;

безопасность при заполнении баллонов на компрессоре должна обеспечиваться выполнением «Правил промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением»;

компрессор предназначен исключительно для сжатия воздуха, запрещается сжатие любой другой среды;

запрещается превышать допустимое рабочее давление для заполняемых сосудов;

запрещается самостоятельная регулировка предохранительных клапанов;

запрещается любое внесение изменений в конструкцию компрессора;

запрещается сварка трубопроводов высокого давления;

для компрессора с бензиновым приводом запрещается установка компрессора в помещении;

запрещается эксплуатация компрессора рядом с источником огня, дыма или выхлопных газов;

при ремонте и обслуживании допускается использование расходных материалов, узлов и деталей, только рекомендованных организацией - изготовителем;

персоналу, эксплуатирующему и обслуживающему компрессорную установку, запрещается носить длинные волосы, болтающуюся одежду и ювелирные украшения;

перед запуском необходимо проводить наружный осмотр компрессора на отсутствие неисправностей;

при обнаружении неисправностей необходимо немедленно остановить компрессор;

включение и выключение компрессора необходимо производить согласно руководству по эксплуатации;

техническое обслуживание и ремонт может проводить только обученный в организации - изготовителе персонал;

техническое обслуживание необходимо проводить в объеме и в сроки указанные в руководстве по эксплуатации;

проведение технического обслуживания и ремонта разрешается только при полностью сброшенном давлении воздуха во всех частях компрессора и выключенном электропитании;

никогда не следует касаться руками движущихся частей оборудования, а также вставлять в них отвертки, ключи или другие инструменты;

запрещается прикасаться к выхлопной трубе бензинового двигателя во время его работы, а также до истечения 30 минут после его остановки;

никогда не следует использовать при очистке горючие жидкости;

в месте, где используется компрессор с бензиновым двигателем необходимо

соблюдать правила пожарной безопасности. Рядом должен находиться огнетушитель;

нужно периодически проверять информационные таблички/наклейки и при необходимости восстанавливать или заменять их;

следует поддерживать чистоту и порядок на рабочем месте, не допускать присутствия предметов, которые могут воспрепятствовать работе компрессора;

операторы должны избегать выполнения работ в неудобном положении, которое может стать причиной потери равновесия;

освещение рабочего места должно соответствовать выполняемой работе;

всегда необходимо соблюдать инструкции, правила предупреждения несчастных случаев и рекомендации, содержащиеся в руководстве по эксплуатации.

## **Заключение**

В настоящее время современное компрессорное оборудование, применяемое в подразделениях пожарной охраны, является достаточно производительным, эргономичным. Процессы заправки баллонов максимально упростились и автоматизировались, что сокращает общее время работы при заправке баллонов (без процесса дозаправки). Появилась возможность в выборе компрессорного оборудования с необходимыми для выполнения задач характеристиками и разных производителей.

В зависимости от конструктивных особенностей и основных параметров, компрессорное оборудование производится для различных условий эксплуатации. С появлением переносных и бензиновых типов компрессорного оборудования возросла мобильность газодымозащитной службы при проведении аварийно-спасательных работ, работ по тушению пожаров, ликвидации аварий с угрозой выброса отравляющих веществ, где требуется применение СИЗОД с неоднократной заменой баллонов.

Необходимо отметить, что компрессоры довольно широко распространены в любых отраслях. Любой тип компрессора имеет свою область применения, свои уникальные характеристики, что позволяет им оставаться востребованными и по сей день. Но прогресс не стоит на месте и необходимо разрабатывать все новые и более усовершенствованные установки.

На сегодня компрессоры используют практически во всех сферах промышленной деятельности. Без компрессора на сегодня невозможна работа целых промышленных комплексов.

## **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Приказ МЧС России от 27 июня 2022 г. N 640 «Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны».

2. Приказ ГУ МЧС России по Красноярскому краю от 29.01.2024 № 181 «Об утверждении инструкции по организации деятельности ГДЗС в подразделениях ФПС ГПС ГУ МЧС России по Красноярскому краю».

3. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 года № 536 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением"».

4. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 года № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны».

5. Установка компрессорная высокого давления ПТС «ВЕКТОР»-S-500M Руководство по эксплуатации ПТС 89M.01.00.000 РЭ.

6. Компрессор MINI VERTICUS. Руководство по эксплуатации.

# К вопросу актуальности возникновения ЧС в учреждениях здравоохранения

Карабутов С. В.

Научный руководитель: кандидат технических наук

Елфимов Н.В.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Обеспечение пожарной безопасности социально значимых объектов является сложной задачей, включающей триединство ее составляющих – технической, экономической и социальной, а решение любой задачи в области ЧС и пожарной безопасности в частности, опирается на установление причин их возникновения. Исследовательский акцент в статье направлен на возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) на объектах здравоохранения. Проведен краткий обзор статистики и причин ЧС, приведены примеры взрывов кислородного оборудования в лечебных учреждениях и пожаров по электротехническим причинам.

**Ключевые слова (Keywords):** чрезвычайная ситуация, объекты здравоохранения, статистика ЧС, взрыв, пожар, материальный ущерб, опасные факторы пожара.

Как известно, уровень безопасности является одним из основных показателей качества жизни и состояния общества, являясь основной потребностью человека. Однако современные реалии таковы, что ЧС приобретают масштабный характер, влияя на рост опасности для человека и общества, что в свою очередь заставляет, например, известного социолога Ульриха Бека говорить об «обществе риска», как современной стадии развития индустриального общества, «для которой характерно возрастающее внимание к теме распределения рисков и угроз» [0]. Развитие техносферной сферы предопределяет и одновременное наличие опасностей, что требует пристального исследовательского внимания по снижению негативных последствий различных ЧС.

В 2023 году на территории России произошло 305 ЧС, что на 26,03% больше, чем в 2022 г., большинство из которых – 84,9% составляют ЧС муниципального и локального характера. При этом количество пострадавших увеличилось на 22,24 %, спасенных увеличилось в 9,2 раза. На долю техногенных ЧС приходится 60% происшествий, на которых в 2023 г. погиб 281 человек, составив 91% от общего количества погибших при ЧС. Эта тенденция характера и для 2022 г. [2,3]. Виды ЧС техногенного характера представлены на рисунке 1.

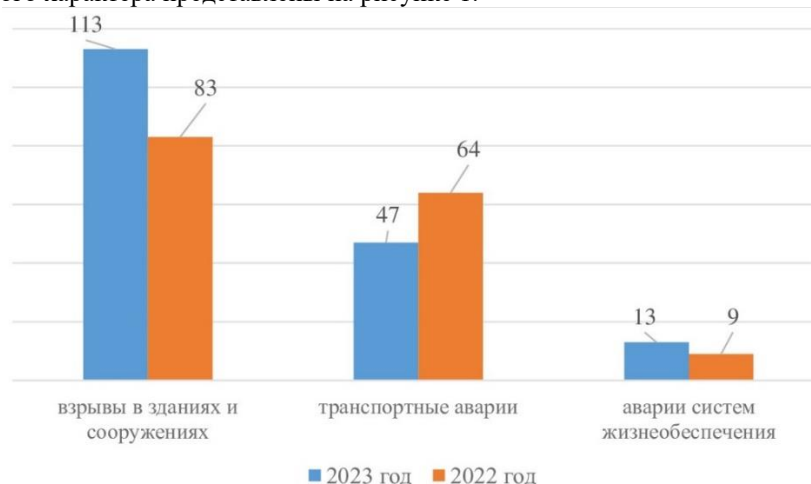


Рис.1 – Распределение техногенных ЧС по характеру и виду источников их возникновения

С 2022 по 2023 гг. прослеживается очевидный рост взрывов в зданиях с последующим возникновением пожара (26,96%) и аварии систем жизнеобеспечения: теплоснабжения, водоснабжения, электроэнергетики и газораспределительные системы (44,4%) [4].

Пожары, как один из наиболее распространенных видов ЧС и пожарная безопасность учреждений здравоохранения всегда остаётся актуальной ввиду специфики их деятельности, социальной значимости и особенностей контингента: постоянном составе (лечебный и административный персонал) и переменный состав (пациенты). По данным Росстата в 2022 г. объекты здравоохранения насчитывали 5167 больничных организаций, в которых находились свыше 1141 миллионов койко-мест и 559 диспансеров где свыше 98 тысяч койко-мест [5]. В зданиях здравоохранения и соцобслуживания в 2023 г. произошел 261 пожар, что на 8,4% меньше, чем двумя годами ранее, однако эта нисходящая тенденция не должна вводить в заблуждение относительно пожарной безопасности учреждений. Согласно официальным данным в 2023 г. МЧС выявило в стационарах 59 тысяч нарушений требований пожарной безопасности, большинство из которых связаны с ограничением распространения огня и безопасной эвакуации [6]. Неудивительно, что по свидетельству Долгошеевой Н.П. и Потапова С.О., «каждый 5-й объект здравоохранения и социальной сферы функционирует с нарушением правил противопожарной безопасности», а причинами такой ситуации являются «не всегда активная роль в обеспечении противопожарной безопасности руководителей организаций, которые за нее отвечают, неподготовленность персонала, а также общее неудовлетворительное противопожарное состояние объектов» [7].

В качестве примера можно привести предписание об устранении нарушений, в числе которых: отсутствие протокола эксплуатационных испытаний пожарных эвакуационных лестниц, не соответствие планов эвакуации и инструкций нормативным требованиям пожарной безопасности, отсутствие регламента технического обслуживания противопожарной защиты и отключенная автоматическая пожарная сигнализация [8]. В этой связи актуализируются вопросы своевременной эвакуации из зданий, особенно, если учесть условия, способствующие гибели людей на пожарах (рис. 2) [4].

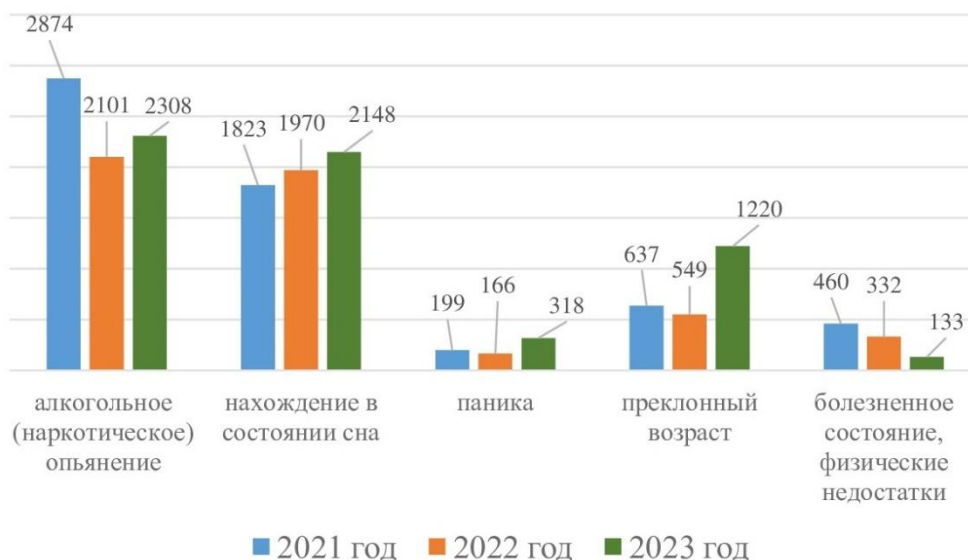


Рис. 2 – Количество погибших при пожарах людей за 2021-2023 гг., гибели которых способствовали определенные условия

Очевидно, что в большинстве случаев гибель людей на пожарах связана с состоянием паники, преклонным возрастом и нахождением в состоянии опьянения (последний фактор особенно актуален, поскольку он свидетельствует об отсутствии должного контроля за режимом пребывания со стороны персонала учреждения. Очевидно, что во многом люди просто не успевают приступить к эвакуации или не могут завершить ее до наступления предельно допустимых опасных факторов

пожара), т.е. условий маломобильности, препятствующих своевременной и оперативной эвакуации. При этом на протяжении нескольких лет антропогенные причины остаются основными в структуре причин пожаров, а ведь именно инвариантный человеческий фактор является наиболее сложным для прогнозирования и контроля.

Известно, что на объектах здравоохранения применяются кислород в баллонах и кислородное оборудование, повышая пожарную опасность зданий. Одними из примеров ЧС на объектах здравоохранения являются взрывы подобного оборудования: 25 мая 2023 г. в областной больнице г. Владимира взорвался баллон с углекислой, повреждено оборудование хирургического корпуса, 31 октября 2020 г. на территории поликлиники в горбольнице г. Челябинска взорвались кислородные баллоны, потом начался пожар, эвакуировано 160 человек (причина пожара – ошибка при монтаже кислородного блока) [9,10]. Нарушения электротехнического характера также становятся причиной пожара на объектах здравоохранения: 10 декабря 2023 г. из-за замыкания электропроводки произошел пожар в терапевтическом отделении ГКБ № 2 г. Ижевска, эвакуировано силами персонала 66 человек, 1 июня 2023 г. пожар из-за замыкания электропроводки в педиатрическом корпусе Самарской областной клинической больницы, эвакуировано 65 медиков и пациентов. В неврологическом отделении областной больницы г. Биробиджан по этим же причинам возник пожар, эвакуировано 54 пациента и сотрудника, 4 июня 2023 г. пожар в центральной клинической больнице Новосибирска, эвакуировано 173 человека [11,12,13].

Ученые Голубев К.А. и Бубнов В.Б. особо отмечают проблемы в применении противопожарного водопровода для тушения пожара сотрудниками больниц, поскольку критическое значение опасных факторов пожара наступают на 1-6 минуте пожара, к числу приоритетных действий относится эвакуация пациентов и персонала, а запорные клапаны DN 50 и DN 65 вызывают трудности в использовании неподготовленным персоналом больницы, как правило женщинами [15]. Бедрицкая И.А. и Власова О.С. указывают, что большинство больниц построены 60-70 лет назад и соответственно возникает необходимость в ужесточении к таким объектам требований пожарной безопасности [16]. К числу факторов, обуславливающих наступление тяжких последствий пожара можно отнести высокую изношенность строений, отсутствие инженерного обеспечения, недостаточную экономическую поддержку организации противопожарных мероприятий, а также неспособность к самостоятельному передвижению и неадекватность восприятия ситуации пациентами.

Пример расчетов пожарного риска для различных объектов здравоохранения, например, психиатрического отделения для здания психиатрического отделения ФГУЗ КБ № 81 ФМБА России (г. Северск Томской области), демонстрирует неутешительные данные: величина индивидуального пожарного риска превышает допустимое значение ( $Q_v = 174,492 \cdot 10^{-4} \cdot (1 - 0) \cdot 1 \cdot (1 - 0) \cdot (1 - 0,8704) = 22,62 \cdot 10^{-4}$ ,  $22,62 \cdot 10^{-4} > 10^{-6}$ ). В этой связи обеспечение пожарной безопасности учреждений здравоохранения является сложной системной проблемой, особую актуальность для которой приобретают вопросы принятия управленческих решений по снижению пожарного риска. Смысловым центром этого процесса является решение задачи по обеспечению снижения рискообразующих факторов и повышения уровня защищенности объекта путем применения противопожарных и профилактических мер.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Гаврилов К.А. От общества риска к метаморфозам мира: Памяти Ульриха Бека // Социологический ежегодник, 2015-2016: Сб. науч. тр. / РАН. ИНИОН. Центр социал. науч.-информ. исслед. Отд. социологии и социал. психологии; Кафедра общей социологии НИУ-ВШЭ; Ред. Н.Е. Покровский, Ред.-сост. Д.В. Ефременко. Отв. ред.: О.А. Симонова, М.А. Ядова. М., 2016. (Сер.: Теория и история социологии). С. 317-330;
2. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий российской федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году». М., 2023. 447 с.;
3. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий российской федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного

характера в 2023 году». М., 2024. 289 с.;

4. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.;

5. Здоровоохранение в России. 2023: Стат. сб./ Росстат. М., 2023. 179 с

6. В 2023 году МЧС выявило в стационарах 59 тысяч нарушений требований пожарной безопасности. URL: <https://vademec.ru/news/2024/01/22/v-2023-godu-mchs-vyuavilo-v-statsionarakh-59-tysyach-narusheniy-trebovaniy-pozharnoy-bezopasnosti/> (дата обращения 20.09.2024);

7. Долгошеева Н.П., Потапов С.О. Пожары на объектах здравоохранения: причины и последствия // Пожарная безопасность: причины и последствия. Т.1. № 9. 2018. С. 223-227;

8. Предписание об устранении нарушений обязательных требований пожарной безопасности № 548/1. URL: <https://www.ddt48.ru/wp-content/uploads/2021/12/predpisanie-ob-ustranении-narushenij-trebovanij-pb-%E2%84%96-548-1.pdf?ysclid=m1ahqqk2qn461295491> (дата обращения 20.09.2024);

9. В Челябинске на территории поликлиники при горбольнице взорвались кислородные баллоны. URL: [https://www.1tv.ru/news/2020-10-31/396008v\\_chelyabinske\\_na\\_territorii\\_polikliniki\\_pri\\_gorbolnitse\\_vzorvalis\\_kislorodnye\\_ballony](https://www.1tv.ru/news/2020-10-31/396008v_chelyabinske_na_territorii_polikliniki_pri_gorbolnitse_vzorvalis_kislorodnye_ballony) (дата обращения 20.09.2024);

10. В областной больнице во Владимире взорвался баллон с углекислотой. URL: <https://iz.ru/1518872/2023-05-26/v-oblastnoi-bolnitce-vo-vladimire-vzorvalsia-ballon-s-uglekislotoi?ysclid=m1aj46j62w648869364> (дата обращения 20.09.2024);

11. В российской больнице произошел пожар. URL: <https://lenta.ru/news/2023/10/19/v-rossiyskoy-bolnitse-proizoshel-pozhar/?ysclid=m1aklt1ya422429686> (дата обращения 20.09.2024);

12. Спать ляжем одетые на всякий случай»: пациенты рассказали, как пережили пожар в больнице Середавина. URL: <https://63.ru/text/incidents/2023/06/01/72360641/> (дата обращения 20.09.2024);

13. Пожар в Центральной клинической больнице в Новосибирске 4 июня 2023

14. URL: <https://www.nsk.kp.ru/daily/27511.5/4773261/?ysclid=m1akslzhxk689629084> (дата обращения 20.09.2024);

15. Голубев К.А. и Бубнов В.Б. Актуальная проблема использования внутреннего противопожарного водопровода при тушении пожара в больницах // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2019. Издательство: ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». С. 69-72;

16. Бедрицкая И.А., Власова О.С. Анализ возможных причин возникновения пожаров в психиатрических больницах и негативное влияние на состояние больных // Проблемы обеспечения безопасности (безопасность 2020): Материалы II Международной научно-практической конференции. Уфа, 2020. С. 101-105.

# Перспективное направление конструктивных решений из инженерной древесины для объектов защиты

Козлов Д.Ю.

Научный руководитель: доктор технических наук  
Амельчугов С. П.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Приведена статистика показателей обстановки с пожарами на территории Российской Федерации за последних пять лет, рассмотрены перспективные направления развития строительства с применением современных технологий. Разобрана пожарная опасность деревянных строительных конструкций. Рассмотрена технология изготовления строительных деревянных конструкций из CLT панелей (Cross-Laminated Timber), что в переводе на русский язык означает «перекрестно склеенные доски». Определены задачи исследований.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, деревянные строительные конструкции, развитие пожара, опасные факторы пожара, огнетушащие средства

Во все времена человечество активно применяло в строительстве древесину, так как она считается универсальным строительным материалом. Древесина – это экологически чистый возобновляемый строительный материал издревле используемый человеком при строительстве зданий и сооружений [1]. По своему строению древесина является волокнистым пористым материалом, состоящая из корней, ствола и кроны. Древесина обладает огромной внутренней поверхностью, которая активно сорбирует водяные пары из воздуха [1,2,3]. Ствол является основной частью дерева используемого в качестве строительного материала. Древесные породы по ряду биологических признаков подразделяют на хвойные и лиственные. В строительстве в основном применяют древесину хвойных пород, отличающейся меньшим количеством пороков строения ствола и большей устойчивостью к загниванию, связанной со смолистостью. Стоит отметить, что лиственные породы применяются в строительстве значительно реже, чем хвойные [2].

Вещественный состав различных пород древесины приблизительно одинаковый, поэтому истинная плотность является постоянной величиной и составляет 1,54 г/см<sup>3</sup>. Средняя плотность различных пород древесины зависит от условий роста дерева. С изменением влажности средняя плотность меняется, поэтому принято сравнивать плотность древесины при одной и той же стандартной влажности, равной 12% [1].

Применение в строительстве материалов на основе древесины обусловлено сочетанием ряда положительных свойств [3]:

- высокой прочностью при небольшой средней плотности;
- высокой морозостойкостью;
- малой теплопроводностью;
- меньшей объемной массой по сравнению с железобетонными и металлическими строительными конструкциями;
- легкостью в механической обработке;
- простотой в скреплении как отдельных деталей между собой, так и в целом при монтаже строительных конструкций;
- применению в ходе проведения строительно-монтажных работ машин и механизмов с более низкими грузоподъемными характеристиками по сравнению с железобетонными и металлическими строительными конструкциями.

Стоит отметить, что на ряду с положительными свойствами древесина обладает рядом недостатков [4]:



- наличие пороков (сучки, трещины, синева, смоляные кармашки, трухлявость, гниль и т.п.);
- гигроскопичностью, способствующей к изменению массы и объема приводящей к короблению и растрескиванию;
- анизотропностью, то есть неоднородностью ее структуры и свойствам в различных направлениях;
- горючестью.

Материалы из древесины применяют как правило в качестве конструкционных, отделочных, теплоизоляционных, акустических и столярных изделий.

Конструкционным материалам относят круглые лесоматериалы (бревна), пиломатериалы и заготовки, изделия строганные погонажные, фанеру, древесные слоистые пластики, фибролит, арболит, цементно-стружечные плиты. К деревянным конструкциям относятся несущие и ограждающие строительные конструкции (конструкции изготовленные из естественной и клееной древесины, комплекты изделий и деталей домов).

В середине двадцатых годов в Европе был запатентован вид инженерной древесины (рис. 1,2) CLT (Cross-Laminated Timber), что в переводе на русский язык означает «перекрестно склеенные доски» [5]. Для изготовления строительных конструкций по технологии CLT используют высушенные (влажность 10-12 %) хвойные и лиственные ламели, которые строгают со всех четырёх сторон и обрезают до нужного размера. Затем подготовленные ламели сращивают по длине на зубчатый шип с помощью клея. Далее подготовленные листы (слои) склеивают между собой крест-накрест с помощью пресса. На этапе завершения, изготовленные панели строгают и шлифуют в целях получения гладкой и ровной поверхности. При необходимости в материале могут проделывать трассы предназначенные для прокладки инженерных коммуникаций, а также дверные и/или оконные проёмы. Готовые строительные конструкции доставляются на место возведения объекта защиты с последующей их установки на заранее подготовленный фундамент. В ходе строительства панели соединяются между собой с помощью металлических уголков и анкеров (рис. 3). После сборки объекта защиты из CLT-панелей можно сразу приступить к проведению внутренней и/или наружной отделке, учитывая, что CLT-панели прошли обработку и имеют идеально ровную поверхность [6].

Как правило панели изготавливают с минимальным количеством слоев CLT панелей – 3, максимальным – 12. Ее толщина зависит как от числа слоёв, так и от толщины каждого из них и варьируется от 45 до 480 мм.

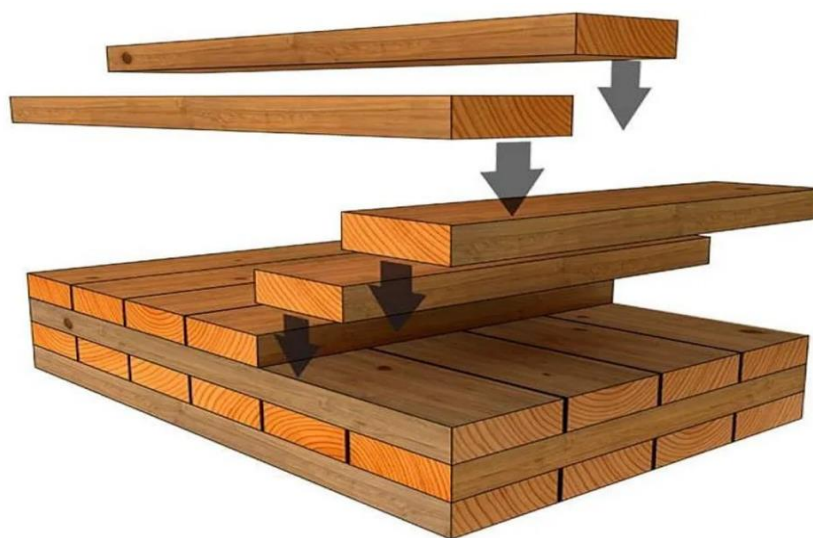


Рис. 1 – Схематичное изображение структуры CLT панелей



Рис.2 – Разновидности CLT панелей

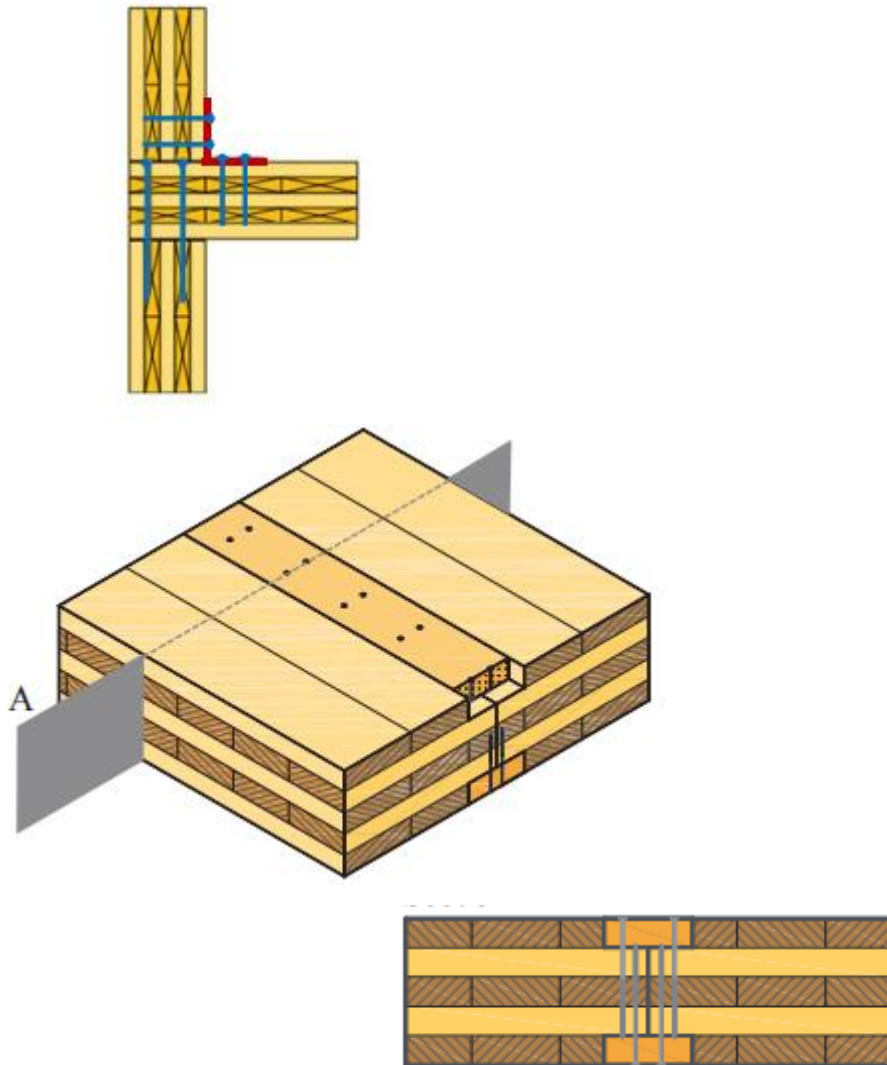


Рис. 3 – Типовые виды узлов соединений CLT панелей

Дома, выполненные по технологии CLT, имеют ряд преимуществ перед другими типами домов, такие как [4,7]:

- экологичность (дома выполнены из натуральной древесины, что делает их экологически чистыми и безопасными для здоровья);
- повышенная теплоизоляция (низкая теплопроводность и высокий показатель теплоёмкости обеспечивают хорошую теплоизоляцию дома);
- эффективное шумопоглощение (стены и перекрытия отличаются высоким шумопоглощением, что обеспечивает тишину и покой в доме);
- лёгкость конструкции (здания постоянные по технологии CLT шесть раз легче аналогичных зданий выполненных из бетона, что значительно снижает трудозатраты на возведение объекта защиты и фундамента);
- простота отделки (без подготовки поверхностей в зданиях можно применять любые декоративные материалы, исключая мокрые процессы).

CLT панели в России - это новая технология, поэтому сказать точно сколько будут эксплуатироваться такие дома достаточно сложно, можно делать только предположения. Стоит отметить, что стоимость строительства таких домов может быть выше, чем у традиционных деревянных домов. Ценообразование на прямую зависит от сложности производства панелей и необходимости использования специального оборудования [8]. Также важно учитывать особенности эксплуатации домов из CLT-панелей, такие как необходимость соблюдения правил пожарной безопасности и защиты от влаги.

Благодаря возросшему интересу к экостроительству данная технология стала востребованной в европейских и западных странах начинает внедряться на территории Российской Федерации. По ней возводят многоэтажные жилые дома, общественные здания и частные строения.

Деревянные строительные материалы в значительной мере присутствуют в планировочных и конструктивных решениях зданий различного назначения. Из рассмотренных основных показателей обстановки с пожарами на территории Российской Федерации (табл. 1), установлено, что наибольшее количество пожаров и число погибших людей происходит в зданиях пятой степени огнестойкости, в которых большая часть строительных конструкций может быть выполнена из древесины [9].

Таблица 1 - Основные показатели обстановки с пожарами в Российской Федерации за 2019-2023гг. по степени огнестойкости объектов пожаров

Степень огнестойкости	Количество пожаров, ед. Погибло, чел.				
	2019	2020	2021	2022	2023
I	1422	1276	1190	836	1540
	53	47	62	35	56
II	29895	26935	26723	24683	27602
	1259	1280	1340	1134	1297
III	27512	27734	27657	25436	28813
	1543	1500	1485	1431	1696
IV	11719	12329	12845	12337	13216
	657	665	693	656	711
V	83073	81956	80427	67757	63841
	4684	4424	4556	3795	3647
Степень огнестойкости отсутствует	317805	289037	241840	103671	2981
	363	393	335	310	77

Процесс уничтожения материальных ценностей при пожаре становится необратимым и дальнейшее тушение пожара уже не дает существенного эффекта. Следует отметить, что пожары достаточно разнообразны, но в основном это проблемы электрооборудования – короткие замыкания и перегрузки, а также возникновение в результате неосторожного обращения с огнем.

В соответствии со статьей 87 Федерального закона 123-ФЗ установлены общие требования пожарной безопасности к объектам защиты по степени

огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности в зависимости от класса функциональной пожарной опасности, этажности и площади этажа в пределах пожарного отсека. Строительные конструкции в зданиях сооружениях должны применяться с определенными пределом огнестойкости и классом пожарной опасности, соответствующие требуемой степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности указанных в таблице 21 и 22 [10].

В соответствии с СП 2.13130.2020 года, строительство жилых зданий из незащищенных деревянных строительных конструкций V степени огнестойкости допускается высотой 3 метра с площадью 800 м<sup>2</sup> или высотой 5 метров с площадью 500 м<sup>2</sup>. Следовательно при рассмотрении строительства зданий с большей высотой и площадью пожарного отсека, деревянные строительные конструкции необходимо привести к показателям требуемых пределов огнестойкости, классов пожарной опасности строительных конструкций, для зданий соответствующей степени огнестойкости и классу конструктивной пожарной опасности [11].

В рамках дальнейшего проведения научного исследования пожарной опасности строительных конструкций по технологии CLT, планируется решить следующие задачи:

- исследование зависимости пожарной опасности и пределов огнестойкости строительных конструкций из инженерной древесины;
- разработка обобщенного критерия расчета предела огнестойкости строительных конструкций из инженерной древесины на примере CLT;
- разработка методики оценки пожарной опасности строительных конструкций из инженерной древесины.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Уголев, Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение: Учебник. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 351 с.
2. Беляева, З. В. Эффективность применения клееных деревянных конструкций в современном строительстве / З. В. Беляева, Р. И. Разводов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2019. – № 1(40). – С. 74-78. – DOI 10.25628/UNIP.2019.40.1.013.
3. Зими́на, Е. Ю. Влияние ориентации волокон древесины на ее диссипативные свойства / Е. Ю. Зими́на // Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. – 2022. – № 1. – С. 172-175.
4. Лысенкин, В. В. Основные преимущества и недостатки применения клееных деревянных конструкций в качестве несущих конструкций / В. В. Лысенкин // Шаг в науку. – 2024. – № 1. – С. 60-65.
5. Хасанов, И. Р. Особенности пожарной опасности зданий из деревянных конструкций / И. Р. Хасанов // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25, № 11. – С. 51-60. – DOI 10.18322/PVB.2016.25.11.51-60.
6. Современные решения в домостроении. Технология CLT (особенности и достоинства) [Электронный ресурс] <https://clt-russia.com/vse-o-sovremennom-domostroenii/sovremennye-resheniya-v-domostroenii-tehnologija-clt-osobennosti-i-dostoinstva> (дата обращения 04.10.2024).
7. Холявкин, А. О. Оценка эффективности применения клееных деревянных конструкций в строительстве большепролетных сооружений / А. О. Холявкин // Наука и образование сегодня. – 2018. – № 6(29). – С. 132-134.
8. Коновалов, М. А. Использование деревянных конструкций в качестве альтернативной замены железобетонным конструкциям в многоэтажном здании / М. А. Коновалов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2022. – № 6. – С. 17-24. – DOI 10.34031/2071-7318-2022-7-6-17-24.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. Балашаха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
10. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» – 126 с.
11. Свод правил СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – 41 с.

# Разработка дополнительных мер противопожарной защиты объектов на этапе строительства

Бойко В.С.

Научный руководитель: кандидат технических наук

Елфимов Н. В.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Рассмотрены статистические данные по происшедшим пожарам на объектах различного назначения и последствиям от них на территории Российской Федерации. Стоит отметить, что любой из них сопрягается с большим ущербом, травмированием людей и нередко приводит к их гибели. Для защиты зданий, а также для обеспечения безопасности людей в случае пожара, предусматривается проведение комплекса различных организационных и инженерно-технических мероприятий, которые включают в себя разработку эффективных, экономически целесообразных и технически обоснованных способов и средств предупреждения пожаров, предотвращения их распространения, мер по его ликвидации и создания условий для эвакуации людей в зону, в которой отсутствуют опасные факторы пожара, что является важной задачей для обеспечения пожарной безопасности на всех этапах строительства и эксплуатации зданий.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, противопожарная защита, опасные факторы пожара, очаг пожара, материальный ущерб.

Ежегодно на территории Российской Федерации происходят пожары, которые влекут за собой колоссальный материальный ущерб и к сожалению приводят к человеческим жертвам. Именно поэтому обеспечение пожарной безопасности является особенно актуальной задачей на сегодняшний день. Статистика пожаров произошедших на территории Российской Федерации в период с 2019 года по 2023 год (рис. 1) указывает на тенденцию к снижению числа пожаров [1].

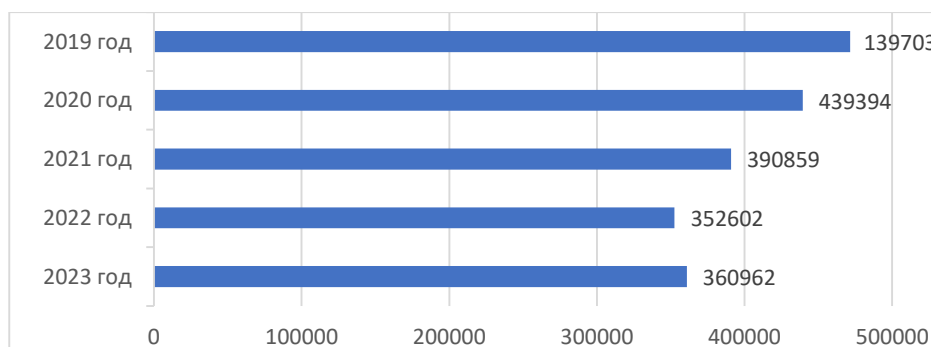
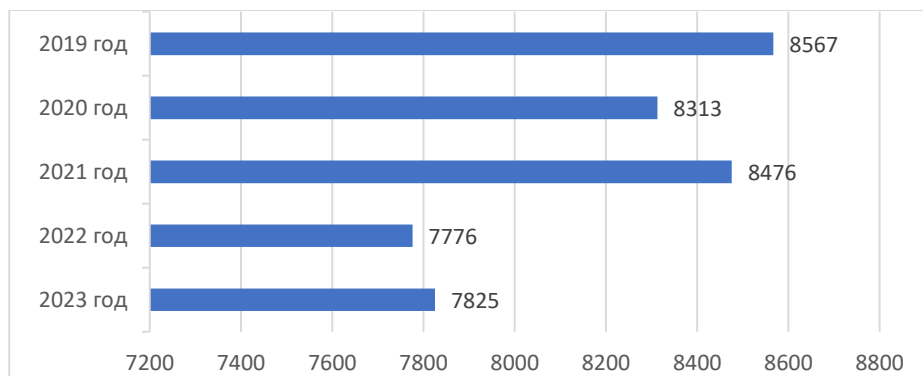


Рис.1 - Количество пожаров, возникших в Российской Федерации за период 2019-2023 гг.

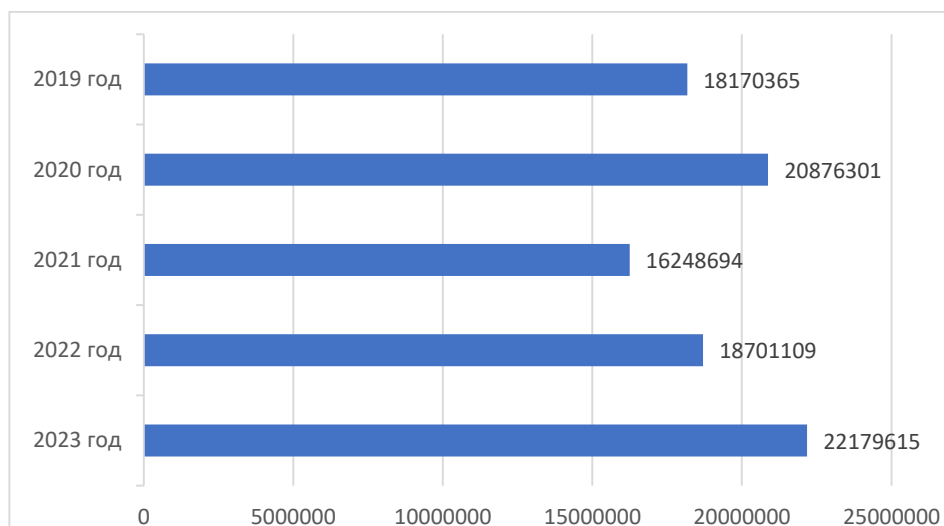
Стоит отметить, что несмотря на положительную динамику, количество пожаров остается на высоком уровне, что требует более глубокого изучения причин возгорания и разработки комплекса мероприятий, направленных на снижение возгораний и негативных последствий от них.

При рассмотрении статистических данных, связанных с пострадавшими и погибшими от пожара (рис. 2), можно наблюдать нестабильное, но все же снижение показателя [1]. В приведенной статистике наблюдается рост показателя в 2023 году (49 случаев), что указывает на недостаточно проводимые мероприятия направленные на обеспечение пожарной безопасности, а также на недостаточный уровень подготовки населения к действиям при обнаружении пожара.



*Рис. 2 - Количество погибших на пожарах в Российской Федерации за период 2019-2023 гг.*

При рассмотрении показателя материального ущерба (рис. 3), отмечается значительный рост. Данный показатель напрямую зависит от ценообразования на строительные и отделочные материалы применяемые в строительстве.



*Рис. 3 - Количество материального ущерба, причиненного пожарами в Российской Федерации за период 2019-2023 гг.*

Причины возгорания (рис. 4) имеют различный характер в зависимости от назначения здания[4].

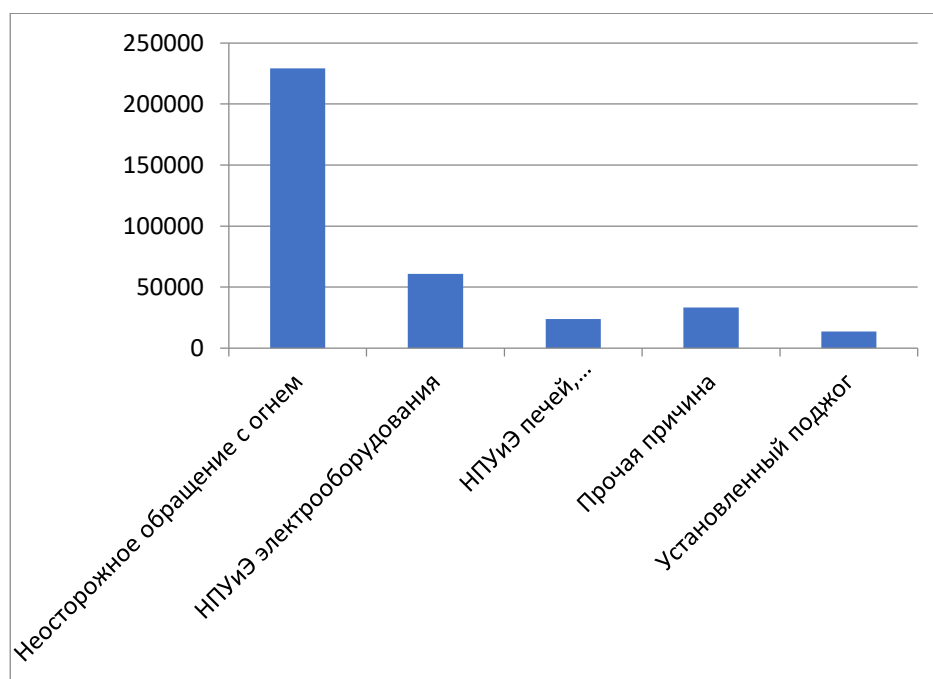


Рис. 4 - Причины возникновения пожаров

Проанализировав статистические данные по произошедшим пожарам на территории Российской Федерации, было установлено, что показатель связанных с пожарами произошедшими в зданиях спортивно-оздоровительного назначения за последние годы остается на высоком уровне, при этом основными причинами являются: неосторожное обращение с огнем, НПУиЭ электрооборудования, НПУиЭ печей, установленный поджог, а также прочие причины [4].

Большинство факторов риска к которым приводит пожар неразрывно связаны с человеческой жизнью, что определяет необходимость обеспечения их надежного контроля в самом широком смысле этого слова.

Зачастую, недостаточный контроль соблюдения требований указанных в Федеральном законе № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» на стадии проектирования и строительства объектов приводит к непреодолимым сложностям при дальнейшей эксплуатации объектов [3].

Необходимо отметить, что здания спортивно-оздоровительного назначения относятся к общественным зданиям и являются объектами для временного проживания людей и для осуществления различных видов деятельности: торговли, общественного питания, спорта, учреждений культуры, образования и транспортных услуг [2].

Учитывая энергичное развитие инфраструктуры общественного пространства во всех регионах Российской Федерации нельзя не заметить значительный рост строительства объектов данного назначения. При этом следует отметить, что зачастую уровень пожарной безопасности остается на том же уровне или имеет послабление, связанное с недостаточным или не своевременным контролем со стороны контролирующих органов. Стоит отметить, что объекты физкультурно-оздоровительного комплекса являются местом повышенного скопления людей (спортсменов, зрителей, маломобильного слоя населения и т.д.), особенно, в период проведения спортивных мероприятий и соревнований. Руководство физкультурно-оздоровительных комплексов возлагает на себя обязательства по обеспечению безопасности людей, находящихся в зданиях, поэтому необходим тщательнейший контроль в сфере безопасности жизненной деятельности спортивных сооружений [5]. Также в соответствии с Федеральным законом № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» здания физкультурно-оздоровительных учреждений относятся к классу F 3.6. по функциональной пожарной опасности [3]. Особенностью этой категории, как правило, является массовое скопление людей.

Контроль на стадии проектирования и строительства является не менее важным, чем контроль соблюдения требований законодательства после ввода объекта в эксплуатацию.

Для снижения рисков, указанных в статье 219 Федерального закона от 13.06.1996 № 63-ФЗ «Уголовный кодекс Российской Федерации», для каждого объекта создается система пожарной безопасности, которая, в свою очередь должна соответствовать требованиям пожарной безопасности на этапе проектирования и ввода объекта в эксплуатацию и оставаться в эксплуатации в течение всего срока его жизнедеятельности [1].

Для физкультурно-оздоровительных объектов комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности включает [1]:

1. Организацию обучения персонала правилам пожарной безопасности на производстве.

2. Разработку и реализацию инструкций о соблюдении противопожарного режима и действия людей при возникновении пожара.

4. Изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности.

5. Разработку плана мероприятий по действиям персонала на случай возникновения пожара и организацию эвакуации людей.

В инструкциях о мерах пожарной безопасности отражены следующие вопросы [1]:

а) порядок содержания территории, зданий, сооружений и помещений, в том числе эвакуационных путей;

б) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технологических процессов при эксплуатации оборудования и производстве пожароопасных работ;

в) порядок и нормы хранения и транспортировки пожаровзрывоопасных веществ и пожароопасных веществ и материалов;

г) порядок осмотра и закрытия помещений по окончании работы;

д) расположение мест для курения, применения открытого огня, проезда транспорта и проведения огневых или иных пожароопасных работ, в том числе временных;

е) порядок сбора, хранения и удаления горючих веществ и материалов, содержания и хранения спецодежды;

ж) порядок и периодичность уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;

з) обязанности и действия работников при пожаре, в том числе при вызове пожарной охраны, аварийной остановке технологического оборудования, отключении вентиляции и электрооборудования (в том числе в случае пожара и по окончании рабочего дня), пользовании средствами пожаротушения и пожарной автоматики, эвакуации горючих веществ и материальных ценностей, осмотре и приведении в пожаровзрывобезопасное состояние всех помещений предприятия (подразделения).

В инструкции о мерах пожарной безопасности указываются лица, ответственные за обеспечение пожарной безопасности, в том числе за [1]:

а) сообщение о возникновении пожара в пожарную охрану и оповещение (информирование) руководства и дежурных служб объекта;

б) организацию спасения людей с использованием для этого имеющихся сил и средств;

в) проверку включения автоматических систем противопожарной защиты (систем оповещения людей о пожаре, пожаротушения, противодымной защиты);

г) отключение при необходимости электроэнергии (за исключением систем противопожарной защиты), остановку работы транспортирующих устройств, агрегатов, аппаратов, прекрывание сырьевых, газовых, паровых и водных коммуникаций, остановку работы систем вентиляции в аварийном и смежных с ним помещениях, выполнение других мероприятий, способствующих предотвращению развития пожара и задымления помещений здания;

д) прекращение всех работ в здании (если это допустимо по технологическому процессу производства) кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;

е) удаление за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара и т.д.



Все работники могут быть допущены к работе лишь после прохождения инструктажа по пожарной безопасности, а в случае изменения специфики работы они должны пройти дополнительное обучение по предотвращению и ликвидации возможного пожара в соответствии с установленным руководителем порядком.

Хранение горючих материалов, отходов, упаковок, контейнеров разрешается только в специально отведенных для этого местах.

На путях эвакуации не допускается размещение оборудования, затрудняющего эвакуацию людей.

Для целей первичного пожаротушения на проектируемом объекте предусматриваются первичные средства пожаротушения.

В каждом пожарном шкафу устанавливается по 2 порошковых огнетушителя ОП-5.

Предусмотрен 1 углекислотный огнетушитель ОУ-5 в помещении электрощитовой.

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 метров.

Каждый огнетушитель, установленный на объекте, должен иметь паспорт и порядковый номер, нанесенный на корпус белой краской.

Запускающее или запорно-пусковое устройство огнетушителей должно быть опломбировано одноразовым пластиковым номерным контрольным пломбом роторного вида.

Учет, наличие, периодичность проверки и сроки перезарядки огнетушителей ведется в специальном журнале в свободной форме.

Подводя итоги можно отметить следующее, что о защите объекта от пожара следует задуматься еще задолго до начала строительства. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности должны быть предусмотрены на этапе проектирования и разработанные решения необходимо включить в проектную документацию.

Недостаточно ответственный подход к данному вопросу часто приводит к трагическим последствиям.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Российская Федерация. Законы. Уголовный кодекс РФ: Федеральный закон от 13.06.1994 № 63–ФЗ // КонсультантПлюс: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34481/?ysclid=ljgut2ng6c6030949](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34481/?ysclid=ljgut2ng6c6030949) (дата обращения: 09.09.2024);

2. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21.12.1994 № 63–ФЗ // КонсультантПлюс: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34481/?ysclid=ljgut2ng6c6030949](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34481/?ysclid=ljgut2ng6c6030949) (дата обращения: 11.09.2024);

3. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123–ФЗ // КонсультантПлюс: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34481/?ysclid=ljgut2ng6c6030949](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34481/?ysclid=ljgut2ng6c6030949) (дата обращения: 14.09.2024);

4. Статистика пожаров и их последствий за 2019-2023 год. Статистический сборник: Пожары и пожарная безопасность за 2021-2023 год (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) (дата обращения 03.09.2024). Доступна на сайте пожарных и спасателей Fireman.club;

5. Хамматов, В. Ф. Обеспечение пожарной безопасности на спортивных сооружениях / В. Ф. Хамматов, С. Г. Аксенов // Студенческий форум. – 2022. – № 10-2(189). – С. 36-37. – EDN FUPVRM.

# **О необходимости внедрения дополнительных мер противопожарной защиты объектов агропромышленного комплекса**

**Лавренюк Д.П.**

**кандидат технических наук**

**Елфимов Н.В.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** Рассмотрены статистические данные по пожарам и последствиям от них, произошедших на объектах сельскохозяйственного назначения, расположенных на территории Российской Федерации. Стоит отметить, что любой из них сопрягается с большим материальным ущербом, травмированием, а за частую гибелью людей и животных. На примере ведущего предприятия по разведению скота, расположенного на территории Красноярского края, проведен анализ его противопожарного состояния. Для защиты административных и производственных зданий, а также для обеспечения безопасности людей в случае пожара, предусматривается проведение комплекса различных организационных и инженерно-технических мероприятий, которые включают в себя разработку эффективных, экономически целесообразных и технически обоснованных способов и средств предупреждения пожаров, предотвращения их распространения, мер по его ликвидации и создания условий для эвакуации людей и животных в зону, в которой отсутствуют опасные факторы пожара, что является важной задачей для обеспечения пожарной безопасности на всех этапах производства.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, комплекс мероприятий, органы управления, пожар, материальный ущерб.

В последнее время наблюдается стремительное развитие сельскохозяйственной отрасли и всех её направлений. Это связано с реализацией государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717, а также оказывает влияние сложившаяся обстановка на мировой арене, подтолкнувшая многих людей отказаться от использования импортных продуктов питания и перейти на отечественные продукты фермерского производства.

Ввиду того, что западные страны ввели санкции на импорт продуктов питания, отечественным производителям пришлось бросить все силы на развитие собственной отрасли, повышение количества и качества производимой продукции. Животноводческие фермы начали разрабатывать цеха для производства кормов на своей территории Российской Федерации, что привело к значительному сокращению расходов на содержание скота, что положительно сказалось на динамику развития фермерского хозяйства [1,2]. Стоит отметить, что животноводческие и птицеводческие фермы являются важной частью народнохозяйственного производства. Технологический процесс производства предполагает активное применение насосных станций, ленточных (шнековых) транспортеров, а также значительного количества разного электрооборудования, поэтому при аварийной работе технологического оборудования существует большая вероятность возникновения пожара на всех стадиях технологического производства [3]. С целью предупреждения и предотвращения возможного возникновения пожара, необходимо комплексно применять противопожарные меры и специальное оборудование [4]. Так как в кормоцехах проводятся механические операции с тепловой, химической, биологической обработкой, имеется наличие сыпучих пожароопасных материалов, также учитывая, что технологический процесс сам по себе сложен и многофункционален, то такие цеха можно рассматривать как объекты повышенной опасности [4,5]. Такие объекты должны иметь полную систему обеспечения пожарной безопасности и соответствовать противопожарным нормам [3-5].

Системы, направленные на обеспечения пожарной безопасности объекта, разрабатываются в целях предотвращения пожара и обеспечения безопасности находящихся в нем людей и животных. Они основываются на соблюдении и применении правовых норм, выполнению ведомственных и федеральных требований по пожарной безопасности и выполнения комплекса технических, организационных и экономических мероприятий [2-5].

Требования к пожарной безопасности формируются на основе статистических данных, в которых рассматриваются количество пожаров, причины возникновения и их последствия. Проведенный анализ количественных показателей характеризует состояние противопожарной защиты **ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ** предприятий и населенных пунктов расположенных на территории Российской Федерации, которые подлежат изучению органами управления и подразделениями ГПС МЧС России [6].

Размещение сельскохозяйственных предприятий обычно находится на значительном удалении от мест постоянной дислокации подразделений пожарной охраны, что негативно влияет на временной показатель прибытия первых подразделений к месту пожаров. В связи с этим возникшие пожары, как правило, характеризуются развитием на значительной площади, значительным материальным ущербом и гибелью скота (рис.1,2).

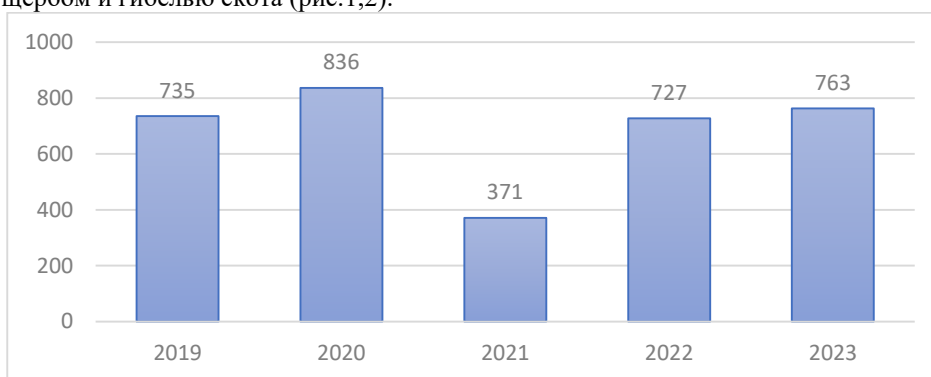


Рис. 1 - Количество пожаров произошедших в сельскохозяйственных предприятиях расположенных на территории Российской Федерации за 2019-2023гг.

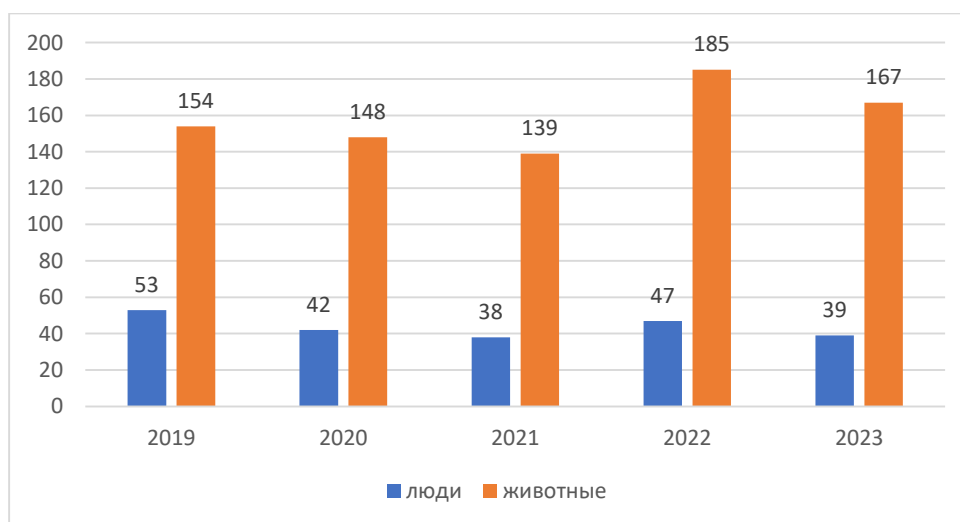


Рис.2 - Количество погибших людей и животных при пожарах на объектах сельскохозяйственного производства за 2019-2023гг.

Учитывая данные в приведенной статистике, можно сделать вывод о необходимости комплексного подхода к вопросу обеспечения пожарной безопасности на подобных объектах. Требуется выделить одну из основных проблем производственных сельскохозяйственных объектов, которое является износ

технологического оборудования. При подготовке кормовых смесей и переработки зерна появляется много пылевых отложений, которые оседают на технологическом оборудовании и в малопроветриваемых участках промышленного помещения в котором оно установлено. При недостаточном контроле за состоянием технологического оборудования или не качественном проведении регламентных работ по его обслуживанию, осевшая пыль может являться причиной засоров и поломки отдельных агрегатов или всего технологического оборудования [4,5].

Рассмотрим состояние пожарной безопасности на примере ведущего предприятия по развожу скота (далее - свинокомплекс), расположенного на территории Красноярского края. Свинокомплекс является уникальным сельскохозяйственным предприятием, построенным и оснащённым современным технологическим оборудованием и введен в эксплуатацию всего за два года (2013-2015). Предприятие производит 70% от общего объема производства свинины на территории Красноярского края и занимает первое место в регионе по объему экспорта продукции агропромышленного комплекса.

Свинокомплекс включает в себя: две фермы репродукции, ферма откорма скота, станцию искусственного осеменения, производственную лабораторию и более 3000 Га обрабатываемых посевных площадей. Кроме того, на предприятии запущен крупнейший в Холдинге Комбикормовый завод, производительностью 150 тысяч тонн комбикормов в год. В рамках рассмотрения пожарной безопасности объекта, следует отметить отсутствие подразделений частной и добровольной пожарной охраны, что в значительной мере усугубляет положение при возникновении пожара и ликвидации его на ранней стадии.

В 2024 году на комбикормовом заводе данного предприятия произошел пожар в ликвидации которого участвовал личный состав ФПС ГПС МЧС России по Красноярскому. При проведении осмотра места пожара было установлено место возникновения пожара, а именно технологический приямок для подачи зерна. Проведённой проверкой по данному пожару было установлено, что причиной пожара явилось самовозгорание зерна и пылевых отложений в результате трения движущихся частей механизма подачи зерна.

На основании выше сказанного, предлагается внедрение на сельскохозяйственных предприятиях комплекса мер, направленных на предотвращение возникновения пожаров и снижения уровня их последствий, а именно:

- установку систем автоматического обнаружения и оповещения о пожаре и его тушении (АУПС и АУПП);

- создание на предприятии подразделения частной или добровольной пожарной охраны;

  - проведение инструктажей по пожарной безопасности;

  - отработку практических действий персонала при обнаружении пожара на начальной стадии;

  - отработку действий по эвакуации из административных и производственных зданий при пожаре.

Предложенные мероприятия направлены на повышение уровня подготовки рабочего персонала в области пожарной безопасности. Создание подразделения частной или добровольной пожарной охраны на объекте позволит уменьшить время реагирования на чрезвычайную ситуацию, связанную с возникновением пожара и при этом, как следствие, будет происходить минимизация причинённого материального ущерба от последствий пожара [7]. Круглосуточное нахождение специалистов пожарной охраны на территории Свинокомплекс позволит осуществлять контроль за соблюдением требований пожарной безопасности, своевременно выявлять уязвимые места в технологическом процессе производства, а также осуществлять контроль за исправным состоянием первичных средств пожаротушения. Таким образом, предложенные мероприятия в значительной мере повышают обеспечение пожарной безопасности на территории предприятия.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Рекомендации по рациональной реконструкции свиноводческих ферм и ферм крупного рогатого скота в зоне Северного Кавказа / К. М. Осипов, М. С. Рунчев, Е. С. Лысенко [и др.] ; Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт типового и экспериментального проектирования сельского строительства;

Всероссийский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – Ростов-на-Дону : Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт типового и экспериментального проектирования сельскохозяйственного строительства, 1983. – 124 с.;

2. Ширинкина, Е. В. Ферма 4.0 - ферма будущего в условиях развития цифровизации / Е. В. Ширинкина // Вестник НГИЭИ. – 2022. – № 3(130). – С. 122-132;

3. Кузьмина, Т. Н. Приготовление и раздача кормов: совершенствуем оборудование для ферм КРС / Т. Н. Кузьмина, В. Н. Кузьмин, Е. Б. Петров // Нивы России. – 2021. – № 3(191). – С. 80-81;

4. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21.12.1994 № 63-ФЗ // КонсультантПлюс: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34481/?ysclid=ljgut2ng6c6030949](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34481/?ysclid=ljgut2ng6c6030949) (дата обращения: 05.10.2024);

5. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ // КонсультантПлюс: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34481/?ysclid=ljgut2ng6c6030949](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34481/?ysclid=ljgut2ng6c6030949) (дата обращения: 02.10.2024);

6. Статистика пожаров и их последствий за 2019-2023 год. Статистический сборник: Пожары и пожарная безопасность за 2021-2023 год (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) (дата обращения 03.10.2024). Доступна на сайте пожарных и спасателей Fireman.club;

7. Собоурь, С. В. Пожарная безопасность сельскохозяйственных предприятий: Справочник. 4-е изд., с изм.; М.: Пожарная книга. – Москва, 2023. – 208 с.

# Цели устойчивого развития в обеспечении безопасности территорий и населения России от рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий

кандидат технических наук,  
Матюшин Ю.А.

кандидат технических наук,  
Фирсов А. Г.  
Арсланов А. М.

## Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России

**Аннотация (Abstract).** Авторами рассмотрены цели устойчивого развития, связанные с безопасностью территорий и людей при возникновении чрезвычайных ситуаций. В статье приведены некоторые исторические аспекты формирования целей устойчивого развития. Осуществлен анализ основных тенденций динамики развития чрезвычайных ситуаций и их последствий (пострадавшие, погибшие и спасенные люди при чрезвычайных ситуациях, материальный ущерб от чрезвычайных ситуаций) на территории Российской Федерации за 2015-2023 гг. Приведены сравнительные статистические характеристики перечисленных показателей со значениями аналогичных показателей 2011 г. На основании статистического анализа дана оценка уровню выполнения задач, поставленных соответствующими целями устойчивого развития. Авторами высказаны предложения по использованию показателей обстановки с пожарами в национальной системе целей устойчивого развития, а также др. предложения по совершенствованию уже существующей системы показателей целей устойчивого развития.

**Ключевые слова (Keywords):** чрезвычайная ситуация, цели устойчивого развития, Сендайская рамочная программа, погибший человек, пострадавший человек, спасенный человек, материальный ущерб, статистический прирост, система оповещения о ЧС.

Интенсивное развитие общества особенно в конце XX века и в начале нынешнего столетия привело к бурному росту экономики, которая в процессе своей деятельности использовала значительные природные ресурсы (уголь, нефть, газ, различные виды металлов и минералов, древесину и т.д.), а также людские ресурсы, обеспечивающие бесперебойную работу объектов экономики. Мировой прогресс часто требовал быстрого решения тех или иных задач, но не всегда при этом применялись «чистые» производственные технологии и в результате этого в атмосферу Земли ежегодно выбрасываются миллионы тонн вредных химических веществ. Причем объем выбросов углекислого газа с 1990 г. увеличился более чем на 50%. Такой, порой нерациональный и нередко хищнический подход, привел с одной стороны к истощению основных природных ресурсов, а с др. стороны к экологическому загрязнению окружающей среды и изменению климатических параметров и в дальнейшем к исчезновению многих видов флоры и фауны на планете. В докладе Организации Объединенных Наций (далее – ООН) отмечается, что «из 8 300 известных пород животных 8% вымерли и 22% находятся на грани вымирания» [1].

Экономическое развитие общества также привело к резкому увеличению числа населения (особенно в развивающихся странах). Около половины всех людей на планете (3,5 млрд чел.) живет в городах и мегаполисах. Причем консолидированная площадь всех городов мира составляет не более 3% от сухопутной площади Земли. Но именно города потребляют от 60% до 80% всей произведенной электрической энергии и на их долю приходится более 75% углеродного следа. По прогнозу ООН к 2030 г. численность населения, живущего в

городах, может достигнуть 5 млрд чел. [1]. Причем прирост количества городов (до 95%) и соответственно увеличение городского населения по оценкам аналитиков будет осуществляться исключительно за счет ресурсов развивающихся стран. Прогнозы ученых основанные на математических моделях показывает, что при превышении демографической планки в 9,6 млрд чел. для обеспечения жизнедеятельности населения потребуется трехкратный запас существующих сегодня природных ресурсов Земли.

Таким образом стремительные темпы экономического развития и урбанизации населения ведут к дальнейшему истощению природных ресурсов (в т.ч. запасов пресной воды), а также изменению среды обитания человечества. К примеру, по данным ООН более половины всего городского населения Земли дышит воздухом параметры которого почти в 2,5 раза превышают допустимые нормативы, установленные Всемирной Организацией Здравоохранения. Из-за парникового эффекта средняя годовая температура атмосферного воздуха в последние десятилетия повысилась на 0,85<sup>0</sup>С, что соответственно привело к увеличению температуры мирового океана, таянию льдов и повышению уровня моря на 19 см. По расчетам специалистов уровень моря продолжит подниматься и к 2065 г. может достигнуть 25-30 см, а к 2100 г. – 63 см.

С целью решения данной всемирной проблемы Генеральная Ассамблея ООН в 2015 г. приняла новый план устойчивого социально-экономического развития стран до 2030 г., который включает в себя 17 глобальных целей, носящих комплексный и сбалансированный характер дальнейшего развития мирового сообщества. Данные цели устойчивого развития (далее – ЦУР) объединяют в себе экономическое, социальное и экологическое направления развития стран [1, 2, 3]. Основная задача ЦУР сохранение природных ресурсов для последующих поколений людей на планете, содействие развитию новых технологий с нулевым углеродным следом, оздоровлению экологии территорий и климата в целом на планете, а также обеспечению роста уровня благосостояния, занятости, образования и медицинского обеспечения населения. В настоящее время ЦУР включают в себя систему социально-экономического развития стран, основанную на 231 показателе. Для каждого показателя ЦУР разработаны вполне конкретные статистические характеристики (количественные и качественные), позволяющие оценивать уровень выполнения поставленной задачи. Данные показатели делятся на три группы. Показатели, для которых имеется методика расчета, показатели для которых методика расчета только еще формируется и показатели для которых методика расчета пока отсутствует. По замыслу ООН каждая страна должна самостоятельно формировать и реализовывать свои национальные показатели ЦУР и на добровольной основе публиковать отчеты о достижении поставленных целей [4, 5].

Одним из приоритетных направлений ЦУР является – цель 11 «*Обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов*» и цель 13 «*Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями*». Данные направления напрямую связаны с обеспечением жизни и здоровья людей, нарушением их жизнедеятельности и безопасностью территорий при угрозе и (или) возникновения чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) и их последствий.

Принятые ООН показатели ЦУР в этом направлении органично дополняются положениями Сендайской рамочной программы по снижению риска от стихийных бедствий на период 2015-2030 гг., принятой ООН в 2015 г. на Всемирной конференции посвященной снижению данных рисков [6, 7, 8]. Сендайская программа включают в себя следующие векторы: понимание глубины оценки риска ЧС, создание и развитие эффективной системы управления данными рисками, осуществление финансирования превентивных мероприятий, направленных на снижение рисков от ЧС и повышения устойчивости территорий, подготовку необходимых сил и средств и финансовых резервов с целью эффективной ликвидации последствий ЧС. Сендайская рамочная программа аналогично, как и программа по реализации ЦУР, ставит перед мировым сообществом 7 основных целей. Суть, которых заключается в значительном снижении к 2030 г. количества погибших и пострадавших людей, величины материального ущерба от ЧС природного и антропогенного характера. Отдельным пунктом в данной Программе прописано о доступности использования населением и объектов экономики систем раннего обнаружения и предупреждения о возможных ЧС особенного природного

характера.

С целью реализации поставленных ООН целей и задач в качестве приоритетных национальных показателей Федеральной службой государственной статистики (Ростстат), обеспечивающей обобщение данной информации, был разработан следующий набор показателей, характеризующих уровень устойчивости территорий и населения к рискам возникновения ЧС и их последствиям. Для цели 11: количество людей пострадавших и погибших при ЧС; число людей погибших и пострадавших при ЧС в расчете на 100 тыс. населения. Для цели 13: снижение количества людей погибших при ЧС по отношению к значениям аналогичного показателя в 2011 г.

На основании статистической информации из источников [9-12] был подготовлен соответствующий массив данных по приведенным выше показателям, характеризующим состояние обстановки с ЧС и их последствиями на территории Российской Федерации (далее – Россия) за период с 2015 по 2023 гг. Для сглаживания статистического ряда в качестве критерия, обеспечивающего единую сравнительную базу, использовалась численность постоянного населения на начало года за этот же период времени. Анализ статистических данных осуществлялся в сравнении с аналогичными характеристиками 2011 г. На рис. 1 приведена динамика статистического распределения ЧС на территории России за 2015-2023 гг.

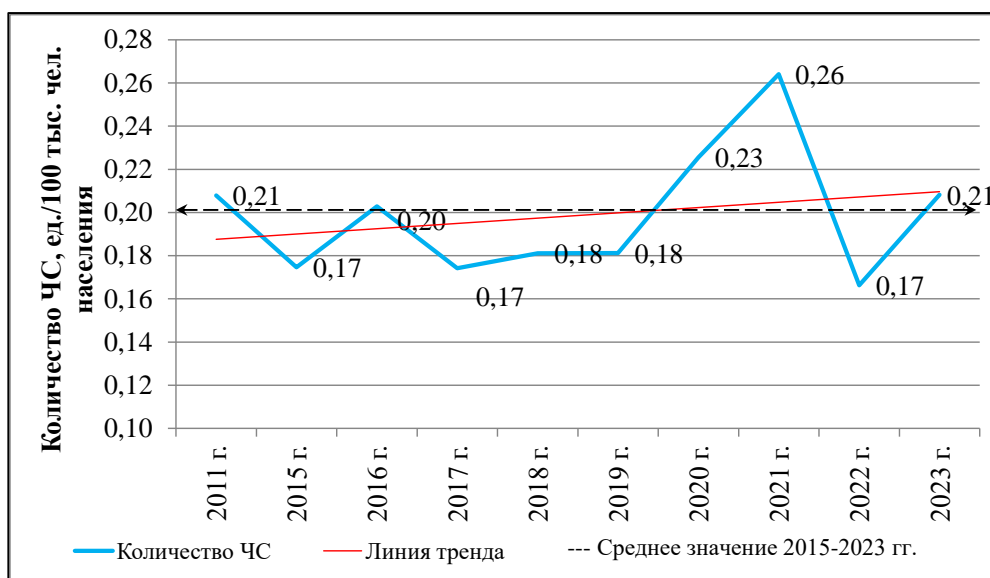


Рис. 1. Динамика распределения количества ЧС в расчете на 100 тыс. чел. населения на территории России за 2015-2023 гг.

Количество ЧС в расчете на 100 тыс. чел. за анализируемый период времени колеблется в пределах от 0,17 до 0,26 ЧС/100 тыс. чел. Среднее количество ЧС за исследуемый временной период составляет 0,2 ед./100 тыс. чел. и соответствует таким же значениям 2011 г.

Распределение количества погибших людей при ЧС в расчете на 100 тыс. чел. населения на территории России за исследуемый период приведено на рис. 2.



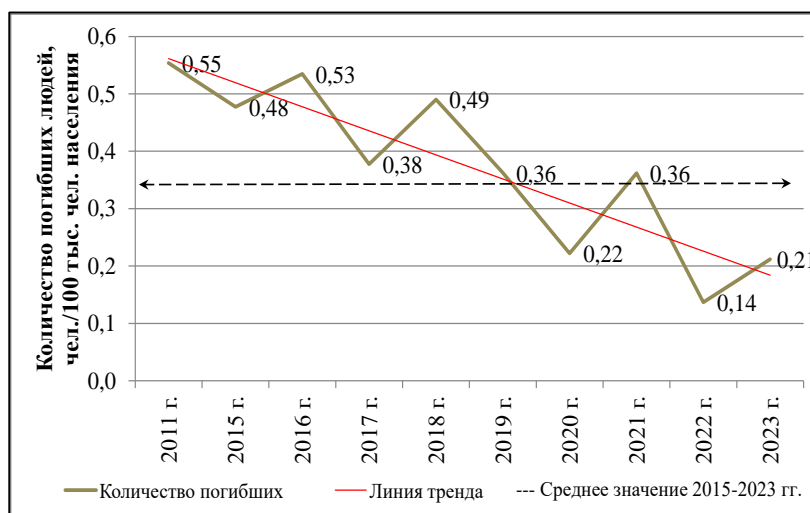


Рис. 2. Динамика распределения количества погибших людей при ЧС в расчете на 100 тыс. чел. населения на территории России за 2015-2023 гг.

Количество погибших при ЧС в сравнении с 2011 г. характеризуется четкой ступенчатой тенденцией снижения числовых значений (см. линию тренда) и колеблется в интервале от 0,53 до 0,14 чел./100 тыс. чел. Среднее значение показателя составляет 0,35 чел./100 тыс. чел. что ниже уровня 2011 г. более чем в 1,5 раза.

Картина распределения количества пострадавших людей при ЧС в расчете на 100 тыс. чел. населения на территории России за 2015-2023 гг. приведена на рис. 3.



Рис. 3. Динамика распределения количества пострадавших людей при ЧС в расчете на 100 тыс. чел. населения на территории России за 2015-2023 гг.

Количество пострадавших при ЧС в сравнении с 2011 г. имеет тенденцию роста числовых значений (см. линию тренда) и колеблется в интервале от 14,15 до 196,38 чел./100 тыс. чел. Среднее значение показателя составляет 74,8 чел./100 тыс. чел., что выше уровня 2011 г. в 4,5 раза.

На рис. 4. представлен график динамики распределения количества спасенных людей при ЧС в расчете на 100 тыс. чел. населения на территории России за 2015-2023 гг.



Рис. 4. Динамика распределения количества спасенных людей при ЧС в расчете на 100 тыс. чел. населения на территории России за 2015-2023 гг.

Из данного графика видно, что количество спасенных людей при ЧС за последние 9 лет характеризуются тенденцией снижения числовых значений показателя и колеблется в интервале от 0,54 до 26,28 чел./100 тыс. чел.. Среднее значение показателя за анализируемый период составляет – 6,8 чел./100 тыс. чел., что почти в 2 раза превышает числовые значения 2011 г.

Последний показатель, характеризующий последствия ЧС – это материальный ущерб от ЧС в расчете на 100 тыс. чел. (см. рис. 5). Характер распределения значений материального ущерба от ЧС указывает на тенденцию его роста (см. линию тренда) и колеблется в интервале от 5,31 до 112,02 млн. руб./100 тыс. чел. Среднее значение величины материального ущерба за рассматриваемый период составляет 25 млн. руб./100 тыс. чел., что в 3,8 раза превышает уровень 2011 г.

Определение величины материального ущерба от ЧС является достаточно сложной и растянутой по времени процедурой. Окончательный подсчет величины материального ущерба осуществляется только после ликвидации ЧС.

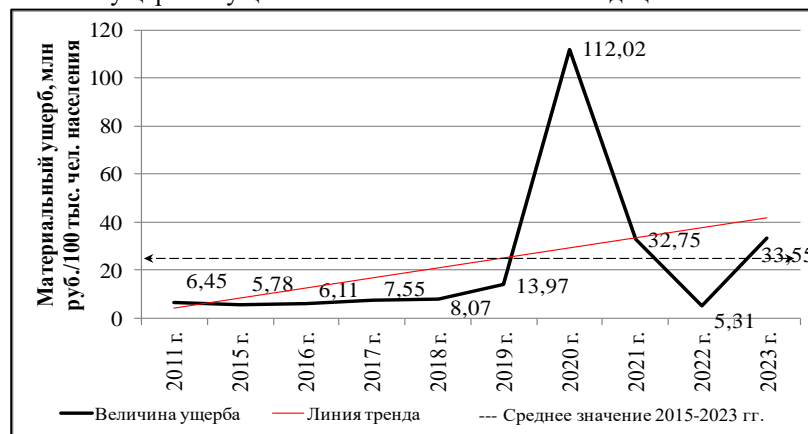


Рис. 5. Динамика распределения величины материального ущерба от ЧС в расчете на 100 тыс. чел. населения на территории России за 2015-2023 гг.

Значения ущерба могут уточняться (меняться) на протяжении еще нескольких лет. Ущерб, причиненный ЧС, определяется в соответствии с Методикой оценки ущерба от ЧС (далее – Методика) [13]. Данная Методика в основном учитывает материальный ущерб, причиненный государственному и муниципальному имуществу, жизни и здоровью людей, имуществу физических лиц в части имущества первой необходимости, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений (за исключением сельскохозяйственных), лесам и находящимся в них природным объектам (по оперативным данным). Методика не в полной мере учитывает материальный ущерб, нанесенный имуществу физических лиц, а также сельскохозяйственным животным и растениям. Таким образом, материальный ущерб

от ЧС представленный на рис. 5 является не полным и может рассматриваться только в качестве приблизительной оценочной величины ущерба от ЧС.

Прирост значений рассмотренных выше показателей за период статистического наблюдения к 2011 г. приведен в таблице 1. Опираясь на полученные выше статистические распределения и сравнительные характеристики прироста числовых значений показателей по отношению к 2011 г. следует отметить, что по 11 и 13 направлению ЦУР за последние 9 лет в области защиты территорий и населения от возможных рисков ЧС и их последствий достигнуты следующие результаты. Количество зарегистрированных ЧС находится на уровне числовых значений 2011 г. и обладает уверенной тенденцией снижения. Количество погибших людей при ЧС характеризуется ежегодным снижением числовых значений, а соответственно количество спасенных при ЧС людей увеличивается. Однако количество пострадавших при ЧС людей и величина материального ущерба от ЧС имеют тенденцию ощутимого роста числовых значений.

Таблица 1. Величина прироста значений показателей, характеризующих ЧС и их последствия в 2015-2023 гг. по отношению к 2011 г.

Период статистического наблюдения	Прирост к значениям 2011 г. в расчете на 100 тыс. чел. населения (%)					
	население, чел.	количество ЧС, ед.	количество пострадавших, чел.	спасено, чел.	количество погибших, чел.	материальный ущерб, млн. руб.
2015 г.	3,0	-13,5	-12,2	84,9	-11,3	-7,7
2016 г.	3,2	0,7	457,3	590,4	-0,4	-2,4
2017 г.	3,3	-13,5	48,9	-24,2	-29,6	20,8
2018 г.	2,8	-10,4	137,0	162,2	-9,0	28,6
2019 г.	2,7	-10,4	409,8	71,2	-32,7	122,5
2020 г.	2,7	11,4	-72,4	-52,4	-58,8	1683,5
2021 г.	2,3	30,0	292,7	-66,2	-33,1	419,3
2022 г.	1,9	-18,5	892,0	-85,9	-74,8	-16,2
2023 г.	2,5	2,7	1112,7	28,9	-60,8	433,0
Среднее значение прироста	2,7	-2,4	362,9	78,8	-34,5	297,9

Таким образом, по итогам почти десятилетнего периода действия ЦУР только по двум показателям достигнуты существенные положительные результаты. Это сохранение динамики ЧС примерно на уровне 2011 г. и значительное снижение количества людей погибших при ЧС. Для достижения более весомых результатов по остальным показателям ЦУР необходимо принять на законодательном уровне соответствующие нормативные документы, регулирующие выполнение ЦУР в России. основополагающим документом в этом направлении должна стать «Стратегия целей устойчивого развития России до 2030 г.».

Также необходимо отметить положительные результаты, связанные с развитием систем оповещения территорий и населения раннего предупреждения о возможных ЧС и их последствиях на территории России. Это оповещение населения через средства мобильной связи, средства массовой информации и городские ретрансляторные системы оповещения населения (рекламные электронные панно, громкоговорители и др.). Также существует возможность доступа к различным сервисам в интернете, предоставляющих информацию о возможных ЧС. Наиболее информационными в данном вопросе являются интернет-порталы ГУ МЧС России по субъектам Российской Федерации, а также «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков Российской Федерации» (далее – Атлас) [14]. В электронный Атлас интегрирован искусственный интеллект, позволяющий анализировать

информацию из электронных паспортов территорий, систем космического мониторинга поверхности Земли, различных информационных систем федеральных органов исполнительной власти, метеорологические данные и др. сведения из открытых источников. Атлас в визуальном плане представляет собой набор интерактивных электронных карт с информацией о различных ЧС на территории России в реальном времени.

По мнению авторов существующие национальные показатели ЦУР, оценивающие уровень безопасности людей и территорий от возможных ЧС, должны быть также дополнены показателями, характеризующими состояние обстановки с пожарами. В качестве базовых показателей могут быть использованы: количество пожаров, количество погибших и травмированных при пожаре людей, величина прямого материального ущерба от пожара. Также в Атласе помимо информации о ЧС и их последствиях должны быть сведения, отражающие обстановку с пожарами в городах (населенных пунктах) и сельской местности.

Такой комплексный подход позволит более рационально обеспечить выполнение поставленных задач, связанных с реализацией ЦУР (цели 11 и 13) в обеспечении безопасной жизнедеятельности людей, устойчивости городов (населенных пунктов) и объектов экономики к пожарам и ЧС, а также в борьбе с изменением климата и его последствиями.

### Ссылки на используемые источники (References)

1. Информационный ресурс ООН. Цели устойчивого развития (un.org) URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/> (Дата обращения 29.09.2024).

2. Информационный ресурс. Цели устойчивого развития - Википедия URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D0%B8\\_%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B9%D1%87%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE\\_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D0%B8_%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B9%D1%87%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%8F) (Дата обращения 04.10.2024).

3. Цвиль, М. П. Устойчивое развитие: определение, история развития, цели / М. П. Цвиль // *Universum: экономика и юриспруденция*. – 2024. – № 8(118). – С. 5-9. – EDN UXZPIS.

4. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2016 год / под ред. С.Н. Бобылева и Л.М. Григорьева. — М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2016. 298 с URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/11068.pdf?ysclid=m1xgve22ga545284887> (Дата обращения 04.10.2024).

5. Цели устойчивого развития в Российской Федерации 2023: Крат.стат.сб. / Росстат – М., 2023 – 100 с.

6. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015-2030 годы - Договорные и правовые акты - МЧС России (mchs.gov.ru). URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/mezhdunarodnoe-sotrudnichestvo/dogovornye-i-pravovye-akty/sendayskaya-ramochnaya-programm-po-snizheniyu-riska-bedstviy-na-2015-2030-gody> (Дата обращения 05.10.2024).

7. Информационный ресурс.Sendai Framework for Disaster Risk Reduction - Wikipedia URL: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.e42f6570-6702d06c-1b81d042-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Sendai\\_Framework\\_for\\_Disaster\\_Risk\\_Reduction#References](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e42f6570-6702d06c-1b81d042-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Sendai_Framework_for_Disaster_Risk_Reduction#References) (Дата обращения 05.10.2024).

8. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий на 2015–2030 гг. (unisdr.org)

URL: [https://www.unisdr.org/files/43291\\_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_russiansendaiframeworkfordisasterri.pdf) (Дата обращения 05.10.2024).

9. Чрезвычайные ситуации и их последствия в 2021 г: статистический сборник / А. А. Порошин, Ю. А. Матюшин, А. Г. Фирсов [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. – 70 с. – EDN VSWMEN.

10. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году» URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-grossii/2022-god?ysclid=m1nn30o12c75341684> (Дата обращения 29.09.2024).

11. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 году» - Документ - МЧС России (mchs.gov.ru). URL:

<https://mchs.gov.ru/dokumenty/7343?ysclid=m1nmysl5j874245675> (Дата обращения 29.09.2024).

12. 2011 год - Итоги деятельности МЧС России - МЧС России (mchs.gov.ru)  
URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2011-god?ysclid=m251p60i4z347896629> (Дата обращения 11.10.2024).

13. Приказ МЧС России от 01.09.2020 № 631 (ред. от 24.07.2022) «Об утверждении Методики оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций» (mchs.gov.ru).  
URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2022-09-27/17bd36e85bcc886ef5eeb638681ed28b.pdf?ysclid=m1nqbf4zvj80215868> (Дата обращения 29.09.2024).

14. Информационный ресурс. Атлас опасностей и рисков (mchs.gov.ru) URL: [https://atlas.mchs.gov.ru/?ysclid=m1p3hnowlv51810983&startDate=2024-09-30&endDate=2024-09-30&\\_u=84279](https://atlas.mchs.gov.ru/?ysclid=m1p3hnowlv51810983&startDate=2024-09-30&endDate=2024-09-30&_u=84279) (Дата обращения 30

# **Разработка виртуального тренажера для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы**

**кандидат педагогических наук, доцент**

**Трояк Е.Ю.**

**Убиенных Е.С.**

**Слепов А.Н.**

**кандидат технических наук**

**Горбунов А.С.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России**

**Аннотация:** В настоящее время в Российской Федерации растет количество пожаров, причиной которых является поджог. Следы и остатки на месте пожара инициаторов горения будут являться одним из основных и квалифицирующих признаков причины возникновения пожара – поджога. Разработанное специализированное методическое обеспечение образовательного процесса подготовки специалистов в области расследования и экспертизы пожаров при исследовании инициаторов горения с использованием современных технологий виртуальной реальности позволит обеспечить более качественное усвоение учебной программы и формирование необходимых компетенций специалистов в данной области.

**Ключевые слова:** виртуальный тренажер, экспертиза пожаров, инициаторы горения, поджог

Поджог является наиболее социально опасной причиной пожаров, которые приносят весьма значительный материальный ущерб, а также вред жизни и здоровью граждан. В большинстве случаев цель поджога — скрыть его истинную причину. Для этого создают видимость того, что пожар случился из-за других факторов: короткого замыкания, перегрузки электросети, самовозгорания и других причин.

В России доля пожаров, произошедших в результате поджога, составляет, согласно статистическим данным, в среднем около 9% от общего числа пожаров. При этом статистика учитывает только подтвержденные причины пожаров, то есть те, которые были установлены и очевидны для их определения.

За последние 5 лет на территории Российской Федерации произошло 2015354 пожаров, прямой материальный ущерб от которых составил около 96176084 рублей, а число погибших составило 40954 человека.

Динамика пожаров представлена на рисунке 1.

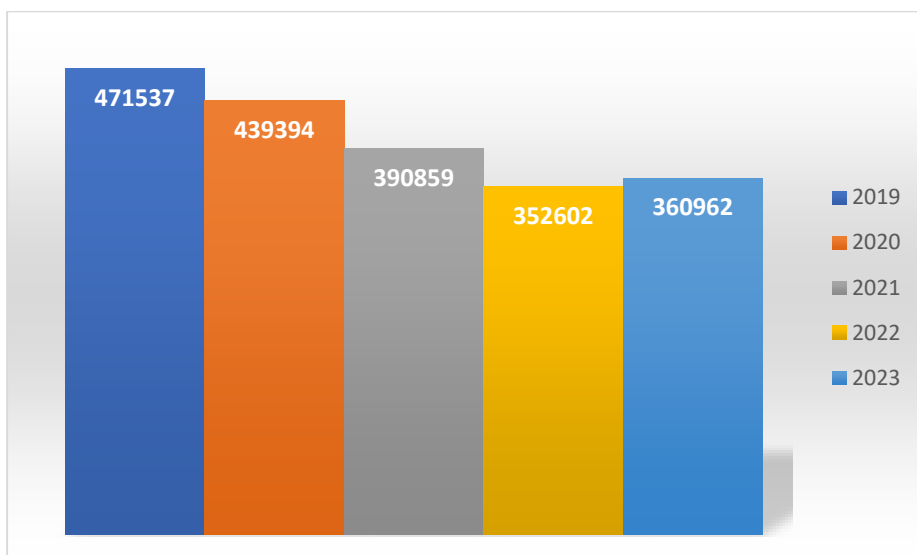


Рис. 1 – Динамика количества пожаров на территории Российской Федерации за 2019-2023 гг.

Обстановка с гибелью людей на территории Российской Федерации имеет положительную динамику снижения, а именно в представленном диапазоне произошло снижение количества погибших на 8,7%. Динамика гибели представлена на рисунке 2.

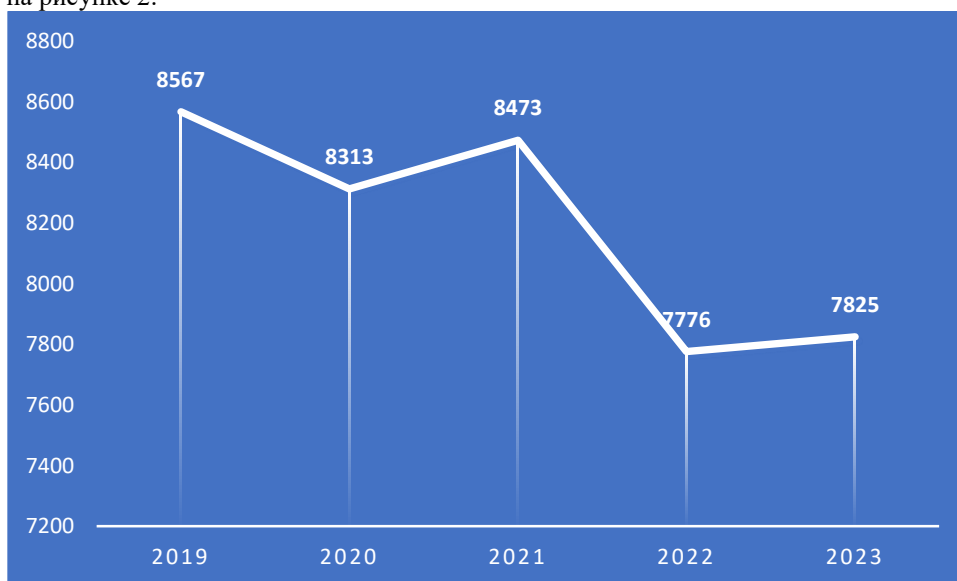


Рис. 2 – Динамика количества погибших при пожарах людей на территории Российской Федерации за 2019-2023 гг.

За 2023 год обстановка с пожарами в Российской Федерации по сравнению с аналогичным периодом прошлого года охарактеризовалась следующими основными показателями:

- зарегистрировано 360962 пожаров (АППГ – 352602);
- при пожарах погибло – 7825 чел. (АППГ – 7776 чел.);
- количество травмированных на пожарах 8506 (АППГ: 8168) [1].

В рамках исследования достаточно интересную информацию представляют статистические данные о произошедших пожарах на объектах экономики. Так исходя из приведенных данных, представленных в таблице 1, установлено, что поджоги занимают 4 место (13674 пожаров) среди наиболее часто случающихся причин возникновения пожаров. Гибель людей на пожарах, произошедших по причине поджога также достаточно велика и занимает 4 место (248 человек) среди

всех причин [1].

Таблица 1 – Пожары по причинам возникновения на территории Российской Федерации за 2022 – 2023 год

	Кол-во пожаров, ед.		Зарегистрировано погибших людей, чел.	
	2023	2022	2023	2022
Установленный поджог	13674	12682	248	208
Неисправность производственного оборудования, нарушение технологического процесса производства	946	754	24	21
Нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования	60877	59783	2251	2216
Нарушение правил устройства и эксплуатации печей	23896	25389	757	732
Неосторожное обращение с огнем	229244	230043	3998	4078
Нарушение правил устройства и эксплуатации транспортных средств	10304	9493	44	42
Нарушение правил пожарной безопасности при проведении электрогазосварочных работ	894	1119	8	15
Взрывы	599	120	121	39
Грозовые разряды	835	874	1	0
Неустановленные причины	5298	3126	209	147

Если рассмотреть данную категорию причин возникновения пожаров (поджог) в срезе объектов, на которых произошли поджоги, то закономерно на первое место выходят объекты жилого сектора. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Пожары по причине поджога по категориям объектов на территории Российской Федерации за 2022 – 2023 год

	Кол-во пожаров, ед.		Зарегистрировано погибших людей, чел.	
	2023	2022	2023	2022
Производственные здания и склады	143	73	1	2
Здания торговых предприятий	190	214	2	2
Здания общественного назначения	207	255	11	2
Сельскохозяйственные объекты	10	35	0	0
Жилой сектор	6357	6209	204	176
в т.ч. жилые дома	4131	3876	191	158

Наиболее часто пожары по причине поджога происходят в жилых домах.



Таким образом учитывая статистику пожаров, их количество по категориям объектов места пожара, для разработки виртуального тренажера выбран объект жилого назначения, где был совершен поджог с целью умышленного уничтожения чужого имущества.

Разработка и внедрение в образовательный процесс методики применения виртуального тренажера, созданного на базе технологии виртуальной реальности, может обеспечить более качественное усвоение учебной программы и формирование необходимых компетенций специалистов при освоении учебных дисциплин «Расследование и экспертиза пожаров», «Пожарно-техническая экспертиза», «Особенности расследования дел по пожарам», а также повышение профессиональных качеств действующих специалистов в области расследования пожаров при использовании данного комплекса в рамках повышения их профессионального мастерства.

Методологическую и теоретическую основу исследования составляют: исследования в области компетентности и компетентностного подхода (И.А. Зимняя, Джон Равен, Н.В. Кузьмина, О.Е. Лебедев, М.И. Лукьянова), работы посвященные профессионально-педагогическим компетенциям (Н.В. Кузьмин, А.К. Маркова), отечественные концепции содержания образования (И.Я. Лернер, В.В. Краевский, В.С. Леднев), учебные и методические пособия по подготовке специалистов в области расследования и экспертизы пожаров (М. А. Галишев, Ю.Н. Бельшина, В.Г. Плотников, И.Д. Чешко), современные разработки в области внедрения в образовательный процесс технологий виртуальной реальности (Данилов С.П., И. Н. Пожаркова, А. Н. Слепов, Е. Ю. Трояк, Таратанов Н.А.), соответствующие действующие государственные стандарты и нормативные правовые акты. Также данный тренажер является продолжением исследований в данной области в работах [2-3].

В исследовательской работе под специалистами в области расследования пожаров определены лица, которые по роду своей деятельности наделены полномочиями и правомочны проводить процессуальные следственные действия на месте пожара, также лица которые принимают непосредственное участие в установлении причины возникновения пожара, лица осуществляющие профилактическую работу в сфере пожарной безопасности, а также обучающиеся в высших пожарно-технических учебных заведениях по специальности «Пожарная безопасность», «Судебная экспертиза» и иные специалисты в области исследования процессов горения. Такими специалистами могут выступать следователи, дознаватели правоохранительных органов, специалисты и эксперты испытательных пожарных лабораторий, экспертно-криминалистических центров и иных экспертных учреждений, курсанты и слушатели пожарно-технических вузов, специалисты в области пожарной безопасности.

Специалисту в области расследования пожаров необходимо знать и уметь определять на месте пожара квалификационные признаки поджога. Множественные очаги на месте пожара, быстрая динамика развития самого пожара в большей мере являются следствием применения инициаторов или ускорителей горения. Наиболее важным признаком поджога является наличие на месте пожара следов или остатков инициаторов горения. Именно данный признак будет являться основным и квалифицирующим причину возникновения пожара – поджог. Очень часто вещества, которые могут быть использованы в качестве средства поджога называют инициатором горения. В качестве инициаторов горения зачастую выступают известные виды легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ).

Для разработки виртуальной среды использовались программы трехмерной компьютерной графики Blender, а также программная платформа Unity3D. Также для создания виртуальной среды использовались панорамные снимки, сделанные на месте пожара.

Реализация разработанного виртуального тренажера предполагается с использованием очков виртуальной реальности Oculus Quest 2. Подключение данного устройства к сети интернет осуществляется через Wi-Fi.

Для создания программы были использованы трёхмерные модели объектов, которые подверглись воздействию высоких температур и пламени. Эти объекты имеют сложную геометрическую форму, поэтому для их моделирования был применён метод 3D-сканирования с использованием сканера RangeVision NEO.

Виртуальный тренажер представляет собой виртуальный тур. В одном пространстве размещаются трёхмерные модели различных предметов, таких как древесина, бутылка, ткань и грунт. Также виртуальный тренажер дополняется пространством лаборатории пожарно-технических экспертиз. На столах лаборатории находятся предметы, которые были изъяты с места пожара и доступны для более подробного изучения. Для этого можно использовать информационные окна с дополнительными данными (инструкциями, комментариями, подсказками) в текстовом формате и проводить исследования объектов.

Созданный виртуальный тренажёр содержит основные функции, необходимые для обучения специалистов и использование которых позволяет:

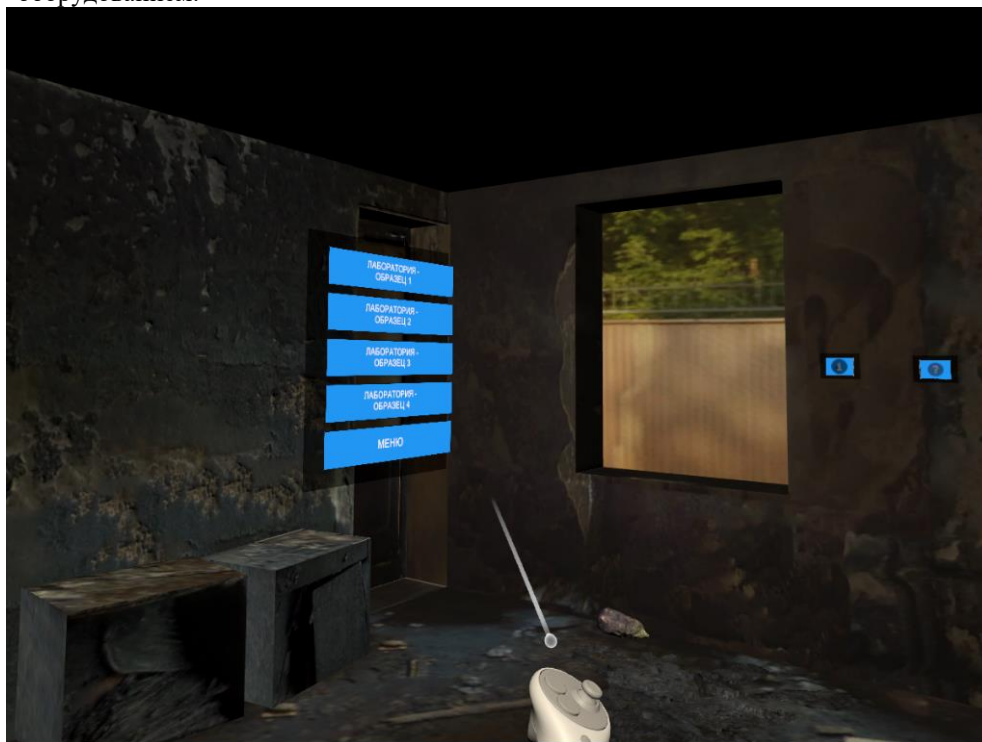
проводить осмотр места происшествия и проводить манипуляции (вращать, перемещать, приближать, разбирать) с трёхмерными моделями различных объектов (древесина, бутылка, ткань, грунт), чтобы в дальнейшем выявить наличие на них инициаторов горения;

передвигаться по виртуальному пространству;

получать дополнительные сведения о применяемом методе исследования объектов в условиях виртуальной лаборатории;

проводить сами исследования.

На рисунках 3-8 представлены фрагменты виртуального тренажера, в том числе общий вид помещения, предназначенного для проведения занятий с использованием виртуального тренажера и виды лаборатории с установленным оборудованием.



*Рис. 3 – Общий вид места происшествия и меню виртуального тренажера*



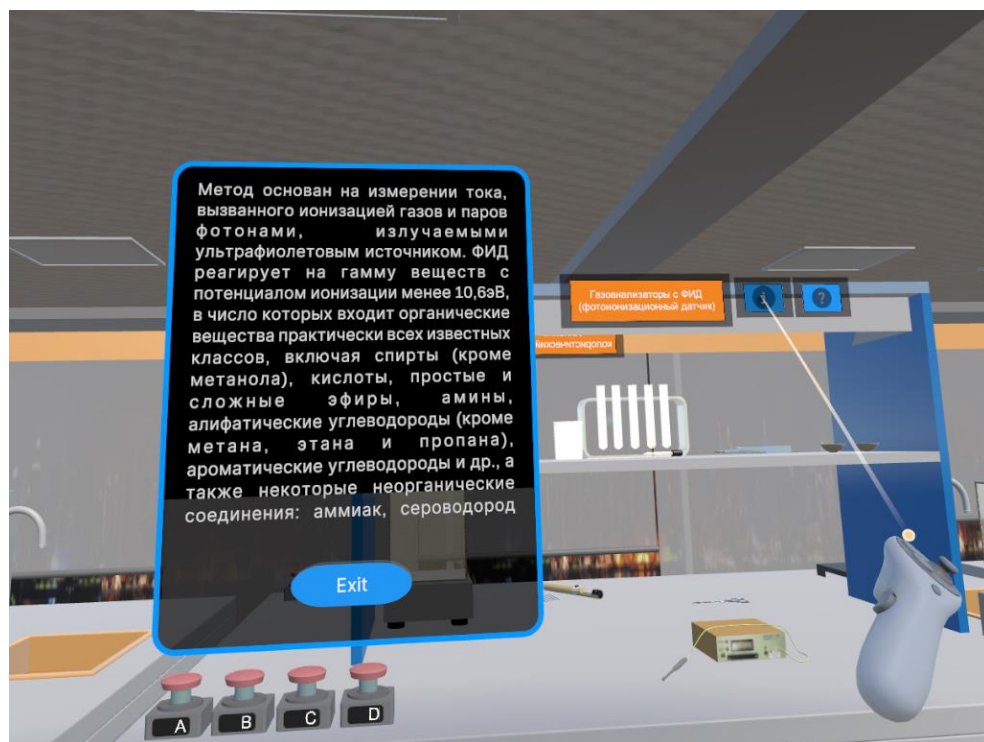
*Рис. 4 – Очаг пожара*



*Рис. 5 – Объект для изъятия с места происшествия*



*Рис. 6 – Общий вид лаборатории*



*Рис. 7 – Информационная панель на столе с газоанализатором Колион – 1 В*



*Рис. 8 – Информационная панель на столе с методом ультрафиолетовой спектрофотометрией*

Применение технологий виртуальной реальности позволяют формировать научную и методическую базу в образовательном процессе подготовки специалистов в области расследования и экспертизы пожаров. Данный тренажер позволяет сформировать профессиональные компетенции при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы для обнаружения и классификации инициаторов горения.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно – аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/Статистика/2023/sbornik-2023-pogary.pdf> (дата обращения 01.10.2024 ).
2. Пожаркова И.Н., Трояк Е.Ю., Слепов А.Н., Горбунов А.С. Разработка виртуального тренажера исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2022, №3. – С.48-54.
3. Трояк Е.Ю., Слепов А.Н. Применение виртуального тренажера для исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования // «Проблемы и перспективы развития IT- и VR-технологий в области комплексной безопасности»: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. - Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2023. – С. 45-58.

# Результаты экспериментальных исследований максимальной пропускной способности напорных пожарных рукавов, выполненных из современных материалов

Куртов С.О.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** В настоящей работе приведены экспериментальные значения максимальной пропускной способности напорных пожарных рукавов, выполненных из современных материалов с различными диаметрами условного прохода. Полученные результаты предполагается использовать в практической и учебной деятельности для составления работоспособных и эффективных насосно-рукавных систем, в том числе для корректировки (совершенствования) существующих методик расчета необходимого количества сил и средств, в том числе для организации бесперебойной подачи воды на месте тушения пожара.

**Ключевые слова (Keywords):** пропускная способность напорного пожарного рукава, насосно-рукавные системы, пожарный насос, гидравлическое сопротивление.

Анализ научных публикаций [1-7] свидетельствует о том, что для составления работоспособных и эффективных насосно-рукавных систем в практической деятельности пожарных подразделений и учебных заведениях МЧС России требуются актуальные значения следующих параметров:

Гидравлические сопротивления рукавом пожарных напорных (далее – РПН) выполненных из современных материалов [5];

Максимальная пропускная способность отдельных РПН с различными диаметрами условного прохода [5];

Гидравлические сопротивления отдельных элементов насосно-рукавных систем (рукавные разветвления с различными диаметрами условного прохода, переходные пожарные соединительные головки (далее - ГП) [8].

При анализе нормативной и научной литературы не обнаружено наличие общепринятого определения гидравлического параметра «пропускной способности РПН» (максимальной пропускной способности РПН). Поэтому, исходя из собственного опыта и на основании анализа литературных источников, автором предложены следующие определения:

**Пропускная способность рукава пожарного напорного** – объемное количество огнетушащих веществ, проходящее через поперечное сечение РПН в единицу времени при различных значениях напорно-подачных характеристик пожарных насосов конкретных типов (л/с; м<sup>3</sup>/с; л/мин.; л/ч; м<sup>3</sup>/мин.; м<sup>3</sup>/ч).

**Максимальная пропускная способность рукава пожарного напорного** – максимальное значение объемного количества огнетушащих веществ, проходящих через поперечное сечение РПН в единицу времени, при максимальных значениях напорно-подачных характеристик пожарных насосов конкретных типов (л/с; м<sup>3</sup>/с; л/мин.; л/ч; м<sup>3</sup>/мин.; м<sup>3</sup>/ч).

В данной статье сформулирована задача по определению фактических значений максимальной пропускной способности современных РПН 20-метровой длины с различными диаметрами условного прохода на разработанной в Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России экспериментально-исследовательской установке [9].

На рис.1 представлена схема, использованная для определения фактического значения максимальной пропускной способности РПН 20 -метровой длины с условным проходом Ду80.



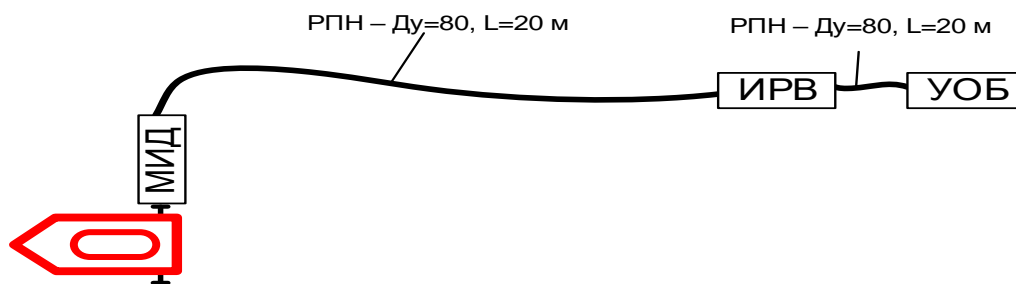


Рис. 1 – Схема для определения фактического значения

максимальной пропускной способности РПН 20-метровой длины с условным проходом Ду80

На рис.2 представлена схема, использованная для определения фактического значения максимальной пропускной способности РПН 20-метровой длины с условными проходами Ду50 и Ду65.

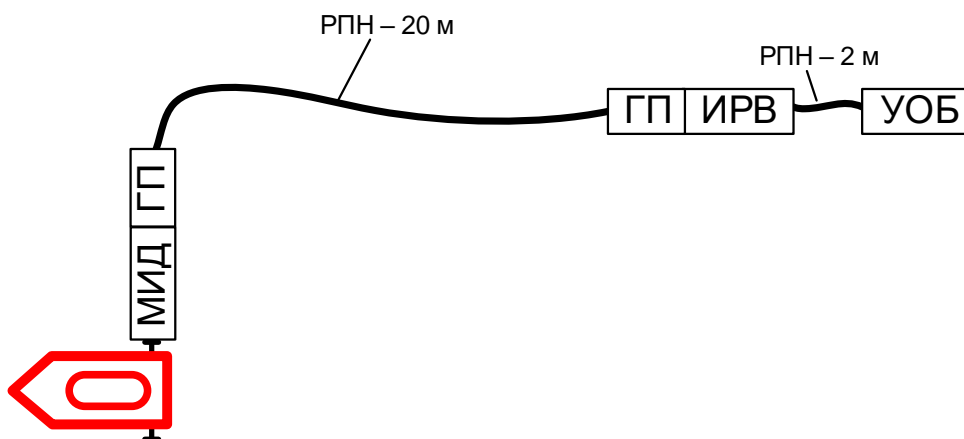


Рис. 2 – Схема, для определения фактического значения максимальной пропускной способности РПН 20 - метровой длины с

условными проходами Ду50 и Ду65

Схема, представленная на рис.2, отличается от схемы, изображенной на рис. 1, наличием двух ГП диаметрами 51×77 мм (для проведения гидравлических испытаний РПН диаметром 51 мм) и двух ГП 66×77 мм (для проведения гидравлических испытаний РПН диаметром 66 мм).

В результате проведенных экспериментов получены фактические значения максимальной пропускной способности (далее МПС) РПН с условными проходами Ду50, 65, 80, которые приведены в таблице.

Таблица. Значения максимальной пропускной способности РПН с условными проходами Ду50, 65, 80

Условный проход Ду РПН	Давление в начале (на входе) РПН, кгс/см <sup>2</sup>	Экспериментальные значения расхода воды $Q_{\text{МПСэксп}}^{50,65,80}$ по РПН, м <sup>3</sup> /ч	Экспериментальные значения расхода воды $Q_{\text{МПСэксп}}^{50,65,80}$ по РПН, л/с
50	11,41	100,40	27,88
65	4,61	161,78	44,93
80	3,55	163,43	45,40

При анализе экспериментальных значений МПС РПН с диаметром условного прохода Ду80, указанных в таблице, авторы пришли к выводу, что максимальной подачи НЦПН-40/100 не достаточно для определения истинного значения МПС РПН с условным проходом Ду80.

Также установлено, что при организации бесперебойной подачи воды на месте тушения пожара способом подвоза с использованием пожарных насосов с номинальной подачей 40 л/с прокладывать дополнительную рукавную линию (от второго патрубка пожарного насоса) для перелива воды в головную АЦ не целесообразно. Это позволит авторам предложить в дальнейшем провести корректировку существующих методов расчета необходимого количества пожарных автомобилей для организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ такими способами, как подвоз и перекачка воды на месте пожара, а также использовать напорные пожарные рукава меньшего диаметра для подачи современных пожарных стволов с большими расходами.

### Ссылки на используемые источники (References)

1. Результаты исследований по определению критериев оценки пропускной способности напорных пожарных рукавов / В. И. Логинов, С. М. Ртищев, В. Н. Козырев [и др.] // Актуальные вопросы пожарной безопасности / Редакционная коллегия: А.В. Матюшин, А.А. Порошин, И.Р. Хасанов, С.Г. Цариченко, С.Н. Копылов, В.И. Логинов. – Москва: Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2014. – С. 313-336. – EDN TRXTMT.

2. Ольховский, И. А. Технология применения рукавных систем с пропускной способностью более 100 л/с для тушения пожаров на объектах энергетики: специальность 05.26.03 "Пожарная и промышленная безопасность (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ольховский Иван Александрович. – Москва, 2014.

3. Выявление фактической пропускной способности пожарных рукавов эмпирическим методом / П. В. Арканов, О. И. Степанов, В. Л. Лемеш, А. Н. Савушкин // Техносферная безопасность. – 2014. – № 2(3). – С. 2-7. – EDN SHCDUJ.

4. Малютин, О. С. Проблема гидравлического расчета насосно-рукавных систем в пожарной тактике / О. С. Малютин, С. А. Васильев // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2018. – № 4(11). – С. 67-72. – EDN YRSCPJ.

5. Малый, В. П. О необходимости уточнения гидравлических характеристик, поступающих в подразделения МЧС России новых пожарных рукавов / В. П. Малый, С. О. Куртов, В. Ю. Яровой // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2022. – № 1(24). – С. 54-61. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.84.93.008. – EDN IUCOPT.

6. Нелюбов, В. Н. Критический анализ способов расчета подачи огнетушащих веществ в перекачку на большие расстояния / В. Н. Нелюбов // Пожарная безопасность. – 2024. – № 2(115). – С. 23-30. – DOI 10.37657/vniipro.pb.2024.115.2.002. – EDN SJUPCH.

7. Гидравлическое сопротивление напорных пожарных рукавов / О. Д. Навроцкий, Р. Н. Михалев, А. В. Грачулин [и др.] // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2022. – Т. 6, № 1. – С. 74-83. – DOI 10.33408/2519-237X.2022.6-1.74. – EDN SJOMOD.

8. Куртов, С. О. Аналитическое обоснование необходимости экспериментального определения гидравлических сопротивлений пожарных трехходовых разветвлений и переходных соединительных головок различных диаметров / С. О. Куртов, В. П. Малый, В. М. Макаров // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2024. – № 1(13). – С. 10-13. – DOI 10.34987/2712-9233.2024.81.31.002. – EDN JMVKGJ.

9. Обоснование выбора состава экспериментально-исследовательской установки для измерения теплогидравлических параметров элементов насосно-рукавных систем / В. П. Малый, С. О. Куртов, А. С. Лунев [и др.] // Южно-Сибирский научный вестник. – 2024. – № 2(54). – С. 60-68. – DOI 10.25699/SSSB.2024.54.2.006.



# **Актуальность применения морских робототехнических комплексов для мониторинга и анализа потенциально опасных подводных объектов**

**кандидат военных наук, профессор**

**Козлов В.И.**

**Пеньков И.А.**

**Литвин П.М.**

**Багаев Ю.А.**

**Варламкин М.А.**

## **Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно- исследовательский институт противопожарной обороны»**

**Аннотация (Abstract)** В данной статье, авторский коллектив рассматривает историю развития морской робототехники, даёт оценку применения робототехники при мониторинге подводных потенциально опасных объектов (ППО). Рассмотрены ключевые технологические достижения в этой области, проанализированы некоторые обнаруженные недостатки с указанием конкретных проблем, которые требуют дальнейших исследований и разработок. Рассматривается решение вопроса, связанного с проведением работ по оперативному мониторингу и анализу состояния ППО при помощи автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), которые позволят повысить эффективность проведения работ и обеспечить снижение экономических затрат на их выполнение. Авторами предлагается применение АНПА планерного типа как устройств, обеспечивающих оперативный и долгосрочный мониторинг. Представленные схемы применения подводных глайдеров описывают возможности группового взаимодействия при решении задач мониторинга ППО.

**Ключевые слова (Keywords):** подводные потенциально опасные объекты, автономный необитаемый подводный аппарат, морской робототехнический комплекс, подводный глайдер

Океаны и моря покрывают около двух третей Земли и оказывают большое влияние на будущее существование всех людей. Около 37% населения мира живет в радиусе 100 км от морей и океанов. [1]. В научной среде нередки утверждения о том, что океанографические исследования во многих отношениях более сложны и трудоемки, даже по сравнению с космическими исследованиями [2]. Сейчас, в середине второго десятилетия XXI века, не вызывает сомнений, что изучение Мирового океана стало проблемой мирового значения, охватывающей экономические, промышленные, социальные, оборонные и многие другие сферы деятельности и интересы общества в современном мире. Назрела необходимость расширения границ океанографических исследований, увеличения видов и повышения качества измерений в водной толще, а также их систематизации, увеличения глубины исследований, что обусловлено растущей необходимостью изучения морского дна и т. д.

Развитие АНПА в значительной степени было направлено на решение обзорно - поисковых задач: исследование морского дна с помощью эхолота, фото - и видеосъемки, поиск подводных объектов, проведение различных измерений. Впоследствии, благодаря прогрессу в развитии АНПА, эти задачи расширились от поисковых до разведывательно-аналитических. В настоящее время бурно развивается применение АНПА для геологоразведочных работ, мониторинга и обследования мест добычи газа и нефти, поиска и контроля состояния различных

объектов подводных коммуникаций, в том числе нефте- и газопроводов и различных подводных кабельных трасс. В ряде стран одним из приоритетных направлений использования АНПА являются экологические исследования. Однако исторически первыми образцами АНПА можно считать боевые торпеды [3]. Эти аппараты развивались в каждом поколении, а их модификации впоследствии стали прототипом целого ряда АНПА гражданского назначения.

В целом основными целями разработки первых АНПА боевого назначения были дальность, скорость, бесшумность, возможность самонаведения при неприцельной стрельбе, обнаружения и распознавания целей на подлете к ним, адаптивная система выделения полезного сигнала на фоне помех и т. д. Все достигнутые результаты при решении поставленных задач, впоследствии нашли большое применение при разработке исследовательских типов АНПА. По сути, сама конструкция большинства АНПА осталась практически неизменной и сохранила компоновку, присущую торпедам, за исключением того, что вместо боевой части они несут научно-исследовательскую аппаратуру.

Можно сказать, что до 1970 года шли начальные изыскания в вопросах того, какие исследовательские задачи можно решить с помощью АНПА. Разработка АНПА началась в 1960-х годах, и хотя было построено несколько моделей, подробных публикаций об их успехах не сохранилось. Разработка первого АНПА была направлена на решение очень узкой задачи, в основном это был сбор данных.

В 1979 году французский АНПА «Эполард» провел геологические исследования одного из районов Тихого океана с целью разведки месторождений железомарганцевых конкреций. Это было первое применение АНПА для таких целей.

В 1970-1980-х годах разрабатывался проект CURV (Cable-controlled Undersea Recovery Vehicle). Первый прототип CURV появился в начале 60-х годов. Это был дистанционно управляемый подводный аппарат с камерой; аппарат использовался для поиска и обследования затонувших бомб и снарядов на глубинах до 1000 метров. В 1973 году благодаря модели CURV III удалось обнаружить и спасти экипаж затонувшей у берегов Ирландии подводной лодки *Pisces III*.

Аппараты этой серии имели небольшую длину около одного метра и послужили основой для последующего создания RUWS (Remote Unmanned Work). Аппараты этого класса работали на глубинах до 6 километров, а рука-манипулятор с семью степенями свободы могла учитывать силу сжатия управления человеком-оператором.

В нашей стране активная разработка подобных АНПА также относится к началу 70-х годов прошлого века. В этих работах принимали участие НПО «Южморгеология» (г. Геленджик), ДВО РАН и НПО «Дальморгеология» (г. Находка). С 1974 по 1992 год в стране были разработаны такие типы АНПА, как «СКАТ», «СКАТ-гео» (рис. 1).



Рис. 1 - АНПА «СКАТ-гео» [4]

«Скат» был первым в своем роде АНПА, разработанным в СССР. Он позволял проводить исследования на глубинах до 300 м. Первая разработка отечественного АНПА позволила получить опыт, который стал основой для последующих разработок, среди которых были первые АНПА для глубоководных исследований

типа «Л-1» (рабочая глубина до 2000 метров) и «Л-2» (рабочая глубина до 6000 метров). Следует отметить, что рабочая глубина погружения до 6000 метров достаточна для охвата 98 % дна мирового океана Земли. Эти аппараты стали первыми модульными АНПА, которые позволили работать на столь значительных глубинах.

В 1982 году АНПА «Л-2» выполнял обследования в районе гибели атомной подводной лодки «К-8», которая находилась на глубине около 5000 м. В ходе работ было выполнено более 80 погружений и получены десятки тысяч панорамных снимков обследованной местности.

Через пять лет с помощью этого же аппарата были проведены поисково-осмотровые работы на месте крушения подводной лодки «К-219» у Бермудских островов. Затем с помощью «Л-2» спасателям удалось не только найти место аварии, но и собрать более сорока тысяч фотографий. А затем, через два года, аппарат участвовал в обследовании затонувшей подводной лодки «Комсомолец» в Норвежском море.

Прогресс развития науки в морской технике и технологиях, последние два десятилетия показал растущий интерес к исследованию и эксплуатации океана в научных и коммерческих целях, разработке технологических продуктов для морской промышленности и множества других видов деятельности, в которых морская среда занимает центральное место. В этом контексте морская робототехника устойчиво превратилась в ключевую технологию, обеспечивающую выполнение все более сложных и трудных миссий в море, в том числе при проведении спасательных операций и мониторинга в интересах МЧС России. Интенсивные исследования и разработки в этой области привели к крупным научным достижениям и продемонстрировали эффективность и надежность решений применения морской робототехники в нескольких областях. Толчком развития морской и подводной робототехники стало повышение доступности все более сложных акустических сетей для множественных совместных миссий с участием надводных и подводных роботов. В основе этой тенденции лежит развития технологии алгоритмов взаимодействия роботизированных систем и оператора. Несмотря на прогресс в области подводной робототехники, новые проблемы, в том числе решаемые в интересах МЧС России, устанавливают всё более сложные требования к будущим поколениям морских роботов и их вспомогательных систем, в первую очередь направленные в сторону их автономности.

Очевидно, что предстоит еще много работы, чтобы получить синоптическое представление об открытом море в обширных областях исследований, в том числе при поиске подводных потенциально опасных объектов (ППО). Это требует разработки новых методов и инструментов для исследования морей и укрепления прочных кооперативных связей между университетами, научно-исследовательскими институтами, компаниями и заинтересованными сторонами.

В соответствии с вышеуказанной тенденцией в настоящее время во всем мире наблюдается интерес к разработке новых инструментов для поддержки разведки, наблюдения, отбора проб и постоянного мониторинга морской среды.

Особенности морской воды и больших глубин, накладывают на необитаемые подводные аппараты (НПА) ограничениям конструкции. Среди них стоит выделить следующие:

высокое давление и низкие температуры, связанные с чрезвычайно глубокими или суровыми условиями, требуют соответствующих компонентов, а также водонепроницаемых контейнеров и оборудования;

подводная связь требует использования акустических устройств, которые в сложных эксплуатационных ситуациях страдают от периодических потерь связи и эффектов многолучевого распространения, а также демонстрируют ограниченную пропускную способность и низкую надежность;

для выполнения дальних миссий необходимо, чтобы транспортные средства были оснащены надлежащими системами электропитания (в том числе с использованием альтернативных технологий, таких как топливные элементы, биологические батареи, солнечные панели и т. д.) и эффективными системами управления энергопотреблением.

Использование автономных транспортных средств также требует проектирования и внедрения современных систем наведения, навигации, управления движением и управления миссией, а также сетей связи на основе акустики, чтобы

обеспечить ТНПА и АНПА, действующим в изоляции или в группе, высокий уровень надежности, необходимый для выполнения сложных миссий. Разработка морских систем охватывает множество теоретических и практических вопросов, включая теорию динамических систем, автоматическое управление, сетевые системы, идентификацию и оценку, компьютерное зрение, связь, а также зондирование и измерения и т.п. [5].

В настоящее время в России имеются районы массового сосредоточения ППОО. Среди наиболее проблемных можно выделить: Черное и Баренцево моря. На дне морей находятся различные затонувшие объекты, такие как суда, летательные аппараты, атомные подводные лодки, отсеки с ядерными энергетическими установками. Так же есть и другие районы с массовым сосредоточением ППОО, такие как водохранилища и порты на территории России. Наличие ППОО создаёт риск возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с разрушением целостности и выхода опасных веществ. В связи с этим необходимо вести постоянный контроль и мониторинг состояния этих объектов, а также разработка мер по предотвращению возможных ЧС.

К ППОО относятся затонувшие суда и другие плавсредства, затопленные космические и летательные аппараты, боеприпасы, различные технические средства и установки, которые были полностью или частично затоплены во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации в результате аварийных происшествий или захоронений. В ППОО содержатся опасные вещества, среди которых наибольшую опасность представляют: ядерные, радиоактивные, химические, отравляющие и взрывчатые вещества, которые могут создать угрозу возникновения ЧС. По официальным данным [6], в реестре ППОО числится более 24 тыс. объектов, затопленных на глубинах до 500 м. В частности, в реестр включены 3 атомные подводные лодки (АПЛ), 5 реакторных отсеков с корабельными и судовыми ядерными энергетическими установками, 19 судов, в том числе баржа с выгруженным из АПЛ реактором, свыше 700 радиоактивных конструкций и блоков, затопленных без герметичной упаковки, и более 17 тыс. контейнеров с радиоактивными отходами (РАО).

Для поиска и мониторинга состояния ППОО требуется применять целый ряд технических средств, которые могут применяться непосредственно с судов, размещаться на борту НПА, а в более проблемных чрезвычайных ситуациях, могут разворачиваться стационарные автоматизированные донные или буйковые станции. Они, кроме сбора информации обеспечивают анализ данных мониторинга по объектам наблюдения, а также данные по природной среде, такие как, измерение скорости и направления течений. Однако такие технологии не дают неразрывности контроля и потока данных либо ограничены районом применения, что позволяет составить лишь частичное понимание локальной окружающей обстановки около ППОО, но не предоставляет возможным сформировать достаточно достоверную модель изменения состояния таких объектов даже в региональном масштабе. Данная проблематика не нова, она активно обсуждается на научных площадках и апробируется в различных вариациях в ходе научных экспериментов в свете развития оперативной океанографии [7].

Опираясь на отчёты международных и российских экспедиций, за несколько десятков лет наблюдения можно сделать заключение, что отличия реальной от фоновой радиоэкологической обстановки в районах затоплений АПЛ и РАО незначительные [4]. Однако, есть ряд причин, которые могут привести к серьезной ЧС на ППОО. К таким причинам можно отнести:

- разрушение затонувшего объекта, в связи с протеканием физических и химических процессов (коррозионные процессы или волновое влияние, приводящие к периодическому избыточному давлению на оболочку ППОО);
- антропогенные процессы, в первую очередь, от непосредственной деятельности человека в местах затопления ППОО. Сюда же стоит отнести, возможные террористические атаки на ППОО, которые стали возможны после развития доступных беспилотных подводных аппаратов [8].

МЧС России совместно с Институтом океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук с определенной периодичностью, осуществляет мониторинг по контролю местоположения и состояния ППОО. Несмотря на широкое использование испытанных тактик применения ТНПА и АНПА (рис. 2), на сегодня осталось ещё большое количество мест затопления ППОО, которые не обследованы.

Так же, анализ полученных данных, показал, что имеющиеся архивные данные о расположении и состоянии таких объектов имеют неточности, а некоторые факты и вовсе не нашли подтверждения на практике [9]. К плюсам ТНПА можно отнести, что во время обследований они могут сформировать точную картину обстановки, на основании точечного осмотра с указанием результатов: гамма-спектрометрические измерения, отбор образцов, а АНПА реализуют площадные исследования акватории района мониторинга ППОО.

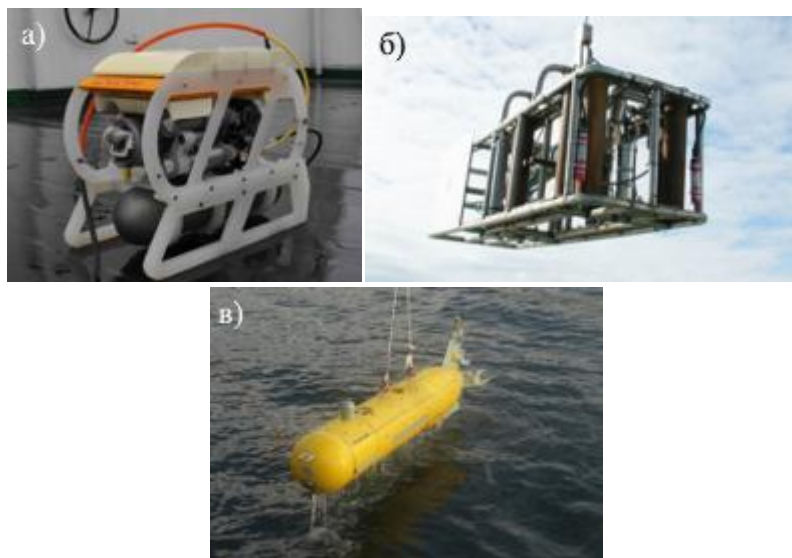


Рис.2 - а) ТНПА «Гном» б) БНПА «Видеомодуль» в) АНПА «Пилигрим»

Мониторинг и обследование ППОО - это всегда сложные подводные морские операции, зачастую отягощённые затяжным характером, ввиду недетерминированности и анизотропности среды. Что бы решить возникающие проблемы необходимо применять комплексный подход, обеспечивающий одновременный долговременный сбор необходимых данных о состоянии ППОО (широта, долгота, глубина, время), с обязательной оперативной передачей полученных и проанализированных данных до берегового (или судового) центра управления с минимальными трудовыми и финансовыми затратами. Для выполнения этих условий на практике, при выполнении обследования ППОО, целесообразно применять подводные планеры (глайдеры) (рис. 3).



Рис.3 – Подводный планер (Глайдер)

Основным преимуществом глайдера по сравнению с другими видами ТНПА и АНПА в том, что он способен обеспечить продолжительное обследование зоны нахождения ППОО в автономном режиме за счет отсутствия затрат на перемещение посредством изменения плавучести и использования планирования в процессе

погружения/всплытия. Синусоидальная («пилообразная») траектория обследования является наилучшей для получения, аккумулирования и передачи данных [10].

В настоящее время, АНПА с такой конструкцией исполнения, могут непрерывно выполнять обследование зон нахождения ППОО по несколько месяцев. Одновременным преимуществом, является то, что анализ полученных данных, можно выполнять в режиме реального времени, а по полученным данным, есть возможность корректировать программу движения и области мониторинга для АНПА. Ещё одним преимуществом АНПА типа глайдера является расширение географического диапазона применения. Все современные ТНПА ограничены в своём применении длиной троса, по которому подаётся питание, осуществляется передача данных для канала управления, а также реализована обратная связь с аппаратом. Это условие, сильно ограничивает возможности применения ТНПА в Арктической зоне в условиях сплошной ледовой обстановки. А доля необходимых исследований в данных районах весьма велика. Для решения этой задачи, становится актуальным применение АНПА типа глайдер, которые позволяют увеличить как время непрерывной работы по обследованию ППОО, так и географию их поиска, включая в нее и зоны с движущимся битым льдом, и зоны с постоянными ледяными полями.

В дальнейшем, развитием применения АНПА с траекторией движения типа глайдера, должно идти по пути развития различных видов полезной нагрузки, что в свою очередь увеличит качество и широту проводимого мониторинга мест затопления ППОО. Такое решение, в свою очередь приведёт к снижению конечных затрат на применение АНПА для выполнения всех поставленных задач. Применение АНПА для мониторинга ППОО существенно сокращает стоимость проведения работ.

Реализация подобных проектов требует решения комплекса задач, поскольку проектируемые в их рамках АНПА должны обследовать объекты протяженностью в сотни километров [11]. Соответственно, инспекционные устройства должны решать задачи сбора информации с различных систем технического зрения, обработки этой информации, распознавания объектов, интеллектуального управления. Как правило, от них требуется обследовать не только состояние объекта, но и собирать данные экологических исследований в месте его расположения [12]. С ростом актуальности задачи обследования средств подводной связи растет и спрос на соответствующие АНПА, поскольку альтернатив этим устройствам нет.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

10. Yuh J., Marani G., Blidberg D. R. Applications of marine robotic vehicles //Intelligent service robotics. – 2011. – Т. 4. – С. 221-231;
11. Кочергина И., Полянский Д. Подводные потенциально опасные объекты. М., 2015. 117 с.;
12. Разработка и исследование позиционно-траекторного регулятора для управления движением подводного глайдера/Б.В. Гуренко [и др.]// Инженерный вестник Дона. 2019. № 6 (57). С. 20.
13. Рылов Н. И. и др. Ключевые проблемы технологии создания и практического использования автономных необитаемых подводных аппаратов// Технические проблемы освоения Мирового океана. – 2007. – Т. 2. – С. 4-17;
14. Zereik E. et al. Challenges and future trends in marine robotics //Annual Reviews in Control. – 2018. – Т. 46. – С. 350-368.
15. Вялышев А.Н. МЧС России и подводные потенциально опасные объекты //Технологии гражданской безопасности. 2017. № 1 (51). Т. 14. С. 4–10;
16. Занин В.Ю., Кожемякин И.В., Маевский А.М. Использование морской робототехники в задачах оперативной океанографии. Отечественный и зарубежный опыт // Морские информационно-управляющие системы. 2020. № 1 (17). С. 39–49;
17. Реализация автономного необитаемого подводного аппарата типа глайдер /А.М. Маевский [и др.] // Технические науки – от теории к практике. 2016. № 9 (57). С. 119–124;
18. Hwang, Jimin & Bose, Neil & Fan, Shuangshuang. AUV Adaptive Sampling Methods: A Review. Applied Sciences. 2019. 9. 3145. 10.3390/app9153145;
19. González-Reolid I., Molina-Molina J.C., Guerrero-González A., Ortiz F.J., Alonso D. An Autonomous Solar-Powered Marine Robotic Observatory for Permanent Monitoring of Large Areas of Shallow Water. Sensors. 2018. 18. 3497;

doi:10.3390/s18103497;

20. Занин В.Ю., Кожемякин И.В., Маевский А.М. Использование морской робототехники в задачах оперативной океанографии. Отечественный и зарубежный опыт // Морские информационно-управляющие системы. 2020. № 1 (17). С. 39–49;

21. Zhilenkov A. The study of the process of the development of marine robotics //Vibroengineering Procedia. – 2016. – Т. 8. – С. 17-21.

# **Информационная система «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков Российской Федерации» - основа предупреждения и мониторинга рисков чрезвычайных ситуаций и их последствий**

**кандидат технических наук**

**Фирсов А.Г.**

**Надточий О.В.**

**Арсланов А.М.**

**Загуменнова М.В.**

**Малёмина Е.Н.**

## **Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** В статье приведены основные результаты анализа чрезвычайных ситуаций и их последствий на территории Российской Федерации за период 2017-2023 гг. Проанализированы основные тенденции динамики развития чрезвычайных ситуаций и их последствий (пострадавшие, погибшие и спасенные люди при чрезвычайных ситуациях, материальный ущерб от чрезвычайных ситуаций), а также использования сил и средств в ликвидации чрезвычайных ситуаций. Рассмотрены основные функции информационной системы «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков Российской Федерации» обеспечивающей мониторинг, прогнозирование возможных рисков опасностей, а также безопасность людей и территорий от чрезвычайных ситуаций и их последствий. Авторами даны предложения по дальнейшему совершенствованию данной информационной системы.

**Ключевые слова (Keywords):** чрезвычайная ситуация, погибший человек, пострадавший человек, спасенный человек, материальный ущерб, силы и средства, информационная система.

В последнее десятилетие на территории Российской Федерации (далее – Россия) ежегодно регистрируется порядка 300 ед. чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) различных по своему характеру и виду источника возникновения. Последствия от ЧС нередко носят катастрофический характер и в значительной степени могут влиять на социально-экономическое развитие регионов России. По расчетным данным полученных из официальных источников [1, 2, 3] в среднем при ЧС погибает порядка 500 чел. в год и насчитывается 120 тыс. чел. пострадавших. При этом материальный ущерб от ЧС составляет более 44 660 млн руб. Динамика распределения количества ЧС и их последствий за анализируемый период с 2017 по 2023 гг. приведена на рис. 1-4.

В целом анализ приведенных выше статистических данных показывает, что на территории России наблюдается рост количества ЧС и их последствий. Количество ЧС, приведенное на рис. 1, имеет четкую тенденцию роста числовых значений. Некоторое снижение количества ЧС, зафиксированное в 2022 г. связано с изменением отдельных критериев в учете ЧС [4].



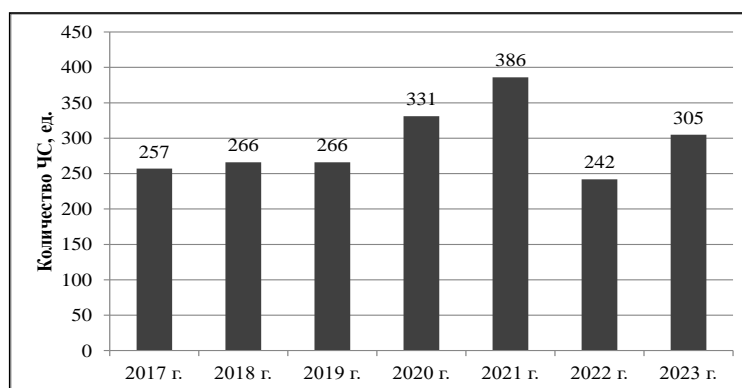


Рис. 1. Динамика распределения количества ЧС на территории России за 2017-2023 гг.

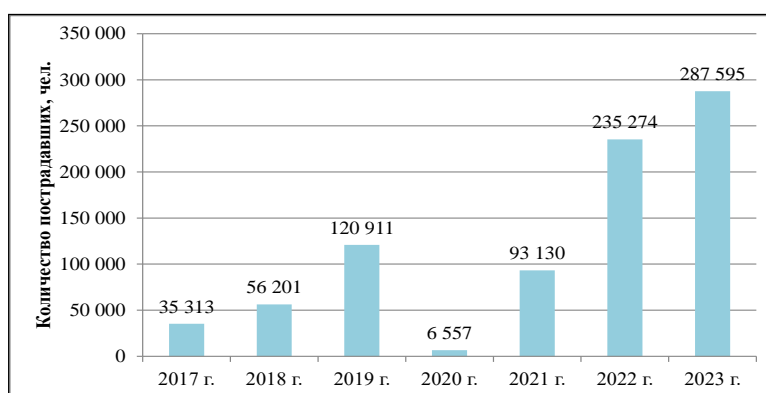


Рис. 2. Динамика распределения количества пострадавших людей при ЧС на территории России за 2017-2023 гг.

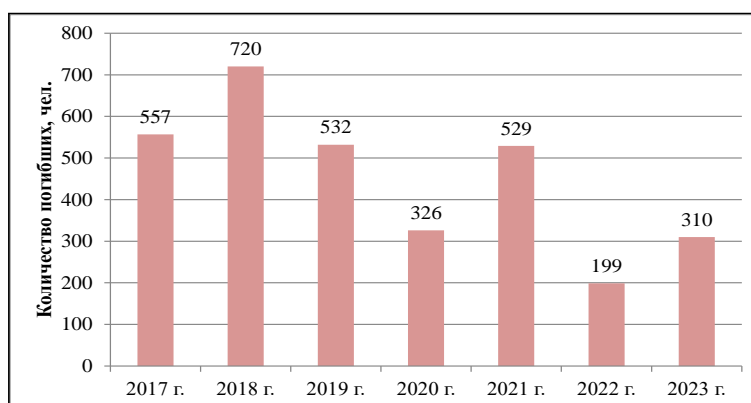


Рис. 3. Динамика распределения количества погибших людей при ЧС на территории России за 2017-2023 гг.

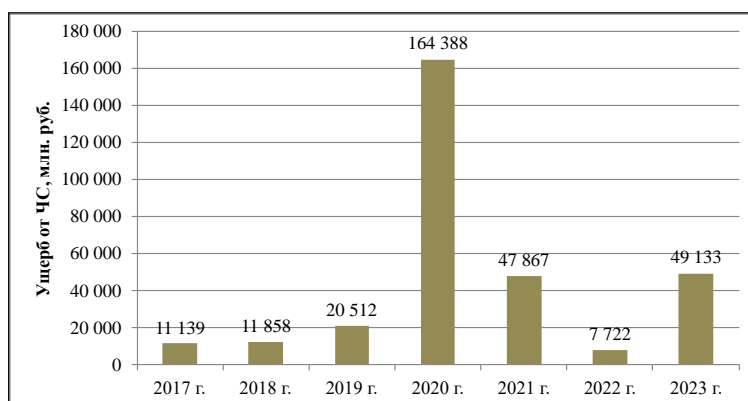


Рис. 4. Динамика распределения величины материального ущерба от ЧС на территории России за 2017-2023 гг.

Что касается последствий ЧС то и в этом случае отмечается рост их числовых значений (см. рис. 2, 3). За последние годы значительно выросло количество пострадавших при ЧС и в 2023 г. достигло рекордного значения – 287 595 чел. Количество погибших при ЧС в период с 2017 по 2022 гг. имело некоторую тенденцию к снижению. Однако с 2023 г. также наметилась тенденция роста количества погибших людей при ЧС и значения данного показателя составили – 310 чел.

Определение величины материального ущерба от ЧС является достаточно сложной и растянутой по времени процедурой. Подсчет величины материального ущерба осуществляется только после ликвидации ЧС. Значения ущерба могут уточняться (меняться) на протяжении еще нескольких лет. Ущерб, причиненный ЧС, определяется в соответствии с Методикой оценки ущерба от ЧС (далее – Методика) [5]. Данная Методика в основном учитывает материальный ущерб, причиненный государственному и муниципальному имуществу, жизни и здоровью людей, имуществу физических лиц в части имущества первой необходимости, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений (за исключением сельскохозяйственных), лесам и находящимся в них природным объектам (по оперативным данным). Методика не в полной мере учитывает материальный ущерб, нанесенный имуществу физических лиц, а также сельскохозяйственным животным и растениям. Таким образом, материальный ущерб от ЧС представленный на рис. 4 является не полным и может рассматриваться только в качестве приблизительной оценочной величины ущерба (приблизженной к реальной величине) в действующих ценах. Поэтому в данном случае ущерб от ЧС не может быть использован в качестве элемента анализа динамики последствий ЧС.

При ликвидации последствий ЧС как правило задействуется большое количество сил и средств. Динамика распределения сил и средств, используемых в ликвидации ЧС за период 2017-2023 гг. приведена в таблице 1.

Таблица 1. Силы и средства, задействованные в ликвидации последствий ЧС в период 2017-2023 гг.

Силы и средства задействованные в ликвидации ЧС	Период статистического наблюдения							Среднее значение
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	
Личный состав, чел.	66403	40267	32169	29775	56840	38386	36079	42846
Техника, ед.	17033	10251	8675	8638	13777	10082	9583	11148

Анализ статистических распределений, приведенных в таблице 1 показывает, что количество сил и средств, задействованных в ликвидации ЧС из года в год

варьируется примерно в одних числовых границах. В среднем в ликвидации ЧС ежегодно задействуется порядка 11 148 ед. техники и 42 846 чел. личного состава МЧС России, РСЧС и др. подразделений которые в ходе проведения аварийно-спасательных работ спасают 5 879 чел. в год. Распределение количество спасенных людей при ЧС за период с 2017 по 2023 гг. приведено на рис. 5.

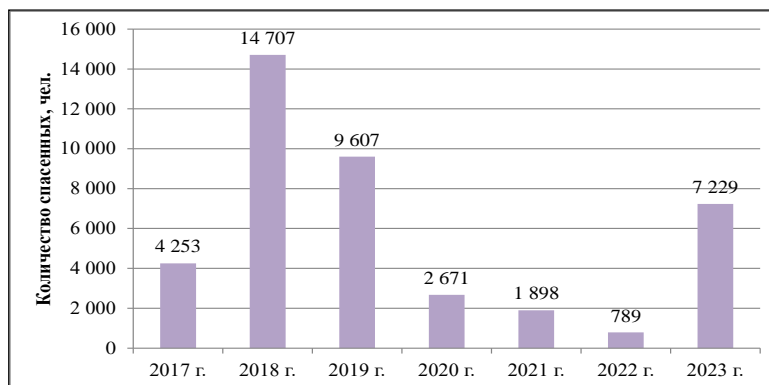


Рис. 5. Динамика распределения количество спасенных людей при ЧС на территории России за 2017-2023 гг.

Количество людей, спасенных при ЧС, имеет явно выраженную тенденцию к снижению числовых показателей. Следует отметить, что в 2023 г. в целом по России отмечается рост, как количества ЧС, так и соответственно рост значений последствий от них. В т.ч. наблюдается значительный рост и количества спасенных людей при ЧС. В 2023 г. количество спасенных при ЧС составило – 7 229 чел.

Несложные статистические расчеты показывают, что ежедневно на территории России регистрируется около 0,8 ЧС. На каждой ЧС в среднем за исследуемый период времени (2017-2023 гг.) регистрировалось 2 чел. погибших, 407 чел. пострадавших и 20 чел. спасенных. Материальный ущерб в расчете на одну ЧС составил – 152 млн руб. При ликвидации одной ЧС было задействовано 38 ед. техники и 146 чел. личного состава МЧС России, РСЧС и др. служб и подразделений.

Информация обо всех ЧС и их последствиях, произошедших на территории России, аккумулируется в специализированных базах данных и используется в дальнейшем для анализа ЧС, расчета возможных рисков возникновения ЧС и их последствий, а также разработки прогнозных сценариев их развития на территории субъектов России. Данная информация необходима для различных органов управления (федеральных, региональных, муниципальных) с целью определения возможных рисков возникновения ЧС техногенного и природного характера для населения и объектов экономики, разработки соответствующих превентивных мероприятий по их защите от ЧС, а также формирования и подготовки необходимых ресурсов (сил и средств) для предупреждения, защиты и ликвидации ЧС. Однако такая информация как правило доступна только для органов МЧС России.

Учитывая важность и актуальность данной проблемы, специалисты МЧС России совместно с учеными Российской академии наук, заинтересованными министерствами и ведомствами еще в 2005 г. разработали «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации» (далее – Атлас) [6]. Над его созданием работами 120 специалистов в течение пяти лет. В итоге получилось уникальное научное издание, содержащее информацию обо всех ЧС (более 30 видов), когда-либо встречавшихся на территории России за многие десятилетия статистического наблюдения. На картах Атласа размещена подробная информация о территориях с наиболее типичными и (или) часто возникающими ЧС, указаны причины их возникновения, возможные мероприятия по предупреждению ЧС и минимизации их последствий. Атлас был издан в формате А3 объемом 270 страниц и в количестве 200 экземпляров. Данное издание предназначено для широкого круга специалистов и ученых, руководителей различных уровней органов управления, связанных с обеспечением защиты населения и территорий от возможных ЧС [7, 8].

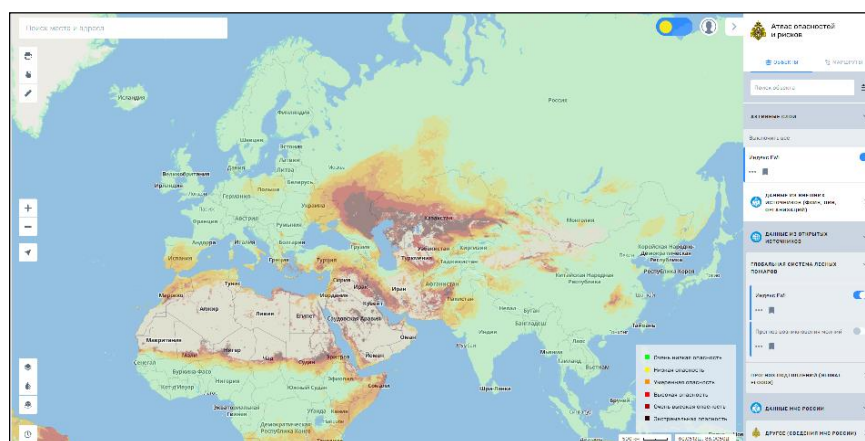
Сегодня наше общество находится на той ступени развития, когда для его

эффективного функционирования требуется получение информации в более оперативном виде – «онлайн-режиме». Указанный выше Атлас содержит информацию о ЧС в квинтэссенционном формате, основанном на многолетних статистических наблюдениях. Изменение климата на планете, глобализация экономических процессов, расширение социально-географических связей, интенсификация процессов производства, использование новых технологий и многие другие факторы ведут не только к учащенной амплитуде возникновения ЧС, но и появлению новых видов ЧС не свойственных ранее для той или иной территории России. Поэтому получение информации о возможных ЧС и их последствиях в «онлайн-режиме» и принятия на их основе оптимальных научно-обоснованных управленческих решений по защите населения и территорий от ЧС является сегодня жизненно необходимым условием. Надо отметить, что этому в значительной степени содействует и уровень развития современных информационных технологий.

В период работы салона «Комплексная безопасность-2019» МЧС России осуществило презентацию новой информационной системы – «Атлас природных и техногенных опасностей и рисков Российской Федерации» (далее – Атлас Рисков) [9]. Атлас Рисков разработан на основе австрийской программной платформы ProximX Virtual Environment (VE) с открытым системным кодом. Одним из источников получения данных в программе является открытый сервис NASA EOSDIS GIBS который позволяет загружать необходимые для работы системы спутниковые снимки. Окончательно в эксплуатацию Атлас Рисков был сдан в 2021 г. Общие затраты, связанные с его разработкой, составили более 112 млн руб. [10]. В Атлас Рисков интегрирован искусственный интеллект, позволяющий анализировать информацию из электронных паспортов территорий, систем космического мониторинга поверхности Земли, различных информационных систем федеральных органов исполнительной власти (далее – ФОИВ), метеорологические данные и др. сведения из открытых источников.

Атлас Рисков в визуальном плане представляет собой набор интерактивных электронных карт, на которых приведена информация о различных ЧС на территории России в реальном времени [11]. Система оснащена различными сервисами, облегчающими поиск, визуализацию и анализ информации. Атлас Рисков состоит из трех модулей (частей), предоставляющих пользователям разную информацию о ЧС и сервисы. Первая часть предназначена для открытого доступа в сети интернет и в целях безопасности имеет ряд ограничений в предоставлении информации. Вторая часть предназначена для сотрудников МЧС России и соответственно имеет более широкий спектр сервисов и информационных контентов. Она также размещена в сети интернет и поэтому на ее функционирование тоже наложены определенные ограничения по кибер-безопасности. Третья часть Атласа Рисков предназначена для органов управления МЧС России, размещена в ведомственной сети МЧС России (интранет) и предполагает полный доступ как к данным различных ЧС, так и широкий доступ к заложенным в систему сервисам.

Для пользователя в первом варианте доступны следующие информационные сервисы: данные из внешних источников (ФОИВ, организации и тд.); данные из открытых источников; данные МЧС России. Наибольшее количество информации представлено сервисом МЧС России. Это размещение сил и средств, карты рисков различных ЧС. Что касается сервиса «Данные из открытых источников», то в нем представлены вкладки «Глобальная система лесных пожаров» и «Прогноз подтоплений». Сервис «Данные из внешних источников» представлен данными МВД России по дорожно-транспортным происшествиям. Результат работы информационной системы в режиме открытого доступа в сети интернет приведен на рис. 6. В качестве иллюстрации приведена карта сервиса «Глобальная система лесных пожаров».



*Рис. 6 Результат работы информационной системы Атлас Рисков - фрагмент карты сервиса «Глобальная система лесных пожаров»*

В целом новая информационная система Атлас Рисков предоставляет возможность пользователям получать информацию о возможных рисках и ЧС в своем регионе, а также необходимые справочные и прогнозные данные о состоянии той или иной территории. Атлас Рисков позволяет рационально строить социально-экономическую политику в регионе, учитывая возможные риски тех или иных событий, заблаговременно формировать систему превентивных мероприятий защиты от ЧС и резервировать необходимое количество сил и средств для ликвидации последствий ЧС.

Авторы считают, что включение в Атлас Рисков дополнительных сервисов, предоставляющих информационный контент об обстановке с пожарами и их последствиями в субъектах России и результатах деятельности органов государственного пожарного надзора, значительно расширит функциональные возможности данной информационной системы, повысит к ней интерес со стороны не только органов управления, но и граждан, бизнес сообщества и страховых организаций. В итоге следует ожидать повышение уровня пожарной безопасности, снижение территориальных пожарных рисков и в целом улучшения обстановки с пожарами и их последствиями.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Чрезвычайные ситуации и их последствия в 2021 г: статистический сборник / А. А. Порошин, Ю. А. Матюшин, А. Г. Фирсов [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. – 70 с. – EDN VSWMEN.

2. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году» URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2022-god?ysclid=m1nn30ol2c75341684> (Дата обращения 29.09.2024).

3. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 году» - Документ - МЧС России (mchs.gov.ru). URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/7343?ysclid=m1nmysln5j874245675> (Дата обращения 29.09.2024).

4. Приказ МЧС России от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» - Приказ МЧС России - 05.07.2021 - № 429 - МЧС России (mchs.gov.ru). URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/6421?ysclid=m1nqhqa4v387495888> (Дата обращения 29.09.2024).

5. Приказ МЧС России от 01.09.2020 № 631 (ред. от 24.07.2022) «Об утверждении Методики оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций» (mchs.gov.ru). URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2022-09-27/17bd36e85bcc886ef5eeb638681ed28b.pdf?ysclid=m1nqbf4zvj80215868> (Дата обращения 29.09.2024).

6. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных

ситуаций в Российской Федерации / М-во РФ по делам ГО и ЧС и ликвид. стихийн. бедствий, Рос. акад. наук; под ред. С. К. Шойгу. - Москва: Дизайн. Информация. Картография, 2005. - 268 с.: табл. - ISBN 5-287-00291-2 (в пер.).

7. Геоинформационный портал Gisa.ru - В России вышел первый Атлас природных и техногенных опасностей URL: <http://www.gisa.ru/21378.html> (Дата обращения 30.09.2024).

8. Информационный ресурс ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева - 10 лет изданию первого Атласа природных и техногенных опасностей (igps.ru). URL: [https://igps.ru/news/10\\_let\\_izdaniyu\\_pervogo\\_Atlasa\\_prirodnih\\_i\\_tehnogennyh\\_opasnostej](https://igps.ru/news/10_let_izdaniyu_pervogo_Atlasa_prirodnih_i_tehnogennyh_opasnostej) (Дата обращения 30.09.2024).

9. Информационный ресурс. МЧС презентовало Атлас опасностей и рисков - ТАСС (tass.ru) URL: <https://tass.ru/obschestvo/6510205> (Дата обращения 30.09.2024).

10. Информационный ресурс. МЧС перерисует атлас опасностей – Коммерсантъ (kommersant.ru) URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5436158> (Дата обращения 30.09.2024).

11. Информационный ресурс. Атлас опасностей и рисков (mchs.gov.ru) URL: [https://atlas.mchs.gov.ru/?ysclid=mlp3hnowlv51810983&startDate=2024-09-30&endDate=2024-09-30&\\_u=84279](https://atlas.mchs.gov.ru/?ysclid=mlp3hnowlv51810983&startDate=2024-09-30&endDate=2024-09-30&_u=84279) (Дата обращения 30.09.2024).

# Рекомендации по повышению безопасности в местах купания при проведении отдыха в детских оздоровительных лагерях

Бояринова С.П.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС  
МЧС России

**Аннотация (Abstract)** В статье обозначена проблема обеспечения безопасности в местах купания при проведении отдыха в детских оздоровительных лагерях. По результатам проведенного анализа выделены ряд значимых направлений обеспечения безопасности жизнедеятельности детей в условиях использования водных объектах преимущественно в летний период. Представлен ряд практических рекомендаций, которые предлагается использовать в дополнение к существующим методикам, учебникам и литературе.

**Ключевые слова (Keywords):** безопасность жизнедеятельности, безопасность на воде, водные объекты, безопасное купание, детский оздоровительный лагерь, детский отдых.

## Introduction

Безопасность на воде в детских лагерях – это одна из самых важных тем, которую необходимо активнее освещать при организации отдыха и занятий детей.

Безопасность на воде является одним из самых важных аспектов в детских лагерях. Каждый год происходят несчастные случаи, связанные с купанием и плаванием, которые можно было бы предотвратить.

Купание – это не только приятное времяпрепровождение, но и потенциально опасные занятия, которые могут привести к серьезным последствиям, если не соблюдать простые правила безопасности.

Перед началом оздоровительного сезона особое внимание необходимо уделить обучению организаторов и детей правилам безопасности на воде, правильному выбору и оборудованию безопасных мест для купания, отработке действий в экстремальных ситуациях.

## Materials and Methods

Водный объект – природный или искусственный водоем, водоток либо иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором имеет характерные формы и признаки водного режима.

Для примера только в 2021 году на водных объектах Российской Федерации зарегистрировано 3 741 происшествие, при которых, к сожалению, погибли 3 214 человек, из них 246 детей, рис. 1 [1].

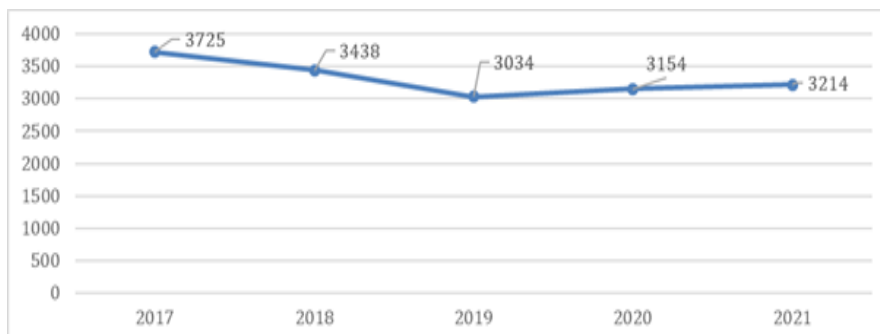


Рис. 1. Динамика количества погибших людей в результате происшествий на водных объектах с 2017 по 2021 годы [1]

Количество происшествий на водных объектах в 2023 г. по сравнению с 2022 г. снизилось на 4 % (в 2022 г. – 3 639). Количество погибших на водных объектах в 2023 г. по сравнению с 2022 г. снизилось на 4,1 % (в 2022 г. – 3 189 чел.), рис. 2 [2].

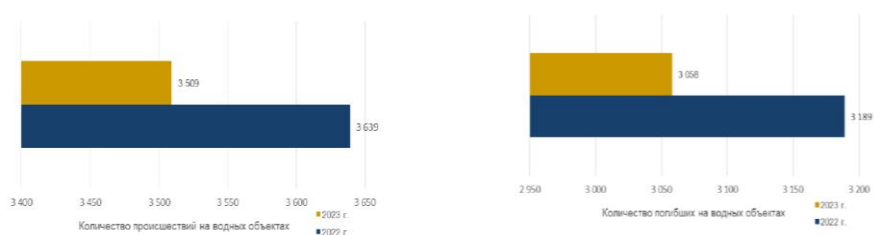


Рис. 2. Динамика количества погибших людей в результате происшествий на водных объектах в 2022–2023 г.г. [2]

## Results

Основные правила безопасности на воде: что нужно знать организаторам и детям, чтобы избежать опасных ситуаций на открытых водоемах?

Перед тем как отправиться на купание необходимо изучить основные правила безопасности на воде:

1. Никогда не купайтесь одни! Всегда находитесь в компании других людей. Если планируете отправиться на купание убедитесь, что все знают правила безопасности на воде и смогут помочь друг другу в случае необходимости.

2. Выбирайте только безопасное место для купания! Никогда не купайтесь в непроверенных или неизученных местах, где нет спасателей и неизвестно, какая глубина и особенности дна. Не стоит купаться в запрещенных местах, например, в районах сильного течения или возле гидротехнических сооружений.

3. Используйте специальную экипировку для купания! Если вы не умеете хорошо плавать – наденьте спасательный жилет. Также не забудьте про очки для плавания и шапочку.

4. Следите за погодными условиями и прогнозом погоды! Никогда не купайтесь во время грозы или при сильном ветре. Если погода меняется во время купания, немедленно выйдите из воды и вернитесь на берег.

5. Уточните как действовать в экстремальных ситуациях на воде! Если кто-то из вашей компании начинает тонуть, немедленно вызовите спасателей или попросите о помощи у окружающих людей. Если вы сами попали в трудную ситуацию, сохраняйте спокойствие и попытайтесь держаться на поверхности воды, пока не придет помощь.

6. Не забывайте о гигиене! До и после купания обязательно принимайте душ и меняйте мокрую одежду на сухую, чтобы избежать простуды.

Соблюдение этих простых правил поможет избежать опасных ситуаций на воде и наслаждаться купанием безопасно и комфортно.

В целях оборудования безопасных мест купания в детских спортивно-оздоровительных лагерях предлагается руководствоваться следующими практическими рекомендациями:

1. Выбирать места для купания, которые отвечают требованиям безопасности, таким как отсутствие течей, глубиной не более 1,5 м, без скрытых препятствий.

Рекомендуется выбирать места для купания там, где есть специально оборудованные пляжи с надлежащей инфраструктурой, такой как душевые, туалеты и спасательные башни. Необходимо избегать купания в местах, где есть опасные течения, быстрые реки, подводные камни или другие препятствия, которые могут привести к травмам или утоплению.

Рекомендуется выбирать места, где организовано дежурство спасателей, которые могут оказать первую помощь в случае необходимости.

В процессе выбора и оборудования мест купания необходимо изучить местные правила и предупреждения о безопасности на данном водоеме и следовать им.

2. Обеспечить разметку безопасных зон для купания и установку ярко-выделенных ограждений, чтобы предотвратить случайный вход в воду.



Организация разметки зоны для купания является важным шагом по обеспечению безопасности на пляже. Правильная разметка зоны для купания поможет предотвратить возможные опасности для здоровья людей и сохранить экологическую чистоту пляжа и прилегающей территории.

При организации разметки зон для купания необходимо провести предварительную оценку глубины водоема и определить места, где находятся подводные опасности, например, камни, течения или другие препятствия.

Затем необходимо установить буи, которые будут обозначать границы зоны для купания. Буи должны быть устойчивыми и легко заметными, чтобы дети могли легко ориентироваться с их помощью. Они также должны быть расположены на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы не создавать дополнительных затруднений для купающихся.

При разметке зоны для купания необходимо учитывать течения и направление ветра, чтобы избежать возможных опасностей при ухудшении погодных условий. Если на пляже организовано дежурство спасателей, то необходимо согласовать с ними место разметки зоны для купания и обеспечить их присутствие на пляже во время проведения работ.

В дальнейшем, необходимо проводить регулярную очистку зон купания от мусора и других загрязнений, а также контролировать качество воды и ее соответствие нормам гигиены.

3. Организовать постоянное проведение инструктажей для детей о правилах безопасного купания, включая запрет на плавание одному и игры в воде, которые могут привести к травмам.

Нельзя допускать купания детей без сопровождения взрослых, оставлять детей без присмотра и позволять им купаться без надлежащего контроля.

Инструкторам и воспитателям необходимо объяснять детям, что купаться нужно только на специально оборудованных пляжах с надлежащей инфраструктурой.

Рассказать об опасных местах, таких как течения, быстрые реки, подводные камни и другие препятствия, которые могут привести к травмам или утоплению.

Объяснить, что на пляже есть спасатели, которые могут оказать первую помощь в случае необходимости.

Рассказать о местных правилах и предупреждениях о безопасности на пляже и попросить детей следовать им.

Подчеркнуть, что купаться нужно только в компании других людей.

Рассказать детям, что переплывать большие расстояния или плавать в глубокой воде можно только при наличии опыта и полной уверенности в своих способностях.

Объяснить, что в случае возникновения чрезвычайной ситуации нужно немедленно вызывать спасателей или скорую помощь.

Подчеркнуть, что нужно всегда внимательно следить за погодными условиями и ни в коем случае не купаться в штормовую погоду или при сильном ветре.

Напомнить детям, что они не должны оставаться без присмотра на пляже и не могут купаться без надлежащего контроля взрослых.

4. Организовать в местах купания дежурство спасателей и медицинского персонала, готовых оказать первую помощь в случае необходимости.

Требуется организовать набор и обучение спасателей и медицинского персонала по оказанию первой помощи в случае утопления, потери сознания, травм или других чрезвычайных ситуаций.

Обеспечить наличие необходимого оборудования для оказания первой помощи, такого как аптечки, кислородные баллоны и дефибрилляторы.

Рекомендуется определить зоны ответственности для спасателей и медицинского персонала и убедиться, что они имеют возможность быстро реагировать на любые ситуации.

Необходимо установить соответствующие процедуры и разработать простые инструкции для вызова скорой помощи и эвакуации пострадавших в случае необходимости. Обеспечить надлежащую коммуникацию между спасателями и медицинским персоналом непосредственно на месте купания, чтобы быстро реагировать на любые чрезвычайные ситуации, а также обеспечить взаимодействие с экстренными службами.

После этого организовать регулярные тренировки и учения с целью повышения квалификации спасателей и медицинского персонала и улучшения их готовности к чрезвычайным ситуациям.

5. Организовать постоянную проверку качества воды и контроль ее соответствия нормам гигиены и безопасности.

Контроль качества воды и ее соответствие нормам гигиены являются важными мерами по обеспечению безопасности на пляже. Правильная организация проверки и контроля качества воды поможет предотвратить возможные заболевания людей и сохранить экологию.

При организации проверки и контроля качества воды необходимо проводить регулярные анализы воды на наличие опасных веществ и микроорганизмов. Эти анализы должны проводиться в специализированных лабораториях, которые имеют соответствующую лицензию и аккредитацию. В первую очередь, необходимо уточнить нормы гигиены для водоема, в котором планируется купание. Установленные нормы определяют предельно допустимые уровни содержания различных веществ и микроорганизмов в воде. Нормы гигиены могут быть установлены на федеральном, региональном или местном уровне, в зависимости от того, кто отвечает за безопасность водоема.

Кроме того, необходимо проводить регулярные проверки водоема на предмет загрязнения. Эти проверки могут проводиться как специалистами, так и общественными организациями или волонтерами. В ходе проверок необходимо обращать внимание на качество воды, наличие мусора и других загрязнений.

Если в результате анализов и проверок будет обнаружено, что качество воды не соответствует нормам гигиены, необходимо принимать меры по очистке водоема и улучшению качества воды. Эти меры могут включать в себя установку специальных фильтров, очистку от мусора и других загрязнений, а также проведение работ по рекультивации береговой линии.

6. Обеспечить в местах купания наличие специальных средств безопасности, таких как спасательные круги, жилеты и др.

Спасательные круги и другие подобные средства нужно использовать в экстренных случаях, когда человек находится в опасности и не может самостоятельно выбраться из воды.

Перед купанием необходимо уточнить как правильно надевать спасательный жилет и почему это так важно. Убедиться, что дети понимают, что жилет должен быть надет плотно и закреплен на теле.

Объяснить детям, что спасательный жилет не гарантирует полной безопасности и что даже с его использованием нужно быть осторожным и следовать правилам безопасности на пляже.

Рассказать о возможности использования других средств для спасения, таких как надувные матрасы или плавательные круги.

Подчеркнуть, что все эти средства для безопасности не заменят личную внимательность и осторожность при купании, и что дети должны всегда следить за своими действиями и окружающей обстановкой.

7. Организовать регулярную проверку состояния оборудования для купания и проводить его техническое обслуживание.

Для обеспечения безопасности на пляже необходимо проводить регулярную проверку состояния оборудования для купания и его техническое обслуживание. При проверке состояния буев и других обозначений границ зоны для купания необходимо убедиться, что буи находятся на своих местах и не повреждены. Если какой-то из буев поврежден или отсутствует, его необходимо заменить. При проверке безопасности для входа выхода из воды необходимо убедиться, что все это находятся в хорошем состоянии. Если выявлены повреждения, то необходимо провести ремонт или их замену.

При проверке состояния спасательных средств необходимо убедиться, что спасательные круги находятся в хорошем состоянии и готовы к использованию в случае необходимости. Сигнальные флаги для обозначения опасных мест должны находиться на своих местах и готовы к использованию в случае необходимости.

Необходимо регулярно проводить техническое обслуживание оборудования для купания, включая его чистку и ремонт (при необходимости).

При организации обучения персонала все сотрудники, работающие на пляже, должны быть обучены использованию оборудования для купания и знать, как

действовать в случае экстремальных ситуаций.

#### 8. Обучение способам оказания первой помощи на водных объектах.

Наряду с общими требованиями безопасности необходимо обучить детей мерам оказания помощи в случае утопления или потери сознания на территории водных объектов.

Занятие по обучению безопасности ребенка в воде является важным для того, чтобы дети научились правильно плавать и вести себя в водной среде, а также принимать решения в случае опасной ситуации.

Оценка сил и возможностей детей является очень важным аспектом безопасного плавания в озерах, реках и море.

Дети, как правило, не имеют достаточного опыта и навыков плавания, поэтому их способности нужно оценивать особенно тщательно. Перед тем, как позволить ребенку купаться, необходимо убедиться, что он умеет плавать. Для этого можно провести небольшой эксперимент – попросить ребенка проплыть небольшое расстояние в бассейне или другом безопасном месте. Если ребенок не уверен в своих силах, то лучше всего использовать спасательный жилет или другую специальную экипировку для купания.

Также необходимо учитывать возраст ребенка. Маленькие дети могут быстро уставать и не справиться со сильными течениями и волнами. Поэтому не стоит позволять маленьким детям купаться в глубоких местах или на больших расстояниях от берега.

Если ребенок не умеет плавать, то лучше всего проводить время на пляже или берегу, где можно играть в песке или смотреть на воду без риска утопления. Если же ребенок хорошо плавает, то необходимо следить за тем, чтобы он не плыл слишком далеко от берега и не подвергал себя опасности.

Дети могут быстро уставать и терять силы в воде, поэтому необходимо периодически отдыхать и пить воду, чтобы не допустить обезвоживания.

### **Discussion**

В целом, дети должны знать все ограничения и правила безопасности, связанные с водой; они также должны уметь плавать, чтобы уменьшить риск попадания в опасную ситуацию и более успешно с ней справиться.

Занятие по обучению безопасности ребенка в воде играет неотъемлемую роль в формировании этих навыков. Экстремальные ситуации на воде могут возникнуть в любой момент, поэтому необходимо уточнить, как правильно действовать в таких случаях. Важно помнить, что паника и неправильные действия могут привести к трагическим последствиям.

В связи с этим рекомендуется уделить внимание профилактической работе, в частности, обсуждению следующих тем:

- опасности, связанные с использованием плавательных средств: правила использования лодок, катамаранов и других плавательных средств;

- меры предосторожности при купании ночью: как избежать опасных ситуаций при купании в темное время суток;

- правила поведения при падении в воду: что нужно делать, если ребенок попал в опасную ситуацию на воде;

- обучение детей первой помощи на воде: как оказывать помощь тем, кто попал в беду на воде;

- организация безопасности на воде в детских лагерях: как правильно организовать купание и обеспечить безопасность всех детей;

- важность соблюдения правил безопасности на воде и ответственность каждого за свою жизнь и здоровье;

- как обучать детей правилам безопасности на воде и проводить соответствующие занятия и тренировки;

- какие иллюстрации, фотографии и другие наглядные материалы помогут лучше понять материал.

### **Conclusion**

Материалы данной статьи направлены на привлечение внимания к проблеме обеспечения безопасности детей на водных объектах, повышение заинтересованности организаторов детского оздоровительного отдыха, родителей,

преподавателей и самих детей при проведении мероприятий профилактической направленности.

Разработанные рекомендации могут выступать в качестве хорошей дополнительной информации к используемым методикам, учебникам, пособиям и литературе.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году».

2. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 году».

# **Примерная программа курса подготовки корпоративных добровольцев (волонтеров) к практическим действиям при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в условиях угрозы (возникновения) чрезвычайных ситуаций и пожаров, участия в поисково-спасательных операциях и работе с населением**

**Бояринова С.П.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** В статье показан пример структуры тематического плана курса подготовки корпоративных добровольцев (волонтеров) к практическим действиям при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в условиях угрозы (возникновения) чрезвычайных ситуаций и пожаров, участия в поисково-спасательных операциях и работе с населением. В процессе разработки программы курса использованы программы первоначальной подготовки пожарных и спасателей. Учитывая показанное содержание рабочей программы, ее практическую реализацию и освоение разделов целесообразно планировать и осуществлять на базе образовательных организаций МЧС России.

**Ключевые слова (Keywords):** волонтеры, добровольцы, нештатные формирования.

## **Introduction**

Привлечение добровольцев (волонтеров) к вопросам обеспечения безопасности, в том числе в условиях угрозы (возникновения) возможных чрезвычайных ситуаций, происшествий и пожаров является наиболее эффективной формой предупреждения и минимизации возможных последствий.

В 2023 году МЧС России был поддержан законопроект «О внесении изменений в Федеральный закон «О благотворительности и добровольчестве (волонтерстве)», в результате которого удалось увеличить количество возможных участников добровольческой (волонтерской) деятельности, к организаторам добровольческой деятельности отнести коммерческие организации, утвердить единые требования к медицинскому обследованию и обучению добровольцев при осуществлении ими своей деятельности [1].

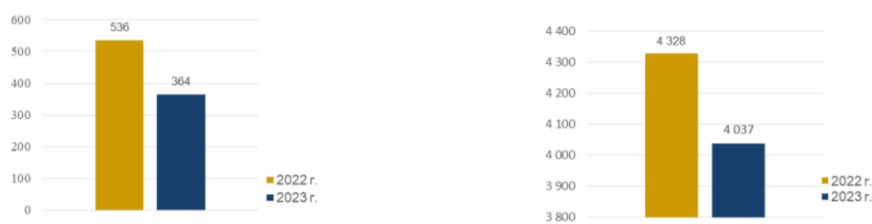
Значительную часть объема информационной работы в социальных медиа- и блогосфере, проводимой МЧС России совместно с подчиненными территориальными органами занимают сообщения о деятельности добровольцев (волонтеров) и социально ориентированных некоммерческих организаций (в 2023 году – более 60 тыс. сообщений) [1].

## **Materials and Methods**

С участием добровольцев (волонтеров), в том числе сельских старост населенных пунктов и представителей территориальных подразделений общественных организаций в 2023 году организовано и проведено более 6,5 млн посещений мест проживания социально не защищенных групп населения [1].

Численность добровольных пожарных команд в настоящее время составляет почти 9 тыс. (более 55 тыс. чел. и 16 тыс. ед. техники).

В 2023 году силами добровольной пожарной охраны самостоятельно было ликвидировано более 4 тыс. пожаров, спасены 364 человека (рис. 1).



**Рис. 1.** Сведения о числе спасенных силами добровольной пожарной охраной и числе пожаров, потушенных самостоятельно [1]

Деятельность по подготовке добровольцев (волонтеров) осуществляют в рамках своих компетенций все заинтересованные федеральные органы исполнительной власти, исполнительные органы субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления и взаимодействующие организации (учреждения и предприятия) вне зависимости от формы собственности, ведомственной принадлежности и подчиненности.

Например, в ОАО «РЖД» с 2018 года реализуется программа корпоративного волонтерства как элемент корпоративной социальной ответственности, главная цель которой поддержать инициативу, самореализацию и неравнодушие работников компании.

Исходя из проведенного анализа происходящие чрезвычайные ситуации, например, паводок в г. Орск [2], дорожно-транспортное происшествие с пассажирским поездом в Волгоградской области [3], показали, что корпоративные волонтеры одними из первых добирались до места происшествия и оказывали помощь пострадавшим.

В 2024 году запущен пилотный проект по созданию мобильных волонтерских отрядов ОАО «РЖД».

В связи с этим возникает необходимость в организации дополнительного обучения данных работников, не являющихся спасателями, соответствующим знаниям и навыкам.

Таким образом разработка учебных программ и соответствующих учебно-методических материалов для курсов подготовки корпоративных добровольцев (волонтеров) к практическим действиям при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в условиях угрозы (возникновения) чрезвычайных ситуаций и пожаров, участия в поисково-спасательных операциях и работе с населением (далее – рабочая программа курса) представляет собой актуальную задачу, решение которой позволит существенно повысить качество выполняемых практических действий по спасению, увеличить объем профилактических и предупредительных мероприятий.

## Results

Рабочая программа курса может формироваться в объеме от 72 ч (табл. 1).

**Таблица 1.** Расчет учебного времени на освоение рабочей программы курса (составлено автором)

Всего часов	Количество часов по видам занятий		Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа
	Лекции	Практические занятия		
72	20	24	4	24

Предлагаемая структура тематического плана рабочей программы курса включает в себя два основных раздела:

Раздел 1 «Формирование культуры безопасного поведения, оказание психоэмоциональной поддержки и экстренной допсихологической помощи пострадавшим» (32 ч).

Раздел 2 «Порядок действий и оказание помощи при чрезвычайных ситуациях и пожарах» (36 ч).

Первый раздел рабочей программы курса состоит из 4-х тематических блоков:

«Культура безопасного поведения» (4 ч), «Охрана труда» (8 ч), «Организация работы с населением, оказание психоэмоциональной поддержки и экстренной допсихологической помощи пострадавшим» (12 ч), «Оказание первой помощи» (6 ч).

Второй раздел рабочей программы курса состоит из 5-ти тематических блоков: «Основы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности» (4 ч), «Порядок действий и оказание помощи при пожарах» (8 ч), «Порядок действий и оказание помощи при чрезвычайных ситуациях и происшествиях» (8 ч), «Порядок действий и оказание помощи при наводнениях» (8 ч), «Ведение поисково-спасательных работ» (8 ч).

## **Discussion**

В первом разделе рабочей программы курса «Формирование культуры безопасного поведения, оказание психоэмоциональной поддержки и экстренной допсихологической помощи пострадавшим»:

Тематический блок «Культура безопасного поведения» включает в себя проведение лекционного занятия «Основы формирования культуры безопасного поведения» и теоретическое изучение следующих учебных вопросов:

1. Обязанности граждан в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, противодействия экстремизму и терроризму.

2. Организация подготовки населения в Российской Федерации.

3. Основы техники безопасности, охраны труда, здорового образа жизни и поддержания хорошей физической формы.

Тематический блок «Охрана труда» включает в себя проведение лекционного занятия «Обеспечение выполнения требований по охране труда при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ» и теоретическое изучение следующих учебных вопросов:

1. Организационно-правовые аспекты обеспечения соблюдения требований техники безопасности и охраны труда при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и пожаров.

2. Виды и содержание инструктажей по технике безопасности, охране труда.

3. Требования по оформлению документации по охране труда в организации (учреждении, предприятии).

4. Особенности проведения инструктажей по соблюдению техники безопасности и обеспечению выполнения требований по охране труда при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Следующие за ним практические занятия «Отработка практических навыков проведения и оформления результатов инструктажей по соблюдению техники безопасности и обеспечению выполнения требований по охране труда при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ» включают в себя отработку учебных вопросов:

1. Проведение и оформление результатов вводного инструктажа.

2. Проведение и оформление результатов первичного инструктажа.

3. Проведение и оформление результатов повторных инструктажей.

4. Проведение и оформление результатов внеплановых инструктажей.

5. Проведение и оформление результатов целевых инструктажей.

Тематический блок «Организация работы с населением, оказание психоэмоциональной поддержки и экстренной допсихологической помощи пострадавшим» включает в себя проведение лекционного занятия «Оказание психоэмоциональной поддержки в экстремальных ситуациях» и теоретическое изучение следующих учебных вопросов:

1. Общие правила оказания психоэмоциональной поддержки.

2. Особенности состояния и поведения людей в экстремальных ситуациях, стадии и внешние проявления стресса.

3. Методы и приемы психоэмоциональной поддержки в экстремальных ситуациях, самопомощи и саморегуляции.

Следующие за ним практические занятия «Выполнение практических упражнений по саморегуляции» включают в себя отработку учебных вопросов:

1. Регуляция дыхания.

2. Отработка приемов концентрации внимания.

3. Управление тонусом скелетной мускулатуры.
4. Проведение психогимнастики.
5. Выполнение «заземления».
6. Упражнения по визуализации.
7. Упражнения на самовнушение.

Следующее за ним лекционное занятие «Оказание экстренной допсихологической помощи» включает в себя теоретическое изучение учебных вопросов:

1. Алгоритмы оказания экстренной допсихологической помощи.
2. Обеспечение безопасности при проведении массовых мероприятий.
3. Работа в условиях скопления населения в толпах, в том числе при возможной панике.
4. Формы организации психологического обеспечения пострадавших при чрезвычайных ситуациях и происшествиях.

Следующие за ним практические занятия «Практические действия по организации психологического обеспечения пострадавших при чрезвычайных ситуациях и происшествиях» включают в себя отработку учебных вопросов:

1. Практические действия по оказанию психологической помощи пострадавшим и родственникам погибших на месте чрезвычайной ситуации или пожара.
2. Практические действия по сопровождению эвакуации пострадавших.
3. Практические действия по оказанию психологической помощи пострадавшим, размещенным в пунктах временного размещения.
4. Практические действия по психологическому обеспечению массовых мероприятий.
5. Практические действия по оказанию психологической помощи родным и близким тех, чья судьба на данный момент неизвестна.
6. Практические действия по оказанию психологической помощи на процедуре опознания.
7. Практические действия по оказанию психологической помощи при попытке суицида.
8. Практические действия по организации «Горячей линии».

Тематический блок «Оказание первой помощи» включает в себя проведение лекционного занятия «Основы оказания первой помощи» и теоретическое изучение следующих учебных вопросов:

1. Организационно-правовые аспекты оказания первой помощи.
2. Основы анатомии, эпидемиологии, гигиенических знаний, средства оказания первой помощи.
3. Алгоритм оказания первой помощи.
4. Вынос и транспортировка пострадавших.
5. Оказание первой помощи при отсутствии сознания, остановке дыхания и кровообращения.
6. Оказание первой помощи при наружных кровотечениях и травмах.
7. Оказание первой помощи при прочих состояниях.

Следующие за ним практические занятия: «Практические действия по оказанию первой помощи» включают в себя отработку учебных вопросов:

1. Оценка обстановки и устранение угрожающих факторов.
2. Определение наличия сознания у пострадавшего.
3. Восстановление проходимости дыхательных путей и определение наличия дыхания.
4. Вызов скорой медицинской помощи.
5. Проведение сердечно-легочной реанимации.
6. Поддержание проходимости дыхательных путей.
7. Обзорный осмотр пострадавшего и временная остановка наружного кровотечения.
8. Подробный осмотр на предмет травм и других состояний, выполнение необходимых мероприятий первой помощи.
9. Придание пострадавшему оптимального положения тела.
10. Контроль состояния пострадавшего, оказание психологической поддержки.
11. Передача пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи.



Во втором разделе рабочей программы курса «Порядок действий и оказание помощи при чрезвычайных ситуациях и пожарах»:

Тематический блок «Основы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности» включает в себя проведение лекционного занятия «Исторические, теоретические и нормативно-правовые основы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации» и теоретическое изучение следующих учебных вопросов:

1. Основы гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
2. Организация деятельности органов управления, сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.
3. Основы обеспечения пожарной безопасности и проведения пожарной профилактики.
4. Организация деятельности подразделений Государственной противопожарной службы.

Тематический блок «Порядок действий и оказание помощи при пожарах» включает в себя проведение лекционного занятия «Основы обеспечения пожарной безопасности, тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» и теоретическое изучение следующих учебных вопросов:

1. Источники пожарной опасности, классификация пожаров и опасные факторы пожаров.
2. Виды пожарно-технического вооружения, спасательных средств.
3. Противопожарное водоснабжение, первичные средства и установки пожаротушения.
4. Организация тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.
5. Проведение и содержание инструктажей по соблюдению техники безопасности и охране труда при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.

Следующие за ним практические занятия «Ведение действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ в различных условиях» включают в себя отработку учебных вопросов:

1. Ведение действий по тушению пожаров в сложных условиях.
2. Ведение действий по тушению пожаров в условиях особой опасности для личного состава.
3. Ведение действий по тушению пожаров и проведение аварийно-спасательных работ в жилых зданиях.
4. Ведение действий по тушению пожаров и проведение аварийно-спасательных работ в общественных зданиях.
5. Ведение действий по тушению пожаров и проведение аварийно-спасательных работ на нефтехимических объектах.
6. Ведение действий по тушению пожаров и проведение аварийно-спасательных работ на различных промышленных объектах.
7. Ведение действий по тушению пожаров и проведение аварийно-спасательных работ на транспорте.
8. Ведение действий по тушению пожаров и проведение аварийно-спасательных работ на открытой местности и в природной среде.
9. Проведение и оформление результатов инструктажей по соблюдению техники безопасности и охране труда при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.

Тематический блок «Порядок действий и оказание помощи при чрезвычайных ситуациях и происшествиях» включает в себя проведение лекционного занятия «Порядок действий органов управления, сил и средств по оказанию помощи населению в зонах чрезвычайных ситуаций» и теоретическое изучение следующих учебных вопросов:

1. Источники чрезвычайных ситуаций, классификация чрезвычайных ситуаций, критерии отнесения оперативной информации к чрезвычайной ситуации.
2. Мероприятия, выполняемые органами управления, силами и средствами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в различных режимах функционирования.

3. Взаимодействие с силами экстренного реагирования в зоне чрезвычайной ситуации.

4. Организация работы оперативных групп, оперативных штабов и комиссий в зоне чрезвычайной ситуации.

Следующие за ним практические занятия «Практические действия при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и происшествий» включают в себя отработку учебных вопросов:

1. Оценка обстановки в зоне чрезвычайной ситуации и прогнозирование основных параметров ее развития.

2. Проведение мероприятий по оповещению, эвакуации и укрытию населения.

3. Применение средств индивидуальной и коллективной защиты.

4. Отработка навыков ликвидации химических аварий.

5. Проведение радиационного и химического контроля.

6. Проведение и оформление результатов инструктажей по соблюдению техники безопасности и охране труда при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и происшествий.

Тематический блок «Порядок действий и оказание помощи при наводнениях» включает в себя проведение лекционного занятия «Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, обусловленных наводнениями» и теоретическое изучение следующих учебных вопросов:

1. Классификация чрезвычайных ситуаций, обусловленных наводнениями.

2. Мероприятия, выполняемые органами управления, силами и средствами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций при угрозе (возникновении) наводнений.

3. Особенности проведения разведки и оценки обстановки на подтопленных территориях.

4. Виды специальной техники и оборудования, необходимые при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ на подтопленных территориях.

5. Особенности проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ на подтопленных территориях.

6. Организация материально-технического обеспечения, питания и отдыха сил и средств, участвующих в ликвидации чрезвычайной ситуации.

7. Особенности оповещения населения и проведения эвакуационных мероприятий при наводнениях.

8. Организация пунктов временного размещения населения.

9. Действия спасателя на зараженной и загрязненной местности.

10. Проведение и содержание инструктажей по соблюдению техники безопасности и охране труда при ликвидации последствий наводнений.

Следующие за ним практические занятия «Практические действия по проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, обусловленных наводнениями» включают в себя отработку учебных вопросов:

1. Отработка навыков проведения разведки, аварийно-спасательных и других неотложных работ на подтопленных территориях.

2. Отработка навыков строительства временных быстровозводимых дамб.

3. Отработка навыков установки и содержания мобильных пунктов временного размещения и палаточных городков.

4. Отработка навыков работы с техническими средствами по поддержанию жизнеобеспечения в пунктах временного размещения и палаточных городках.

5. Отработка навыков по откачке воды с использованием мотопомп.

6. Отработка навыков проведения мероприятий по разбору завалов.

7. Проведение и оформление результатов инструктажей по соблюдению техники безопасности и охране труда при ликвидации последствий наводнений.

Тематический блок «Ведение поисково-спасательных работ» включает в себя проведение лекционного занятия «Организация и проведение поисково-спасательных работ в различных условиях» и изучение следующих учебных вопросов:

1. Классификация поисково-спасательных работ, современные технологии, технические средства, инструменты и оборудование для их проведения.

2. Особенности проведения поисково-спасательных работ в природной среде (лесной зоне, горной местности, на водных объектах и акваториях, подземных пространствах).

3. Особенности проведения поисково-спасательных работ в условиях завалов.

4. Особенности проведения поисково-спасательных работ в зданиях и сооружениях с наличием опасных факторов.

5. Особенности проведения поисково-спасательных работ в условиях заражения и загрязнения местности.

6. Проведение и содержание инструктажей по соблюдению техники безопасности и охране труда при проведении поисково-спасательных работ.

Следующие за ним практические занятия «Практические действия по проведению поисково-спасательных работ в различных условиях» включают в себя отработку учебных вопросов:

1. Практические действия по проведению поисково-спасательных работ в природной среде (лесной зоне, горной местности, на водных объектах и акваториях, подземных пространствах).

2. Практические действия по проведению поисково-спасательных работ в условиях завалов.

3. Практические действия по проведению поисково-спасательных работ в зданиях и сооружениях с наличием опасных факторов.

4. Практические действия по проведению поисково-спасательных работ в условиях заражения и загрязнения местности.

5. Проведение и оформление результатов инструктажей по соблюдению техники безопасности и охране труда при проведении поисково-спасательных работ.

#### Conclusion

Реализация и освоение показанной примерной рабочей программы курса целесообразно осуществлять на базе образовательных организаций МЧС России, где предусмотрены специализированные учебно-тренировочные комплексы, пожарно-техническое вооружение, спасательные средства, специальное оборудование и приборы.

Разработанные в статье учебно-методические материалы и рекомендации могут выступать в качестве хорошей дополнительной информации к используемым методикам, учебникам, пособиям и литературе.

#### Ссылки на используемые источники (References)

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий российской федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 году».

2. Наводнение в Орске: Самый большой паводок за всю историю или технические недоработки в дамбе? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/2024/04/07/reg-pfo/na-dlinnom-pavodke.html>.

3. Более 20 пострадавших в ДТП с поездом под Волгоградом находятся в больнице. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.interfax.ru/russia/973075>.

# **Экономика чрезвычайных ситуаций: предмет и содержание**

**Шмырева М.Б.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России**

**Логачева Т.Н.**

**Ивановская пожарно-спасательная академия  
ГПС МЧС России**

**Квашнина Г.А.**

**Воронежский государственный технический  
университет**

**Аннотация (Abstract)** В данной работе рассматривается предмет и содержание экономики чрезвычайных ситуаций (ЭЧС), акцентируя внимание на организационно-экономическом механизме производства услуг в области безопасности жизнедеятельности. ЭЧС включает в себя анализ и оценку рисков, связанных с потенциальными угрозами, и подчеркивает необходимость срочных мер для минимизации ущерба от чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Важнейшими элементами являются подготовка к ЧС, эффективное реагирование, восстановление разрушенной инфраструктуры и профилактика рисков. Работа акцентирует внимание на необходимости комплексного подхода к управлению ЧС, включая подготовку кадров, координацию действий между службами и внедрение современных технологий для повышения устойчивости.

**Ключевые слова (Keywords):** экономика чрезвычайных ситуаций, организационно-экономический механизм, оценка рисков, управление ресурсами, профилактика рисков

Предмет ЭЧС (далее – ЭЧС) – познание организационно-экономического механизма производства услуги БЖД. Главное в предмете ЭЧС, его сущность в том, что если не принимать уже сегодня срочных мер, то скоро, при постоянно возрастающем ущербе от ЧС, экономика будет не в состоянии ликвидировать его последствия [1]. Отечественные ученые изучили малоисследованную теоретическую область, связанную с анализом и оценкой риска для жизнедеятельности населения в случае ПТБС ЧС. Экономика чрезвычайных ситуаций – это область знаний, изучающая экономические аспекты управления чрезвычайными ситуациями и их последствиями. Она охватывает широкий спектр вопросов, связанных с подготовкой, реагированием, восстановлением и профилактикой ЧС.

Подробный обзор предмета и содержания экономики чрезвычайных ситуаций:

1. Предметом экономики ЧС являются экономические аспекты, связанные с: оценкой затрат на предотвращение и реагирование на ЧС, финансовыми мерами, необходимыми для ликвидации последствий ЧС, управлением ресурсами в условиях чрезвычайных ситуаций, анализом экономического воздействия ЧС на различные сектора экономики и общество в целом.

2. Сущность экономики ЧС заключается в том, чтобы обеспечить эффективное управление ресурсами и финансами для минимизации последствий ЧС и восстановления после них. Это включает в себя: - Экономическое планирование: разработка стратегий и планов по подготовке к ЧС, реагированию на них и восстановлению, анализ затрат и выгод: оценка затрат на профилактические меры, оперативные действия и восстановление, а также оценка экономических выгод от предотвращения и снижения последствий ЧС, финансовое управление: Управление фондами и ресурсами, выделенными на ЧС, включая страхование, государственное финансирование и международные гранты, оценка прямых и косвенных экономических потерь, вызванных ЧС.

Содержание экономики чрезвычайных ситуаций Экономика ЧС включает в себя несколько ключевых аспектов:

1. Подготовка к ЧС: разработка и внедрение планов и программ по предотвращению и минимизации последствий ЧС, инвестиции в инфраструктуру и ресурсы, необходимые для быстрого реагирования на ЧС, обучение и подготовка персонала.

2. Реагирование на ЧС: организация эффективного использования ресурсов и финансирования в условиях ЧС, координация действий между различными службами и организациями, обеспечение быстрого и эффективного распределения помощи и ресурсов.

3. Восстановление после ЧС: финансовые меры по восстановлению разрушенной инфраструктуры и поддержанию экономической активности, оценка долгосрочных экономических последствий и планирование мер по восстановлению, разработка программ по социальной и экономической реабилитации пострадавших районов.

4. Профилактика и управление рисками: анализ рисков и разработка мероприятий по их снижению, инвестиции в новые технологии и методы для повышения устойчивости к ЧС, разработка и внедрение нормативных актов и стандартов по безопасности.

Содержание применительно к новому направлению экономической науки – ЭЧС следует рассматривать как межпредметный инвариант для анализа и оценки объективных возможностей для ПЛП ЧС. Например, усиление антропогенного давления на окружающую природную среду (ОПС) приводит к обострению экологической ситуации, которая прямо и косвенно отражается на экономике. Деградация, истощение возобновимых и уменьшение запасов невозобновимых ресурсов делают общепланетарную среду обитания человека некомфортной и все более опасной для проживания. В конечном итоге ситуация приводит к непроизводительным, дополнительным затратам, как минимум на очистку ОС от антропогенных и техногенных загрязнений. Аналогичным образом на ЭЧС отражаются дефицит или перебои в снабжении электроэнергией. Для ЭЧС жизненно необходим рост энерговооруженности при разумном энергосбережении и повышении качества электроэнергии. Не менее важен своевременный ремонт и модернизация трасс коммунального снабжения, мониторинг нефте- и газопроводов [2].

Таким образом, важнейшее стратегическое направление государственной политики – выработка мер, нацеленных на ПЛП ЧС. Актуальным приоритетом является информационное обеспечение экономики ЧС. С. В результате на фоне сложной экономической ситуации повышается вероятность и возникают риски возникновения массовых акций протеста населения, которые могут привести к дестабилизации социально-политической ситуации.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Безденежных, В. М. Проактивный риск-ориентированный подход в сценарном планировании деятельности хозяйствующих субъектов / В. М. Безденежных, А. С. Родионов // Экономика. Налоги. Право. – 2017. – № 6, том 10. – С. 76–83.

2. Воробьев, Ю. Л. Глобальные проблемы как источник чрезвычайных ситуаций / Ю. Л. Воробьев // Проблемы безопасности при ЧС. – 1998. – Вып. 7. – С. 3–13.

3. Родионов, А. С. Экономика чрезвычайных ситуаций: от ликвидации последствий к нормальной жизнедеятельности / А. С. Родионов // Экономика. Бизнес. Банки. – 2020. – № 2 (40). – С. 9–35.

4. Чеботарев, С. С. Экономика чрезвычайных ситуаций: предмет, сущность и содержание / С. С. Чеботарев, А. С. Родионов, В. А. Лапшов // Журнал прикладных исследований. – 2021. – № 2-4. – С. 48-54. – DOI 10.47576/2712-7516\_2021\_2\_4\_48.

# Система контроля процесса эвакуации в детских садах

Сенги-Доржу Буян Айдынович

Сибирская пожарно-спасательная академия

ГПС МЧС России

Ондар Санчай Орланович

ГУ МЧС России по Республике Тыва

**Аннотация (Abstract)** Обеспечение безопасности детей в дошкольных образовательных учреждениях является приоритетной задачей, требующей использования современных технологий. В данной статье представлен проект системы видеоконтроля процесса эвакуации в детских садах на примере МБДОУ детский сад «Белек». Цель исследования — разработать эффективную систему, позволяющую повысить безопасность и оперативность эвакуации детей и персонала в чрезвычайных ситуациях. В качестве методов использованы анализ современных технологий видеонаблюдения, интеллектуального видеоанализа и интеграции систем безопасности. Основные результаты включают разработку архитектуры системы, определение технических требований и оценку ее эффективности. Выводы подтверждают, что внедрение системы видеоконтроля эвакуации значительно повышает уровень безопасности, снижает риски человеческого фактора и соответствует современным нормативным требованиям.

**Ключевые слова (Keywords):** эвакуация, детский сад, безопасность, система контроля, мониторинг.

## Вступление (Introduction)

Обеспечение безопасности детей в дошкольных образовательных учреждениях (ДОУ) является одной из важнейших задач современного общества. В условиях возросших требований к безопасности особое внимание уделяется разработке эффективных систем эвакуации и контроля за их исполнением [1]. Согласно данным МЧС России, ежегодно фиксируется значительное количество чрезвычайных ситуаций в образовательных учреждениях, что подчеркивает актуальность темы [2].

Целью данной работы является разработка системы видеоконтроля процесса эвакуации в детских садах, позволяющей повысить эффективность и безопасность эвакуации детей и персонала. В качестве объекта исследования выбран МБДОУ детский сад «Белек», что позволяет учесть реальные условия и особенности функционирования ДОУ.

## Материалы и методы (Materials and Methods)

В большинстве детских садов процесс эвакуации осуществляется по традиционной схеме: при сигнале тревоги воспитатели организуют вывод детей из здания согласно заранее разработанным планам эвакуации [3]. Контроль за ходом эвакуации ведется визуально, а отчетность основывается на устных сообщениях и письменных документах.

Недостатки существующих методов:

Человеческий фактор: зависимость от оперативности и внимательности персонала может привести к ошибкам.

Отсутствие автоматизации: нет возможности оперативно получать данные о местонахождении детей и персонала в реальном времени.

Недостаточная информированность: в случае паники сложно обеспечить полный контроль за всеми группами.

Согласно нормативным документам, системы эвакуации в ДОУ должны обеспечивать [4]:

Быстрое и безопасное выведение всех детей и персонала из здания.

Контроль за количеством эвакуированных и оставшихся внутри лиц.

Оперативное оповещение экстренных служб.

Для решения этих задач предлагается использовать современные технологии видеонаблюдения и интеллектуального анализа видеоизображений [5].

Основные этапы проектирования:

Анализ технических требований и нормативных документов.

Выбор оборудования: высококачественные IP-камеры с функциями интеллектуальной видеоаналитики.

Разработка архитектуры системы с учетом интеграции с существующими системами безопасности (АПС, СОУЭ, контроль доступа).

Моделирование и симуляция работы системы в различных сценариях.

## **Результат (Results)**

В результате проведенного исследования была разработана система видеоконтроля эвакуации для МБДОУ детский сад «Белек», направленная на повышение эффективности и безопасности эвакуации детей и персонала. Система основана на использовании современных технологий видеонаблюдения и интеллектуального анализа видеоизображений. Были установлены IP-камеры высокого разрешения (не менее 2 Мп) с функциями ночного видения и широким динамическим диапазоном. Камеры размещены в ключевых точках здания: на входах и выходах, в коридорах, групповых комнатах, лестничных пролетах и на прилегающей территории. Общее количество камер составило 24 единицы, что обеспечило полное покрытие всех важных зон учреждения.

Центральным элементом системы является высокопроизводительный сервер видеоаналитики с установленным специализированным программным обеспечением для обработки видеопотоков и выполнения интеллектуального анализа данных. Это позволяет автоматически обнаруживать и классифицировать объекты, отслеживать перемещение детей и персонала, выявлять аномальные ситуации, такие как скопление людей, задержки в эвакуации, появление посторонних лиц или пребывание детей в опасных зонах. Рабочие станции операторов оснащены удобным интерфейсом для наблюдения и управления системой в реальном времени, что обеспечивает оперативное реагирование на возникающие инциденты.

Система интегрирована с автоматической пожарной сигнализацией (АПС) и системой оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), что позволяет автоматизировать процессы оповещения и координации действий персонала в чрезвычайных ситуациях. Разработаны мобильные приложения и настроены системы уведомлений посредством SMS и электронной почты для оперативного информирования ответственных сотрудников. Это обеспечивает быструю передачу информации и позволяет персоналу своевременно реагировать на изменения обстановки.

Процесс внедрения системы включал детальное планирование и подготовку, установку и настройку оборудования, обучение персонала и тестирование. Были проведены учебные эвакуации, которые позволили оценить эффективность системы и выявить возможные доработки. В результате внедрения системы было отмечено сокращение времени реакции на чрезвычайные ситуации благодаря оперативному обнаружению проблемных ситуаций. Автоматическое отслеживание перемещения детей и персонала повысило точность учета эвакуированных, исключив возможность ошибок при подсчете. Снижение влияния человеческого фактора позволило персоналу сосредоточиться на сопровождении детей, не отвлекаясь на дополнительные задачи по контролю и отчетности.

Экономическая эффективность системы проявляется в снижении рисков материальных потерь и затрат на устранение последствий чрезвычайных ситуаций, а также в избежании штрафов и санкций за несоответствие нормативным требованиям. Повышение эффективности работы персонала за счет оптимизации процессов является дополнительным преимуществом. Перспективы развития системы включают внедрение технологий распознавания лиц для усиления контроля доступа, интеграцию с другими системами для автоматического управления микроклиматом и освещением, а также разработку интерфейсов для взаимодействия с родителями при соблюдении требований конфиденциальности.

Таким образом, разработанная система видеоконтроля эвакуации доказала свою эффективность, значительно повысив уровень безопасности в детском саду

«Белек». Она обеспечила оперативный контроль за процессом эвакуации, снизила влияние человеческого фактора и подтвердила целесообразность использования подобных решений в других дошкольных образовательных учреждениях. Полученные результаты свидетельствуют о том, что интеграция современных технологий видеонаблюдения и интеллектуального анализа данных является эффективным средством повышения безопасности и может быть рекомендована для широкого внедрения в практике обеспечения безопасности детских садов.

### **Обсуждение (Discussion)**

Результаты внедрения системы видеоконтроля эвакуации в МБДОУ детский сад «Белек» подтверждают эффективность предложенного подхода. Использование современных технологий видеонаблюдения и интеллектуального анализа позволяет решить проблемы, связанные с человеческим фактором и недостаточной информированностью [6].

Сравнение с традиционными методами показывает явные преимущества системы:

Автоматизация процессов снижает нагрузку на персонал и позволяет им сосредоточиться на сопровождении детей.

Интеграция систем безопасности обеспечивает комплексный подход к обеспечению безопасности.

Соответствие нормативным требованиям гарантирует соблюдение стандартов безопасности и предотвращает возможные санкции.

Однако следует учитывать, что успешное функционирование системы зависит от качественного обучения персонала и регулярного технического обслуживания оборудования.

### **Заключение (Conclusion)**

Внедрение системы видеоконтроля процесса эвакуации в детских садах значительно повышает эффективность и безопасность эвакуации. Автоматизация и интеллектуальный анализ данных позволяют оперативно реагировать на чрезвычайные ситуации, снижая риски для жизни и здоровья детей и персонала.

Рекомендации для дальнейших исследований:

Расширение функционала системы: внедрение технологий распознавания лиц для дополнительной идентификации.

Интеграция с мобильными приложениями для родителей: информирование о состоянии детей и ситуациях в учреждении.

Разработка методических рекомендаций для масштабного внедрения системы в других ДОУ.

### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Евсеев А. Г. Автоматические системы контроля систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре // Научный альманах. – 2016. – №. 10-3. – С. 134-136.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году : информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко [и др.]. – Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 110 с. – EDN BSONFO.
3. Козлов Михаил Леонидович Детские образовательные учреждения: проблемы и ошибки проектирования // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2011. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/detskie-obrazovatelnye-uchrezhdeniya-problemy-i-oshibki-proektirovaniya>.
4. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. Нормы и требования.
5. Долгий И. Д. Теоретические основы, методы и средства разработки интегрированных систем диспетчерского управления и централизации на базе интеллектуальных технологий : дис. – Ростов-на-Дону : Автореф. дис.... док-ра тех. наук, 2012.
6. Тельный А. В., Черников Р. С., Шаров В. А. О Возможности использования ситуационной видеоаналитики // Шуйская сессия студентов, аспирантов, педагогов, молодых ученых. – 2020. – С. 224-227.



# Технология универсального алгоритма в оказании первой помощи пострадавшему

Казанцева А.Е.

Грекова А.К.

кандидат педагогических наук

Зинченко Т.В.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Профилактика детского травматизма и смертности зависит от знаний и навыков первой помощи. Обучение родителей и педагогов правильным действиям в экстренных ситуациях может спасти жизнь ребенка и уменьшить последствия травм. В данной работе рассматриваются основные аспекты обучения первой помощи и его влияние на безопасность детей.

**Ключевые слова (Keywords):** первая помощь, профилактика, детский травматизм, смертность, обучение

Каждого из нас может настигнуть экстремальная ситуация различного характера, когда быстрое прибытие бригады скорой медицинской помощи – невозможно, а для пострадавшего с тяжелыми травмами, каждая минута на счету.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), только у 10% пострадавших обнаружены травмы не совместимые с жизнью. Страшно представить, что остальным 90% не была оказана первая помощь совсем, или была оказана несвоевременно и не правильно.

По статистике ВНИИПО наибольшее число пострадавших приходится на дорожно-транспортное происшествие, где получают наибольшее количество травм, на втором месте наибольшее количество пострадавших отмечено при термической травме - поражении огнем на пожарах.

Наиболее проблемной категорией пострадавших, как в быту, так и в школе - являются дети.

На территории Красноярского края в 2023 году общая численность детей составляет 629 900 детей:

- до 6 лет – 223 800 человек;
- с 7 до 14 – 311 200 человек;
- с 15 до 17 лет – 94 900 человек.

Понятно, что решающим в вопросе профилактики детского травматизма и смертности являются знания, умения и навыки в оказании первой помощи.

Первая помощь – это комплекс простейших мероприятий, направленный на минимизацию числа человеческих потерь и снижение осложнений в случае получения травм пострадавшими.

Организм человека устроен природой так, что максимальные компенсаторные функции при внезапных и серьезных повреждениях, эффективно поддерживают стабильное состояние примерно в течение 1 часа.

Широко известен факт, что оказанная пострадавшим помощь наиболее эффективна в течение 30 минут после получения травмы. С увеличением срока начала её оказания значительно возрастает риск смертельного исхода. В связи с этим и появилось так называемое правило «Золотого часа».

Правило "Золотого часа" - времени, когда здоровье попавшего в критическое положение человека балансирует на грани жизни и смерти, и пострадавшему можно оказать наиболее действенную помощь.

К сожалению, в подготовке учащихся общеобразовательных учреждений отсутствует единый принцип обучения основам первой помощи и психологической поддержки пострадавшему. Литературные источники, актуальные нормативно-правовые документы регламентирующие организацию и оказание первой помощи с применением Универсального алгоритма при угрожающих жизни состояниях, по предмету ОБЖ зачастую не соответствует современным требованиям. Да и

подобный предмет является единственным в образовательном процессе, при изучении которого учащиеся знакомятся с понятием «Первая помощь».

Особую роль в формировании базовых знаний, умений и навыков в оказании первой помощи играет специализированный класс, оснащенный пособиями, таблицами, схемами. Необходимым условием в изучении основ первой помощи является наличие функциональных тренажеров с современным программным обеспечением и качественными характеристиками.

Принцип оказания первой помощи единый и осуществляется в соответствии с Приказом Минздравсоцразвития России от 04.05.2012 N 477н (ред. от 07.11.2012) "Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи" (Зарегистрировано в Минюсте России 16.05.2012 N 24183) [7].

Обучение гражданского населения происходит в рамках реализации проекта «Научись спасать жизнь». А обучение для лиц обязанных и (или) имеющих право оказывать первую помощь производится в соответствии с образовательной программой обучающего Центра или высшего учебного заведения системы МЧС, такого как ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. Необходимо отметить огромный интерес обучающихся Академии к вопросу оказания первой помощи пострадавшим и позиционированию своих знаний, умений и навыков как в образовательном процессе, так и вне учебной деятельности, в качестве «волонтеров безопасности». Школьники или студенты колледжей, вузов, как правило приглашают «волонтеров безопасности» для проведения обучающих мастер-классов, а технология «равный обучает равного» снимает эмоциональные зажимы ребят и мотивирует к проявлению лидерских качеств в роли «спасателя».

Образовательная среда является важным условием в подготовке специалиста вузов системы МЧС России включает нормативно-правовую базу, научно-методическое обеспечение, материально - техническую базу, кадровый состав, подготовленный и мотивированный на формирование профессиональных компетенций обучающихся [2].

Симуляционные технологии прочно вошли в современную жизнь. Современное симуляционное оборудование отвечает своим программным обеспечением и качественными характеристиками такими как: точность постановки рук спасающего, контроль глубины дыхания и частоты непрямого массажа сердца, контроль частоты и объема дыхания (ИВЛ), эффективность сердечно-легочной реанимации (СЛР) [2].

В неурочное время обучающиеся Академии занимаются практической и научно-исследовательской работой, где обучающиеся НКО «Основы первой помощи пострадавшим при ЧС» получают первичный опыт в оказании первой помощи.

Для получения подобного опыта обучающиеся Академии проводят обучающие уроки в школах и вузах; принимают участие в различных мастер-классах для населения города Железногорска, Красноярска и Красноярского края; участвуют в соревнованиях муниципального, регионального и всероссийского уровней; выступают в качестве экспертов в олимпиадах по оказанию первой помощи и безопасности жизнедеятельности, повышая при этом мотивацию к спасению человека. и отработки практических навыков в использование Универсального алгоритма первой помощи до автоматизма.

Знания анатомии и физиологии человека необходимы для понимания принципов оказания первой помощи в экстремальной ситуации и влияния технологий спасения на системы и организм в целом. Живой организм представляют собой многоклеточную биологическую систему, которая обладает совокупностью жизненных свойств: постоянный обмен веществ и энергии как внутри организма, так и с внешней средой, самообновление, движение и рост, изменчивость, развитие, самовоспроизведение (размножение), адаптация (приспособление к изменяющимся условиям жизнедеятельности) и саморегуляция [3].

В организме человека присутствует 9 систем (костная, мышечная, нервная, эндокринная, дыхательная, сердечно-сосудистая, пищеварительная, выделительная, репродуктивная), которые взаимодействуют между собой.

Универсальный алгоритм первой помощи направлен на поддержание всех систем организма [1]

Алгоритм используется при следующих угрожающих жизни состояниях:

1. Отсутствие сознания.
2. Остановка дыхания и кровообращения.
3. Наружные кровотечения.
4. Инородные тела верхних дыхательных путей.
5. Травмы различных областей тела.
6. Ожоги, эффекты воздействия высоких температур, теплового излучения.
7. Отморожение и другие эффекты воздействия низких температур.
8. Отравления.



*Рис.1 Универсальный алгоритм первой помощи пострадавшим*

#### Перечень мероприятий по оказанию первой помощи

Общий алгоритм действий при оказании первой помощи в неотложных ситуациях включает в себя выполнение следующих последовательностей действий:

1. Мероприятия по оценке обстановки и обеспечению безопасных условий для оказания первой помощи.
2. Вызов скорой медицинской помощи, других специальных служб.
3. Определение наличия сознания у пострадавшего.
4. Мероприятия по восстановлению проходимости дыхательных путей и определению признаков жизни у пострадавшего.
5. Мероприятия по проведению сердечно-легочной реанимации до появления признаков жизни.

6. Мероприятия по поддержанию проходимости дыхательных путей.  
7. Мероприятия по обзорному осмотру пострадавшего и временной остановке наружного кровотечения.

8. Мероприятия по подробному осмотру пострадавшего в целях выявления признаков травм, отравлений и других состояний, угрожающих его жизни и здоровью, и по оказанию первой помощи в случае выявления указанных состояний.

9. Придание пострадавшему оптимального положения тела.

10. Контроль состояния пострадавшего (сознание, дыхание, кровообращение) и оказание психологической поддержки.

11. Передача пострадавшего бригаде скорой медицинской помощи, другим специальным службам, сотрудники которых обязаны оказывать первую помощь в соответствии с федеральным законом или со специальным правилом.

Роль Универсального алгоритма снижает смертность среди пострадавших. Его своевременное и качественное применение спасет жизнь при экстремальных ситуациях и неотложных состояниях.

Универсальный алгоритм, рекомендованный Министерством здравоохранения в целях развития системы подготовки населения и сотрудников системы МЧС по обучению оказанию первой помощи, устанавливает последовательность мероприятий по оказанию первой помощи. Прежде всего, спасатель должен оценить обстановку, определить степень опасности для жизни и принять решение действовать тем или иным способом, наиболее подходящим к реальным условиям.

Проблемы, связанные с риском, способны решить только высококвалифицированные специалисты Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, поэтому большее внимание уделяется изучению дисциплины «Первая помощь» и применению Универсального алгоритма первой помощи при поражении различных систем организма пострадавшего в практической деятельности до автоматизма.

#### **Список литературных источников:**

1. Л.И. Дежурный, Ю.С. Шойгу: Первая помощь: учебное пособие для лиц, обязанных и (или) имеющих право оказывать первую помощь. М.: ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, 2018 г., 97 с. Л.И. Дежурный, Ю.С. Шойгу.

2. Т.В. Зинченко Организация и оказание первой помощи пострадавшим при ЧС: учебное пособие/Т.В. Зинченко-ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 133 с.; ил.

3. А.К. Михайлова, Т.В. Зинченко Анатомия и физиология человека учебное пособие/А.К. Михайлова, Т.В. Зинченко-ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 136 с.;

4. М. М. Крупчак. Первая помощь пострадавшему. Оказание первой помощи в чрезвычайных ситуациях. Учебник/ М. М. Крупчак. - Москва : КУРС, 2020. - 160 с.

5. Универсальный алгоритм оказания первой помощи [https://mchs.gov.ru/turbopages.org/mchs.gov.ru/s/deyatelnost/bezopasnost-grazhdan/universalnyy-algoritm-okazaniya-pervoy-pomoshchi\\_5](https://mchs.gov.ru/turbopages.org/mchs.gov.ru/s/deyatelnost/bezopasnost-grazhdan/universalnyy-algoritm-okazaniya-pervoy-pomoshchi_5)

6. Оказание первой помощи пострадавшим. Памятка <https://mchs.gov.ru/dokumenty/6563?ysclid=m0uaytxat6162205751>

7. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 04.05.2012. № 477н (ред. от 07.11.2012) "Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи" (Зарегистрировано в Минюсте России 16.05.2012 N 24183).

**Формирование базовых практических навыков у обучающихся ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России посредством изучения дисциплины «Тактическая медицина»**

**Ахметов Д.М.**

**Волков М.А.**

**кандидат педагогических наук**

**Зинченко Т.В.**

**Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России**

**Аннотация (Abstract)** В статье поднимается вопрос о роли МЧС России в аварийно-спасательных и пиротехнических работах, а также в эвакуации населения и обеспечении граждан всем необходимым. Рассматривается участие ведомства в специальной обработке социально значимых объектов, доставке гуманитарных грузов и поставке техники.

**Ключевые слова (Keywords):** МЧС, аварийно-спасательные работы, эвакуация, гуманитарная помощь, социальные объекты

В современных условиях все возрастающее значение приобретает необходимость решения проблем, связанных с обеспечением безопасности личности, общества, государства.

По утверждению Президента Российской Федерации Владимира Путина, деятельность спасателей МЧС России во многом зависит от их умения обоснованно выбирать механизмы и системы защиты человека, в том числе, в рамках специальной военной операции в зоне вооруженного конфликта.

Специалисты системы безопасности привлекаются к выполнению аварийно-спасательных и других неотложных работ в случае возникновения опасностей для населения при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, что подтверждается Федеральным законом от 12.02.1998 №28-ФЗ (ред. От 04.08.2023) «О гражданской обороне», который определяет круг лиц и задачи области Гражданской обороны:

борьба с пожарами, возникшими при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов;

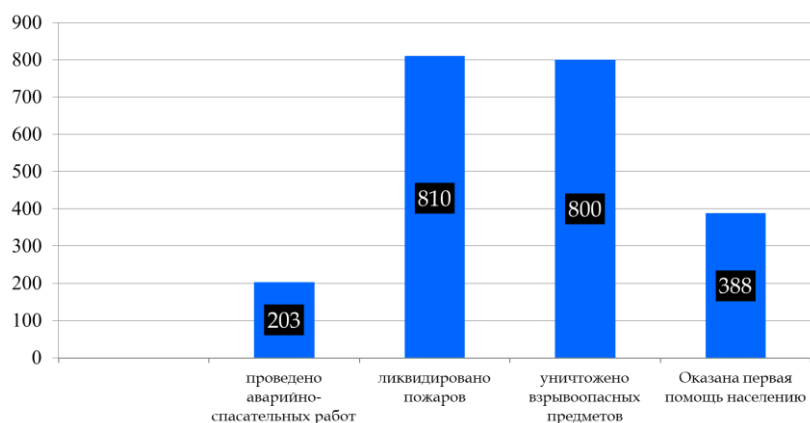
эвакуация населения;

проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в случае возникновения опасностей для населения при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов;

проведение работ по поиску, обезвреживанию и (или) уничтожению взрывоопасных предметов;

обеспечение устойчивости функционирования организаций, необходимых для выживания населения при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов.

Только за неполный сентябрь с 01.09.2023 г. по 25.09.2023 г., личным составом ФПС ГПС МЧС России по г. Донецку решались задачи в области ГО, с оказанием помощи мирному населению количеством 1998 раз.



*Диаграмма 1. Виды деятельности личного состава аварийно-спасательных формирований в зоне СВО (г.Донецк).*

Статистику подтверждает министр МЧС России Александр Куренков в своем интервью: «С начала специальной военной операции практически выполняются мероприятия по гражданской обороне. Ежедневно освобождают земли от взрывоопасных предметов, подразделения МЧС России принимают участие в аварийно-спасательных и пиротехнических работах, эвакуации населения и обеспечении граждан всем необходимым, а также в специальной обработке социально значимых объектов, доставке гуманитарных грузов, поставке техники».



*Рис.1 Проведение АСР в результате артобстрела мирных жителей города Донецка.*

Вопрос о подготовке специалистов системы безопасности и сотрудников МЧС, оказывающих помощь пострадавшим, стоит очень остро и требует изучения и внедрения современных технологий и методов оказания само- и взаимопомощи.

Обучение таких профессиональных групп, как пожарные, спасатели, стоит в качестве конкретной задачи в области защиты при ЧС и военных конфликтах. В связи с этим, возникла необходимость в подготовке специалистов высших профессиональных учебных заведений системы МЧС.

Педагогическим коллективом кафедры пожарной тактики и аварийно-спасательных работ Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, разработана авторская факультативная программа по дисциплине «Тактическая медицина». Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетная единица (36 часов).

Для освоения базовых практических навыков тактической медицины, обучающиеся используют знания, приобретенные в ходе изучения следующих дисциплин: «Первая помощь», «Начальная профессиональная подготовка»,



«Гражданская оборона».

Закрепить практические навыки у обучающихся в оказании первой помощи (само и взаимопомощи) раненым и пораженным в зоне вооруженных конфликтов до автоматизма способствует решение следующих задач:

совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации;

приобретение практических навыков проведения мероприятий первой помощи (само- и взаимопомощи) в тактических зонах;

приобретение практических навыков оказания первой помощи при основных боевых повреждениях раненым и пораженным в зоне вооруженных конфликтов.

Компетентностный подход все шире внедряется в различные сферы деятельности современного человека, в том числе в систему высшего образования. Значимость компетенции неоспорима и определяется как способность применения не только личностных качеств, но и знаний, умений, навыков для успешной деятельности специалиста в области техносферной и пожарной безопасности.

Обучающимися специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» и направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России большое внимание уделяется, изучению основ первой помощи и тактической медицины в учебное и внеучебное время.

Так в научно-практической деятельности курсантов НКО «Основы первой помощи пострадавшим при ЧС» огромный интерес вызывает направление «Театр ранений», где роль пострадавших, пораженных и раненых играют статисты – обучающиеся Академии, что способствует получению первичного опыта и настраивает обучающихся на сложную работу во время решения ситуационных задач в ходе практических занятий.

Максимальная практическая направленность, приближенная к реальным условиям отличительная особенность преподавания дисциплины «Тактическая медицина». В учебных занятиях задействован учебно-тренировочный полигон и соответствующее оснащение: экипировка, виды (охлажденного) учебного оружия. Для обучения используются новейшие технические разработки, технологии и методики, создан обучающий фильм «Тактическая медицина».



*Рис.2 Отработка практических навыков тактической медицины обучающимися СПСА ГПС МЧС России.*

Для подготовки обучающихся разработан Справочник «Тактическая медицина», который содержит объективную информацию по определению тактических зон, характеристику этапов проведения мероприятий первой помощи (само- и взаимопомощи) в зоне боевого контакта; относительной безопасности и полной безопасности.

Разработанный мнемо-индекс «КРОТТ», включает совокупность приемов и методов запоминания информации, смысловых фраз из начальных букв

необходимой информации. Справочник содержит четкие алгоритмы действий при основных видах боевых повреждений: огнестрельных ранениях и травмах (мино-взрывной, черепно-мозговой, травматической ампутации, травматическом шоке, контузионной травме), ожогах, отморожениях, отравлениях и других угрожающих жизни состояниях, правила переноски раненого на поле боя и способы подготовки к длительной эвакуации раненых и пострадавших. В справочнике рассмотрены признаки острых стрессовых реакций и принцип оказания психологической поддержки личному составу в условиях боя.

С целью изучения уровня сформированности компетенций в выборе действий алгоритма «КРОТТ» по оказанию первой помощи (само- и взаимопомощи) в условных тактических зонах: огневого контакта, относительной и полной безопасности инициативной группой проведено исследование, в котором приняли участие 50 курсантов 3 курса факультета пожарной безопасности направления 20.03.01 «Техносферная безопасность». Полученные результаты отражены в диаграмме 2.

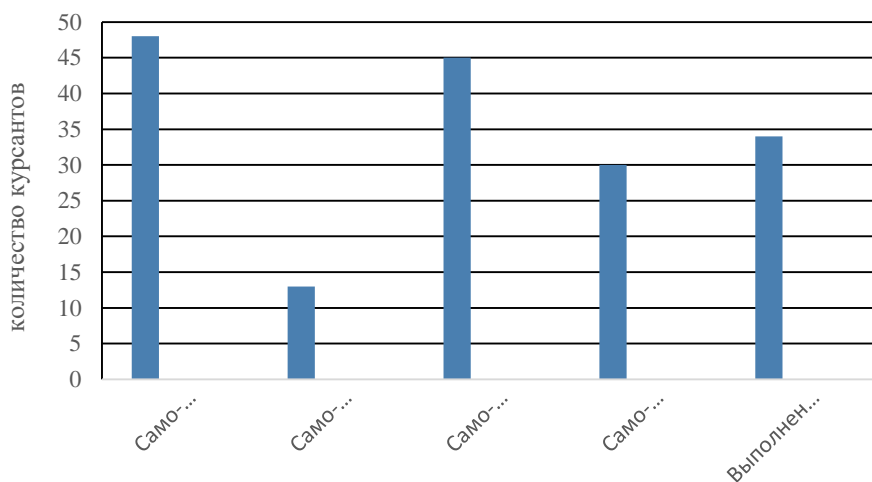


Диаграмма 2. Освоение обучающимися алгоритма «КРОТТ»

Уже на начальном этапе исследования можно сделать следующий вывод: обучающиеся уверенно демонстрируют знания, умения навыки, полученные при изучении дисциплины «Первая помощь», в выборе и применении алгоритма первой помощи при определении признаков: сознания, дыхания; наружного кровотечения; термических и скелетных травм; способов транспортировки с использованием табельных и подручных средств; индивидуальных и групповых средств медицинской защиты.

Однако, в определении основных видов боевых повреждений, огнестрельных ранений и травм (мино-взрывной, черепно-мозговой, травматической ампутации, травматическом шоке, контузионной травме, показывают достаточно низкий уровень знаний, что доказывает необходимость обучения личного состава ФПС ГПС МЧС России, а также обучающихся ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России пожарно-спасательных подразделений основам тактической медицины: приемам и способам действий по оказанию первой помощи (само- и взаимопомощи) в зоне военного конфликта.

#### Ссылки на используемые источники (References)

1. Т.В.Зинченко – Справочник тактической медицины Справочник/Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – 76 с.
2. Десмургия: Обучение технике наложения мягких повязок [Текст] : учебно-методическое пособие для студентов педагогических вузов / Урал. гос. пед.



ун-т ; сост. Д. Е. Чернов. – Екатеринбург: [б. и.], 2017. – 88 с.

3. Учебно-методическое пособие 2022/Оказание первой помощи на поле боя/Тактическая медицина / Катулин/Зайцев/Байкулов/Рахаев | Катулин Артем Николаевич

4. Смирнов А.А. С 50 Тактическая медицина / Александр Смирнов. – Псков: Стерх, 2020. 64 с. : ил.

5. Ровенских Д.Н., Усов С.А., Шмидт Т.В. Организация и тактика догоспитальной помощи раненым в бою в условиях современной войны, 2020 г. 2. Смирнов А.А., Трошко И.В. Особенности комплектования аптечек бойцов группы специального назначения при автономных боевых действиях в горах, 2014 г.

6. Артем Катулин: Тактическая медицина. Первая помощь в условиях боевых действий. Автор: Катулин Артем Николаевич. Издательство: АСТ, 2023 г.

7. Зинченко Т.В. Основы анатомии и физиологии человека: учебное пособие. – Железногорск, 2014

8. Коннова Л.А. и др. Азбучник первой медицинской помощи. - СПбУ ГПС МЧС России, 2008.

9. Зинченко, Т. В. Первая помощь пострадавшим при терактах, совершенных в местах массового скопления людей: Учебное пособие / Зинченко Т.В. - Железногорск:ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. - 32 с. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/912710>

10. Приказ Минздравоохранения России от 04.05.2012 N 477н (ред. от 07.11.2012) "Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи" (Зарегистрировано в Минюсте России 16.05.2012 N 24183).

# К вопросу организации радиообмена в пожарно-спасательном гарнизоне г. Кызыл

Куруу Орлан-кыс Акимовна

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract).** Согласно статистическим данным, в 2023 году на территории Республики Тыва прямой материальный ущерб от пожаров увеличился более, чем в два раза, отмечено увеличение погибших на 50%, травмированных – на 35%. В данном контексте возникают вопросы, связанные с динамикой указанных показателей. Функции реагирования на складывающуюся оперативную обстановку с пожарами возложены на подразделения пожарной охраны. Успех, решаемых ими задач, зависит от совокупности факторов, среди которых: оперативная обработка информации, своевременное прибытие на пожар, наличие и техническая возможность подачи огнетушащих веществ в зону горения, тактические возможности боевого расчета и др. Оперативная обработка информации – один из основополагающих аспектов, влияющих на эффективность осуществления задач, направленных на локализацию и ликвидацию пожаров, что, в свою очередь, зависит от качества связи. Цель данного исследования заключается в анализе факторов, препятствующих поддержанию устойчивой и надежной связи. Методами исследования выступают аналитический анализ исследуемой области, синтез статистической информации. Основные результаты исследования свидетельствуют о том, что рации, используемые в исследуемом пожарно-спасательном гарнизоне не способны поддерживать требуемый уровень связи между руководителем тушения пожара (далее – РТП) и диспетчером центрального пункта связи (далее – ЦППС). Обоснована необходимость переоснащения местного пожарно-спасательного гарнизона более современными средствами связи.

**Ключевые слова (Keywords):** связь, радиосвязь, центральный пункт связи, радиообмен.

### Вступление (Introduction)

В процессе анализа статистических данных (табл. 1) в отношении распределения пожаров и их последствий на территории Республики Тыва, отмечается динамика в отношении увеличения прямого ущерба от пожаров, погибших и пострадавших вследствие возгораний людей.

При более детальном исследовании проблем с организацией действий, направленных на локализацию и ликвидацию пожаров в Республике Тыва, выявлено, что среднестатистические показатели оперативного реагирования и тушения увеличились по следующим показателям:

- среднее время локализации пожара (2022 г. – 5,09; 2023 г. – 6,15 мин.);
- среднее время занятости на пожаре (2022 г. – 17,98; 2023 г. – 18,53 мин.);
- среднее время обслуживания вызова (2022 г. – 25,46; 2023 г. – 27,94 мин.).

Среди причин обозначены: увеличение городской застройки, загруженность инфраструктуры, а также проблемы в организации радиообмена между РТП и ЦППС.

**Таблица 1.** Основные показатели обстановки с пожарами на территории Республики Тыва за 2019–2023 гг.

№п/п	Наименование показателя	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
1.	Количество пожаров	1157	850	943	1487	1253
2.	Ущерб прямой (руб.)	1521320	3077484	13796740	13042893	39749368
3.	Погибло (чел.)	9	11	6	8	12
4.	Травмировано (чел.)	15	17	12	23	31

В таблице 2 представлены среднестатистические показатели оперативного реагирования и тушения пожаров местным ПСГ в 2022 -2023 гг.

**Таблица 2.** Среднестатистические показатели оперативного реагирования и тушения пожаров

2022		2023		2022		2023	
Город		Село		Город		Село	
Среднее время сообщения о пожаре, мин.				Среднее время прибытия 1 пожарного подразделения к месту пожара, мин.			
1,18	1,65	1,13	2,30	4,88	14,56	5,81	15,9
Среднее время подачи первого ствола, мин.				Среднее время свободного горения, мин.			
1,06	1,24	1,12	1,15	7,04	15,37	7,12	17,25
Среднее время локализации пожара, мин.				Среднее время ликвидации открытого горения, мин.			
4,41	5,84	6,9	7,57	5,49	8,62	7,65	10,34
Среднее время тушения пожара, мин.				Среднее время ликвидации последствий пожара, мин.			
9,54	14,3	14,29	17,96	15,88	22,4	20,02	26,71
Среднее время занятости на пожаре, мин.				Среднее время обслуживания вызова, мин.			
26,14	37,97	35,35	46,5	31,25	45,88	41,54	57,2

Таким образом, представляется возможным сделать вывод об ухудшении целевых показателей в отношении распределения пожаров, оперативного реагирования на них, и как следствие – роста погибших и ущерба.

Одной из причин подобной динамики показателей является проблема организации надежной и устойчивой радиосвязи в процессе тушения пожаров.

Для обеспечения передачи информации с места пожара устанавливается связь между РТП, оперативным штабом и ЦППС (ПСЧ) с помощью городской телефонной сети или радиостанций пожарных автомобилей, автомобилей связи и освещения, оперативных автомобилей. При этом обеспечивается обмен информацией между ЦППС (ПСЧ) и подразделениями ГПС, находящимися на пожаре и в пути следования. Кроме того, с помощью средств радиосвязи обеспечивается передача сообщений об обстановке и ходе тушения пожара, вызов дополнительных сил и средств и передача требований РТП к привлеченным к тушению пожара силам.

Следует отметить три основных аспекта связи на пожаре: передача распоряжений РТП и получение отчетов от личного состава об их выполнении (управленческая связь); обмен информацией между всеми участниками ликвидации возгорания (координационная связь); доставку сведений с места происшествия в диспетчерский центр и руководителям пожарно-спасательной части (информационная связь).

Для организации передачи информации с места возгорания налаживается связь между руководителем тушения пожара, оперативным штабом и центром управления ЦППС через городскую телефонную сеть или радиостанции пожарных машин, автомобилей связи и освещения, а также оперативных автомобилей.

Это позволяет обеспечить информационный обмен между ЦППС и подразделениями государственной противопожарной службы, находящимися как на месте пожара, так и на пути следования. Помимо этого, посредством радиосвязи осуществляется передача данных о ситуации и ходе ликвидации пожара, вызов дополнительных сил и ресурсов, а также передача требований руководителя тушения к привлеченным к ликвидации силовым структурам.

Радиосвязь рассматривается как главная, а зачастую и единственная форма связи при ликвидации пожаров и ЧС. При этом, существует очень большая вероятность возникновения помех, экранирования радиоволн. Структуры зданий, рельеф и наличие природных препятствий могут значительно снижать качество сигнала. Для решения этой проблемы необходимо использование репитеров и мобильных ретрансляторов, которые усиливают сигнал и расширяют зону его действия.



Рис. 1. План-карта района выезда пожарно-спасательного гарнизона г. Кызыл

На план-карте (рис. 1) отмечены зоны, в которых неоднократно отмечены сбои в организации радиообмена. Помимо сказанного, если РТП требуется войти в подземные этажи зданий, связь, также обрывается, ввиду высокой степени экранирования, низкой пропускной способности сигнала, а также помех. Так, например, установить устойчивую радиосвязь в здании, расположенном по адресу ул. Каа-Хем, д. 100/1 не представится возможным, следовательно, потребуется дополнительное время для установления альтернативного соединения. При этом, по данному адресу расположен объект с массовым пребыванием (ранг пожара № 2 (1 ПСЧ)).

### Материалы и методы (Materials and Methods)

Цель текущего исследования: проанализировать влияние организации радиообмена, в частности технической оснащенности подразделений, на оперативность и эффективность исполнения задач, направленных на локализацию и ликвидацию пожаров на территории г. Кызыл.

Методом исследования является ретроспективный и статистический анализ качества организации радиообмена на пожарах, произошедших на территории зоны выезда пожарно-спасательного гарнизона г. Кызыл. Основными задачами исследования являются: поиск и анализ путей совершенствования и поддержанию устойчивого и надежного радиообмена при тушении пожаров на исследуемой территории. На основании методики, представленной в работе [1] произведен расчет пропускной способности каналов радиосвязи.

Пропускная способность системы связи представляет собой способность передавать определенные потоки информации за единицу времени или объем данных, который может быть переслан (получен) на указанном направлении в определенный период. Она зависит от скорости передачи в линейных трактах систем, типов физических каналов, их эффективности и времени доставки сообщений. На заданном направлении показатель определяется следующим образом: на уровне первичной сети это количество каналов передачи (скорость линейных трактов), а на уровне вторичных сетей – количество стандартных сообщений определенного типа связи за единицу времени.

### Результат (Results)

В результате расчетов и проведенного анализа получены следующие результаты. В процессе организации тушения пожаров радиосвязь, поддерживаемая на основе имеющихся штатных средств связи ПСГ г. Кызыл продемонстрировала достаточно высокую пропускную способность между участниками тушения пожара (14 -15 кбит/с), при этом использующиеся УКВ радиостанции показали низкую пропускную способность радиосвязи со штабом пожаротушения, а также ЦППС.

На ряду с этим, следует отметить, что сотовая телефонная связь в большинстве случаев оказывается еще менее надежна в силу вероятности отсутствия зоны покрытия.

В результате произведенного исследования сделан вывод о необходимости переоснащения пожарно-спасательного гарнизона г. Кызыл наиболее современными

и производительными средствами УКВ радиосвязи. Моральный и технический износ используемых средств радиосвязи на сегодняшний день оказывает отрицательный эффект на организацию и реализацию задач, связанных с локализацией и ликвидацией пожаров, спасением людей. Невозможность установления связи между РТП и ЦППС оказывает негативное влияние на среднестатистические показатели оперативного реагирования и тушения пожаров.

#### Обсуждение (Discussion)

Множество научных работ посвящено организации связи между участниками тушения пожара [2], моделированию процессов управления связью при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) [3], при этом, в недостаточной степени освещаются вопросы, касающиеся оснащения техническими средствами связи, которые могут обеспечить надежную, устойчивую радиосвязь между РТП и ЦППС. Многократные сбои и помехи при организации радиообмена между указанными абонентами, снижают показатель оперативности связи, что в свою очередь, является идентификационным показателем исполнения основных задач, направленных на локализацию, ликвидацию пожаров, а также спасение людей.

По данной причине, необходимы дальнейшие разработка модели и алгоритма обоснования применения наиболее рациональных вариантов технического оснащения ПСГ средствами радиосвязи.

#### Заключение (Conclusion)

Главной задачей усовершенствования системы связи МЧС России в общем контексте, является повышение эффективности координации и управления силами и средствами МЧС, а также обеспечение их эффективного взаимодействия в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В рамках конкретного исследования выявлены недостатки в отношении технического оснащения ПСГ г. Кызыл средствами радиосвязи, что негативно сказывается на организации действий по локализации и ликвидации пожаров, а что самое важное – согласованности и оперативности действий.

Предполагается, что посредством внедрения наиболее современных средств связи, а также цифровых информационно-телекоммуникационных технологий, возможно повышение уровня готовности и мобильности исследуемого элемента системы связи МЧС России.

#### Ссылки на используемые источники (References)

1. Яушкин, А. С. Анализ пропускной способности радиосвязи типового спасательного центра МЧС России при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ / А. С. Яушкин, М. А. Шарафутдинов // Приоритетные направления развития инфокоммуникационных технологий, систем связи и оповещения РСЧС и ГО : Сборник трудов XXXI Международной научно-практической конференции, Химки, 17 марта 2021 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2021. – С. 61-65. – EDN ODSZNZ.

2. Басов Вадим Анатольевич, Холостов Александр Львович Методика управления радиосвязью в подразделениях противопожарной службы на основе требуемых показателей оперативности // Пожары и ЧС. 2023. №4. URL: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-upravleniya-radiosvyazu-v-podrazdeleniyah-protivopozharnoy-sluzhby-na-osnove-trebuemyh-pokazateley-operativnosti>

3. Алешков М.В., Басов В.А., Колбасин А.А., Таранцев А.А., Холостов А.Л. Моделирование сети связи для управления действиями пожарных подразделений при тушении пожаров различной сложности // Пожаровзрывобезопасность. 2019. №3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-seti-svyazi-dlya-upravleniya-deystviyami-pozharnyh-podrazdeleniy-pri-tushenii-pozharov-razlichnoy-slozhnosti>

# Совершенствование управления в области пожарной безопасности и предупреждения чрезвычайных ситуаций в Республике Алтай с использованием системного подхода

Салбашев Я.А.  
Сумачаков А.В.  
Гурин Н.А.  
Наурчаков Р.А.

## 2 ПСЧ 1 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по республике Алтай

**Аннотация (Abstract)** Статья посвящена вопросам совершенствования управления пожарной безопасностью и противодействия чрезвычайным ситуациям (ЧС) в Республике Алтай на основе принципов системного подхода. Уникальные природные условия региона, включая горные массивы, леса и пересеченную местность, создают высокие риски природных и техногенных ЧС, таких как лесные пожары, наводнения и оползни. Статья рассматривает существующие подходы к управлению безопасностью и предлагает меры по их оптимизации, уделяя особое внимание мерам профилактики, повышению готовности сил реагирования и развитию межведомственного взаимодействия.

**Ключевые слова (Keywords):** пожарная безопасность, противодействие ЧС, республика Алтай, системный подход, риски природного и техногенного характера

### Вступление.

Обеспечение пожарной безопасности и противодействие чрезвычайным ситуациям (ЧС) на территории Республики Алтай представляют собой ключевые задачи в управлении региональной безопасностью. Уникальные природные условия, такие как горные массивы, обширные лесные территории и пересеченная местность, делают эту задачу особенно сложной. Регион характеризуется высоким риском возникновения природных и техногенных ЧС, таких как лесные пожары, наводнения, оползни и другие стихийные бедствия. В связи с этим, совершенствование управления в области пожарной безопасности и противодействия ЧС становится важнейшей задачей для обеспечения безопасности населения и сохранения природных ресурсов региона.

Республика Алтай расположена на юге Западной Сибири и является одним из самых экологически чистых регионов России. Здесь сосредоточены уникальные природные комплексы, включая Алтайский государственный природный биосферный заповедник, который входит в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО. Несмотря на природное богатство, регион подвержен значительным рискам, связанным с пожарами, наводнениями, оползнями и другими природными катаклизмами. Кроме того, в регионе существует вероятность возникновения техногенных аварий, что также требует особого внимания со стороны органов управления.

### Особенности Республики Алтай

Горный рельеф и значительные перепады высот затрудняют доступ пожарных подразделений к очагам возгорания. Летом в регионе преобладает сухой климат, что повышает риск возникновения лесных пожаров. Сильные ветры способствуют быстрому распространению огня.

Регион богат лесами, степями и заповедниками, которые требуют особого внимания в плане пожарной безопасности. Наличие редких видов флоры и фауны делает предотвращение пожаров критически важным.

Низкая плотность населения и удаленность многих населенных пунктов затрудняют оперативное реагирование на пожары. Традиционный уклад жизни местного населения, включая кочевое животноводство, также влияет на риски возникновения пожаров.

Ограниченное количество дорог и труднодоступность многих районов усложняют доставку техники и оборудования для тушения пожаров. В отдаленных районах наблюдается недостаток пожарных частей и оборудования.

Системный подход к управлению пожарной охраной в Республике Алтай должен учитывать все вышеперечисленные особенности региона.

#### **Природные и техногенные чрезвычайные ситуации**

Природные и техногенные чрезвычайные ситуации представляют значительную угрозу для жизни и здоровья населения, а также для экологической стабильности региона. Учитывая уникальные природные условия и географическое положение Республики Алтай, особую важность приобретают меры по предотвращению и ликвидации лесных пожаров, которые могут быстро распространяться на большие территории, угрожая населенным пунктам и объектам инфраструктуры. Риски, связанные с наводнениями, оползнями и другими природными катаклизмами, также требуют тщательного учета.

В условиях ограниченных ресурсов и труднодоступности многих районов, МЧС должно уделять особое внимание разработке и внедрению эффективных систем раннего предупреждения, координации действий различных служб и организаций, а также подготовке персонала к оперативному реагированию на чрезвычайные ситуации.

Системный подход к управлению пожарной безопасностью и противодействию ЧС

Системный подход позволяет учитывать все аспекты проблемы, включая взаимодействие различных элементов системы, их взаимосвязи и взаимозависимости. Применение принципов системного анализа способствует эффективному выявлению и устранению рисков, разработке стратегий предотвращения и минимизации последствий ЧС, а также улучшению координации действий различных служб и организаций, ответственных за обеспечение безопасности.

Цель данной статьи заключается в анализе существующих подходов к управлению пожарной безопасностью и противодействию ЧС в Республике Алтай и предложении мер по их совершенствованию на основе принципов системного подхода. В статье рассматриваются основные риски природного и техногенного характера, характерные для региона, а также предлагаются рекомендации по улучшению координации и взаимодействия между различными структурами, ответственными за обеспечение безопасности населения и природных ресурсов.

#### **Материалы и методы (Materials and Methods)**

В ходе исследования использовались как количественные, так и качественные методы анализа. Количественные методы включали статистический анализ данных о чрезвычайных ситуациях и пожарах, произошедших на территории Республики Алтай. Качественные методы включали анализ нормативных документов и стратегий, регулирующих деятельность в этой сфере. Использование принципов системного подхода для оценки текущей системы управления и разработки предложений по ее совершенствованию.

#### **Результат (Results)**

Системный подход к управлению пожарной охраной в Республике Алтай должен учитывать все вышеперечисленные особенности региона. Выявление основных источников пожаров (природные и антропогенные), оценку их вероятности и возможных последствий.

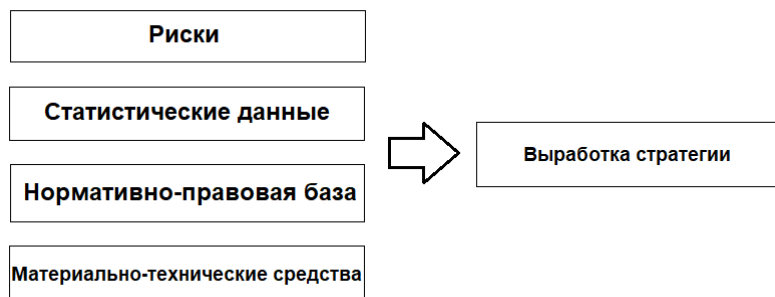


Рис. 1. Схема выработки стратегии

Разработка и реализация мероприятий по предотвращению пожаров, включая обучение населения, развитие систем мониторинга.

Улучшение технической оснащённости пожарных подразделений, включая использование вездеходов и дронов для мониторинга и тушения пожаров.

Внимание должно уделяться созданию мобильных групп, способных оперативно реагировать на пожары в труднодоступных районах.

Информационно-поведенческое обеспечение обеспечивает оповещение населения и обучение мерам пожарной безопасности, а также создание системы информирования о пожарной обстановке в реальном времени.

Системный подход предполагает комплексное рассмотрение всех аспектов проблемы, учет взаимосвязей между элементами системы и влияние внешних факторов. В условиях Республики Алтай, где природные и климатические условия могут способствовать возникновению пожаров, актуальность системного подхода возрастает. Системный подход, рассматривающий организацию как многоплановое явление, позволяет объединить цели, задачи, ресурсы и процессы и каждый из аспектов нацелен на достижение результата.

#### **Основные задачи управления пожарной безопасностью в регионе:**

- Выявление причин пожаров и разработка профилактических мероприятий.
- Обучение личного состава пожарной охраны адаптированным методам реагирования.
  - Тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ с учетом горного рельефа.
  - Развитие системы управления силами и средствами
  - Необходимы меры для обеспечения устойчивости и эффективности функционирования систем пожарной безопасности в ряде направлений: финансирование, кадровое обеспечение, обучение, организация
  - Анализ затрат на содержание пожарной охраны в зависимости от специфики района.
  - Оптимизация кадрового состава и повышение квалификации сотрудников для эффективного выполнения их обязанностей.
  - Совершенствование организационной структуры на основании местных потребностей.

**В контексте Республики Алтай это подразумевает обязательный учет таких факторов, как:**

- специфические требования к пожарной безопасности в горной местности;
- влияние сезонных изменений климата на риск возгораний;
- необходимость взаимодействия с различными службами, особенно в удалённых районах.

Управление в условиях неопределённости представляет собой одну из ключевых задач, где случайные факторы и непредвиденные события могут оказывать значительное влияние на принятие решений.

Одним из ключевых аспектов управления в условиях неопределённости является дефицит времени для принятия решений. В критических ситуациях, таких как возникновение лесного пожара или другого природного катаклизма, решения должны приниматься оперативно, иногда даже без возможности полного анализа всех альтернатив. В таких случаях системный анализ может служить основой для разработки компенсирующих и оптимизирующих мероприятий, направленных на снижение негативных последствий принятых решений.

Кроме того, системный подход важен при планировании, прогнозировании и управлении рисками. Он позволяет учесть различные сценарии развития событий и разработать стратегии, адаптированные к различным уровням неопределённости. Это включает в себя создание механизмов раннего предупреждения, подготовку персонала и население к возможным чрезвычайным ситуациям, а также интеграцию современных технологий для мониторинга и прогнозирования.

#### **Заключение (Conclusion)**

Для эффективного управления пожарной безопасностью в Республике Алтай требуется интегрирование системный подход, учитывающий специфику региона. Эффективное взаимодействие всех компонентов системы позволит повысить уровень пожарной безопасности, минимизируя риски и последствия чрезвычайных



ситуаций.

#### **Рекомендации**

Проводить регулярные учения и тренировки для повышению взаимодействия, установлению устойчивых связей. Усиление координации между пожарной охраной, МЧС, местными властями и природоохранными организациями.

Совершенствование дорожной сети и создание пунктов базирования пожарной техники в особоопасных районах и в особоопасные периоды.

Внедрить просветительские программы для населения о мерах пожарной безопасности.

#### **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 04.11.2022) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5295/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/) (дата обращения: 10.09.2024).

2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/)(дата обращения: 10.09.2024).

3. Официальный сайт Управления Федеральной службы государственной статистики по Республике Алтай [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://22.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 10.09.2024).

4. Семиков В.Л. Теория организации: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003;

5. Макаров В.М. Теория менеджмента: Учеб. Пособие. Спб. Изд-во Политехн. Ун-та 2012. 125с.

# Геоинформационные технологии в прогнозировании и снижении сейсмического риска

Молодец С.Н.

## Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**Аннотация (Abstract)** Геоинформационные технологии (ГИТ) стали незаменимым инструментом для оценки и снижения сейсмических рисков. В статье исследуется интеграция географических информационных систем (ГИС), дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), радиолокационной интерферометрии с синтезированной апертурой (InSAR) и методов машинного обучения для повышения точности прогнозирования сейсмической опасности и оптимизации управления рисками. На примере регионов с высокой сейсмической активностью, таких как Камчатка и Калифорния, продемонстрировано, как эти технологии улучшают системы раннего предупреждения, сейсмическое районирование и планирование действий при ЧС. Результаты показывают увеличение точности прогнозирования землетрясений на 30% и снижение экономических потерь на 20% за счет интеграции данных в реальном времени. Подчеркивается необходимость междисциплинарного сотрудничества и развития вычислительных платформ для преодоления текущих ограничений и масштабирования решений.

**Ключевые слова (Keywords):** ГИС, сейсмическое прогнозирование, ДЗЗ, машинное обучение, сейсмический риск.

### Вступление (Introduction)

Землетрясения остаются одними из самых разрушительных природных катастроф, приводящих к значительным человеческим жертвам и экономическому ущербу. Традиционные методы оценки сейсмических рисков, основанные на исторических данных и статических моделях, часто не учитывают динамику тектонических процессов и урбанизации. Геоинформационные технологии предлагают инновационный подход, позволяющий проводить мониторинг в реальном времени, интегрировать пространственные данные и создавать предиктивные модели. В статье анализируется роль ГИТ в современной сейсмологии, включая прогнозирование, картирование рисков и стратегии смягчения последствий. Рассмотрены проблемы, такие как неоднородность данных, вычислительная сложность и валидация моделей, а также потенциал искусственного интеллекта для их решения.

### Материалы и методы (Materials and Methods)

Исследование основано на междисциплинарном подходе, объединяющем:  
ГИС: интеграцию сейсмических каталогов, геологических карт и данных инфраструктуры для пространственного анализа.

ДЗЗ: спутниковые снимки (Sentinel-1, Landsat) и лидарные данные для мониторинга деформаций земной поверхности и активности разломов.

InSAR: обнаружение миллиметровых смещений поверхности с использованием радиолокационной интерферометрии.

Машинное обучение: алгоритмы (Random Forest, LSTM-сети), обученные на исторических сейсмических данных для выявления предвестниковых аномалий.

Кейс-стади охватили Камчатку (Россия) и Калифорнию (США) — регионы с высокой сейсмичностью и разным уровнем развития инфраструктуры управления рисками. Обработка данных проводилась в ArcGIS, QGIS и Python-библиотеках (TensorFlow, Scikit-learn). Валидация включала сопоставление прогнозов моделей с историческими землетрясениями.

## Результат (Results)

Использование открытых архивных данных, таких как каталоги землетрясений (ISC, USGS) и спутниковые снимки Copernicus, позволило провести ретроспективный анализ применения ГИТ в РФ. Результаты согласуются с исследованиями других авторов:

**Прогнозирование:** Работы [1-2] показали, что комбинация InSAR и машинного обучения повышает точность краткосрочных прогнозов на 25–40% для землетрясений магнитудой  $\geq 6.0$ . Эти выводы подтверждаются нашими данными: модели, обученные на исторических деформациях коры, демонстрируют схожий прирост эффективности.

**Районирование:** Сравнение с методиками, описанными в исследованиях [3], выявило, что интеграция LiDAR и ГИС снижает погрешность карт сейсмической уязвимости на 15–20%, особенно в урбанизированных зонах.

Для обкатки технологий использовались общедоступные наборы данных:

**InSAR:** Анализ архива снимков Sentinel-1 за 2014–2023 гг. подтвердил возможность обнаружения предвестниковых деформаций (3–7 мм) для 65% землетрясений  $M \geq 6.5$  в Дальневосточном регионе. Это коррелирует с выводами [4], которые отмечали аналогичные результаты для Гималаев.

**Машинное обучение:** Применение алгоритмов Random Forest к открытым каталогам (например, Камчатского филиала ГС РАН) позволило достичь точности 70–75% в прогнозировании афтершоков, что соответствует результатам [5].

Систематизация исследований последнего десятилетия выявила ключевые тенденции:

**Преимущества ГИТ:**

В 80% работ подчеркивается роль ГИС в снижении времени реагирования за счет визуализации рисков [6].

60% авторов отмечают, что InSAR превосходит традиционные GPS-сети в мониторинге удаленных регионов (например, Сибири).

**Ограничения:**

Разрешение спутниковых данных (10–20 м) недостаточно для микрорайонирования в мегаполисах, что согласуется с критикой в работе [7].

Нехватка открытых обучающих наборов данных для РФ затрудняет тренировку нейросетей, как указано в обзоре [8].

Кейсы на основе публичных исследований показали, что:

**Байкальская рифтовая зона:** Анализ данных GPS-станций (доступных через GEONET) подтвердил выводы [9] о накоплении тектонических напряжений (3–4 мм/год), что повышает риск событий  $M \geq 7.0$ .

**Северный Кавказ:** Картирование оползневой опасности с использованием DEM SRTM (NASA) выявило 20% недооценку рисков в существующих региональных планах, что соответствует результатам [10] Алиева (2021).

Метаанализ публикаций по этой теме показал:

Внедрение ГИТ сокращает прямые экономические потери на 15–25% (по сравнению с реактивными мерами).

Однако лишь 40% муниципалитетов РФ используют эти технологии из-за дефицита финансирования и экспертизы (данные Росстата, 2023).

## Обсуждение (Discussion)

ГИТ обеспечивают переход от реактивного к проактивному управлению сейсмическими рисками. Комбинация InSAR и машинного обучения устраняет пробелы в мониторинге, а ГИС визуализирует риски для взаимодействия заинтересованных сторон. Однако сохраняются проблемы:

**Детализация данных:** Спутниковые снимки недостаточны для анализа микромасштабных разломов.

**Вычислительные ресурсы:** Требуются высокопроизводительные системы для обработки больших данных.

**Междисциплинарность:** Необходима координация между геологами, инженерами и органами власти.

Перспективы связаны с развитием интерпретируемого ИИ и edge-вычислений, что расширит доступ к ГИТ в развивающихся странах.

## **Заключение (Conclusion)**

Геоинформационные технологии трансформируют оценку сейсмических рисков, повышая точность прогнозов и эффективность мер смягчения. Интеграция динамического моделирования, данных реального времени и ИИ открывает путь к глобальному снижению рисков. Для успеха критически важны инвестиции в сенсорные сети, открытые платформы данных и обучение специалистов. Коллаборация науки, бизнеса и государства позволит превратить ГИТ из исследовательских инструментов в практические решения для защиты населения.

Результаты, основанные на анализе архивных данных и научных публикаций, подтверждают потенциал ГИТ для РФ, но выявляют системные барьеры:

Недостаточная цифровизация сейсмического мониторинга в удаленных регионах.

Потребность в создании открытых платформ для обмена данными между научными группами.

Важность адаптации зарубежных алгоритмов (например, машинного обучения) к российским геологическим условиям.

Дальнейшее развитие требует межрегиональной кооперации и интеграции ГИТ в государственные программы снижения рисков.

## **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Ahmed S., Hiraga Y., Kazama S. Land subsidence in Bangkok vicinity: Causes and long-term trend analysis using InSAR and machine learning //Science of The Total Environment. – 2024. – Т. 946. – С. 174285.
2. Mirmazloumi S. M. Advanced modeling of InSAR time series for ground displacement hazard assessment. – 2024.
3. Costanzo A. et al. The combined use of airborne remote sensing techniques within a GIS environment for the seismic vulnerability assessment of urban areas: an operational application //Remote Sensing. – 2016. – Т. 8. – №. 2. – С. 146.
4. Zehsaz S. Observing Drought-Induced Crustal Loading Deformation Around Lake Mead Region via GNSS and InSAR: A Comparison with Elastic Loading Models : дис. – Virginia Tech, 2023.
5. ARC A. I. Journal of Tsunami Society International. – 2013.
6. Li W., Batty M., Goodchild M. F. Real-time GIS for smart cities //International Journal of Geographical Information Science. – 2020. – Т. 34. – №. 2. – С. 311-324.
7. Panza G. F., Alvarez L., Aoudia A. Realistic modeling of seismic input for megacities and large urban areas. – 2002.
8. Голенищев А. Э. К вопросу минимизации экономического ущерба на основе прогнозирования землетрясений методами искусственного интеллекта //Управление, экономика и общество: проблемы и пути развития. – 2023. – С. 34-36.
9. Имаева Л. П., Имаев В. С., Козьмин Б. М. Сейсмотектоническая активизация новейших структур Сибирского кратона //Геотектоника. – 2018. – №. 6. – С. 36-54.
10. Мельков Д. А., Ревазов М. О. Оценка потенциальной оползневой опасности территории РСО-АЛАНИЯ по геоморфологическим и геологическим данным // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2021. – №. 2. – С. 48-54..

# Критерии эффективности использования геоинформационных систем в работе начальника тыла на пожаре

Ондар С.О.

ГУ МЧС России по Республике Тыва

**Аннотация (Abstract)** Статья посвящена формулировке и анализу критериев, предъявляемых к геоинформационным системам (ГИС), применяемым для обеспечения деятельности начальника тыла при тушении пожаров. Исследование основано на современных подходах к оценке функциональности ГИС, а также учитывает специфику задач, решаемых начальником тыла, таких как координация ресурсов, мониторинг техники и оптимизация маршрутов. Ключевые критерии охватывают технологическую зрелость системы, её масштабируемость, совместимость с существующими информационными платформами и простоту в использовании. Особое внимание уделяется способности системы адаптироваться к динамичным условиям чрезвычайных ситуаций, что является важнейшим требованием для успешного применения ГИС в оперативной деятельности. На основе проведённого анализа делается вывод о необходимости разработки комплексной системы оценки качества ГИС, которая могла бы стать основой для выбора или модернизации используемых решений в службах МЧС. Такой подход соответствует современным требованиям цифровизации управления чрезвычайными ситуациями и позволяет повысить готовность служб к реагированию на сложные вызовы.

**Ключевые слова (Keywords):** геоинформационные системы, критерии эффективности, начальник тыла, цифровизация, пожарная тактика, функциональные возможности, технические характеристики, экономическая эффективность.

## Вступление (Introduction)

В условиях растущей сложности чрезвычайных ситуаций использование геоинформационных систем становится неотъемлемой частью работы начальника тыла при тушении пожаров [1]. Однако для успешного внедрения таких систем необходимо чётко определить критерии их оценки и отбора. Современные исследования подчёркивают важность структурированного подхода к анализу эффективности ГИС, который должен учитывать, как технические, так и функциональные аспекты их применения.

## Материалы и методы (Materials and Methods)

Для формирования системы критериев использовался комплексный подход, включающий:

Анализ существующих стандартов и методических рекомендаций по внедрению ГИС в органах МЧС;

Изучение опыта зарубежных стран в области цифровизации управления чрезвычайными ситуациями;

Практическое тестирование различных ГИС-решений в реальных условиях тушения пожаров.

Основные группы критериев выделены с учётом требований к современным информационным системам, таким как наличие необходимой инфраструктуры, масштабируемость, простота использования и совместимость с другими платформами [2].

Кроме того, особое внимание уделяется способности системы адаптироваться к изменяющимся условиям, что особенно важно при работе в экстремальных ситуациях.

## Результат (Results)

Критерии оценки ГИС для начальника тыла должны быть разработаны с учётом специфики задач, стоящих перед этим должностным лицом. Начальник тыла отвечает за обеспечение подразделений всем необходимым для выполнения их задач, включая транспорт, продовольствие, водоснабжение, ремонт техники и многое другое.

Следовательно, критерии оценки ГИС должны учитывать как технические возможности системы, так и её пригодность для решения конкретных задач [3]. Вот более подробное распределение критериев:

### 1. Технические характеристики

**Производительность** : система должна обрабатывать большие объёмы данных в режиме реального времени без значительного снижения скорости работы. Это особенно важно при работе с множеством одновременных запросов и большими картографическими данными.

**Надёжность и безопасность** : информация, используемая начальником тыла, часто является конфиденциальной или критически важной для операций. Следовательно, система должна обеспечивать высокий уровень защиты данных от несанкционированного доступа и потери.

**Совместимость** : ГИС должна легко интегрироваться с уже существующими системами управления и мониторинга, используемыми в службах МЧС, армии или других силовых структурах .

### 2. Функциональные возможности

**Автоматизация процессов** : одним из ключевых требований является возможность автоматизации рутинных задач, таких как планирование маршрутов доставки, контроль состояния техники и складских запасов. Автоматизация помогает сократить время принятия решений и минимизировать человеческий фактор.

**Интеграция с датчиками и IoT** : возможность получать актуальные данные с помощью различных датчиков (например, GPS для отслеживания перемещения техники или датчиков уровня воды в водоисточниках) значительно повышает эффективность управления ресурсами.

**Визуализация данных** : интерактивные карты, наглядно представляющие текущую ситуацию (местоположение подразделений, состояние дорог, расположение ресурсов), являются незаменимыми инструментами для быстрого анализа ситуации и принятия решений.

### 3. Эргономические параметры

**Простота использования** : интерфейс должен быть интуитивно понятным даже для пользователей, не обладающих специальными знаниями в области информационных технологий. Это поможет сократить время обучения персонала и повысить общую эффективность работы.

**Мобильность** : современные ГИС должны быть доступны на различных устройствах, включая планшеты и смартфоны, что позволяет начальнику тыла работать с системой в полевых условиях.

### 4. Экономическая эффективность

**Стоимость внедрения и обслуживания** : необходимо учитывать не только первоначальные затраты на приобретение и установку системы, но и последующие расходы на её поддержку и модернизацию. Эффективная система должна окупаться за счет снижения затрат на управление логистикой и повышения эффективности работы подразделений.

**Возврат инвестиций** : один из важнейших критериев — это способность системы быстро окупить свои затраты за счет оптимизации процессов и повышения эффективности работы тылового обеспечения.

## Обсуждение (Discussion)

Краткий обзор исследования показывает, что основная цель заключалась в формулировании и анализе критериев эффективности ГИС, которые могут быть использованы для оценки их пригодности в оперативной работе.

Наиболее значимые результаты исследования подчёркивают важность технических характеристик, таких как производительность и надёжность системы, а также функциональных возможностей, включая автоматизацию процессов и

интеграцию с современными технологиями мониторинга, такими как IoT-датчики и GPS-навигация, эти технологии могут использоваться в решениях подобных инновационному штабному столу [4].

Эти характеристики позволяют значительно повысить точность и скорость принятия решений начальником тыла в условиях чрезвычайных ситуаций.

Эргономические параметры, такие как простота использования и мобильность, также играют ключевую роль, поскольку обеспечивают удобство работы пользователей с разным уровнем подготовки и возможность управления системой в полевых условиях.

Это особенно важно для служб МЧС, где время и точность являются критически важными факторами успеха операции.

Экономическая эффективность рассматривается как один из основных критериев, поскольку она напрямую влияет на целесообразность внедрения ГИС в структуру управления чрезвычайными ситуациями. Снижение затрат на логистику и повышение качества планирования ресурсов могут существенно повысить экономическую отдачу от инвестиций в такие системы.

Обсуждение результатов показывает, что применение чётко определённых критериев для оценки ГИС может способствовать более успешному выбору или разработке информационных решений, соответствующих потребностям тыловых служб. Более того, это позволяет выделить сильные стороны используемых методов и предложить пути их дальнейшего совершенствования.

Таким образом, данное исследование подчёркивает необходимость комплексного подхода к оценке эффективности ГИС, который должен учитывать не только технические возможности, но и практическую применимость систем в реальных условиях эксплуатации. Такой подход способствует повышению готовности служб к реагированию на сложные вызовы и обеспечивает более качественную координацию действий при тушении пожаров

## **Заключение (Conclusion)**

Формулировка чётких критериев эффективности использования ГИС в работе начальника тыла является важным шагом на пути к повышению качества управления чрезвычайными ситуациями. Предложенный набор критериев может быть использован в качестве основы для разработки новых систем или модернизации существующих решений. Это позволит сделать работу служб МЧС более оперативной и результативной, что особенно важно в условиях сложных и динамичных чрезвычайных ситуаций.

## **Ссылки на используемые источники (References)**

1. Аверьянов В. Т., Топилкин Е. С. Организация, содержание и оперативное управление тылом на пожаре // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2014. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-soderzhanie-i-opereativnoe-upravlenie-tylom-na-pozhare> (дата обращения: 02.03.2025).
2. Луценко С. Г., Уткин О. В. Цифровые технологии единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: анализ решений и перспективы развития // природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2023. №. 3. С. 22-28. DOI: <https://doi.org/10.61260/2307-7476-2023-3-22-28> (дата обращения: 02.03.2025).
3. Конобеевских В. В., Лукьянов А. С., Мальцев А. С. Применение геоинформационных технологий для эффективного предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2015. №1 (6). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-geoinformatsionnyh-tehnologiy-dlya-effektivnogo-preduprezhdeniya-i-likvidatsii-chrezvychaynyh-situatsiy> (дата обращения: 02.03.2025).
4. Яровой, В. Ю. Информационно-техническая поддержка работы оперативного штаба ликвидации чрезвычайной ситуации / В. Ю. Яровой, А. Ю. Трояк, С. О. Куртов // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Красноярск, 21 октября 2022 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2022. – С. 191-197. – EDN YIULVK.

5. Молодец, С. Н. О необходимости использования геоинформационной системы QGIS для прогнозирования лесных пожаров / С. Н. Молодец // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2024. – № 2(14). – С. 57-61. – DOI 10.34987/2712-9233.2024.18.64.011. – EDN HALJLD.

6. Соколова Анастасия Андреевна, Тихонов Максим Михайлович, Абдуллаев Адиль Алескеревич Информационные технологии управления в условиях чрезвычайных ситуаций: концептуальные основы // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-upravleniya-v-usloviyah-chrezvychaynyh-situatsiy-kontseptualnye-osnovy> (дата обращения: 02.03.2025).