

МИНИСТЕРСТВО ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

**ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ
ПРИ ПОЖАРЕ И ВЗРЫВЕ**

*Сборник материалов
IX Международной заочной научно-практической конференции*

18 декабря 2022 года

Минск
УГЗ
2023

УДК 614.841.41
ББК 38.96
О-38

Организационный комитет конференции:

Полевода Иван Иванович - начальник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. техн. наук, доцент - председатель;

Члены организационного комитета:

Булавка Юлия Анатольевна - доцент кафедры технологии и оборудования переработки нефти и газа Полоцкого государственного университета, канд. техн. наук, доцент;

Ягодка Евгений Алексеевич - заместитель начальника УНК – начальник кафедры надзорной деятельности УНК ОНД Академии ГПС МЧС России, канд. техн. наук;

Бирюк Виктор Алексеевич - заведующий кафедрой промышленной безопасности Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. техн. наук, доцент;

Горошко Елена Юрьевна - доцент кафедры организации службы, надзора и правового обеспечения Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. юрид. наук, доцент;

Ботян Сергей Сергеевич - начальник кафедры пожарной безопасности Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. техн. наук, доцент;

Навроцкий Олег Дмитриевич - доцент кафедры автоматических систем безопасности Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. техн. наук, доцент;

Осяев Владимир Александрович - доцент кафедры пожарной безопасности Университета гражданской защиты МЧС Беларуси канд. техн. наук, доцент;

Рябцев Виталий Николаевич - начальник кафедры автоматических систем безопасности Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. техн. наук, доцент;

Суриков Андрей Валерьевич - начальник кафедры организации службы, надзора и правового обеспечения Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, канд. техн. наук;

О-38 Проблемы обеспечения безопасности людей при пожаре и взрыве
сб. материалов международной заочной научно-практической
конференции. – Минск: УГЗ, 2023. – 196 с.
ISBN 978-985-590-178-6

Тезисы не рецензировались, ответственность за содержание несут авторы.

**УДК 614.841.41
ББК 38.96**

ISBN 978-985-590-178-6

© Государственное учреждение
образования «Университет гражданской
защиты» Министерства по чрезвычайным
ситуациям Республики Беларусь, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Секция № 1 «Обеспечение пожарной безопасности объекта на различных стадиях его жизненного цикла»

<i>Ахмедов К.И.о., Осяев В.А.</i> Динамика опасных факторов пожара в зальных помещениях с учетом работы системы противодымной вентиляции.	6
<i>Бунто О.В., Жамойдик С.М.</i> Моделирование распределение температуры по толщине полимерного материала при дефлаграционном сгорании с учетом температуры окружающей среды.	7
<i>Бойко В.П., Зайнудинова Н.В.</i> Необходимость квалификации нарушения требований пожарной безопасности при применении мер административного пресечения.	12
<i>Гасанова Ч.В., Шавердо О.В., Бирюк В.А.</i> Анализ взрывопожароопасности сливно-наливных операций при транспортировке нефтепродуктов.	14
<i>Гасанова Ч.В., Шавердо О.В., Бирюк В.А.</i> Анализ взрывопожароопасности сливно-наливных операций при транспортировке нефтепродуктов.	17
<i>Дмитракович Н.М., Морев А.А.</i> О разработке методических рекомендаций по применению лафетных стволов при тушении пожвров в зданиях и сооружениях.	20
<i>Зенкова И.Ф., Козырев Е.В., Луценко О.Н., Виноградова И.О.</i> Обеспечение пожарной безопансоти объекта защиты при его эксплуатации.	22
<i>Зуев С.А., Хасанов И.Р.</i> Оценка противопожарных разрывов между автостоянками и жилыми зданиями.	25
<i>Кайбичев И.А., Цыганов С.А.</i> Обзор результатов деятельности федеральной противопожарной службы НЕНЕЦКОГО АО.	30
<i>Кайбичев И.А., Цыганов С.А.</i> Обзор результатов деятельности федеральной противопожарной службы Республики Корелия.	35
<i>Кайбичев И.А., Цыганов С.А.</i> Обзор результатов деятельности федеральной противопожарной службы Республики Коми.	40
<i>Кайбичев И.А., Цыганов С.А.</i> Обзор результатов деятельности федеральной противопожарной службы Санкт-Петербурга.	45
<i>Кайбичев И.А., Цыганов С.А.</i> Обзор результатов деятельности федеральной противопожарной службы Ленинградской области.	50
<i>Кайбичев И.А., Цыганов С.А.</i> Обзор результатов деятельности федеральной противопожарной службы Мурманской области.	56
<i>Кудрин А.Н., Роечко В.В.</i> Аналитический обзор пожаро полигонов твердых бытовых отходов.	61
<i>Кудряшов В.А., Ботян С.С., Коба С.С.</i> Получение, изучение и анализ теплофизических свойств образцов гипсовых плит при испытаниях в муфельной печи при нестационарном режиме нагрева.	64
<i>Кудряшов В.А., Иванов С.В.</i> Актуальности проблемы огнестойкости строительных конструкций перекрытий гаражей-стоянок при пожарах легковых автомобилей.	66
<i>Kuznetsov M.V., Safonov A.V.</i> Increasing the level of safety of civil defense ptotective structures and transport facilities by treating them with special antiseptic formulations.	69
<i>Луц Л.Н.</i> Роль профалинга в профилактической деятельности.	71
<i>Маштаков В.А., Рюмина С.И., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А.</i> Проблемы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты различных форм собственности в крупных пожарах в городах Российской Федерации.	75
<i>Нехань Д.С.</i> Противодымная защита здания с помощью объемно-планировочных и конструктивных решений. Часть 1.	80
<i>Нехань Д.С.</i> Противодымная защита здания с помощью объемно-планировочных и конструктивных решений. Часть 2.	85

<i>Рахимбабаева М.Ш., Камалова Д., Хасанова О.Т.</i> Исследование просадочности лессовых грунтов и их строительных свойств для предотвращения разрушений при землетрясениях.	90
<i>Садыг-заде У.А., Гаджизаде. Ф.М</i> Роль аэрокосмического мониторинга при чрезвычайных ситуациях.	93
<i>Тумилович М.С.</i> Управление защитой от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера Речицкого района Гомельской области с разработкой паспорта безопасности.	97
<i>Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Трещин Е.С., Меретукова О.Г.</i> Проблемы профилактики пожаров, возникших по причине неосторожного обращения с огнем.	101
<i>Халиков Р.В. Роевко В.В.</i> Основы моделирования объемного пожаротушения газокompрессорных станций.	105
<i>Щавровский А.В., Романенко В.В., Шилов И.А.</i> Локальная (спасательная) петля.	107

Секция № 2 «Промышленная безопасность и охрана труда»

<i>Бабичев Д.В., Бирюк В.А.</i> Особенности составления и реализации планов локализации и ликвидации аварий на холодильных предприятиях.	112
<i>Гарасюк А.О., Гоман П.Н.</i> К вопросу загрязнения природных экосистем техногенными выбрасами и негативного воздействия лесных пожаров на спасателей и население.	115
<i>Закрута М.С., Шаталова В.В.</i> Управление техносферной безопасностью.	117
<i>Kuznetsov M.V., Lukina S.M.</i> Improving the environmental safety of industrial production with the help of catalytic purification of gas emissions from organic pollutants.	121
<i>Касперов Г.И., Зязюля У.В., Анашкевич В. Д.</i> Количественные и качественные параметры карьеров Гомельской области.	124
<i>Крупенко Д.В.</i> Разработка мероприятий по локализации и ликвидации аварий и инцидентов на объектах теплоснабжения (на примере Ветковского района Гомельской области).	128
<i>Лемешевский О.О., Делендик А.С.</i> О некоторых вопросах пожарной безопасности на предприятиях.	130
<i>Пищуков В.А.</i> К вопросу о промышленной безопасности на предприятии.	132
<i>Стрельцов О.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Шавырина Т.А.</i> Разработка предложений в порядок противопожарного обеспечения пусков ракет космического назначения с космодромов Байконур и Восточный.	135

Секция № 3 «Интегрированные системы безопасности: теория, практика, инновации»

<i>Бочаров Я.В., Сербичев А.Е., Бунто О.В.</i> Оценка качества питьевой воды в Республике Беларусь	138
<i>Будников Д.В., Навроцкий О.Д.</i> Повышение сохранности пенообразователей, хранящихся в установках автоматического пожаротушения пеной	140
<i>Грачулин А.В., Шинкоренко К.Е., Костюкевич И.Д.</i> Общие сведения о пенах и способах их получения	142
<i>Грачулин А.В., Шинкоренко К.Е., Масюк С.А.</i> Основные подходы к определению режимов течения жидкостей	147
<i>Запольский А.Е., Бондаренко Р.С.</i> Система компьютерного зрения для умной теплицы	152
<i>Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д. Иванов И.Ю.</i> Исследование различных ПАВ для пленкообразующих пенообразователей	155

<i>Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д., Бобин Р.Т., Хобец А.Д.</i> Актуальность применения расчетных методик при проектировании систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре	160
<i>Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д., Доукешова Е.А., Костюкевич И.Д.</i> Пленкообразующий пенообразователь в автоматических установках пожаротушения тонкораспыленной водой	163
<i>Лихоманов А.О., Говор Э.Г., Говор Т.А., Ярец В.А.</i> Взаимосвязь характеристик проточного тракта насадка (штуцера) с гидродинамическими параметрами и структурой струи жидкостей	165
<i>Перишкевич А.И., Навроцкий О.Д.</i> Обоснование выбора методов испытаний автоматических установок водяного и пенного пожаротушения при приемке в эксплуатацию	169
<i>Скорупич И.С., Бохан П.А.</i> Особенности и перспективы организации ликвидации последствий ДТП с участием электротранспорта	171
<i>Стриганова М.Ю., Гудков А.В.</i> Экспериментальное моделирование движения водного потока по наклонной плоскости при гидродинамической аварии	174
<i>Титовец А.Ф., Полочанин Н.С., Камлюк А.Н., Лихоманов А.О.</i> Зависимость диаметра пузырьков пены от размеров ячейки сетки и расстояния от нее до сопла пеногенерирующего устройства	179
<i>Ткачёнок Ю.А., Кориунов Е.А., Бунто О.В.</i> Оборудование для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды.	182
<i>Харин В.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Маторина О.С.</i> Использование служб и групп СПСЧ в субъектах российской федерации для оптимизации системы безопасности	184
<i>Якимович А.М., Стриганова М.Ю.</i> О необходимости разработки комплекса мероприятий по предупреждению аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях	191
<i>Якимович А.М., Стриганова М.Ю.</i> Основы безопасности населения при гидродинамической аварии	192

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА
НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

**ДИНАМИКА ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА В ЗАЛЬНЫХ
ПОМЕЩЕНИЯХ С УЧЕТОМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЫМНОЙ
ВЕНТИЛЯЦИИ**

Ахмедов К.И.о., Осяев В.А.

Университет гражданской защиты

Ущерб от пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей выражается в первую очередь в причинении вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия на них опасных факторов пожара (ОФП) на начальной стадии пожара [1, 2]. К таким зданиям относятся многофункциональные комплексы, торговые центры и зрелищные учреждения с зальными помещениями (зрительные залы кинотеатров, театров и пр.) В крупных городах вместимость зальных помещений может превышать 10 тыс. человек, что требует применения дополнительных инженерных мероприятий и технических средств для обеспечения эвакуации людей при пожаре. Основную функцию по уменьшению опасного воздействия продуктов горения на людей в зальных помещениях при пожаре выполняет система противодымной вентиляции [3]. Однако аналитически оценить ее эффективность во время пожара в зальных помещениях методикой, изложенной в ГОСТ 12.1.004 [2], не представляется возможным. В работе [4] предложено уравнение, позволяющее учитывать основной параметр системы противодымной вентиляции, такой как объемный расход продуктов горения через клапаны дымоудаления с учетом высоты их установки над уровнем пола помещения.

Для оценки эффективности систем противодымной вентиляции в зальных помещениях предлагается провести компьютерное моделирование начальной стадии пожара на примере существующих зданий с массовым пребыванием людей. Это позволит получить данные по динамике опасных факторов пожара с учетом работы системы противодымной вентиляции и сравнить их с результатами расчетов по методике ГОСТ 12.1.004 [1] и [4]. Компьютерное моделирование предлагается проводить с помощью программного комплекса FDS [5], основанного на дифференциальной (полевой) модели пожара. Полевой метод является наиболее универсальным и основан на решении уравнений в частных производных, выражающих фундаментальные законы сохранения в каждой точке расчетной области. В качестве объекта для компьютерного моделирования выбраны зрительные

залы кинотеатров торгово-развлекательного центра «TRINITY», расположенного в г. Гродно Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кошмаров, Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие / Ю.А. Кошмаров. – Москва : Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.
2. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91. – Введ. 01.07.1992. – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР: Министерство внутренних дел СССР, Министерство химической промышленности СССР, 1996. – 83 с.
3. Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции. СН 2.02.07-2020 – Введ. 12.01.2021. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь: РУП «Стройтехнорм», 2021. – 17 с.
4. Аналитическая оценка динамики среднеобъемной оптической плотности дыма на начальной стадии пожара в помещениях, оборудованных противодымной вентиляцией / С.С. Ботян, С.М. Жамойдик, В.А. Кудряшов, В.А. Осяев, С.М. Пастухов // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т.3, № 4 – С. 359–365.
5. Fire Dynamics Simulator. Technical Reference Guide. Vol. 3: Validation / NIST Special Publication 1018-3. Sixth Edition. 2015.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ТОЛЩИНЕ ПОЛИМЕРНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ДЕФЛАГРАЦИОННОМ СГОРАНИИ С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Бунто О.В., Жамойдик С.М.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Для получения распределения температуры по толщине полимерного материала необходимо иметь теплофизические характеристики в диапазоне температур от 35 до 140 °С. Проведенные экспериментальные исследования методами дифференциальной сканирующей калориметрии (DSC и DTG) позволили получить значения удельной теплоемкости образцов исследуемых полимерных материалов, представленные в таблице 1.

Таблица 1. – Удельная теплоемкость полимерных материалов

Оргстекло		Монолитный поликарбонат	
$T, ^\circ\text{C}$	$C_p, \text{Дж}/(\text{г}\cdot\text{K})$	$T, ^\circ\text{C}$	$C_p, \text{Дж}/(\text{г}\cdot\text{K})$
35	1.110	35	0.501
40	1,172	40	0,502
60	1,332	60	0,482
80	1,454	80	0,459
100	1,545	100	0,431
120	1,819	120	0,403
140	1,944	140	0,377

Результаты проведенных экспериментальных исследований динамики прогрева модельных образцов полимерных материалов (оргстекло, монолитный поликарбонат) толщиной 4 мм, позволили решить обратную задачу теплопроводности с использованием программной системы конечно-элементного анализа (далее – ANSYS).

Для качественного учета теплового потока на необогреваемой стороне исследуемого образца, конечно-элементная модель была принята трехслойной, в качестве первого слоя была принята пластина полимерного материала, в качестве второго слоя – стальная пластина, на которую крепился испытуемый образец, в качестве третьего – дверца электропечи, к которой примыкала необогреваемая сторона стальной пластины с образцом в ходе экспериментальных исследований. Тепловые потери от модельного образца через дверцу электропечи учитывались с использованием эффективных теплофизических характеристик рассматриваемой дверцы, которые были определены отдельными экспериментальными исследованиями и описаны в [2].

На основании экспериментальных данных в программном комплексе ANSYS разработана трехмерная расчетная модель теплообмена лабораторной муфельной электропечи ЭКПС-10/1300 с полимерной пластиной для получения эффективных теплофизических характеристик исследуемых полимерных материалов (оргстекло, монолитный поликарбонат) толщиной 4,0 мм.

В качестве основы для моделирования была принята пластина полимерного материала размерами 100,0 × 80,0 × 4,0 мм, прикрепленная к стальной пластине такими же размерами и установленной на дверце электропечи. В ходе моделирования для получения результатов расчета достаточной точности модель полимерной пластины была разбита на конечные элементы преимущественно квадратной формы в поперечнике – с максимальным размером грани 0,5 мм. Расчетная модель принята трехмерной, при этом для ускорения процесса расчета толщина модели дверцы электропечи принята равной 20,0 мм. Общий вид модели представлен на рисунке 1.

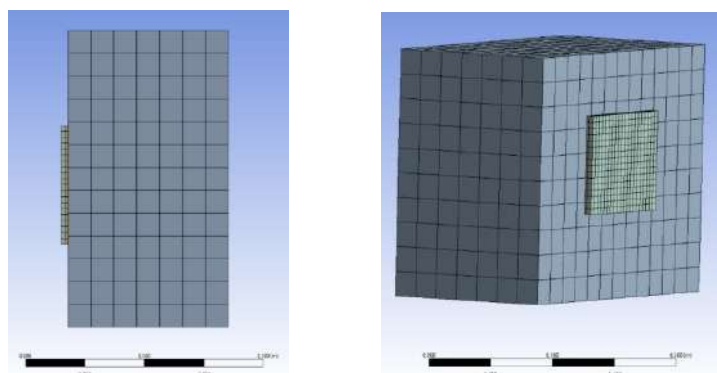


Рис. 1. – Модель исследуемого полимерного материала

Для расчетной модели были заданы начальные и граничные условия. Начальные условия: температура в расчетном сечении конструкции одинакова и равна температуре окружающей среды. Граничные условия:

1. Изменение температуры внутри печи происходит по режиму, заданному по полученным экспериментальным данным прогрева образцов в лабораторной муфельной электропечи ЭКПС-10/1300 с учетом реальных значений среднеобъемных температур.

2. Коэффициент теплоотдачи конвекцией α на внешней поверхности полимерного материала принимали равным $25 \text{ Вт} \times \text{м}^{-2} \times \text{°C}^{-1}$ на всем протяжении теплового воздействия [2].

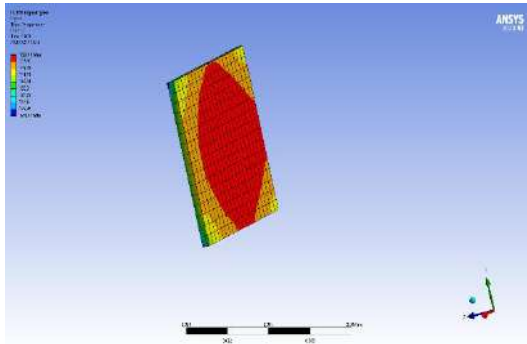
3. Степень черноты поверхности полимерного материала принимали равной 0,92 [3].

Кроме того, в граничных условиях были приняты следующие упрощения:

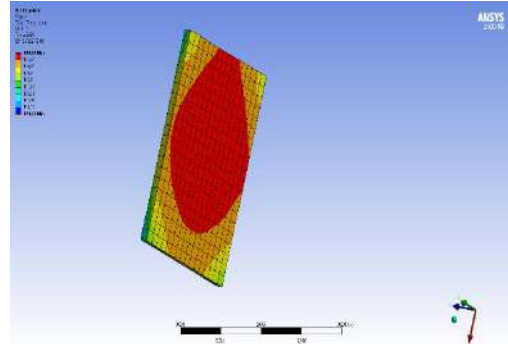
- ввиду того, что контактные и иные тепловые потери в принятой экспериментальной методике невозможно оценить, их влияние было отнесено к неопределенности расчетной модели, а полученные коэффициенты теплопроводности следует считать эффективными;

- ввиду того, что линейные размеры исследуемого образца и стальной пластины были много больше их толщины, боковые поверхности расчетной модели были приняты с идеальной теплоизоляцией.

Методика аналитической оценки заключалась в поэтапном подборе эффективного коэффициента теплопроводности до полного соответствия прогрева конечно-элементной модели в соответствии с данными экспериментальных исследований. Поэтапный подбор эффективного коэффициента теплопроводности осуществляли методом последовательных приближений [2, 4, 5]. Прогрев моделей исследуемых полимерных материалов до температуры 125 °C представлен на рисунке 2.



a) оргстекло



a) монолитный поликарбонат

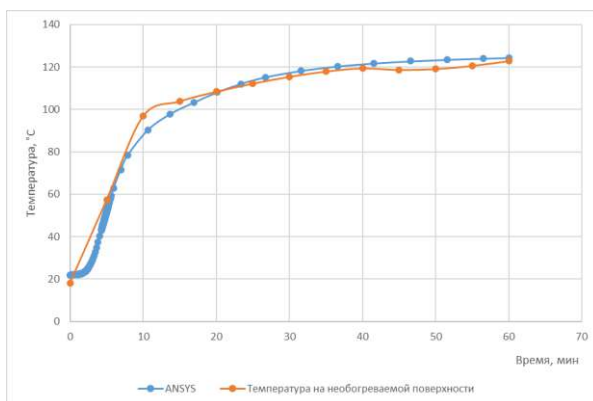
Рис. 2. – Модели прогрева исследуемых полимерных материалов

Полученные значения эффективного коэффициента теплопроводности полимерных материалов в зависимости от температуры приведены в таблице 2.

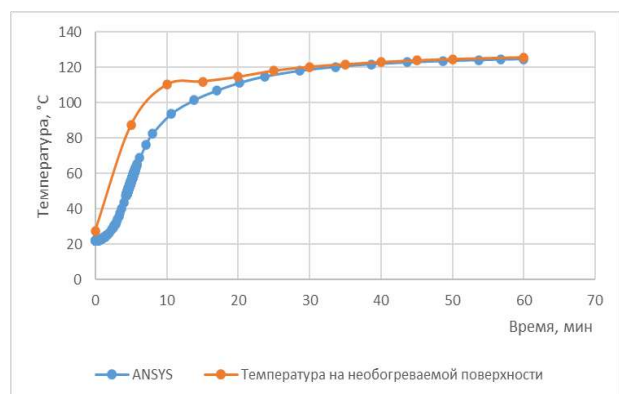
Таблица 2. – Эффективные теплофизические характеристики оргстекла и монолитного поликарбоната

Температура, °С	Эффективный коэффициент теплопроводности, Вт/(м×°С)	
	Оргстекло (4 мм)	Монолитный поликарбонат (4 мм)
20	0,17	0,2
80	0,17	0,2
85	0,25	0,35
120	0,25	0,35
125	1,1	1,2

Сопоставление экспериментальных данных изменения температуры на необогреваемой поверхности образцов со значениями, полученными по результатам численного моделирования представлено на рисунке 3.



a) оргстекло



a) монолитный поликарбонат

Рис. 3. – Сопоставление экспериментальных данных изменения температуры на необогреваемой поверхности образцов со значениями, полученными по результатам численного моделирования

Моделирование распределения температуры по толщине полимерного материала при дефлаграционном сгорании с учетом температуры окружающей среды проводилось в ANSYS согласно следующих граничных условиях:

1. Средняя температура газовой среды при дефлаграционном сгорании паро-газо-воздушной смеси внутри здания принималась равной 1500 °С [6].

2. Коэффициент теплоотдачи конвекцией α на внешней поверхности полимерного материала принимали равным $50 \text{ Вт} \times \text{м}^{-2} \times \text{°С}^{-1}$ на всем протяжении теплового воздействия [2].

3. Степень черноты поверхности полимерного материала принимали равной 0,92 [3].

4. Боковые поверхности и необогреваемая сторона расчетной модели были приняты с идеальной теплоизоляцией.

В качестве основы для моделирования была принята пластина полимерного материала размерами $1160,0 \times 1170,0 \times 4,0$ мм.

В ходе моделирования распределения температуры по толщине полимерного материала при дефлаграционном сгорании с учетом температуры окружающей среды установлено, что пластина, используемая в качестве светопрозрачного заполнения оконного блока, прогреется с обогреваемой стороны до температуры 69 °С, с необогреваемой стороны – до 37 °С.

Результаты исследований получены в рамках выполнения научно-исследовательской работы при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант № Т21М-103).

ЛИТЕРАТУРА

1. Физические величины: Справочник / А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский [и др.]. Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.

2. Ботян, С.С. Экспериментально-расчетная методика оценки теплофизических характеристик строительных материалов с использованием камерной электропечи для решения задач огнестойкости / С.С. Ботян, С.М. Жамойдик, В.А. Кудряшов, Т.К. Нгуен // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2020 – Т.4, № 1. – С. 5–19. DOI: 10.33408/2519-237X.2020.4-1.5.

3. Степень черноты поверхности материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://thermalinfo.ru/eto-interesno/stepen-chernoty-poverhnost-materialov-metallov-dielektrikov> – Дата доступа: 04.12.2022.

4. Кудряшов, В.А. Теплофизические характеристики цементных армированных плит для решения задач нестационарного высокотемпературного нагрева / В.А. Кудряшов, С.С. Ботян, С.М. Данилова-Третьяк, К.В. Николаева // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2018. – Т. 2, № 3. – С. 327–334. DOI: 10.33408/2519-237X.2018.2-3.327.

5. Басакович, И.А. Огнезащитная эффективность гипсовых плит Knauf Fireboard для вертикальных стальных профилей различного сортамента / И.А. Басакович, С.С. Ботян, С.М. Жамойдик, В.А. Кудряшов, В.А. Осяев, И.И.

Полевада // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 3. – С. 268–282. DOI: 10.33408/2519-237X.2019.3-3.268.

6. Температуры и давления взрыва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://koi.tspu.ru/koi_books/arhipov1/ch8r5.htm– Дата доступа: 04.12.2022.

НЕОБХОДИМОСТЬ КВАЛИФИКАЦИИ НАРУШЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МЕР АДМИНИСТРАТИВНОГО ПРЕСЕЧЕНИЯ

Бойко В.П., Зайнудинова Н.В.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

В целях защиты от пожаров жизни и здоровья людей, национального достояния и обеспечения устойчивого функционирования экономики в Республике Беларусь органами государственного пожарного надзора применяются меры административного пресечения, которые направлены на прекращение противоправных действий и предотвращение их вредных последствий.

Согласно п. 74 Положения о порядке организации и проведения проверок, утвержденном Указом Президента Республики Беларусь от 16.10.2009 г. № 510 «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь», определена административно-правовая норма, которая имеет относительно-определенную гипотезу, позволяющая руководствоваться ею, при наличии общей характеристики фактов, устанавливающих необходимость применения мер административного пресечения при выявлении нарушений требований пожарной безопасности, а именно создающих угрозу причинения вреда жизни и здоровью населения. Это обусловлено тем, что действующим законодательством не предусмотрено дифференцирование нарушений требований пожарной безопасности на создающие угрозу жизни и здоровью населения и не создающие такую угрозу. Данное обстоятельство определяет необходимость особенно тщательной проработки должностными лицами органов ГПН оснований для принятия решения о приостановлении (запрете) деятельности организаций (их цехов, производственных участков), объектов строительства, оборудования, а также приостановлении (запрете) производства работ.

Вместе с тем, например, в отношении приостановления (запрета) производства и (или) реализации товаров выявление нарушений требований пожарной безопасности, создающих угрозу причинения вреда жизни и здоровью населения, носит вполне определенный характер. Прежде всего речь идет о нарушении международных актов при производстве и реализации средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения, в частности, – требований ТР ЕАЭС «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017). Исходя из целей данного

регламента (защита жизни и (или) здоровья человека), следует, что невыполнение его требований непосредственно представляет собой создание угрозы причинения вреда жизни и здоровью населения.

В соответствии с п. 9 ст. 36-1 Закона Республики Беларусь «О пожарной безопасности», органы ГПН в случае выявления создающих угрозу причинения вреда жизни и здоровью населения нарушений требований пожарной безопасности органы ГПН:

- вручают (направляют) предложения о приостановлении деятельности организаций (их цехов, производственных участков), объектов строительства, оборудования до устранения нарушений, послуживших основанием для вручения (направления) такого предложения;

- выносят требование о приостановлении (запрете) производства и (или) реализации товаров (работ, услуг) до устранения нарушений, послуживших основанием для вынесения такого требования;

- выносят требование о приостановлении (запрете) эксплуатации гражданами зданий, сооружений, помещений, оборудования и других устройств до устранения нарушений, послуживших основанием для вынесения такого требования.

При этом перечень типовых нарушений, которые создают угрозу жизни и здоровью людей, возникновения пожара или аварии, определен только государственным энергетическим и газовым надзором (сайт: <https://gosenergogaznadzor.by>. Главная / Надзорная деятельность / Надзорная деятельность в отношении субъектов хозяйствования / Перечень типовых нарушений, которые создают угрозу жизни и здоровью людей, гибели животных, возникновения пожара или аварии). Указанный перечень носит информационный (рекомендательный) характер, не является исчерпывающим и может быть дополнен по усмотрению инспекторского персонала в зависимости от рассматриваемой ситуации.

Однако в Российской Федерации применение мер административного пресечения в виде административного приостановления деятельности лиц, осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, юридических лиц, их филиалов, представительств, структурных подразделений, производственных участков, а также эксплуатации агрегатов, объектов, зданий или сооружений, осуществления отдельных видов деятельности (работ), оказания услуг предусмотрено ст. 3.12 КоАП. Административное приостановление деятельности применяется *в случае выявления нарушений, создающих угрозу жизни или здоровью людей*, и если такой вид административного наказания предусмотрен санкциями статьи КоАП. Ст. 20.4 КоАП «Нарушение требований пожарной безопасности» предусматривает указанный вид административного наказания по ч.ч. 2.1, 6, 6.1. При этом в качестве квалифицирующих признаков ч. 2.1 указанной статьи установлены:

- 1) повторность нарушения требований пожарной безопасности;
- 2) объект защиты относится к категории чрезвычайно высокого, высокого или значительного риска;

3) нарушения требований пожарной безопасности выражаются в необеспечении работоспособности или исправности источников противопожарного водоснабжения, электроустановок, электрооборудования, автоматических или автономных установок пожаротушения, систем пожарной сигнализации, технических средств оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре или систем противодымной защиты либо в несоответствии эвакуационных путей и эвакуационных выходов требованиям пожарной безопасности.

Исходя из изложенного следует отметить, что для более эффективного применения мер административного пресечения стал актуальным вопрос о разработке критериев по разграничению нарушений требований пожарной безопасности, создающих/не создающих угрозу причинения вреда жизни и здоровью населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях [Электронный ресурс]: Кодекс Респ. Беларусь, 6 янв. 2021 г., № 91-3 // ILEX. – Режим доступа: https://ilex-private.ilex.by/view-document/BELAW/193845/#M0_h1_3 – Дата доступа: 16.06.2021.

2. Процессуально-исполнительный кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях [Электронный ресурс]: Кодекс Респ. Беларусь, 6 янв. 2021 г., № 92-3 // ILEX. – Режим доступа: https://ilex-private.ilex.by/view-document/BELAW/193846/#M0_h1_3. – Дата доступа: 16.06.2021.

3. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 15 июня 1993 г., № 2403–XII. (в ред. Закона Респ. Беларусь от 11 ноябр. 2019 г. № 251-3) // ILEX. – <https://ilex-private.ilex.by/viewdocument/BELAW/145258/#M100001>. – Дата доступа: 16.06.2021.

4. Тюрин, В.А. Проблемы применения мер пресечения в административном праве России: дис. ... д-ра юрид. наук: 12.00.14 / В.А. Тюрин. – М., 2004 – 341 л.

5. Йонаш, В.В. Административное пресечение как вид административного принуждения: дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.14 / В.В. Йонаш. – Саратов, 2006 – 181 с.

АНАЛИЗ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНОСТИ СЛИВО-НАЛИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Гасанова Ч.В., Шавердо О.В., Бирюк В.А.

Университет гражданской защиты

Развитие промышленности в современном мире ведет к повышению опасностей, связанных с возникновением чрезвычайных ситуаций. В Республике Беларусь чрезвычайная ситуация рассматривается как обстановка, сложившаяся

на определенной территории в результате промышленной аварии, иной опасной ситуации техногенного характера, катастрофы, природного явления, стихийного или иного бедствия, которые повлекли или могут повлечь человеческие жертвы, причинение вреда здоровью людей или окружающей среде, значительный материальный ущерб и нарушение условий жизнедеятельности людей. Поэтому в настоящее время в Республике Беларусь придается приоритетное значение обеспечения промышленной безопасности.

Одним из основных направлений развития промышленности является добыча нефтепродуктов. В связи с ежегодным ростом объема потребления нефтепродуктов во всех странах мира вопрос о безопасности транспортировки и перевалки нефти и нефтепродуктов становится все более актуальным. Это обуславливает необходимость решения основных проблем, возникающих при проведении сливо-наливных операций – обеспечение пожарной безопасности объектов и повышение уровня безопасности обслуживающего персонала. Обеспечение пожарной безопасности на объектах сливо-наливных операций достигается совокупность мероприятий как технологического характера, так и с использованием организационной технических мероприятий.

На сегодняшний день в Республике Беларусь создана законодательная база в области промышленной безопасности, которая учитывает имеющийся международный опыт и многолетнюю практику регулирования этих вопросов. Основным законодательным актом в области обеспечения пожарной и промышленной безопасности при проведении сливо-наливных операций является Постановление Совета Министров № 779 «Об утверждении специфических требований». На основании этого законодательного акта утверждены требования, которые устанавливают правила пожарной безопасности при проведении сливо-наливных операций.

С момента производства до непосредственного использования нефтепродукты подвергаются более чем 20 стадиям «перевалки». Основным видом потерь, безусловно, являются потери от испарения, на долю которых по данным исследований приходится примерно 75 %. По оценкам специалистов, поступление углеводородов при испарении нефтепродуктов в атмосферу, составляет от 20 до 100 млн. т. ежегодно, причем около 9 млн. т. из них выпадает обратно с осадками.

Непосредственную опасность при сливо-наливных операциях представляют потери от испарений нефтепродуктов при эксплуатации парка автоцистерн. Для исключения образования взрывопожароопасной смеси следует проверять исправность сливо-наливных устройств, систем заземления, переключающих вентилей, задвижек, наличия газоанализаторов. Во время операций слива (налива) легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, горючего газа должен применяться инструмент, исключая образование искр. Все обнаруженные неисправности должны быть немедленно устранены.

Основные организационно-техническим мероприятия, направленные на уменьшения риска аварий: качественное обучение персонала вопросам профессиональной деятельности и промышленной безопасности, организация его допуска к работе и своевременная аттестация, разработка средств звуковой

и световой сигнализации, оснащение оборудования средствами блокировок и производства современными газоанализаторами и средствами пожаротушения, организационные мероприятия.

Отечественный и зарубежный опыт по проведению сливо-наливных операций при загрузке транспортных средств нефтепродуктами свидетельствует, что взрывы при их проведении наносят сильный ущерб субъектам хозяйствования, а также могут иметь катастрофические последствия, сопровождаться гибелью людей и большими материальными потерями. Поэтому стоит обратить внимание на усовершенствование технологического процесса, что снизит вероятность возникновения аварии и инцидента.

1. При заправке автомобилей бензином на АЗС из бензобака пары попадают в окружающее пространство при нулевой температуре в количестве 500 г на 1 м³ проданного продукта, согласно приведенного расчета табл. № 2. Международные нормы составляют 35 г/м³. На данном этапе – это продукт покупателя-автомобилиста. Способ снижения – переход на ТРК с балансовой системой возврата паров в емкость АЗС.

2. Во время слива бензина из бензовоза в емкости АЗС происходит залповый выброс паровоздушной смеси в количестве даже выше, чем 500 г на 1 м³ сливаемого бензина. Итого на АЗС по самым скромным подсчетам при температурах, близких к нулевым эмиссия легких углеводородов составляет 1000 г на 1 м³ продаваемого бензина при международных нормах 35 г.

Способ снижения – переход на закрытую технологию слива продукта из бензовоза с возвратом паровоздушной смеси из емкости АЗС в отсеки бензовоза, для этого требуется минимальная доработка присоединительных устройств-рукавов. При этом повышается степень безопасности бензовоза, т.к. при обычном открытом сливе отсеки бензовоза заполняются свежим воздухом и в какие-то моменты за счет недостаточной скорости испарения в них может образоваться взрывоопасная смесь с концентрацией паров от 2 до 6 объемных процентов.

В конечном итоге бензовоз после слива все равно будет доставлен на нефтебазу с насыщенными парами бензина независимо от способа слива закрытого или открытого, только при закрытом способе на нефтебазу будут доставлены пары, которые были в емкости АЗС, а при открытом способе пары, находившиеся в емкости АЗС выбрасываются в атмосферу, а в отсеках бензовоза за счет испарения образуется уже третья порция паров в количестве 500 г/м³, которая доставляется на нефтебазу и будет вытеснена в атмосферу при открытом или закрытом способах налива, за исключением установки утилизации паров. Итого величина эмиссии при использовании плохих существующих технологий уже составляет 1500 г/м³ при температурах, близких к нулю.

Можно еще посмотреть на способ доставки бензина на нефтебазу и конструкцию резервуаров (с понтоном или без), то еще можно накопить 1–1,5 кг на 1 м³ переваливаемого продукта при международных нормах 35 г/м³.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении специфических требований: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20.11.2019 № 779

АНАЛИЗ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНОСТИ СЛИВО-НАЛИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Гасанова Ч.В., Шавердо О.В., Бирюк В.А.

Университет гражданской защиты

Одним из основных факторов успешного функционирования и развития всех отраслей промышленности является производство нефтепродуктов. В связи с ежегодным ростом объема потребления углеводородного топлива во всех странах мира вопрос о безопасности транспортировки и перевалки нефтепродуктов становится все более актуальным. Это обуславливает необходимость решения основных проблем, возникающих при проведении сливо-наливных операций – обеспечение взрывопожаробезопасности объектов и повышение уровня безопасности обслуживающего персонала. Обеспечение безопасности на объектах перевалки нефтепродуктов достигается совокупностью мероприятий как технологического характера, так и проведением организационно-технических мероприятий.

Вместе с тем, анализ выявленных нарушений показывает, что типовыми причинами принудительных приостановок эксплуатации транспортных средств, перевозящих опасные грузы (нефтепродукты) являются:

около 85 % – нарушения технического (в том числе организационно-технического) характера (непрохождение гостехосмотра, несвоевременное проведение периодических и промежуточных проверок цистерн, эксплуатация автоцистерн после истечения установленного (разрешенного) по результатам технического диагностирования срока эксплуатации, неисправности специального оборудования и элементов крепления цистерн, неисправности электрооборудования и средств защиты от статического электричества, неисправности элементов шасси транспортных средств);

около 10 % – нарушения, связанные с документацией (отсутствие эксплуатационной документации, отсутствие (истечение срока действия) маршрутов перевозки опасных грузов, отсутствие (истечение срока действия) свидетельств о допуске транспортных средств к перевозке опасных грузов);

около 5 % – нарушения, связанные с отсутствием подготовленных в установленном порядке (прошедших обучение и проверку знаний) специалистов и персонала, занятого перевозкой опасных грузов.

На сегодняшний день деятельность в области перевозки опасных грузов регламентируется как международным, так и национальным законодательством. Международное право состоит, в основном, из документов, принимаемых под эгидой Организации Объединенных Наций. Одним из важнейших международных документов, регулирующих вопросы перевозки опасных грузов автомобильным транспортом, является Соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов от 30 сентября 1957 года (ДОПОГ) [1], к которому Республика Беларусь присоединилась постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 ноября 1992 г.

№ 721. Национальное законодательство гармонизировано с международными нормами. В Республике Беларусь принят Закон Республики Беларусь от 6 июня 2001 г. № 32-З «О перевозке опасных грузов» [2], а также ряд подзаконных актов, регламентирующих взаимоотношения в области перевозки опасных грузов (Правила, Инструкции и т.д.).

Отечественный и зарубежный опыт по проведению сливо-наливных операций при загрузке транспортных средств нефтепродуктами свидетельствует, что взрывы при их проведении наносят сильный ущерб субъектам хозяйствования, а также могут иметь катастрофические последствия, сопровождаться гибелью людей и большими материальными потерями.

Так, 06.02.2015 в г. Белярский произошел взрыв паров нефтепродуктов при наполнении автоцистерны дизельным топливом. Автомобиль не был заглошен.

22.04.2015 в поселке Первомайский Щекинского района Тульской области при наполнении автоцистерны топливом на территории нефтебазы ООО «Россервис» произошло ее возгорание, пламя перешло на всю площадь автомобиля и цистерны. В результате разрушения цистерны произошел разлив топлива, что привело к пожару и гибели одного человека.

23.05.2016 года, во время выполнения работ по наполнению автоцистерны дизельным топливом на территории комплексной автозаправочной станции РУП «Белоруснефть-Минскавтозаправка», расположенной в г. Минске, произошло возгорание паров нефтепродуктов. В результате чего водитель получил тяжкие телесные повреждения. Предположительно возгорание могло произойти от разряда статического электричества, возникшего в автоцистерне при наполнении ее дизельным топливом, в результате выдавливания паров остатков бензина.

24.11.2016 на складе хранения нефтепродуктов в Тракторозаводском районе Волгограда прогремел взрыв. Произошел взрыв паровоздушной смеси при наливке в автоцистерну дизельного топлива бензовоза марки КАМАЗ. В результате ЧП пострадавший работник нефтяной компании «Роснефть» получил ожог 30 % тела.

31 июля 2019 г. в 11.30 на объекте «Нефтегазовый комплекс г. Брест» (ИООО «ЛУКОЙЛ Белоруссия») произошло возгорание опасного груза во время проведения наливной операции в автомобильную цистерну, находящуюся на топливной рампе.

С момента производства до непосредственного использования нефтепродукты подвергаются более чем 20 стадиям «перевалки». Непосредственную опасность при сливо-наливных операциях представляют потери от испарений нефтепродуктов при эксплуатации парка автоцистерн.

В ходе каждой сливо-наливной операции на 1 м³ переливаемого бензина в атмосферу испаряется 1,1-1,4 м³ паровоздушной смеси, в каждом м³ которой в зависимости от времени года и температуры окружающей среды содержится от 1 до 3,6 л высокооктанового бензина, который при определенных условиях может представлять взрывопожароопасность.

Основным источником зажигания в этом случае чаще всего является статическое электричество. Так, в процессе движения с продуктом или без

него, автоцистерна может приобрести электростатический потенциал до величины пробойного напряжения воздуха $3 \cdot 10^6$ В/м, и при касании заземленным проводником корпуса автоцистерны. На расстоянии 1 мм достаточно потенциала (напряжения) 3000 В возникнет искровой разряд.

При существующих теориях возникновения статического электричества, как признаются сами экспериментаторы, практические результаты образующейся объёмной плотности электрических зарядов могут отличаться от расчетной в 10 раз в обе стороны. Поэтому процесс образования электростатических зарядов при налив автоцистерн, а также возникновение электрических искровых или коронных разрядов, в настоящее время не контролируем и повлиять на него невозможно. С небольшой степенью достоверности можно утверждать и придерживаться следующих обязательных условий:

налив открытой струей должен быть исключен (наливная труба должна находиться в контакте с дном цистерны);

скорость налива в начальный момент должна быть не более 1–1,2 м/с (время налива на данной скорости должно быть достаточно, чтобы зеркало продукта скрыло полностью выходные окна наливного наконечника);

наличие в котле цистерны каких-либо выступающих конструкций, балок или прутьев, расположенных параллельно или с наклоном к зеркалу продукта недопустимо;

обязательно внешнее заземление автоцистерны с помощью устройства, контролирующего величину сопротивления переходного контакта клещей заземления с металлической частью котла цистерны;

одежда и обувь обслуживающего персонала должна быть антистатической;

автомобиль должен быть технически исправен, двигатель заглушен, работа любого электроприбора исключается, зажигание выключено, электропроводка исправна;

инструменты, применяемые при работе, должны иметь покрытие, исключающее искрообразование при контакте или соударении с металлическими или заземленными частями установки и автоцистерны.

Соблюдение вышеуказанных мероприятий позволит исключить вероятность возникновения искрового разряда и снизит величину риска возникновения чрезвычайных ситуаций при проведении сливо-наливных операций при транспортировке нефтепродуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Европейское Соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ).

2. О перевозке опасных грузов [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь от 6 июня 2001 г. № 32-З: в ред. Закона Респ. Беларусь от 12 июля 2013 г. № 62-З // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЛАФЕТНЫХ СТВОЛОВ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

Дмитракович Н.М., Морев А.А.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Современные масштабы строительства и огромное количество уже имеющихся жилых зданий на территории нашей страны позволяют сделать вывод о том, что их строительство и в дальнейшем будет только расти.

На территории Республики Беларусь в настоящее время проживает около 10 миллионов человек, а территория застройки как административной инфраструктуры, так и жилого фонда постоянно увеличивается, это является приоритетной задачей социально-экономического развития на ближайшие годы. В состав жилого фонда входят как многоквартирные жилые дома, общежития, так и частные домовладения.

Многоквартирные жилые дома, расположенные в спальных районах, относятся к объектам повышенного риска, на которых вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций, в том числе и пожаров – велика. Статистика говорит, что пожаров и загораний происшедших в жилом фонде, а также травмирования и гибели людей на них, не становится меньше, а экономические последствия от них выглядят печально и угрожающе.

Так при пожарах в многоквартирных жилых зданиях, в результате быстрого распространения пламени, люди, находящиеся в квартирах, частных жилых домах, зачастую оказываются отрезанными огнем и опасными факторами пожара. Возникает сложность в обеспечении безопасной эвакуации людей, проведении спасательных работ и непосредственном проведении работ по ликвидации загорания, а именно – подача требуемого количества огнетушащего вещества в этажи здания.

Гибель людей и условия развития пожаров вызваны, чаще всего, халатным отношением людей к собственной безопасности, отсутствием необходимых навыков по действиям в случаях возникновения пожаров, загромождением путей эвакуации, проездов к жилым домам, незнание и нежелание повышать свой уровень безопасности жизнедеятельности.

В связи с этим одним из приоритетных направлений деятельности подразделений МЧС Республики Беларусь является мгновенное реагирование, направленное на спасение людей и тушение пожаров. При работе органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям особое внимание уделяется времени реагирования на любую чрезвычайную ситуацию.

Иными словами, сокращения времени от начала получения сообщения о чрезвычайной ситуации, до ликвидации этой чрезвычайной ситуации в которую входит: прием сообщения о пожаре, обработка информации, высылка техники, сбор и выезд пожарных аварийно-спасательных подразделений, время следования, время на проведение боевого развертывания,

организация поиска и спасения людей, создание условий для локализации и непосредственно самой ликвидации пожара.

На каждом этапе важно грамотное квалифицированное решение, владение определенными навыками и умениями, общая слаженность и командная работа.

Одним из основных показателей успеха и эффективности тушения пожара, после прибытия подразделений к месту чрезвычайной ситуации, является быстрый ввод огнетушащих веществ к месту пожара (в очаг). Чем меньше этот показатель (временной интервал от начала прибытия подразделений до момента воздействия огнетушащего вещества непосредственно на очаг пожара), тем успешнее и быстрее будут созданы условия для локализации и ликвидации пожара, причинен наименьший материальный ущерб и предотвращение травмирования и гибели людей на пожарах, а также снижен риск получения травм среди личного состава, непосредственно участвующего в тушении пожара.

Итак, с учетом характеристик имеющегося оборудования, а также поступающих на вооружение новых образцов техники и вооружения и учитывая опыт применения подразделениями МЧС лафетных стволов для тушения пожаров в зданиях и сооружениях, появилась необходимость разработки методических рекомендаций по применению лафетных стволов в зданиях и сооружениях.

Разработка методических рекомендаций определит конкретный алгоритм действий подразделений по подаче лафетных стволов на тушение пожаров в многоквартирных и частных жилых домах, что в свою очередь позволит подразделениям, задействуя минимальное количество личного состава, подавать огнетушащие вещества с использованием лафетных стволов на тушение пожара в кратчайшие сроки и соответственно выполнить поставленную боевую задачу, с наибольшим успехом и минимальным ущербом.

Также данные методические рекомендации могут быть внедрены и адаптированы для использования в боевой работе, исходя из специфики местных условий, во всех подразделениях МЧС Республики Беларусь.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ ПРИ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Зенкова И.Ф., Козырев Е.В., Луценко О.Н., Виноградова И.О.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена
«Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной
обороны»

Техническим регулированием в области пожарной безопасности [1] определено, что на объектах защиты в рамках системы обеспечения пожарной

безопасности должна быть создана система противопожарной защиты (далее – СПЗ), цель которой – защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара, а также ограничение последствий пожара.

Одной из систем, входящих в состав СПЗ, является система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (далее – СОУЭ), своевременное срабатывание которой позволит организовать безопасную эвакуацию людей на объекте.

Следует отметить, что жизненный цикл здания или сооружения представляет собой совокупность этапов [2], в течение которых последовательно осуществляются:

- инженерные изыскания;
- проектирование;
- строительство (в том числе, консервация);
- эксплуатация (в том числе, текущие ремонты);
- реконструкция;
- капитальный ремонт;
- снос здания или сооружения.

Рассмотрим требования к обеспечению пожарной безопасности объекта защиты на этапе его эксплуатации – применительно к СОУЭ.

Минимально необходимые обязательные для исполнения требования пожарной безопасности к СОУЭ в зданиях и сооружениях [1], в том числе, при эксплуатации объектов защиты, определяют способы оповещения людей о пожаре, управление эвакуацией людей и обеспечение их безопасной эвакуации, а также включают в себя следующие положения:

- соответствие информации, передаваемой СОУЭ, информации, содержащейся в планах эвакуации людей;

- однозначное информирование пожарными оповещателями людей о пожаре в течение всего времени эвакуации;

- наличие в любой точке защищаемого объекта, где требуется оповещение людей о пожаре, уровня громкости, формируемого звуковыми и речевыми оповещателями, выше допустимого уровня шума и, для речевых оповещателей, разборчивости передаваемого текстового сообщения;

- обеспечение световыми пожарными оповещателями требуемого для защищаемого объекта контрастного восприятия информации;

- наличие специальной очередности оповещения – при разделении на зоны пожарного оповещения, определяемые исходя из условия обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре;

- функциональное СОУЭ в течение времени, необходимого для завершения эвакуации людей;

- использование технических средств СОУЭ, разработанных с учетом состояния здоровья и возраста эвакуируемых людей;

- отличие по тональности звуковых сигналов оповещения от звуковых сигналов иного назначения;

- отсутствие возможности регулировки уровня громкости СОУЭ;

- наличие у СОУЭ источников бесперебойного электропитания;

определение условий использования персональных устройств со световым, звуковым и с вибрационным сигналами оповещения.

Итак, это первая часть требований пожарной безопасности для СОУЭ на объектах защиты – требования технического регулирования.

Далее, в отношении объекта защиты Правилами противопожарного режима в Российской Федерации [3], в свою очередь, устанавливаются требования пожарной безопасности, определяющие порядок содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов защиты в целях обеспечения пожарной безопасности.

Указанными требованиями установлено, что на объекте защиты должны быть организованы работы по ремонту, техническому обслуживанию и эксплуатации средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения для обеспечения их исправного состояния.

Перечисленные ниже требования являются общими и в полной мере относятся к СОУЭ:

работы по ремонту, техническому обслуживанию и эксплуатации осуществляются с учетом инструкции изготовителя на технические средства, функционирующие в составе СОУЭ;

при монтаже, ремонте, техническом обслуживании и эксплуатации СОУЭ должны соблюдаться проектные решения, специальные технические условия, а также регламент технического обслуживания указанных систем;

регламент технического обслуживания СОУЭ утверждается руководителем организации;

техническая документация на СОУЭ, а также результаты пусконаладочных испытаний указанных систем хранятся на объекте защиты;

информация о работах, проводимых с СОУЭ, вносится в журнал эксплуатации систем противопожарной защиты.

Следует отметить, что положениями действующего законодательства Российской Федерации предусмотрено [4, 5], что к выполнению работ по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту СОУЭ привлекаются организации или индивидуальные предприниматели, имеющие специальное разрешение (лицензию).

Лицензия представляет собой специальное разрешение на право осуществления юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем конкретного вида деятельности (выполнения работ, оказания услуг, составляющих лицензируемый вид деятельности), которое подтверждается записью в реестре лицензий. Одновременно, при осуществлении лицензируемой деятельности, лицензиат должен соответствовать установленным лицензионным требованиям.

СОУЭ предназначена для информирования людей о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации. Эффективность работы СОУЭ достигается наличием критериев, позволяющих обеспечить качественное функционирование:

высокий уровень проектирования СОУЭ и монтажа технических средств (элементов), составляющих систему;

надлежащая эксплуатация СОУЭ, включающая систематические проверки ее работоспособности, проведение технического обслуживания.

Согласно положениям законодательства [6], деятельность по проектированию средств обеспечения пожарной безопасности на введенных в эксплуатацию зданиях и сооружениях вправе осуществлять лицо, аттестованное в порядке, установленном Правительством Российской Федерации [7]. В процессе аттестации подтверждается соответствие обязательным аттестационным требованиям к стажу, образованию, дополнительным знаниям и навыкам.

В целях обеспечения соответствия требованиям в области пожарной безопасности, установленным к проектированию, монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и методам испытаний на работоспособность СОУЭ, применяются нормы национального стандарта [8], содержащие следующие разделы и приложения:

- область применения;
- нормативные ссылки;
- термины и определения;
- технические требования к проектированию СОУЭ;
- технические требования к монтажу СОУЭ;
- требования к эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту СОУЭ;
- оценка работоспособности СОУЭ;
- методика проверки на работоспособность СОУЭ (обязательное приложение);
- акт проверки (испытаний) на работоспособность (рекомендуемое приложение).

Учитывая вышеизложенное, можно сделать выводы о наличии единого подхода к формированию требований в области пожарной безопасности, позволяющего СОУЭ обеспечить требуемую пожарную безопасность объекта защиты при его эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федер. закон Рос. Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 4 июля 2008 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июля 2008 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Федер. закон Рос. Федерации от 30.12.2009 № 384-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 23 дек. 2009 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 25 дек. 2009 г. Доступ из справ. -правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации: постановление Правительства Российской Федерации от 16.09.2022 № 1479. Доступ из справ. -правовой системы «КонсультантПлюс».

4. О лицензировании отдельных видов деятельности [Электронный ресурс]: Федер. закон Рос. Федерации от 04.05.2011 № 99-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 22 апр. 2011 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 27 апр. 2019 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

5. Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений: постановление Правительства Российской Федерации от 28.07.2020 № 1128. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федер. закон Рос. Федерации от 21.12.1994 № 69-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 18 нояб. 1994 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. О порядке аттестации физических лиц на право проектирования средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, которые введены в эксплуатацию: постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2106. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. ГОСТ Р 59639-2021. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность [Электронный ресурс]. – М. : Российский институт стандартизации. – 24 с. – Режим доступа : https://standartgost.ru/g/ГОСТ_Р_59639-2021.

ОЦЕНКА ПРОТИВОПОЖАРНЫХ РАЗРЫВОВ МЕЖДУ АВТОСТОЯНКАМИ И ЖИЛЫМИ ЗДАНИЯМИ

Зуев С.А., Хасанов И.Р.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

В Российской Федерации требования к противопожарным разрывам регламентируются положениями «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» [1], СП 4.13130.2013 [2] и другими нормативными документами. В сводах правил СП 113.13330.2016 [3] и СП 506.1311500.2021 [4] содержатся общие требования безопасности автостоянок. При этом, противопожарные разрывы от открытых площадок для хранения и парковки автомобилей до зданий, в том числе жилых, не нормируются. Противопожарные разрывы за рубежом от автомобилей до зданий, как правило, также не нормируются [5–7].

Тепловое воздействие на соседние здания, сооружения при возгорании одного автомобиля, как правило, относительно невелико и «растянуто» по времени. В большинстве случаев возникшие пожары ограничиваются горением одного или двух автомобилей. Однако в ситуации аварийного пролива

горючего из топливного бака может возникнуть быстроразвивающийся пожар с угрозой распространения огня на расположенный рядом объект. В связи с этим, представляет интерес оценка оптимального и пожаробезопасного размещения автомобилей на открытых площадках в условиях плотной городской застройки.

Характерные особенности распространения пожаров на автостоянках автомобилей следующие: распространение пожара в основном происходит путем воздействия лучистого теплового потока на соседний автомобиль, скорость распространения напрямую определяется расстояниями между автомобилями; на открытых автостоянках параметры горения и распространения огня при пожарах существенно зависят от скорости и направления ветра; наиболее интенсивное развитие пожара наблюдается при разгерметизации бензобака и проливе топлива. Экспериментальные исследования [8, 9] показали, что при горении различных типов легковых автомобилей мощность пожара составляет от 2 до 4,5 МВт. В работе [10] рассмотрено влияние утечки бензина из бака на скорость тепловыделения при горении, которая может достигать 6,8 МВт, если пролив происходит на большой площади.

В настоящей работе проведена расчетная оценка безопасных противопожарных разрывов с учетом особенностей размещения открытых площадок автостоянок в городской застройке и при различной ветровой нагрузке для наиболее неблагоприятного случая пожара пролива топлива из бака автомобиля.

Расчетные методы противопожарных разрывов между объектами защиты основаны на определении величины теплового потока, передаваемого от пламени пожара на одном из объектов на горючие материалы соседнего объекта [11]. Значения теплового потока определяются с учетом фактического расположения излучающих поверхностей и угловых коэффициентов облученности [12–13].

Для определения максимального значения теплового потока использовалась математическая модель [14], в которой используется условие безопасности нераспространения пожара [11]:

$$\beta q_{\text{пад}} < q_{\text{кр}} \quad (1)$$

где $q_{\text{пад}}$ – плотность падающего теплового потока, Вт/м²; $q_{\text{кр}}$ – критическая плотность теплового потока для объекта, Вт/м²; β – коэффициент запаса (принимается равным 1,2).

Интенсивность теплового излучения q (кВт/м²) от пламени:

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \quad (2)$$

где E_f – среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени, кВт/м²; F_q – угловой коэффициент облученности; τ – коэффициент пропускания атмосферы.

Среднеповерхностная плотность потока излучения на фронте пламени пожара, принимается по [14] как при горении пролива бензина.

Угловой коэффициент облученности F_q определяется по формуле:

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2},$$

где F_V, F_H – факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок соответственно, определяемые для площадок, расположенных в 90° секторе в направлении наклона пламени.

Эффективный диаметр пролива d (м) рассчитывается по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}},$$

где F – площадь пролива, м^2 .

При проливе на неограниченную поверхность площадь пролива $F_{ПР}$ (м^2) жидкости рассчитывается по формуле $F_{ПР} = f_P V_{Ж}$, где $V_{Ж}$ – объем жидкости, поступившей в окружающее пространство при разгерметизации резервуара, м^3 , f_P – коэффициент разлития, м^{-1} .

В качестве наихудшего сценария пожара принимается разгерметизация автомобильного топливного бака легкового автомобиля и последующее воспламенение пролива бензина с тепловым воздействием на фасад соседнего жилого дома. В качестве допустимой критической плотности потока на фасаде здания примем общепринятое нормативное значение $q_{кр} = 12,5 \text{ кВт/м}^2$ [6].

Для топливного бака легкового автомобиля емкостью 60 л (45,6 кг) эффективный диаметр пролива на бетонное или асфальтовое покрытие при полной разгерметизации составит – 3,38 м. Массовая скорость выгорания бензина – 0,06 кг/($\text{м}^2\text{с}$) [14], среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени пролива бензина – 60 кВт/ м^2 . При скорости ветра 0 м/с расчетная длина факела составит 7,75 м, при скоростях 5 м/с и 10 м/с, соответственно 12,3 м и 12,9 м.

Полученный по формуле (2) график интенсивности теплового излучения q (кВт/ м^2) в зависимости от расстояния при различных значениях ветра в направлении фасада здания приведен на рис. 1.

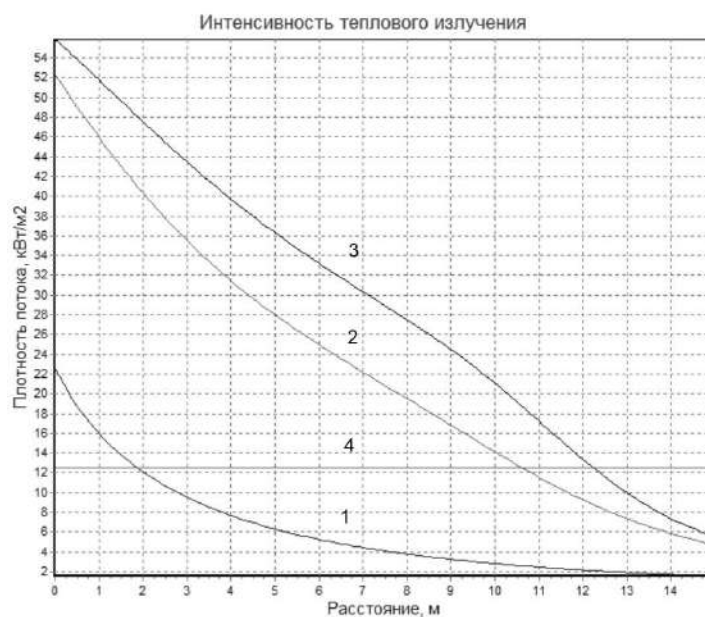


Рис. 1. Интенсивность теплового излучения от горящего пролива бензина: 1 – скорость ветра 0 м/с; 2 – скорость ветра 5 м/с; 3 – скорость ветра 10 м/с; 4 – критический поток 12,5 кВт/м².

Как видно из полученных графиков, величина теплового потока существенно зависит от скорости ветра в направлении облучаемой поверхности. При скоростях ветра более 5 м/с в направлении фасада здания критическое значение потока 12,5 кВт/м² может быть превышено на расстояниях более 10 м от горящего автомобиля.

Полученные результаты показали, что максимальное значение теплового потока при пожаре легкового автомобиля будет наблюдаться в случае возгорания пролива бензина. Площадь пролива на бетонное или асфальтовое покрытие при полной разгерметизации топливного бака емкостью 60 л может составить около 9 м².

Установлено, что при ветре более 5 м/с в направлении фасада жилого здания предельное значение падающего теплового потока от горящего пролива бензина может быть превышено на расстояниях 10 м от парковки.

Следует также отметить, что рассмотренный сценарий пролива полного топливного бака легкового автомобиля с принятым ветровым напором в сторону фасада здания является предельным, а указанное высокоинтенсивное горение пролива с превышением критического теплового потока относительно непродолжительно по времени (с учетом скорости выгорания топлива – около 2 мин). Вместе с тем, полученные результаты могут быть значимы в отношении жилых зданий и социальных объектов с возможностью присутствия малолетних детей или инвалидов, неспособных к самостоятельной эвакуации или быстрому спасению при чрезвычайной ситуации. Для таких объектов при расстояниях до автостоянок менее 10 м может потребоваться необходимость устройства огнестойких наружных стен здания с противопожарной защитой оконных проемов и применением негорючей облицовки фасада.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». – М.: ВНИИПО, 2012. – 148 с.
2. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям (с Изменением № 1). – М.: МЧС России, 2020. – 114 с.
3. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99*. – М.: Минстрой России, 2017. – 24 с.
4. СП 506.1311500.2021 «Стоянки автомобилей. Требования пожарной безопасности» (Приказ МЧС России от 17.12.2021 № 880). – М.: МЧС России, 2021. – 30 с.
5. Approved Document B: Fire safety – Volume 1. Dwellings. – London, United Kingdom: Department for Communities and Local Government, 2019. – 174 p.
6. NFPA 80A: Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures. – National Fire Protection Association, 2017. – 23 p.
7. IBC 2018. International Building Code 2018 Edition. – International Code Council (ICC), 2018. – 726 p.
8. Shintani Y., Kakae N., Harada K. Experimental Investigation of Burning Behavior of Automobiles // 6th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, 2004. pp. 43–51.
9. Shipp M., Spearpoint M. Measurements of the severity of fires involving private motor vehicles // Fire and Materials, 1995. vol. 19. no. 3. pp. 143–151.
10. Song Bo, Zhao Li-zeng, Bai Dian-tao, et al., 2013. Experimental Study on Combustion Characteristic of Ordinary Car, China Safety Science Journal 23(7), p. 26–31.
11. Кошмаров Ю.А., Башкирцев М.П. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1987. – 440 с..
12. Гоман П.Н., Соболевская Е.С. Разработка программы расчета интенсивности теплового излучения при пожаре // Технологии техносферной безопасности, 2016. № 1. С. 250–257.
13. Хасанов И.Р., Зуев С.А., Абашкин А.А., Зуева А.С. Оценка безопасных противопожарных расстояний от лесных насаждений до зданий и сооружений // Пожарная безопасность, 2021. № 2. С. 36–43.
14. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. – М.: ВНИИПО. 2009. – 77 с.

ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ НЕНЕЦКОГО АО

Кайбичев И.А., Цыганов С.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Деятельность Федеральной противопожарной службы (ФПС) региона Российской Федерации характеризуют показателями [1]: количество пожаров (X_1 , ед.), прямой материальный ущерб (X_2 , тыс. руб.), количество погибших людей (X_3 , чел.) Эти показатели имеют разные единицы измерения. Применение ранее разработанного [2,3] метода в Microsoft Excel позволяет выполнить оценку результата деятельности ФПС Ненецкого АО (Рис. 1,2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		2016	2017	2018	2019	2020	Мин.	Макс.	2021	Ri
2	X_1	34	41	43	124	117	34	124	148	0
3	X_2	1448	12441	13732	68314	4211	1448	68314	15714	0,79
4	X_3	2	9	3	5	1	1	9	2	0,88
5	Общий результат R									0,55

Рис. 1. Оценка результата деятельности ФПС Ненецкого АО за 2021 год

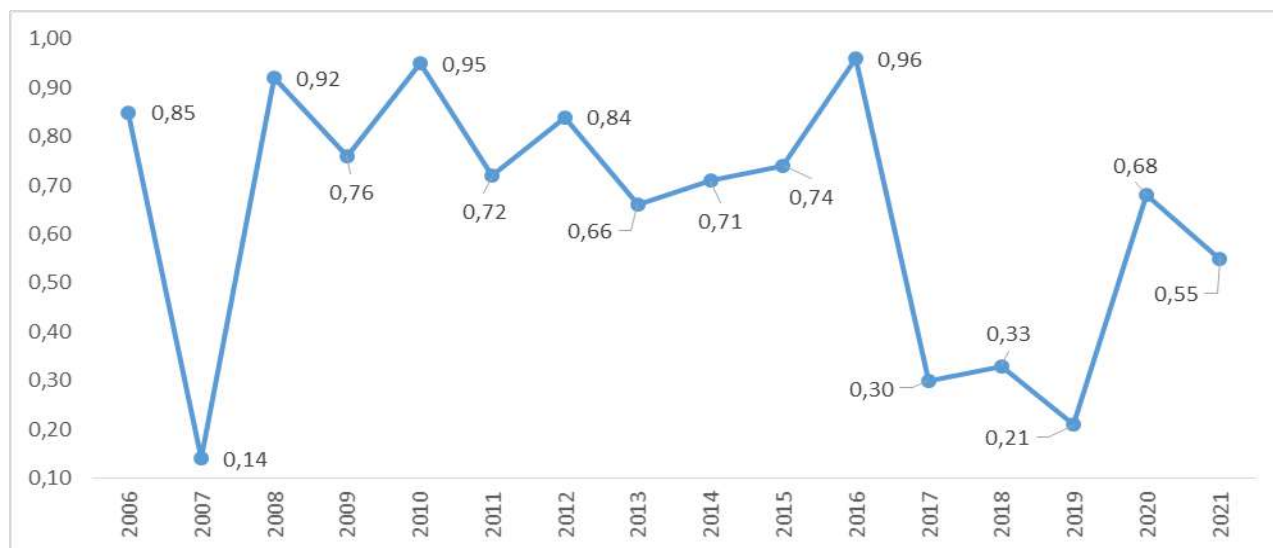


Рис. 2. Оценка результата деятельности ФПС Ненецкого АО в период 2006 – 2021 годов

Среднее значение – 0,65, максимальное значение – 0,96 (наблюдали в 2016 году), минимальное – 0,14 (результат 2007 года), разброс составил 0,82, стандартное отклонение – 0,26. Значения выше среднего наблюдали в 2006, 2008 – 2016, 2020, годах, ниже среднего – в 2007, 2017 – 2019, 2021 годах.

Вариационный ряд оценки результата деятельности ФПС Ненецкого АО состоит из 16 членов (Рис. 3). По формуле Стерджесса разбиваем интервал значений R от 0 до 1,00 на 5 диапазонов.

0,14	0,21	0,30	0,33	0,55	0,66	0,68	0,71	0,72	0,74	0,76	0,84	0,85	0,92	0,95	0,96
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Рис. 3. Вариационный ряд оценки результатов

В первый диапазон [0; 0,2) из вариационного ряда (Рис. 3) попадает 1 член, во второй [0,2; 0,4) – 3 члена, в третий [0,4; 0,6) – 1 член, в четвертый [0,6; 0,8) – 6 членов, в пятый [0,8; 1,00] – 5 членов. Соответственно, относительная частота попадания в первый диапазон равна 0,0625, во второй – 0,1875, третий – 0,0625, четвертый – 0,375, пятый – 0,3125 (Рис. 4).

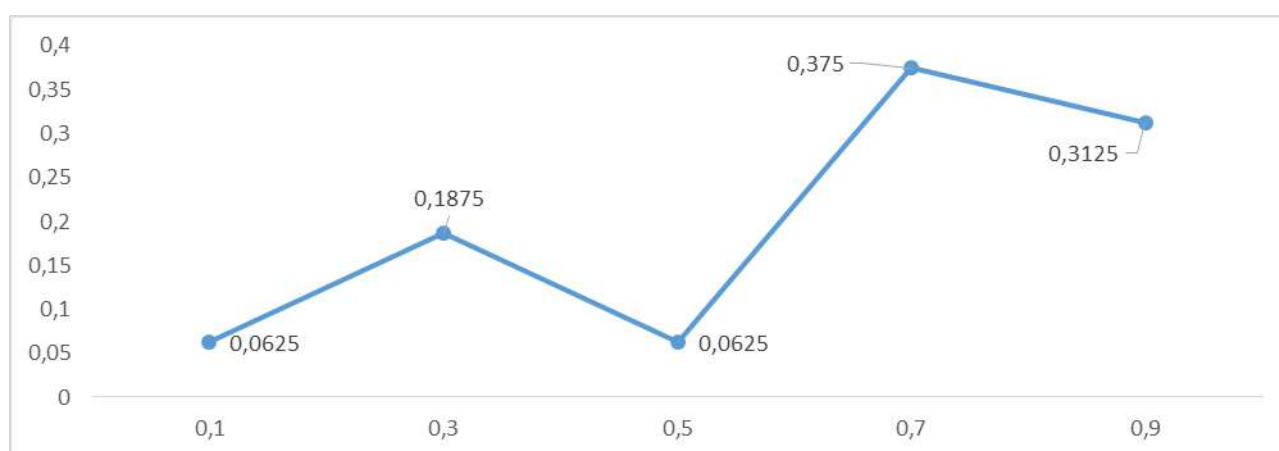


Рис. 4. Эмпирическое распределение относительных частот

Полученное эмпирическое распределение относительных частот (Рис. 4) можно аппроксимировать бета-распределением

$$f(x) = A * x^{\alpha-1} * (1 - x)^{\beta-1} \quad (1)$$

при $A = 20,9$, $\alpha = 7,14$, $\beta = 2,54$.

Рассмотрим возможность применения для прогнозирования линий поддержки и сопротивления [4,5].

При прогнозе на 2011 год используем данные 2006–2010 годов (Рис. 5). Линия поддержки строится на основе двух последних минимумов, при продлении на 2011 год дает значение 1,38. Линия сопротивления строится на основе двух максимумов, продление на 2011 год дает значение 0,97. В данной ситуации прогнозируют спад. Реальное значение R для 2011 года – 0,72 подтверждает спад.

Прогноз на 2012 год основан на данных 2007–2011 годов (Рис. 6). Продление линии поддержки на 2012 год дает нижнюю границу прогнозного интервала – 0,70. Верхняя граница прогнозного интервала (0,98) получается продлением линии сопротивления на 2012 год. Линии поддержки и сопротивления имеют различное направление: линия поддержки направлена вниз, линия сопротивления – вверх. Поэтому следует ожидать колебаний

в прогнозном интервале $[0,70; 0,98]$. Реальное значение R для 2012 года – 0,84. Поэтому прогноз оправдался.

Данные 2008–2012 годов используем для прогнозирования на 2013 год (Рис. 7). Продление линии поддержки на 2013 год дает нижнюю границу прогнозного интервала – 0,68. Верхняя граница прогнозного интервала (0,78) получается продлением линии сопротивления на 2013 год.

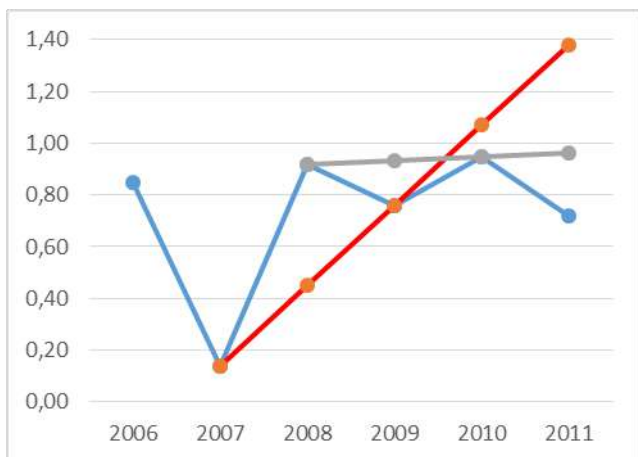


Рис. 5. Прогноз на 2011 год

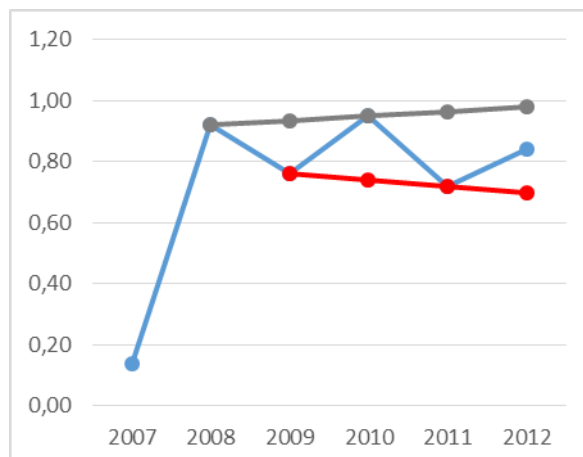


Рис. 6. Прогноз на 2012 год

Линии поддержки и сопротивления направлены вниз. Поэтому следует ожидать уменьшения колебаний R . Прогнозный интервал $[0,68; 0,78]$. Реальное значение R для 2013 года – 0,66. Поэтому прогноз оправдался частично, выход за пределы прогнозного интервала незначительный.

Прогноз на 2014 год основан на данных 2009–2013 годов (Рис. 8). Продление линии поддержки на 2014 год дает нижнюю границу прогнозного интервала – 0,63. Верхняя граница прогнозного интервала (0,73) получается продлением линии сопротивления на 2014 год. Ожидаем изменения величины R в диапазоне $[0,63; 0,73]$.

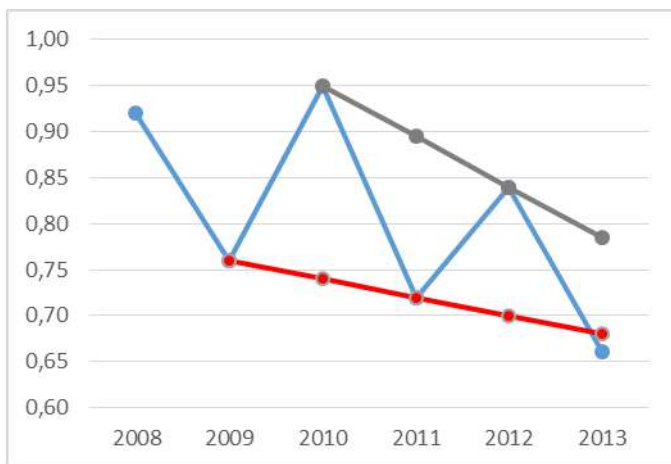


Рис. 7. Прогноз на 2013 год

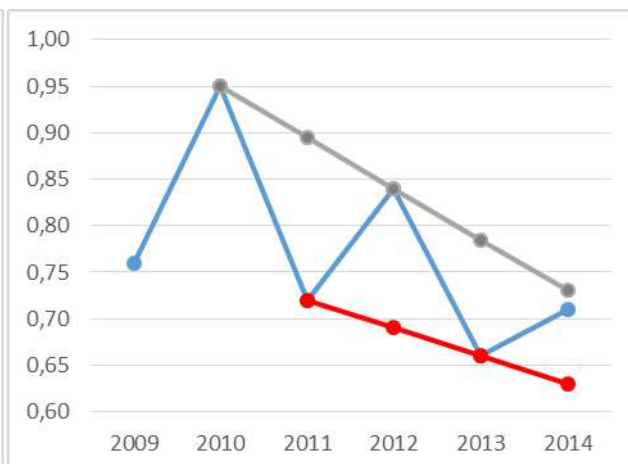


Рис. 8. Прогноз на 2014 год

Поскольку линии поддержки и сопротивления направлены вниз, то вероятно уменьшение величины R по сравнению с величиной до 2013 года. Реальное значение R для 2013 года – 0,71. Поэтому прогноз оправдался, хотя в реальности произошел рост рассматриваемого показателя.

Прогнозный интервал для 2015 года (Рис. 9) – [0,60; 0,65]. Реальное значение R для 2015 года – 0,74. Поэтому прогноз не оправдался. Прогнозный интервал для 2016 года (Рис. 10) – [0,57; 0,71]. Реальное значение R для 2016 года – 0,96. Поэтому прогноз не оправдался.

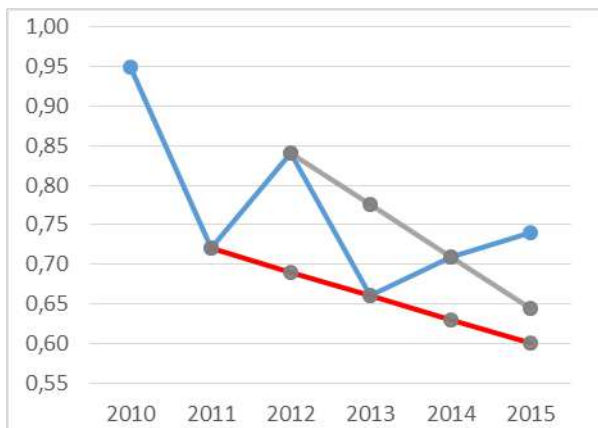


Рис. 9. Прогноз на 2015 год

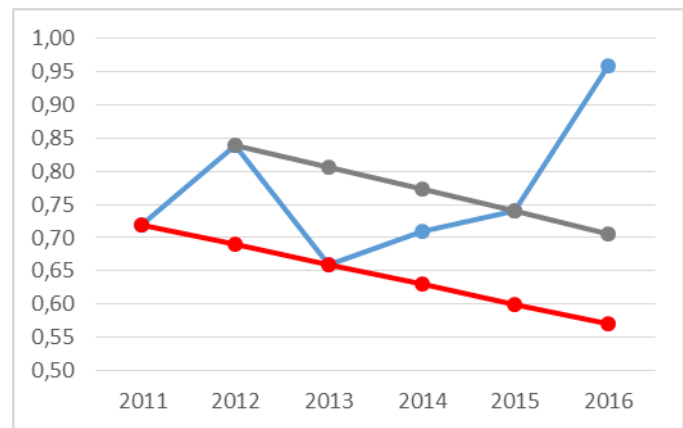


Рис. 10. Прогноз на 2016 год

Прогнозный интервал для 2016 года (Рис. 10) – [0,57; 0,71]. Реальное значение R для 2016 года – 0,96. Поэтому прогноз не оправдался. Прогнозный интервал для 2017 года (Рис. 11) – [0,82; 0,99]. Реальное значение R для 2017 года – 0,30. Поэтому прогноз не оправдался. Прогнозный интервал для 2018 года (Рис. 12) – [0,21; 1,40]. Реальное значение R для 2018 года – 0,33. Поэтому прогноз не оправдался.

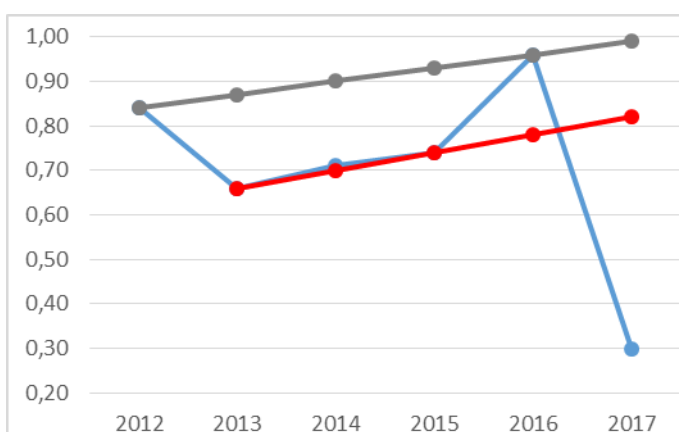


Рис. 11. Прогноз на 2017 год

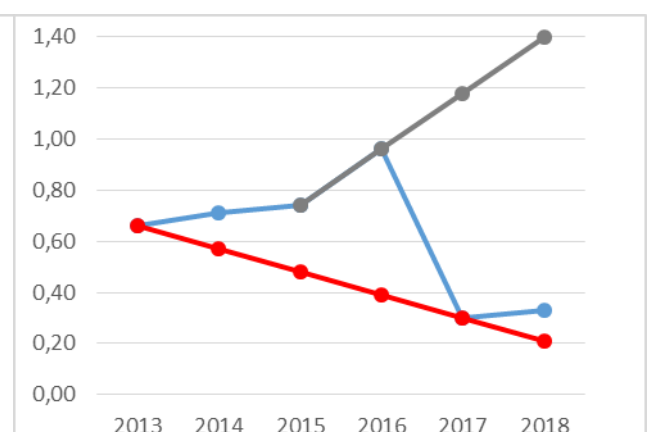


Рис. 12. Прогноз на 2018 год

Прогноз для 2019 года (Рис. 13) – спад R . Реальное значение R для 2019 года – 0,21. Поэтому прогноз оправдался. Прогноз для 2020 года (Рис. 14) – спад R . Реальное значение R для 2020 года – 0,68. Поэтому прогноз не оправдался.

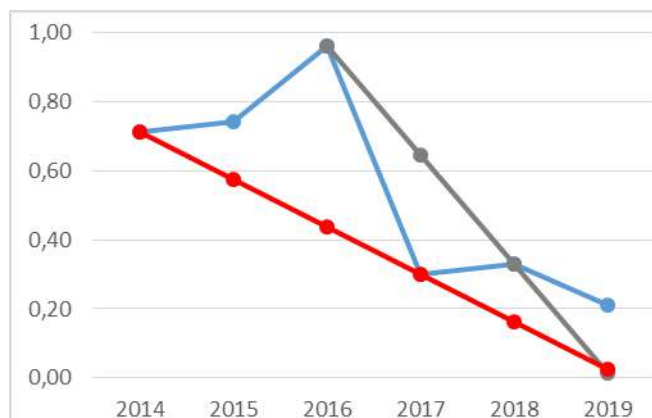


Рис. 13. Прогноз на 2019 год



Рис. 14. Прогноз на 2020 год

Прогноз для 2021 года (Рис. 15) – [0,12; 0,85]. Реальное значение R для 2021 года – 0,55. Поэтому прогноз оправдался.

Прогноз для 2022 года (Рис. 16) – [0,08; 1,03]. Проверить прогноз пока нет возможности.

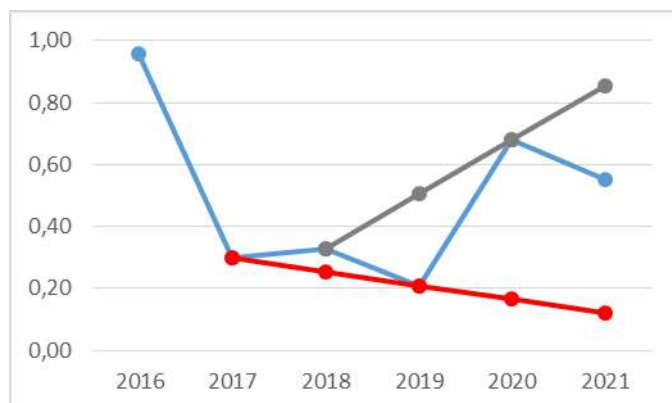


Рис. 15. Прогноз на 2021 год

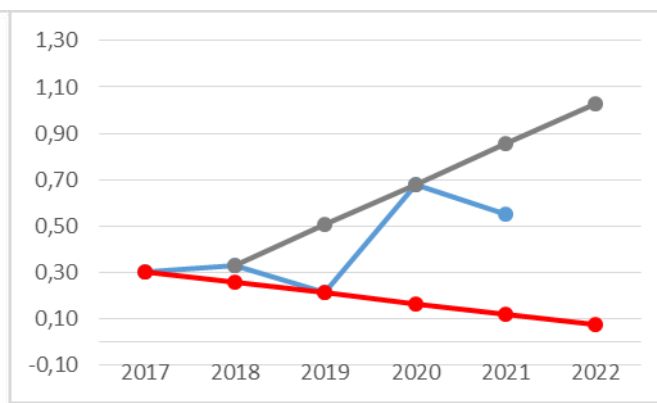


Рис. 16. Прогноз на 2022 год

Нами представлен прогноз для 12 лет (2011 – 2022), в 11 случаев можно сравнить прогноз с фактом (2011 – 2021 года). Совпадение прогноза с фактом установлено в 7 случаев, что составило 58,33 %.

В целом, линии поддержки и сопротивления могут оказаться полезными при прогнозировании обстановки с оценкой результата деятельности ФПС региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

2. Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по Красноярскому краю // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железногорск. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 81–87.

3. Вербицкая С.С., Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по республике Алтай // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железногорск. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 53–59.

4. Achelis S.B. Technical analysis from A to Z. NY: McGraw-Hill, 2001. 267 p.

5. Colby, R.W. The encyclopedia of technical market indicators. NY: McGraw-Hill, 2003. 177 p.

ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Кайбичев И.А., Цыганов С.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Деятельность Федеральной противопожарной службы (ФПС) региона Российской федерации характеризуют показателями [1]: количество пожаров (X_1 , ед.), прямой материальный ущерб (X_2 , тыс. руб.), количество погибших людей (X_3 , чел.) Эти показатели имеют разные единицы измерения. Применение ранее разработанного [2,3] метода в Microsoft Excel позволяет выполнить оценку результата деятельности ФПС Республики Карелия (Рис. 1,2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		2016	2017	2018	2019	2020	Мин.	Макс.	2021	Ri
2	X_1	1153	1101	1060	1697	1696	1060	1697	1626	0,11
3	X_2	24604	21967	19084	58294	52768	19084	58294	50385	0,20
4	X_3	56	55	43	57	52	43	57	50	0,50
5	Общий результат R									0,27

Рис. 1. Оценка результата деятельности ФПС Республики Карелия за 2021 год

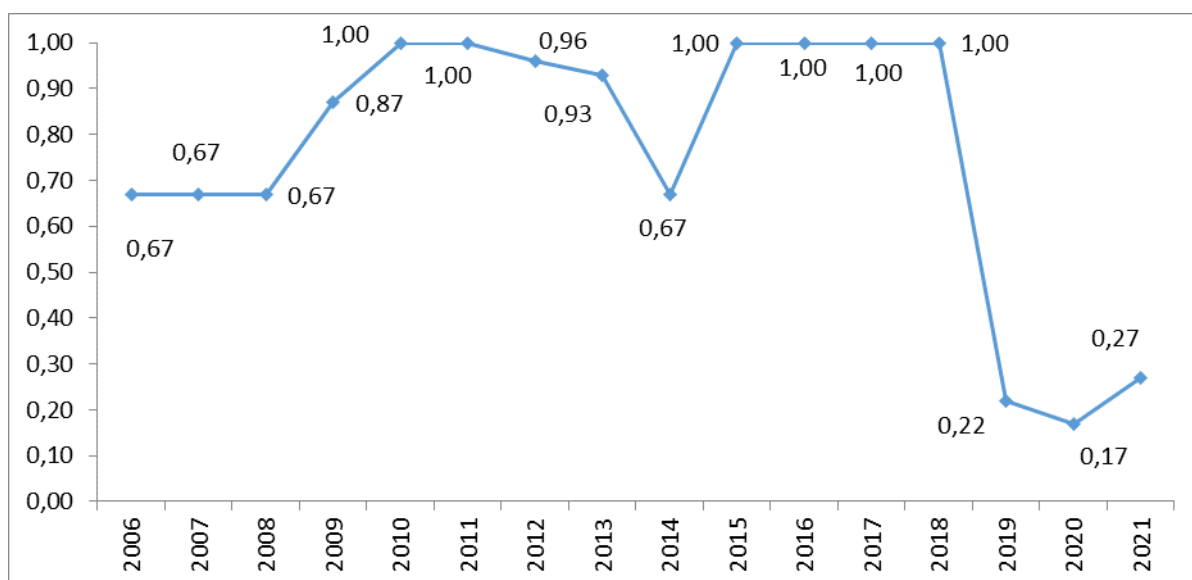


Рис. 2. Оценка результата деятельности ФПС Республики Карелия в период 2006–2021 годов

Среднее значение – 0,76, максимальное значение – 1,00 (наблюдали в 2010, 2011, 2015 – 2018 годах), минимальное – 0,17 (результат 2020 года), разброс составил 0,83, стандартное отклонение – 0,30. Значения выше среднего наблюдали в 2009 – 2013, 2015 – 2018 годах, ниже среднего – в 2006 – 2008, 2014, 2019 – 2021 годах.

Вариационный ряд оценки результата деятельности ФПС Республики Карелия состоит из 16 членов (Рис. 3). По формуле Стерджесса разбиваем интервал значений R от 0 до 1,00 на 5 диапазонов.



Рис. 3. Вариационный ряд оценки результатов

В первый диапазон $[0; 0,2)$ из вариационного ряда (Рис. 3) попадает 1 член, во второй $[0,2; 0,4)$ – 2 члена, в третий $[0,4; 0,6)$ – 0 членов, в четвертый $[0,6; 0,8)$ – 4 члена, в пятый $[0,8; 1,00]$ – 9 членов.

Соответственно, относительная частота попадания в первый диапазон равна 0,0625, во второй – 0,125, третий – 0, четвертый – 0,25, пятый – 0,5625 (Рис. 4).

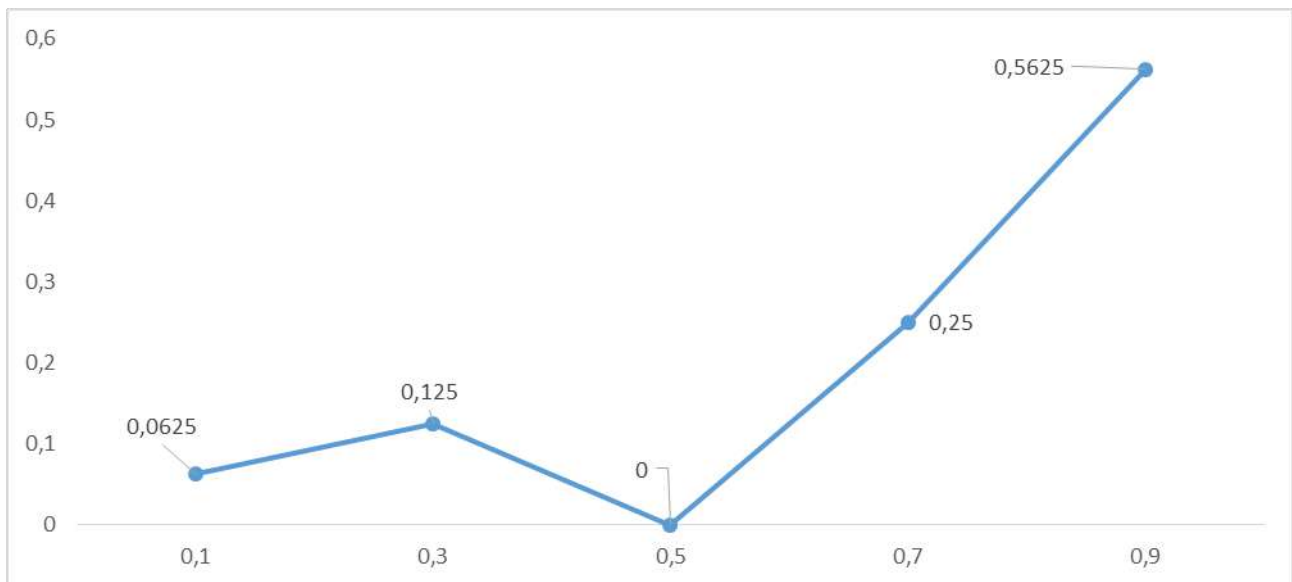


Рис. 4. Эмпирическое распределение относительных частот

Полученное эмпирическое распределение относительных частот (Рис. 4) можно аппроксимировать бета-распределением

$$f(x) = A * x^{\alpha-1} * (1 - x)^{\beta-1} \quad (1)$$

при $A = 28,31$, $\alpha = 9,946$, $\beta = 2,292$.

Рассмотрим возможность применения для прогнозирования линии роста/падения (Advance –Declaine Line – ADL) [4,5]:

$$ADL_t = ADL_{t-1} + (A_t - D_t) \quad (2)$$

где, ADL_t , ADL_{t-1} – значения индикатора роста/падения на текущий и предыдущий период, A_t – количество растущих и D_t количество падающих финансовых инструментов в текущем периоде.

Расчет значений индикатора ADL можно выполнить, начиная с 2007 года (Рис. 5). В 2007 году оценки R1, R2, R3 не изменились по сравнению с 2006 годом, поэтому $ADL = 0$. Для 2008 года ситуация аналогична, $ADL = 0$. В 2009 году увеличилось значение оценки R2, поэтому $ADL = 1$. Для 2010 года наблюдаем увеличение оценки R2, следовательно к значению $ADL = 1$ для 2009 года добавляем 1 и получаем $ADL = 2$.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	R1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,11
3	R2	0,00	0,00	0,00	0,60	1,00	1,00	0,88	0,78	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,28	0,14	0,20
4	R3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,39	0,36	0,50
5	R	0,67	0,67	0,67	0,87	1,00	1,00	0,96	0,93	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,22	0,17	0,27
6	ADL		0,00	0,00	1,00	2,00	2,00	1,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,00	-5,00	-2,00

Рис. 5. Расчет значений индикатора ADL

Рекомендуемая стратегия при работе на фондовом рынке [4,5]:

покупка в случае превышения значения ADL над предшествующим значением;

продажа в ситуации уменьшения значения ADL по сравнению с предшествующим показателем.

Проверим полезность данной стратегии в нашей ситуации.

В 2008 году значение ADL по сравнению с 2007 годом не изменилось. Поэтому для 2009 года прогноз нейтральный (отсутствует спад или рост). В реальности в 2009 году значение R увеличилось до 0,87. Прогноз не оправдался.

В 2009 году значение ADL по сравнению с 2008 годом увеличилось. Прогноз на 2010 год – рост величины R. В реальности в 2010 году оценка R выросла до 1. Прогноз оправдался.

В 2010 году значение ADL по сравнению с 2009 годом увеличилось. Прогноз на 2011 год – рост величины R. В реальности оценка R = 1 осталась неизменной. Прогноз не оправдался.

В 2011 году значение ADL по сравнению с 2010 годом не изменилось. Прогноз на 2012 год – отсутствие направленного тренда для величины R. В реальности оценка R для 2012 года уменьшилась до 0,96. Прогноз не оправдался.

В 2012 году значение ADL по сравнению с 2011 годом уменьшилось. Прогноз на 2013 год – спад величины R. В реальности оценка для 2013 года R уменьшилась до 0,93. Прогноз оправдался.

В 2013 году значение ADL по сравнению с 2012 годом уменьшилось. Прогноз на 2014 год – спад величины R. В реальности оценка для 2014 года R уменьшилась до 0,67. Прогноз оправдался.

В 2014 году значение ADL по сравнению с 2013 годом уменьшилось. Прогноз на 2015 год – спад величины R. В реальности оценка для 2015 года R увеличилась до 1. Прогноз не оправдался.

В 2015 году значение ADL по сравнению с 2014 годом увеличилось. Прогноз на 2016 год – рост величины R. В реальности оценка для 2016 года R не изменилась по сравнению с 2015 годом и составила 1. Прогноз не оправдался.

В 2016 году значение ADL по сравнению с 2015 годом не изменилось. Прогноз на 2017 год – неизменность величины R. В реальности оценка для 2017 года R не изменилась по сравнению с 2016 годом и составила 1. Прогноз оправдался.

В 2017 году значение ADL по сравнению с 2016 годом не изменилось. Прогноз на 2018 год – неизменность величины R. В реальности оценка для 2018 года R не изменилась по сравнению с 2017 годом и составила 1. Прогноз оправдался.

В 2018 году значение ADL по сравнению с 2017 годом не изменилось. Прогноз на 2019 год – неизменность величины R. В реальности оценка для 2019 года R упала до 0,22. Прогноз не оправдался.

В 2019 году значение ADL по сравнению с 2018 годом уменьшилось. Прогноз на 2020 год – спад величины R. В реальности оценка для 2020 года R упала до 0,17. Прогноз оправдался.

В 2020 году значение ADL по сравнению с 2019 годом уменьшилось. Прогноз на 2021 год – спад величины R. В реальности оценка для 2021 года R возросла до 0,27. Прогноз не оправдался.

В 2021 году значение ADL по сравнению с 2020 годом возросло. Прогноз на 2022 год – рост величины R. К данному моменту времени нет данных для проверки этого прогноза.

Нами представлен прогноз для 14 лет (2009–2022 года), в 13 случаев можно сравнить прогноз с фактом (2009–2021 года). Совпадение прогноза с фактом установлено в 6 случаях, что составило 46,15 %.

Достоверность прогноза можно увеличить при помощи корректировки стратегии использования индикатора ADL (заимствованной на фондовом рынке) с учетом того, что величина оценки R находится в диапазоне от 0 до 1. Поэтому значения R ниже 0 и выше 1 не возможны.

Модифицированная стратегия для оценки перспектив оценки:

рост R в случае превышения значения ADL над предшествующим значением, если предшествующее значение $R = 1$, то сохранение значения;

спад R в ситуации уменьшения значения ADL по сравнению с предшествующим показателем, если предшествующее значение $R = 0$, то сохранение значения.

Данная модифицированная стратегия немного меняет результат прогноза. Для 2011 и 2016 годов прогнозируем сохранение предшествующего значения $R = 1$. Это увеличивает число совпадений прогноза с фактом до 8, что составляет 61,54 %.

В целом, линии роста/падения (Advance – Decline Line – ADL) могут оказаться полезными при прогнозировании обстановки с оценкой результата деятельности ФПС региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

2. Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по Красноярскому краю // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железногорск. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 81–87.

3. Вербицкая С.С., Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по республике Алтай // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железногорск. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 53–59.

4. Achelis S.B. Technical analysis from A to Z. NY: McGraw-Hill, 2001. 267 p.

5. Colby, R.W. The encyclopedia of technical market indicators. NY: McGraw-Hill, 2003. 177 p.

ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Кайбичев И.А., Цыганов С.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Деятельность Федеральной противопожарной службы (ФПС) региона Российской Федерации характеризуют показателями [1]: количество пожаров (X_1 , ед.), прямой материальный ущерб (X_2 , тыс. руб.), количество погибших людей (X_3 , чел.) Эти показатели имеют разные единицы измерения. Применение ранее разработанного [2,3] метода в Microsoft Excel позволяет выполнить оценку результата деятельности ФПС Республики Коми (Рис. 1,2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		2016	2017	2018	2019	2020	Мин.	Макс.	2021	Ri
2	X_1	964	869	817	1481	1415	817	1481	1268	0,32
3	X_2	22183	45620	42344	51155	21365	21365	51155	32838	0,61
4	X_3	68	63	63	74	56	56	74	71	0,17
5	Общий результат R									0,37

Рис. 1. Оценка результата деятельности ФПС Республики Коми за 2021 год

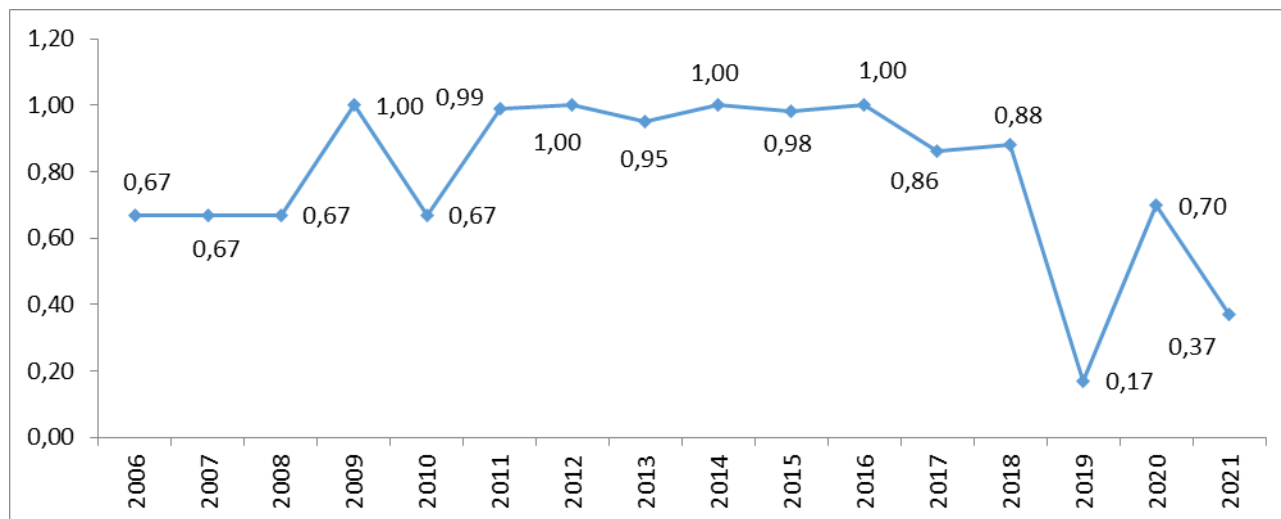


Рис. 2. Оценка результата деятельности ФПС Республики Коми в период 2006–2021 годов

Среднее значение – 0,79, максимальное значение – 1,00 (наблюдали в 2009, 2012, 2014, 2016 годах), минимальное – 0,17 (результат 2019 года), разброс составил 0,83, стандартное отклонение – 0,25. Значения выше среднего

наблюдали в 2009, 2011–2018 годах, ниже среднего в 2006–2008, 2010, 2019–2021 годах.

Вариационный ряд оценки результата деятельности ФПС Республики Коми состоит из 16 членов (Рис. 3). По формуле Стерджесса разбиваем интервал значений R от 0 до 1,00 на 5 диапазонов.

0,17	0,37	0,67	0,67	0,67	0,67	0,70	0,86	0,88	0,95	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Рис. 3. Вариационный ряд оценки результатов

В первый диапазон $[0; 0,2)$ из вариационного ряда (Рис. 3) попадает 1 член, во второй $[0,2; 0,4)$ – 1 член, в третий $[0,4; 0,6)$ – 0 членов, в четвертый $[0,6; 0,8)$ – 6 членов, в пятый $[0,8; 1,00]$ – 8 членов.

Соответственно, относительная частота попадания в первый диапазон равна 0,0625, во второй – 0,0625, третий – 0, четвертый – 0,375, пятый – 0,5 (Рис. 4).

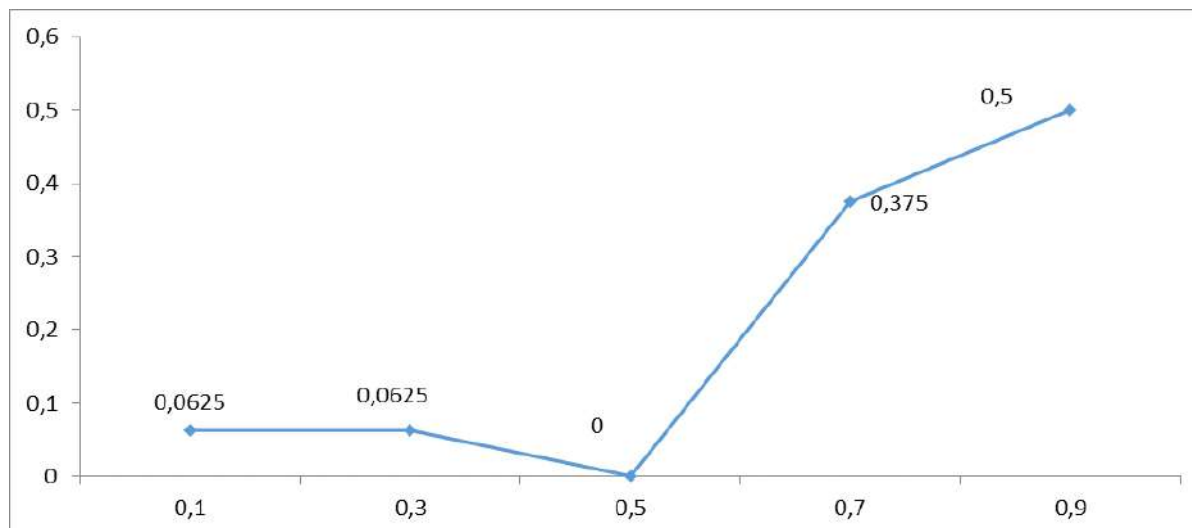


Рис. 4. Эмпирическое распределение относительных частот

Полученное эмпирическое распределение относительных частот (Рис. 4) можно аппроксимировать бета-распределением

$$f(x) = A * x^{\alpha-1} * (1 - x)^{\beta-1} \quad (1)$$

при $A = 27,14$, $\alpha = 8,391$, $\beta = 2,394$.

Рассмотрим возможность применения для прогнозирования процентного осциллятора скорости разброса Хьюза [4,5]:

$$H = \left[\frac{A-D}{A+D+U} \right] * 100 + 100 \quad (2)$$

где A – количество выросших в цене акций, D – количество снизившихся в цене акций, U – количество акций, цена которых не изменилась.

К данному моменту времени накоплен опыт работы на фондовом рынке с промышленным индексом Доу-Джонса [4,5]. В результате трейдерами сформулированы рекомендации:

1. Выставлять заявку на покупку индекса Доу-Джонса (на длительный срок), когда процентный осциллятор скорости разброса Хьюза выше 92 % его 12 дневной экспоненциальной скользящей средней предыдущего дня (правило 1).

2. Если процентный осциллятор скорости разброса Хьюза ниже 104 % его 2 дневной экспоненциальной скользящей средней предыдущего дня, то выставлять заявку (на длительный срок) на продажу индекса Доу-Джонса (правило 2).

3. Выставлять заявку на продажу индекса Доу-Джонса (на короткий срок), когда процентный осциллятор скорости разброса Хьюза ниже 104 % его 8 дневной экспоненциальной скользящей средней предыдущего дня (правило 3).

4. Закрывать короткую позицию (выставлять заявку на покупку при открытой позиции на продажу) по индексу Доу-Джонса, когда процентный осциллятор скорости разброса Хьюза выше 92 % его 46 дневной экспоненциальной скользящей средней предыдущего дня (правило 4).

Проанализируем значения оценок R₁, R₂, R₃, R (Рис. 5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	R1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	↓ 0,00	↑ 0,10	↑ 0,32
3	R2	0,00	0,00	0,00	↑ 1,00	↓ 0,00	↑ 0,98	↑ 1,00	↓ 0,84	↑ 1,00	↓ 0,94	↑ 1,00	↓ 0,58	↑ 0,64	↓ 0,00	↑ 1,00	↓ 0,61
4	R3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	↓ 0,52	↑ 1,00	↓ 0,17
5	R	0,67	0,67	0,67	↑ 1,00	↓ 0,67	↑ 0,99	↑ 1,00	↓ 0,95	↑ 1,00	↓ 0,98	↑ 1,00	↓ 0,86	↑ 0,88	↓ 0,17	↑ 0,70	↓ 0,37

Рис. 5. Значения оценок R₁, R₂, R₃, R

Оценки R₁, R₂, R₃ будут играть роль акций, а общая оценка R выступает в роли аналога индекса Доу-Джонса. Для расчета процентного осциллятора скорости разброса Хьюза вычислим количество выросших оценок A, снизившихся оценок D, количество оценок U, которые не изменились (Рис. 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	A	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	3	1
3	D	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	3	0	2
4	U	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
5	H	100,00	100,00	133,33	66,67	133,33	133,33	66,67	133,33	66,67	133,33	66,67	133,33	0,00	200,00	66,67

Рис. 6. Расчет значений процентного осциллятора Хьюза

Экспоненциальную скользящую среднюю рассчитываем по формуле

$$EMA(N) = Y_t * k + EMA(N)_{t-1} * (1 - k), k = \frac{2}{N+1} \quad (3)$$

где N – количество дней, Y_t – цена акции в день t, EMA(N)_{t-1} – экспоненциальное скользящее среднее в предшествующий день. В нашем

случае для ЕМА(2) имеем $k = 0,67$, для ЕМА(8) имеем $k = 0,22$, для ЕМА(12) имеем $k = 0,15$, для ЕМА(48) имеем $k = 0,04$ (Рис. 7).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	k
2	H	100,00	133,33	66,67	133,33	133,33	66,67	133,33	66,67	133,33	66,67	133,33	0,00	200,00	66,67	
3	ЕМА(2)	100,00	122,22	85,19	117,28	127,98	87,11	117,92	83,75	116,81	83,38	116,68	38,89	146,30	93,21	0,67
4	ЕМА(8)	100,00	107,41	98,35	106,13	112,17	102,06	109,01	99,60	107,10	98,11	105,94	82,40	108,53	99,23	0,22
5	ЕМА(12)	100,00	105,13	99,21	104,46	108,90	102,40	107,16	100,93	105,92	99,88	105,03	88,87	105,97	99,92	0,15
6	ЕМА(46)	100,00	101,42	99,94	101,36	102,72	101,19	102,55	101,03	102,40	100,88	102,26	97,91	102,26	100,74	0,04

Рис. 7. Расчет экспоненциальных скользящих средних

В программе Microsoft Excel с помощью логических функций проверили выполнение правил 1 – 4 (Рис. 8).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	правило 1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
3	правило 2	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
4	правило 3	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
5	правило 4	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0

Рис. 8. Проверка выполнения правил

Правило 1 выполняется для 2009. 2011, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 годов. Следовательно, на основе данных по 2009. 2011, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 годам можно предполагать перспективу роста оценки деятельности в следующем году. По факту значение R снизилось в 2010, 2015, 2017, 2019, 2021 годах. Увеличение оценки R наблюдали только в 2012 году. Достоверность прогноза составила 16,67 %.

Правило 2 выполняется для 2010. 2013, 2015, 2017, 2019, 2021 годов. Следовательно, на основе данных по 2010. 2013, 2015, 2017, 2019, 2021 годам можно предполагать перспективу уменьшения оценки деятельности в следующем году. По факту значение R увеличилось в 2011, 2014, 2016, 2018, 2020 годах. Достоверность прогноза составила 0 %. Для 2022 года нет данных для проверки прогноза.

Правило 3 выполняется для 2010. 2013, 2015, 2017, 2019, 2021 годов. Это совпадает с периодами выполнения правила 2. Поэтому в 2011, 2014, 2016, 2018 годах можно ожидать снижения оценки R. По факту значение R увеличилось в 2011, 2014, 2016, 2018, 2020 годах. Достоверность прогноза составила 0 %.

Правило 4 выполняется для 2009. 2011, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 годов. Это совпадает с периодами выполнения правила 1. На основе данных по 2009. 2011, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 годам можно предполагать перспективу роста оценки деятельности в следующем году. По факту значение R снизилось в 2010, 2015, 2017, 2019, 2021 годах. Увеличение оценки R наблюдали только в 2012 году. Достоверность прогноза составила 16,67 %.

В итоге можно сделать вывод, что в рассмотренной нами ситуации работает только правило 1. При этом достоверность прогноза составила 16,67 %.

Низкая достоверность прогноза ставит вопрос о корректировке правил. Модернизируем правила 1–4:

1. Оценка R имеет тенденцию к падению, когда процентный осциллятор скорости разброса Хьюза выше 92 % его 12 дневной экспоненциальной скользящей средней предыдущего дня (изменение правила 1), когда процентный осциллятор скорости разброса Хьюза выше 92 % его 46 дневной экспоненциальной скользящей средней предыдущего дня (изменение правила 4).

2. Оценка R имеет тенденцию к росту, если процентный осциллятор скорости разброса Хьюза ниже 104 % его 2 дневной экспоненциальной скользящей средней предыдущего дня (изменение правила 2), когда процентный осциллятор скорости разброса Хьюза ниже 104 % его 8 дневной экспоненциальной скользящей средней предыдущего дня (изменение правила 3).

Сформулированные выше два правила назовем: первое – модернизированное правило 1, второе – модернизированное правило 2.

Модернизированное правило 1 выполняется для 2009, 2011, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 годов. Следовательно, на основе данных по 2009, 2011, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020 годам можно предполагать перспективу спада оценки деятельности в следующем году. По факту значение R снизилось в 2010, 2015, 2017, 2019, 2021 годах. Увеличение оценки R наблюдали только в 2012 году. Достоверность прогноза составила 83,33 %.

Модернизированное правило 2 выполняется для 2010, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021 годов. Следовательно, на основе данных по 2010, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021 годам можно предполагать перспективу роста оценки деятельности в следующем году. По факту значение R увеличилось в 2011, 2014, 2016, 2018, 2020 годах. Достоверность прогноза составила 100 %. Для 2022 года нет данных для проверки прогноза.

Общая достоверность применения 1 и 2 модернизированного правила составила 90,91 %.

В целом, процентный осциллятор скорости разброса Хьюза после модернизации правил его использования оказался полезным при прогнозировании обстановки с оценкой результата деятельности ФПС региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

2. Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по Красноярскому краю // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железногорск. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 81–87.

3. Вербицкая С.С., Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по республике Алтай // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железногорск. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 53–59.

4. Achelis S.B. Technical analysis from A to Z. NY: McGraw-Hill, 2001. 267 p.

5. Colby, R.W. The encyclopedia of technical market indicators. NY: McGraw-Hill, 2003. 177 p.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Кайбичев И.А., Цыганов С.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Деятельность Федеральной противопожарной службы (ФПС) региона Российской федерации характеризуют показателями [1]: количество пожаров (X_1 , ед.), прямой материальный ущерб (X_2 , тыс. руб.), количество погибших людей (X_3 , чел.) Эти показатели имеют разные единицы измерения. Применение ранее разработанного [2,3] метода в Microsoft Excel позволяет выполнить оценку результата деятельности ФПС Санкт-Петербурга (Рис. 1,2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		2016	2017	2018	2019	2020	Мин.	Макс.	2021	Ri
2	X_1	3089	3031	2932	11006	9934	2932	11006	9610	0,17
3	X_2	412210	266942	3260218	1121184	727052	266942	3260218	1628261	0,55
4	X_3	117	100	99	131	135	99	135	137	0,00
5	Общий результат R									0,24

Рис. 1. Оценка результата деятельности ФПС Санкт-Петербурга за 2021 год



Рис. 2. Оценка результата деятельности ФПС Санкт-Петербурга в период 2006–2021 годов

Первый метод анализа оценки результата деятельности ФПС Санкт-Петербурга взят из математической статистики. В данном методе оценка R считается случайной величиной, принимающей значений в интервале от 0 до 1.

Наблюдаемые варианты оценки R расположим в порядке возрастания. Полученный вариационный ряд оценки результата деятельности ФПС Санкт-Петербурга состоит из 16 членов (Рис. 3).

0,24	0,25	0,65	0,67	0,67	0,70	0,76	0,78	0,84	0,85	0,88	0,90	0,95	0,99	1,00	1,00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Рис. 3. Вариационный ряд оценки результатов

По формуле Стерджесса разбиваем интервал значений R от 0 до 1,00 на 5 диапазонов. В первый диапазон $[0; 0,2)$ из вариационного ряда (Рис. 3) попадает 0 членов, во второй $[0,2; 0,4)$ – 2 члена, в третий $[0,4; 0,6)$ – 0 членов, в четвертый $[0,6; 0,8)$ – 6 членов, в пятый $[0,8; 1,00]$ – 8 членов.

Соответственно, относительная частота попадания в первый диапазон равна 0,0625, во второй – 0,0625, третий – 0, четвертый – 0,375, пятый – 0,5 (Рис. 4).

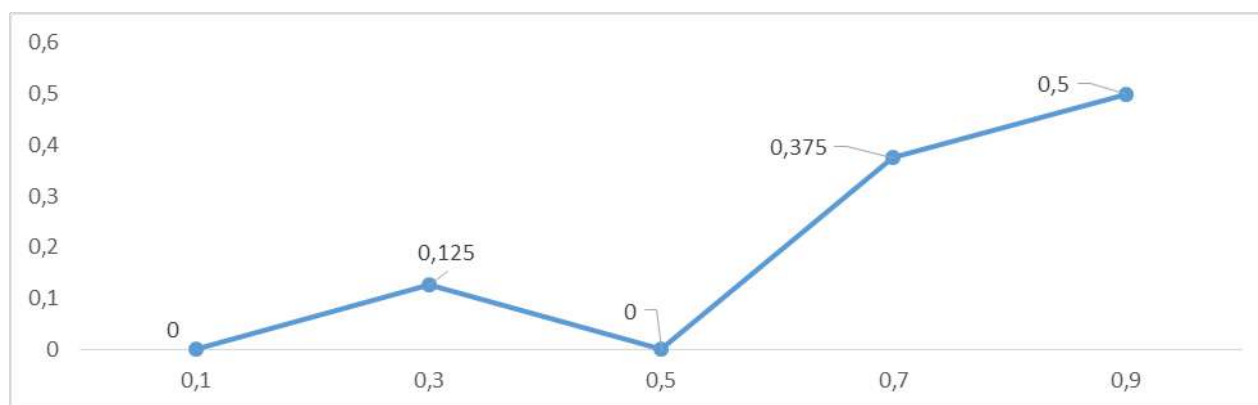


Рис. 4. Эмпирическое распределение относительных частот

Полученное эмпирическое распределение относительных частот (Рис. 4) можно аппроксимировать бета-распределением

$$f(x) = A * x^{\alpha-1} * (1 - x)^{\beta-1} \quad (1)$$

при $A = 0,179$, $\alpha = 1,405$, $\beta = 0,644$.

Среднее значение – 0,76, максимальное значение – 1,00 (наблюдали в 2009, 2017 годах), минимальное – 0,24 (результат 2021года), разброс составил 0,76 стандартное отклонение – 0,23.

Проверим правильность аппроксимации эмпирического распределения бета-распределением (1). Здесь возможны две гипотезы: H_0 – эмпирическое распределение близко к бета-распределению, H_1 – данные распределения различны. Для проверки справедливости гипотез применим критерий согласия Пирсона и вычислим статистику χ^2 :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^5 \frac{(F_{эi} - F_{бi})^2}{F_{бi}} \quad (2)$$

Здесь $F_{эi}$ – частота эмпирического распределения в интервале i , $F_{бi}$ – частота бета-распределения в этом интервале. Расчет статистик хи-квадрат дал значение $\chi^2 = 0,356$ (Рис. 5).

	Fэ	Fб	$((Fэ - Fб)^2)/Fб$
0,1	0	0,073	0,073
0,3	0,125	0,125	0,000
0,5	0	0,173	0,173
0,7	0,375	0,238	0,078
0,9	0,5	0,390	0,031
χ^2			0,356

Рис. 5. Расчет статистики χ^2

Выбираем уровень значимости $\alpha = 0,05$. Число степеней свободы в нашем случае $r = k - 1 = 5 - 1 = 4$ (k – число интервалов). По таблице распределения хи-квадрат при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $r = 4$ находим критическое значение $\chi_{кр}^2 = 9,488$. Наблюдаем выполнение неравенства $\chi^2 < \chi_{кр}^2$. Это позволяет сделать вывод, что с вероятностью $P = 1 - \alpha = 0,95$ справедлива гипотеза H_0 , то есть эмпирическое распределение действительно близко к бета-распределению.

Значения выше среднего наблюдали в 2006–2009, 2013, 2014, 2016, 2017, 2020 годах, на уровне среднего в 2010 году, ниже среднего – в 2011, 2012, 2016, 2017, 2021 годах.

Второй метод анализа основан на практике работы на фондовом рынке. Цены на акции не всегда являются полностью случайной величиной, экономические условия зачастую ограничивают колебаний цен некоторым диапазоном. Причинами колебаний являются соотношение спроса/предложения. Политические события, природные катаклизмы, экономические кризисы приводят к резким скачкам цен, в этом случае происходит выход за пределы обычного торгового диапазона.

Рассмотрим возможность применения для прогнозирования простого индикатора роста/падения – осциллятора скорости разброса рынка Хьюза [4,5]:

$$H = \left[\frac{A-D}{A+D+U} \right] \quad (3)$$

где A – количество выросших в цене акций, D – количество снизившихся в цене акций, U – количество акций, цена которых не изменилась.

К данному моменту времени накоплен опыт работы на фондовом рынке с промышленным индексом Доу-Джонса [4,5]. В результате трейдерами сформулированы рекомендации:

1. Выставлять заявку на покупку индекса Доу-Джонса (на длительный срок), когда осциллятор скорости разброса рынка Хьюза больше 0 (правило 1).
2. Если осциллятор скорости разброса рынка Хьюза меньше 0, то выставить заявку (на длительный срок) на продажу индекса Доу-Джонса (правило 2).
3. Выставлять заявку на продажу индекса Доу-Джонса (на короткий срок), когда осциллятор скорости разброса рынка Хьюза меняет значение с положительного на отрицательное (правило 3).
4. Закрыть короткую позицию (выставлять заявку на покупку при открытой позиции на продажу) по индексу Доу-Джонса, когда осциллятор скорости разброса рынка Хьюза меняет значение с отрицательного на положительное (правило 4).

Проанализируем значения оценок R_1 , R_2 , R_3 , R (Рис. 6). Оценка R_1 не изменялась в течении 2006 – 2018 годов. В 2019 и 2021 годах наблюдаем спад, в 2020 году рост. Оценка R_2 не изменялась в 2012, году, в 2007–2009, 2013, 2014, 2016, 2017, 2019, 2020 годах наблюдаем рост, а в 2010, 2011, 2015, 2018, 2021 годах – спад. Оценка R_3 не изменялась в 2007 – 2014, 2018 годах, в 2016, 2017, 2020 годах наблюдаем рост, а в 2015, 2019, 2021 годах – спад. Общая оценка R оставалась неизменной в 2012 году, в 2007–2009, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017, 2020 годах имеем рост, а в 2010, 2015, 2018, 2019, 2021 годах – спад.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	R1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	↓ 0,00	↑ 0,84	↓ 0,17
3	R2	0,34	↑ 0,53	↑ 0,55	↑ 1,00	↓ 0,29	↓ 0,00	0,00	↑ 0,63	↑ 0,70	↓ 0,00	↑ 0,99	↑ 1,00	↓ 0,09	↑ 0,74	↑ 1,00	↓ 0,55
4	R3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	↓ 0,96	↑ 0,97	↑ 1,00	1,00	↓ 0,00	↑ 1,00	↓ 0,00
5	R	0,78	↑ 0,84	↑ 0,85	↑ 1,00	↓ 0,76	↑ 0,67	0,67	↑ 0,88	↑ 0,90	↓ 0,65	↑ 0,99	↑ 1,00	↓ 0,70	↓ 0,25	↑ 0,95	↓ 0,24

Рис. 6. Значения оценок R_1 , R_2 , R_3 , R

Оценки R_1 , R_2 , R_3 будут играть роль акций, а общая оценка R выступает в роли аналога индекса Доу-Джонса. Для расчета осциллятора скорости разброса рынка Хьюза H вычислим количество выросших оценок A , снизившихся оценок D , количество оценок U , которые не изменились (Рис. 7).

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
A	1	1	1	0	0	0	1	1	0	2	2	0	1	3	0
D	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	1	2	0	3
U	2	2	2	2	2	3	2	2	1	1	1	2	0	0	0
H	0,33	0,33	0,33	-0,33	-0,33	0,00	0,33	0,33	-0,67	0,67	0,67	-0,33	-0,33	1,00	-1,00

Рис. 7. Расчет значений осциллятора скорости разброса рынка Хьюза

Отметим, что значение $H = 0$ наблюдали в 2012 году (Рис. 7). Значение H для 2012 года отрицательно. Следовательно, можно проверить выполнение правила 4. Согласно этому правилу в 2013 году возможен рост оценки R .

В действительности в 2013 году наблюдаем рост R до значения 0,88 (Рис. 8). Прогноз оправдался, правило 4 работает.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
R	0,78	↑ 0,84	↑ 0,85	↑ 1,00	↓ 0,76	↑ 0,67	0,67	↑ 0,88	↑ 0,90	↓ 0,65	↑ 0,99	↑ 1,00	↓ 0,70	↓ 0,25	↑ 0,95	↓ 0,24
H		0,33	0,33	0,33	-0,33	-0,33	0,00	0,33	0,33	-0,67	0,67	0,67	-0,33	-0,33	1,00	-1,00
	прогноз	рост	рост	рост	рост	спад	спад	рост	рост	рост	спад	рост	рост	спад	спад	рост

Рис. 8. Прогноз с помощью осциллятора скорости разброса рынка Хьюза

Ситуаций, когда H близко к 0 и меняет знак с положительного на отрицательный в период 2007 – 2021 годов не обнаружено (Рис. 7). Поэтому проверить выполнение правила 3 нет возможности.

Положительные значения H наблюдали в 2007 – 2009, 2013, 2014, 2016, 2017, 2020 годах (Рис. 7). Согласно правилу 1 в 2008 – 2010, 2014, 2015, 2017, 2018, 2021 годах оценка R может вырасти. В действительности, рост величины R наблюдали (Рис. 8) в 2008, 2009, 2014, 2017 годах. Поэтому прогноз оправдался в 4 случаях из 8, то есть достоверность прогноза составила 50,00 %.

Отрицательные значения H наблюдали в 2010, 2011, 2015, 2018, 2019, 2021 годах (Рис. 7). Согласно правилу 2 оценка R может уменьшиться в 2011, 2012, 2016, 2019, 2022 годах. В действительности, спад величины R наблюдали в 2019 году (Рис. 8). Для 2022 года данных пока нет, проверить выполнение прогноза невозможно. Прогноз оправдался в 1 случае из 4, достоверность прогноза 25,00 %.

В целом правила 1, 2, 3 выполнялись в 6 случаях из 14. Поэтому достоверность применения осциллятора скорости разброса рынка Хьюза в нашем случае составила 42,86 %.

Низкая достоверность прогноза стимулирует поиск способов модернизации правил использования осциллятора скорости разброса рынка Хьюза. При изменении правил используем ограничения на значения оценки R. Величина R может принимать значения от 0 до 1. Поэтому рост выше 1 невозможен, падение ниже 0 невозможно.

1. Величина R имеет тенденцию роста, когда осциллятор скорости разброса рынка Хьюза больше 0 (изменение правила 1), либо меняет значение с отрицательного на положительное (изменение правила 4). Если R = 1, то дальнейший рост не возможен (нет прогноза).

2. Величина R имеет тенденцию спада, если осциллятор скорости разброса рынка Хьюза меньше 0 (изменение правила 2). Если R = 0, то дальнейший спад не возможен (нет прогноза).

Прогноз с использованием модернизированных правил возможен для 2008, 2009, 2011 – 2017, 2019 – 2021 годов (Рис. 9).

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
R	0,78	↑ 0,84	↑ 0,85	↑ 1,00	↓ 0,76	↑ 0,67	0,67	↑ 0,88	↑ 0,90	↓ 0,65	↑ 0,99	↑ 1,00	↓ 0,70	↓ 0,25	↑ 0,95	↓ 0,24
H		0,33	0,33	0,33	-0,33	-0,33	0,00	0,33	0,33	-0,67	0,67	0,67	-0,33	-0,33	1,00	-1,00
	прогноз	рост	рост			спад	спад	рост	рост	рост	спад	рост		спад	спад	рост

Рис. 9. Прогноз на основе модернизированных правил

Модернизированные правила дают прогноз, который выполняется в 6 случаях из 12. Достоверность прогноза составила 50 %.

В целом, осциллятор скорости разброса рынка Хьюза после модернизации правил его использования оказался полезным при прогнозировании обстановки с оценкой результата деятельности ФПС региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

2. Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по Красноярскому краю // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железногорск. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 81–87.

3. Вербицкая С.С., Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по республике Алтай // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железногорск. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 53–59.

4. Achelis S.B. Technical analysis from A to Z. NY: McGraw-Hill, 2001. 267 p.

5. Colby, R.W. The encyclopedia of technical market indicators. NY: McGraw-Hill, 2003. 177 p.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Кайбичев И.А., Цыганов С.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Деятельность Федеральной противопожарной службы (ФПС) региона Российской Федерации характеризуют показателями [1]: количество пожаров (X_1 , ед.), прямой материальный ущерб (X_2 , тыс. руб.), количество погибших людей (X_3 , чел.) Эти показатели имеют разные единицы измерения. Применение ранее разработанного [2,3] метода в Microsoft Excel позволяет выполнить оценку результата деятельности ФПС Ленинградской области (Рис. 1, 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		2016	2017	2018	2019	2020	Мин.	Макс.	2021	Ri
2	X ₁	2930	2812	2826	8241	7547	2812	8241	7285	0,18
3	X ₂	104226	114321	45528	36815	181825	36815	181825	231105	0,00
4	X ₃	198	171	179	164	142	142	198	160	0,68
5	Общий результат R									0,28

Рис. 1. Оценка результата деятельности ФПС Ленинградской области за 2021 год

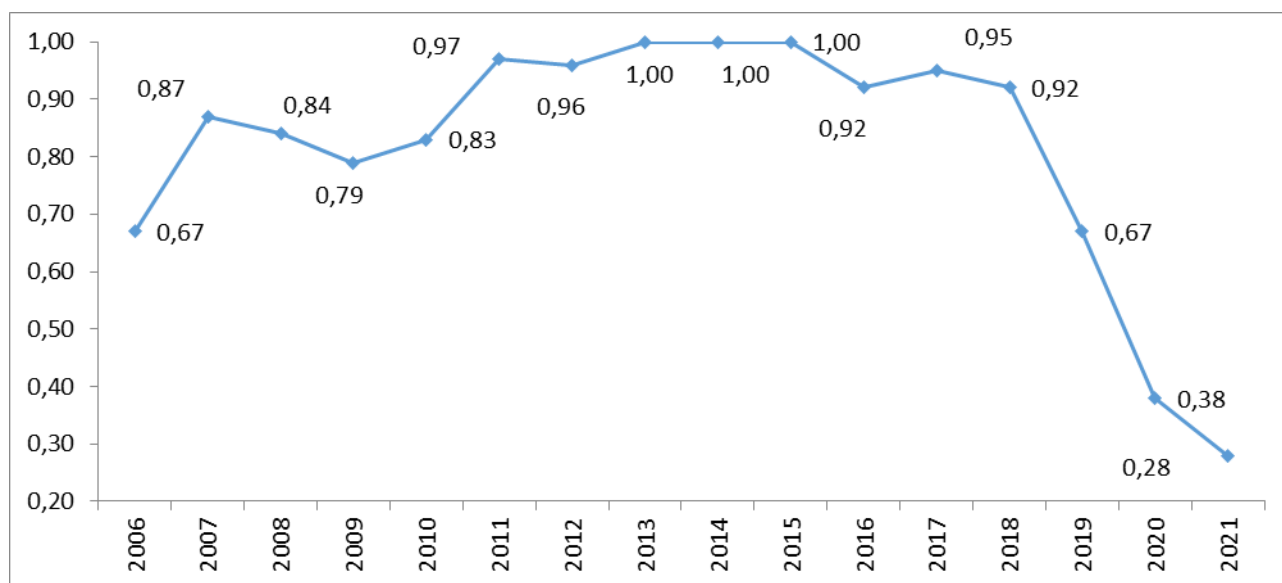


Рис. 2. Оценка результата деятельности ФПС Ленинградской области в период 2006–2021 годов

Первый метод анализа оценки результата деятельности ФПС Ленинградской области взят из математической статистики. В данном методе оценка R считается случайной величиной, принимающей значений в интервале от 0 до 1.

Наблюдаемые варианты оценки R расположим в порядке возрастания. Полученный вариационный ряд оценки результата деятельности ФПС Ленинградской области состоит из 16 членов (Рис. 3).

0,28	0,38	0,67	0,67	0,79	0,83	0,84	0,87	0,92	0,92	0,95	0,96	0,97	1,00	1,00	1,00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Рис. 3. Вариационный ряд оценки результатов

По формуле Стерджесса разбиваем интервал значений R от 0 до 1,00 на 5 диапазонов. В первый диапазон $[0; 0,2)$ из вариационного ряда (Рис. 3) попадает 0 членов, во второй $[0,2; 0,4)$ – 2 члена, в третий $[0,4; 0,6)$ – 0 членов, в четвертый $[0,6; 0,8)$ – 3 члена, в пятый $[0,8; 1,00]$ – 11 членов.

Соответственно, относительная частота попадания в первый диапазон равна 0,0625, во второй – 0,0625, третий – 0, четвертый – 0,375, пятый – 0,5 (Рис. 4).

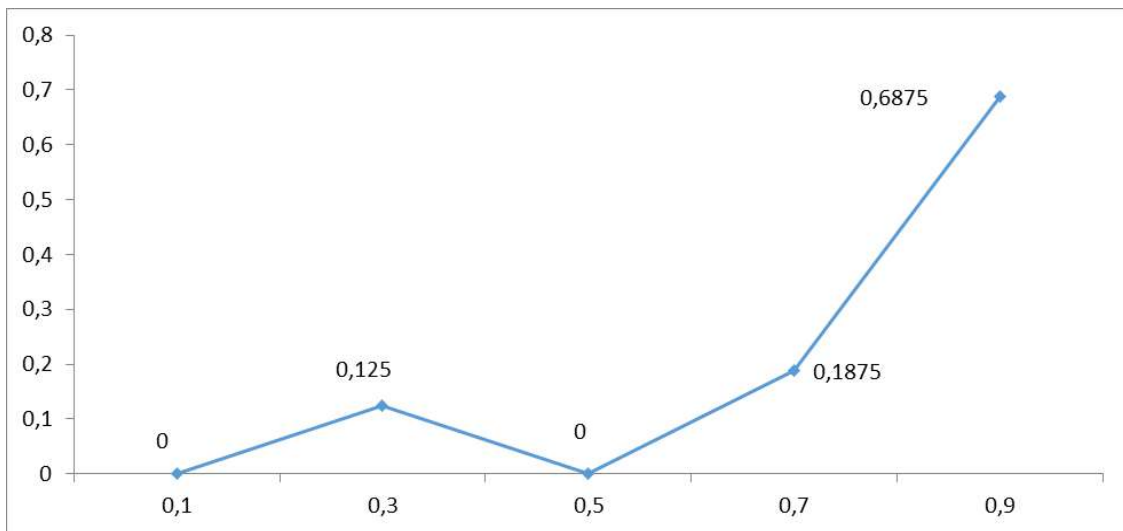


Рис. 4. Эмпирическое распределение относительных частот

Полученное эмпирическое распределение относительных частот (Рис. 4) можно аппроксимировать бета-распределением

$$f(x) = A * x^{\alpha-1} * (1 - x)^{\beta-1} \quad (1)$$

при $A = 0,04$, $\alpha = 1,282$, $\beta = -0,243$.

Среднее значение – 0,82, максимальное значение – 1,00 (наблюдали в 2013–2015 годах), минимальное – 0,28 (результат 2021 года), разброс составил 0,72 стандартное отклонение – 0,22.

Проверим правильность аппроксимации эмпирического распределения бета-распределением (1). Здесь возможны две гипотезы: H_0 – эмпирическое распределение близко к бета-распределению, H_1 – данные распределения различны. Для проверки справедливости гипотез применим критерий согласия Пирсона и вычислим статистику χ^2 :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^5 \frac{(F_{эi} - F_{бi})^2}{F_{бi}} \quad (2)$$

Здесь $F_{эi}$ – частота эмпирического распределения в интервале i , $F_{бi}$ – частота бета-распределения в этом интервале. Расчет статистик хи-квадрат дал значение $\chi^2 = 0,249$ (Рис. 5).

	$F_{э}$	$F_{б}$	$((F_{э}-F_{б})^2)/F_{б}$
0,1	0	0,024	0,024
0,3	0,125	0,045	0,143
0,5	0	0,079	0,079
0,7	0,1875	0,164	0,003
0,9	0,6875	0,688	0,000
χ^2			0,249

Рис. 5. Расчет статистики χ^2

Выбираем уровень значимости $\alpha = 0,05$. Число степеней свободы в нашем случае $r = k - 1 = 5 - 1 = 4$ (k – число интервалов). По таблице распределения хи-квадрат при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $r = 4$ находим критическое значение $\chi_{кр}^2 = 9,488$. Наблюдаем выполнение неравенства $\chi^2 < \chi_{кр}^2$. Это позволяет сделать вывод, что с вероятностью $P = 1 - \alpha = 0,95$ справедлива гипотеза H_0 , то есть эмпирическое распределение действительно близко к бета-распределению.

Значения выше среднего наблюдали в 2007, 2008, 2010 – 2018 годах, ниже среднего – в 2006, 2009, 2019 – 2021 годах.

Второй метод анализа основан на практике работы на фондовом рынке. Цены на акции не всегда являются полностью случайной величиной, экономические условия зачастую ограничивают колебаний цен некоторым диапазоном. Причинами колебаний являются соотношение спроса/предложения. Политические события, природные катаклизмы, экономические кризисы приводят к резким скачкам цен, в этом случае происходит выход за пределы обычного торгового диапазона.

Рассмотрим возможность применения для прогнозирования простого индикатора роста/падения – осциллятора отношение роста/падения (Advance/Decline Ratio) [4,5]:

$$ADR = \frac{A}{D} \quad (3)$$

где A – количество выросших в цене акций, D – количество снизившихся в цене акций.

К данному моменту времени накоплен опыт работы на фондовом рынке с промышленным индексом Доу-Джонса [4,5]. В результате трейдерами сформулированы рекомендации:

1. Выставлять заявку на покупку индекса Доу-Джонса, когда отношение роста/падения выше 1,018 (правило 1).

2. Если отношение роста/падения ниже 1,018, то выставить заявку на продажу индекса Доу-Джонса (правило 2).

Проанализируем значения оценок R_1, R_2, R_3, R (Рис. 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	R1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	↓ 0,97	↓ 0,00	↑ 0,13	↑ 0,18
3	R2	0,00	↑ 0,62	↓ 0,51	↓ 0,38	↑ 0,48	↑ 0,91	↑ 1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	↓ 0,84	↑ 1,00	1,00	↓ 0,00	0,00
4	R3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	↓ 0,89	↑ 1,00	1,00	1,00	↓ 0,81	↑ 1,00	↓ 0,80	↑ 1,00	1,00	↓ 0,68
5	R	0,67	↑ 0,87	↓ 0,84	↓ 0,79	↑ 0,83	↑ 0,97	↓ 0,96	↑ 1,00	1,00	1,00	↓ 0,92	↑ 0,95	↓ 0,92	↓ 0,67	↓ 0,38	↓ 0,28

Рис. 6. Значения оценок R_1, R_2, R_3, R

Оценка R_1 не изменялась в течении 2006 – 2017 годов. В 2018 и 2019 годах наблюдаем спад, в 2020 и 2021 году – рост.

Оценка R_2 не изменялась в 2013–2016, 2019, 2021 годах, в 2007, 2010, 2011, 2012, 2018 годах наблюдаем рост, а в 2008, 2009, 2017, 2020 годах – спад.

Оценка R_3 не изменялась в 2007 – 2011, 2014, 2015, 2020 годах, в 2013, 2017, 2019 годах наблюдаем рост, а в 2012, 2016, 2018, 2021 годах – спад.

Общая оценка R оставалась неизменной в 2014, 2015 годах, в 2007, 2010, 2011, 2012, 2017 годах имеем рост, а в 2008, 2015, 2009, 2012, 2016, 2018–2021 годах – спад.

Оценки R_1 , R_2 , R_3 будут играть роль акций, а общая оценка R выступает в роли аналога индекса Доу-Джонса. Для расчета осциллятора отношение роста/падения ADR вычислим количество выросших оценок A , снизившихся оценок D (Рис. 7).

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
A		1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
D		0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1	1	1
ADR	∞		0	0	∞	∞	1	∞	∞	∞	0	1	0,5	1	1	1

Рис. 7. Расчет значений осциллятора отношение роста/падения ADR

Условия правила 1 выполнены в 2007, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015 годах (Рис. 7). Следовательно, в 2008, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016 годах можно ожидать увеличения общей оценки R . По факту (Рис. 8) рост величины R имел место только в 2011 году. Прогноз оправдался в 1 случае из 6, что составляет 16,67 %.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1 Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
2 ADR	∞	0	0	∞	∞	1	∞	∞	∞	0	1	0,5	1	1	1		
3 Прогноз		Рост	Спад	Спад	Рост	Рост	Спад	Рост	Рост	Рост	Спад	Спад	Спад	Спад	Спад	Спад	Спад
4 Факт		Спад	Спад	Рост	Рост	Спад	Рост	нет	нет	Спад	Рост	Спад	Спад	Спад	Спад	Спад	
5 R		↑ 0,87	↓ 0,84	↓ 0,79	↑ 0,83	↑ 0,97	↓ 0,96	↑ 1,00	1,00	1,00	↓ 0,92	↑ 0,95	↓ 0,92	↓ 0,67	↓ 0,38	↓ 0,28	

Рис. 8. Прогноз с помощью осциллятора отношение роста/падения ADR

Условия правило 2 выполняются в 2008, 2009, 2012, 2016 – 2021 годах. Поэтому можно ожидать падения значения общей оценки R в 2009, 2010, 2013, 2017 – 2022 годах. В реальности (Рис. 8) спад величины R имел место в 2009, 2018 – 2021 годах. Прогноз оправдался в 5 случаях из 8, что составило 62,5 %. Заметим, что выполнение прогноза на 2022 год пока нет возможности проверить.

Прогноз по правилам 1 и 2 в целом оправдался (Рис. 8) в 6 случаях из 14, что составило 42,86 %.

Низкая достоверность прогноза стимулирует поиск способов модернизации правил использования осциллятора отношения роста/падения ADR. При изменении правил используем ограничения на значения оценки R . Величина R может принимать значения от 0 до 1. Поэтому рост выше 1 невозможен, падение ниже 0 невозможно.

1. Величина R имеет тенденцию роста, когда осциллятора отношение роста/падения ADR больше 1,018. Если $R = 1$, то дальнейший рост не возможен и прогноза нет (изменение правила 1).

2. Величина R имеет тенденцию спада, когда осциллятора отношение роста/падения ADR меньше 1,018. Если $R = 0$, то дальнейший спад не возможен и прогноза нет (изменение правила 2).

Прогноз с использованием модернизированных правил возможен для 2008 – 2013, 2016 – 2022 годов (Рис. 9).

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ADR	∞	0	0	∞	∞	1	∞	∞	∞	0	1	0,5	1	1	1	
Прогноз		Рост	Спад	Спад	Рост	Рост	Спад			Рост	Спад	Спад	Спад	Спад	Спад	Спад
Факт		Спад	Спад	Рост	Рост	Спад	Рост	нет	нет	Спад	Рост	Спад	Спад	Спад	Спад	
R	\uparrow 0,87	\downarrow 0,84	\downarrow 0,79	\uparrow 0,83	\uparrow 0,97	\downarrow 0,96	\uparrow 1,00	1,00	1,00	\downarrow 0,92	\uparrow 0,95	\downarrow 0,92	\downarrow 0,67	\downarrow 0,38	\downarrow 0,28	

Рис. 9. Прогноз на основе модернизированных правил

Модернизированные правила дают прогноз, который выполняется в 6 случаях из 12. Достоверность прогноза составила 50 %.

В целом, осциллятора отношения роста/падения ADR после модернизации правил его использования оказался полезным при прогнозировании обстановки с оценкой результата деятельности ФПС региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

2. Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по Красноярскому краю // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железнодорожск. – Железнодорожск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 81–87.

3. Вербицкая С.С., Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по республике Алтай // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железнодорожск. – Железнодорожск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 53–59.

4. Achelis S.B. Technical analysis from A to Z. NY: McGraw-Hill, 2001. 267 p.

5. Colby, R.W. The encyclopedia of technical market indicators. NY: McGraw-Hill, 2003. 177 p.

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Кайбичев И.А., Цыганов С.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Деятельность Федеральной противопожарной службы (ФПС) региона Российской федерации характеризуют показателями [1]: количество пожаров (X_1 , ед.), прямой материальный ущерб (X_2 , тыс. руб.), количество погибших людей (X_3 , чел.) Эти показатели имеют разные единицы измерения. Применение ранее разработанного [2,3] метода в Microsoft Excel позволяет выполнить оценку результата деятельности ФПС Мурманской области (Рис. 1,2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		2016	2017	2018	2019	2020	Мин.	Макс.	2021	Ri
2	X_1	916	888	1096	3441	2880	888	3441	2667	0,30
3	X_2	10137	7404	10655	25682	42595	7404	42595	93384	0
4	X_3	29	23	18	29	25	18	29	33	0
5	Общий результат R									0,10

Рис. 1. Оценка результата деятельности ФПС Мурманской области за 2021 год

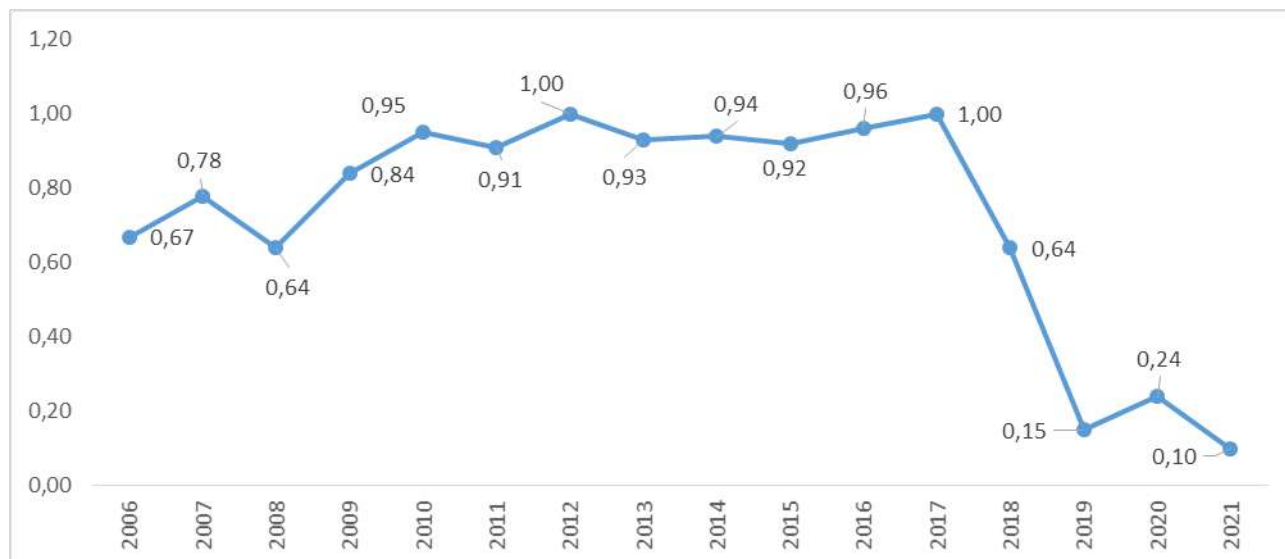


Рис. 2. Оценка результата деятельности ФПС Мурманской области в период 2006–2021 годов

Первый метод анализа оценки результата деятельности ФПС Мурманской области взят из математической статистики. В данном методе оценка R считается случайной величиной, принимающей значений в интервале от 0 до 1.

Наблюдаемые варианты оценки R расположим в порядке возрастания. Полученный вариационный ряд оценки результата деятельности ФПС Мурманской области состоит из 16 членов (Рис. 3).

0,10	0,15	0,24	0,64	0,64	0,67	0,78	0,84	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	1,00	1,00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Рис. 3. Вариационный ряд оценки результатов

По формуле Стерджесса разбиваем интервал значений R от 0 до 1,00 на 5 диапазонов. В первый диапазон $[0; 0,2)$ из вариационного ряда (Рис. 3) попадает 2 члена, во второй $[0,2; 0,4)$ – 1 член, в третий $[0,4; 0,6)$ – 0 членов, в четвертый $[0,6; 0,8)$ – 4 члена, в пятый $[0,8; 1,00]$ – 9 членов.

Соответственно, относительная частота попадания в первый диапазон равна 0,125, во второй – 0,0625, третий – 0, четвертый – 0,25, пятый – 0,5625 (Рис. 4).

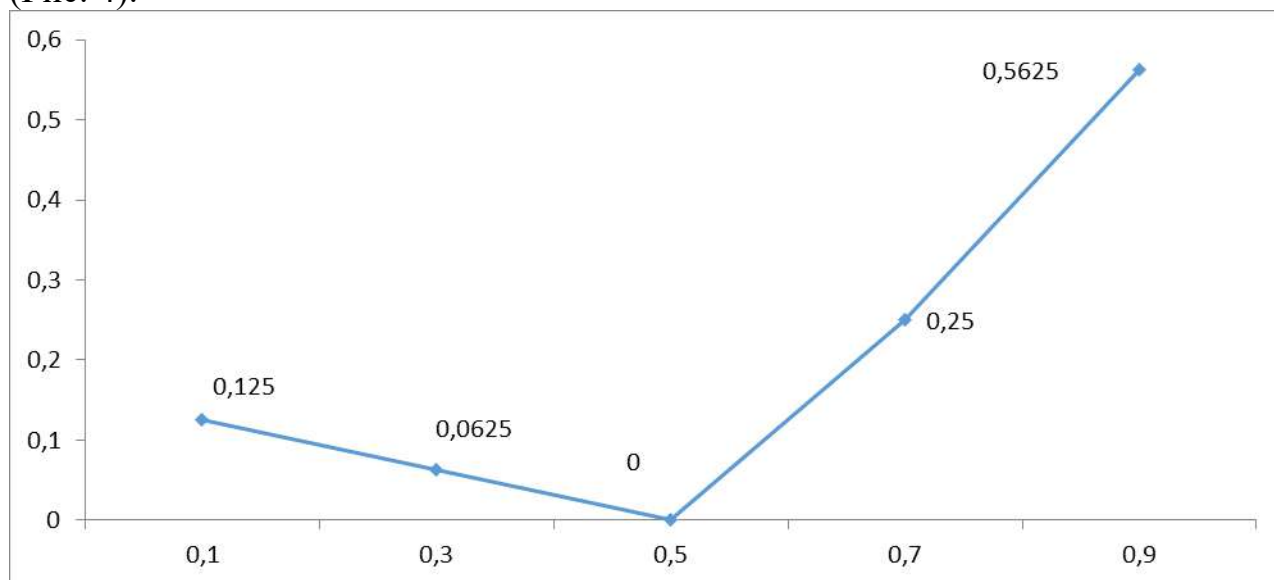


Рис. 4. Эмпирическое распределение относительных частот

Полученное эмпирическое распределение относительных частот (Рис. 4) можно аппроксимировать бета-распределением

$$f(x) = A * x^{\alpha-1} * (1 - x)^{\beta-1} \quad (1)$$

при $A = 0,179$, $\alpha = 1,405$, $\beta = 0,644$.

Среднее значение – 0,73, максимальное значение – 1,00 (наблюдали в 2012 и 2017 годах), минимальное – 0,10 (результат 2021года), разброс составил 0,90 стандартное отклонение – 0,31.

Значения выше среднего наблюдали в 2007, 2009 – 2017 годах, ниже среднего – в 2006, 2008, 2018 – 2021 годах.

Проверим правильность аппроксимации эмпирического распределения бета-распределением (1). Здесь возможны две гипотезы: H_0 – эмпирическое распределение близко к бета-распределению, H_1 – данные распределения

различны. Для проверки справедливости гипотез применим критерий согласия Пирсона и вычислим статистику χ^2 :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^5 \frac{(F_{эi} - F_{бi})^2}{F_{бi}} \quad (2)$$

Здесь $F_{эi}$ – частота эмпирического распределения в интервале i , $F_{бi}$ – частота бета-распределения в этом интервале. Расчет статистики хи-квадрат дал значение $\chi^2 = 0,356$ (Рис. 5).

	Fэ	Fб	$((Fэ - Fб)^2)/Fб$
0,1	0	0,073	0,073
0,3	0,125	0,125	0,000
0,5	0	0,173	0,173
0,7	0,375	0,238	0,078
0,9	0,5	0,390	0,031
χ^2			0,356

Рис. 5. Расчет статистики χ^2

Выбираем уровень значимости $\alpha = 0,05$. Число степеней свободы в нашем случае $r = k - 1 = 5 - 1 = 4$ (k – число интервалов). По таблице распределения хи-квадрат при уровне значимости $\alpha = 0,05$ и числе степеней свободы $r = 4$ находим критическое значение $\chi_{кр}^2 = 9,488$. Наблюдаем выполнение неравенства $\chi^2 < \chi_{кр}^2$. Это позволяет сделать вывод, что с вероятностью $P = 1 - \alpha = 0,95$ справедлива гипотеза H_0 , то есть эмпирическое распределение действительно близко к бета-распределению.

Второй метод анализа основан на практике работы на фондовом рынке. Цены на акции не всегда являются полностью случайной величиной, экономические условия зачастую ограничивают колебаний цен некоторым диапазоном. Причинами колебаний являются соотношение спроса/предложения. Политические события, природные катаклизмы, экономические кризисы приводят к резким скачкам цен, в этом случае происходит выход за пределы обычного торгового диапазона.

Рассмотрим возможность применения для прогнозирования индикатора разброса роста/падения Breadth A/D Indicator: Breath Thrust [4,5]:

$$Z = \frac{A}{A+D} \quad (3)$$

где A – количество выросших в цене акций, D – количество снизившихся в цене акций.

К данному моменту времени накоплен опыт работы на фондовом рынке с промышленным индексом Доу-Джонса [4,5]. В результате трейдерами сформулированы рекомендации:

1. Если 10-дневная простая скользящая средняя построенная на основе индикатора разброса роста/падения выше 0,659 – выставить заявку на покупку (правило 1).

2. Если 10-дневная простая скользящая средняя построенная на основе индикатора разброса роста/падения ниже 0,366 – выставить заявку на продажу (правило 2).

Проанализируем значения оценок R_1 , R_2 , R_3 , R (Рис. 6).

Оценка R_1 не изменялась в течении 2006 – 2017 годов. В 2020 и 2021 году наблюдаем рост, в 2018 году – спад.

Оценка R_2 не изменялась в течении 2015 – 2017, 2021 годов. В 2009, 2010, 2012, 2014 году наблюдаем рост, в 2011, 2013, 2018 – 2020 году – спад.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	R_1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	↓ 0,00	↓ 0,00	↑ 0,22	↑ 0,30
3	R_2	0,00	↑ 0,33	↓ 0,00	↑ 0,62	↑ 0,85	↓ 0,73	↑ 1,00	↓ 0,88	↑ 1,00	1,00	1,00	1,00	↓ 0,91	↓ 0,19	↓ 0,00	0,00
4	R_3	1,00	1,00	↓ 0,93	↓ 0,90	↑ 1,00	1,00	1,00	↓ 0,91	↓ 0,83	↓ 0,77	↑ 0,87	↑ 1,00	1,00	↓ 0,27	↑ 0,50	↓ 0,00
5	R	0,67	↑ 0,78	↓ 0,64	↑ 0,84	↑ 0,95	↓ 0,91	↑ 1,00	↓ 0,93	↑ 0,94	↓ 0,92	↑ 0,96	↑ 1,00	↓ 0,64	↓ 0,15	↑ 0,24	↓ 0,10

Рис. 6. Значения оценок R_1 , R_2 , R_3 , R

Оценка R_3 не изменялась в 2007, 2011, 2012, 2018 годах. В 2010, 2016, 2017, 2020 году наблюдаем рост, а в 2008, 2009, 2013 – 2015, 2019, 2021 году – спад.

Общая оценка R росла в 2007, 2009, 2010, 2012, 2014, 2016, 2017, 2020 годах, уменьшалась – в 2008, 2011, 2013, 2015, 2018, 2019, 2021 годах.

Оценки R_1 , R_2 , R_3 будут играть роль акций, а общая оценка R выступает в роли аналога индекса Доу-Джонса. Для расчета индикатора разброса роста/падения вычислим количество выросших оценок A , снизившихся оценок D (Рис. 7).

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
A	1	0	1	2	0	1	0	1	0	1	1	0	0	2	1
D	0	2	1	0	1	0	2	1	1	0	0	2	2	1	1
Z	1,00	0,00	0,50	1,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,67	0,50

Рис. 7. Расчет значений индикатора разброса роста/падения

В нашем случае есть различие с фондовым рынком, состоящее в том, период используемых нами данных составляет 1 год. Поэтому вместо 10-дневной простой скользящей средней будем рассчитывать 10-летнюю.

Простая скользящая средняя (Simple Moving Average) в такой ситуации вычисляется как среднее значение за 10 лет. Например, при расчете SMA(10)

для 2016 года мы будем рассчитывать среднее значение индикатора разброса роста/падения за период 2007–2016 годов (Рис. 8).

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Z	1,00	0,00	0,50	1,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,67	0,50
SMA(10)										0,50	0,50	0,50	0,45	0,42	0,47

Рис. 8. Расчет SMA(10) от индикатора разброса роста/падения

В рассматриваемой нами ситуации правила 1 и 2 не выполняются. Проанализируем значения SMA(10) индикатора разброса роста/падения и оценок R (Рис. 9).

Год	2016	2017	2018	2019	2020	2021
SMA(10)	0,50	0,50	0,50	0,45	0,42	0,47
R	↑0,96	↑1,00	↓0,64	↓0,15	↑0,24	↓0,10

Рис. 9. Значения SMA(10) индикатора разброса роста/падения и оценок R

Изменим правила 1 и 2:

1. Если 10-летняя простая скользящая средняя построенная на основе индикатора разброса роста/падения выше 0,5 – следует ожидать роста оценки R (изменение правила 1).

2. Если 10-летняя простая скользящая средняя построенная на основе индикатора разброса роста/падения ниже 0,5 – следует ожидать уменьшение величины оценки R (изменение правила 2).

Измененное правило 1 выполнялось в 2016, 2017, 2018 годах. Следовательно, в 2017, 2018, 2019 можно ожидать увеличения оценки R. На самом деле рост наблюдался только в 2017 году (Рис. 9). Достоверность прогноза 33,33 %.

Измененное правило 2 выполнялось в 2019, 2020, 2021 годах. Следовательно, в 2020, 2021, 2022 можно ожидать уменьшения оценки R. Фактически падение оценки R наблюдали только в 2021 году. Данных для 2022 года пока нет, проверить выполнение прогноза для этого года нет возможности, поэтому в целом достоверность прогноза на основании измененного правила 2 составила 66,67 %.

Прогноз на основании измененных правил 1 и 2 был выполнен для 5 лет (2017–2021). Совпадение прогноза с фактом наблюдаем в 2 случаях. Поэтому общая достоверность прогноза составила 40 %.

В целом, индикатора разброса роста/падения Breadth A/D Indicator: Breath Thrust после изменения правил его использования оказался полезным при прогнозировании обстановки с оценкой результата деятельности ФПС региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

2. Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по Красноярскому краю // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железногорск. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 81–87.

3. Вербицкая С.С., Кайбичев И.А. Ретроспектива результатов ГУ МЧС России по республике Алтай // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: сб. материалов X Всероссийской научно-практической конференции, 28 мая 2021 г., г. Железногорск. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – с. 53–59.

4. Achelis S.B. Technical analysis from A to Z. NY: McGraw-Hill, 2001. 267 p.

5. Colby, R.W. The encyclopedia of technical market indicators. NY: McGraw-Hill, 2003. 177 p.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОЖАРОВ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Кудрин А.Н., Роевко В.В.

ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Полигоны захоронения твердых бытовых отходов (далее – ТБО) – инженерно-экологические комплексы, предназначенные для централизованного приема ТБО, их обезвреживания и захоронения, предотвращающие распространение загрязняющих веществ в компоненты природной среды (рисунок 1). Согласно статистическим данным на территории Российской Федерации официально функционирует 2832 полигона ТБО, которые занимают площадь более 5 млн. гектаров [1–5].



Рис. 1 – Типовые полигоны ТБО

На рисунке 2 представлены данные по количеству производимых отходов с 1994 года по 2017 год, по которому можно отметить стремительный рост объемов ТБО в Российской Федерации [5].

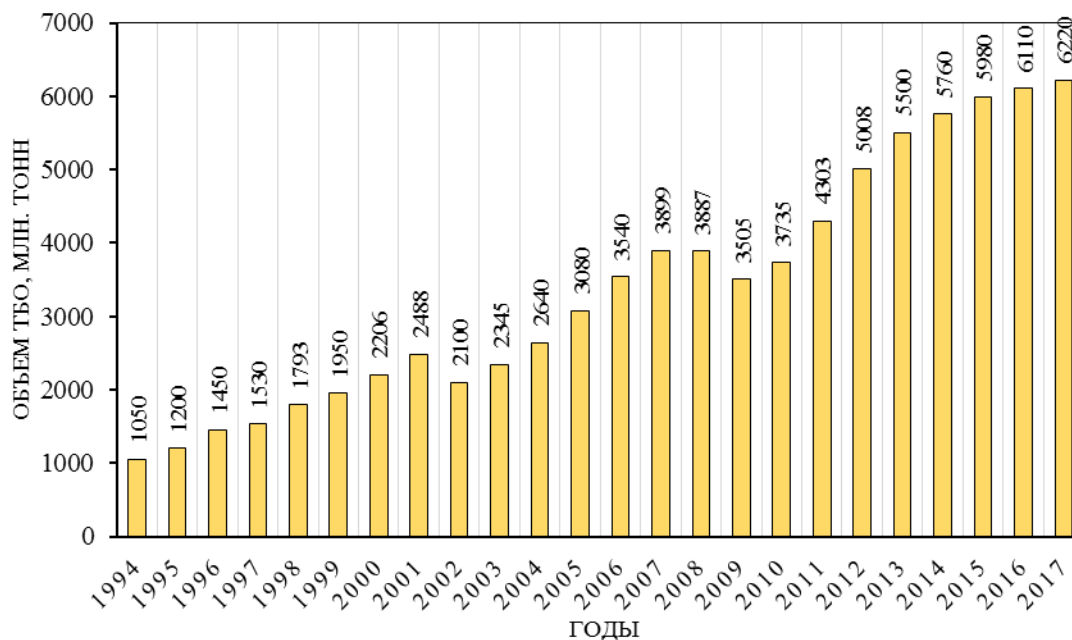


Рис. 2 – Динамики роста объемов ТБО в России

Основная экологическая проблема лежит не в увеличении количества мусора, а в практическом отсутствии его высокотехнологичной утилизации. В соответствии с приведенными данными существует устойчивая тенденция увеличения количества пожаров на полигонах ТБО, в совокупности с данными на рисунке 1.2 целесообразно проверить корреляцию данных и сделать соответствующие выводы (рисунок 3).



Рис. 3 – Совмещенный график количества пожаров на полигонах ТБО и объемов ТБО за 2012–2017 гг.

Расчетом установлено, что коэффициент корреляции Пирсона за 2012–2013 гг. составляет $R^2=0,97$, что свидетельствует о сильной прямой связи. Поэтому справедливо сделать вывод, что рост объема отходов провоцирует рост количества пожаров на полигонах ТБО. Одним из наиболее эффективных средств объемного пожаротушения являются струи температурно-активированной воды (далее – ТАВ) [6]. ТАВ – это водная среда, состоящая из монодисперсной паровой и полидисперсной капельной фазы. Струи ТАВ получаются в результате процесса взрывного вскипания в стволе. Взрывное вскипание – это переход воды из недогретого состояния (вода с температурой $160 - 200^\circ\text{C}$ и давлением около 20 атм) в наиболее узком сечении ствола в струю ТАВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожары и пожарная безопасность в 2012–2022 году [Текст]: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2023. – 125 с.
2. Миркасымова, В.Р. Исследование атмосферного воздуха полигона по депонированию отходов с целью определения пожарной взрывоопасности [Текст] / В.Р. Миркасымова, Р.А. Молчанова, И.Р. Байков, Р.М. Хатмуллина // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2013. – № 5. – С. 433–444. – EDN RTQAWZ.
3. Бахмач А.С. Экономика и менеджмент ТБО. Образование и состав биогаза на полигонах ТБО. [Текст] / А.С. Бахмач // Материалы региональной молодежной науч.-практической конференции Проблема твердых бытовых отходов в городе Владивостоке: пути решения. Владивосток, 2009. С. 21.
4. Алешина, Т. А. Причины возгораний на свалках ТБО [Текст] / Т.А. Алешина // Вестник МГСУ. – 2014. – № 1. – С. 119–124. – EDN RTUKKD.
5. СП 2.1.7.1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов. [Текст] – Взамен СанПиН 2.1.7.722-98, введ. 26.07.2001. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 12 с.
5. Роечко В.В. Применение температурно-активированной воды для тушения пожаров турбинных масел на объектах теплоэнергетики. [Электронный ресурс] / В.В. Роечко, А.В. Пряничников, Е.Б. Бондарев // Технологии техносферной безопасности. – 2015. – №4 (62). – С. 84–93. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25846407> (дата обращения 01.12.2022).

ПОЛУЧЕНИЕ, ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБРАЗЦОВ ГИПСОВЫХ ПЛИТ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ В МУФЕЛЬНОЙ ПЕЧИ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ НАГРЕВА

Кудряшов В.А.¹, Ботян С.С.¹, Коба С.С.²

1 – Университет гражданской защиты МЧС Беларуси; 2 – НИИ ПБ и ЧС МЧС

Рассматривая конструктивное исполнение огнестойких потолков, стоит отметить, что основным материалом, воспринимающим нагрузки при возникновении пожара, является материал покрытия или основной теплоизоляционный слой. Зачастую, при устройстве огнестойких подвесных или самонесущих потолков, производители отдают свое предпочтение применению в качестве такого материала гипсовым плитам, ввиду их доступности на рынке, ценовому диапазону, простоте монтажа, а также хорошим теплоизоляционным характеристикам. Помимо этих параметров материалу так же присущи экологичность, звукоизолирующие свойства, способность поглощать излишнюю влагу, и, что немаловажно – идеально ровная поверхность листа для финишного отделочного покрытия.

Гипсовая плита представляет собой плоский лист прямоугольной формы, состоящий из спрессованного гипса (сердечника), армированного с обеих сторон картоном либо стеклохолстом. Армирующий слой, в зависимости от типа гипсовых плит, выполняет защитную функцию и сдерживает внутренне напряжение сердечника. Листы гипсовых плит различаются по размерам, характеристикам и областям применения. Сердечник из гипса может иметь специфические наполнители, в зависимости от чего выделяют 4 основные вида гипсовых плит, такие как:

- стандартный гипсокартон (ГКЛ);
- влагоустойчивый гипсокартон (ГКЛВ);
- огнестойкий гипсокартон (ГКЛО);
- влагоогнестойкий гипсокартон (ГКЛВО).

Любой вид гипсовых плит относится к материалам, стойким к возгоранию, так как гипс сам по себе обладает негорючими свойствами, приклеенный к нему картон либо стеклохолст не загорается под воздействием высоких температур, а лишь обугливается и тлеет.

С целью углубленного изучения поведения этого материала в составе конструктивного решения огнестойкого подвесного потолка, а также получения и дальнейшего сравнения теплоизоляционных характеристик, была проведена серия модельных испытаний гипсовых плит в муфельной печи при нестационарном режиме нагрева.

Для проведения испытаний были определены следующие типовые представители (образцы) гипсовых плит:

- негорючая гипсовая плита Knauf Fireboard, толщиной 25 мм;
- негорючая гипсовая плита Knauf Fireboard, толщиной 12,5 мм;
- негорючая гипсовая плита Gyproc Fire (ПНГФ), толщиной 12,5 мм;
- гипсокартон стандартный ГСП тип А (ГКЛ), толщиной 9,5 мм;

- образец чистой гипсовой плиты без добавок и без армирующего слоя (карьер РФ).

Все образцы имели размеры 150x100 мм, и подвергались испытанию в муфельной печи при нестационарном режиме нагрева. Тепловое воздействие на образцы осуществлялось в течение 90 минут.

Полученные результаты температурных кривых прогрева перечисленных материалов представлены на рисунке 1.

При проведении испытаний абсолютно всех образцов, с 5 по 17 минуту нагрева, наблюдался интенсивный выход дыма (пара) через технологические отверстия двери муфельной печи, при этом температура на необогреваемой поверхности материала была зафиксирована в пределах 90–120 °С. Фиксация данных температур, а также визуальные наблюдения при проведении испытаний, позволяют сделать вывод о выделении так называемой «свободной воды», химически не связанной с кристаллической решеткой.

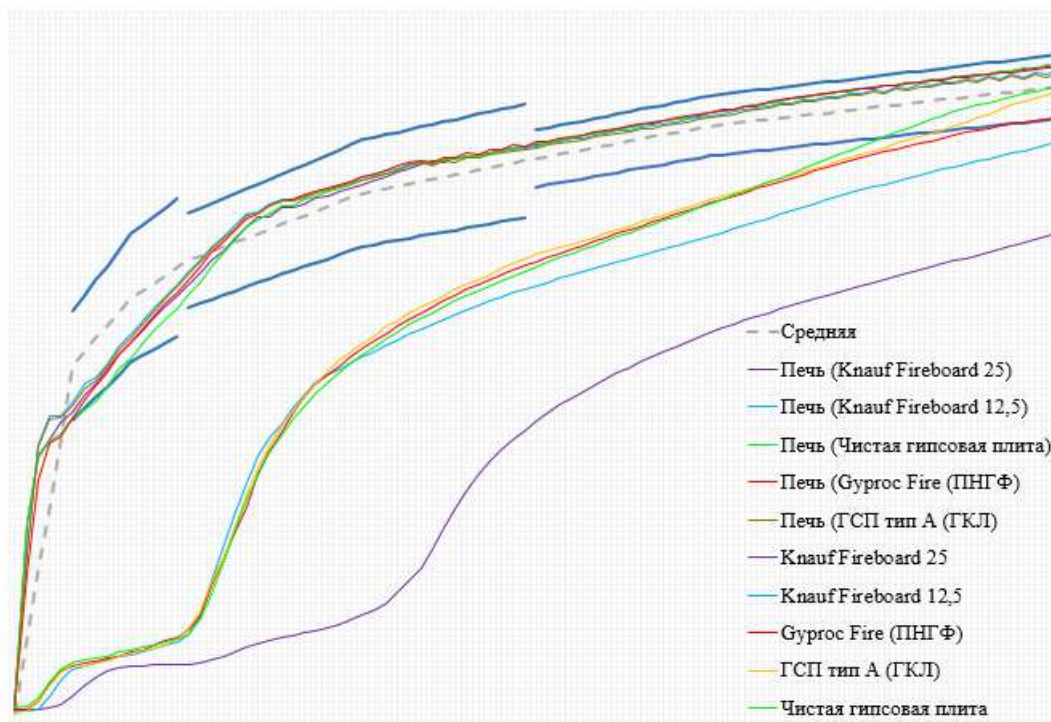


Рис. 1. Схема устройства огнезащитного подвесного потолка

с применением гипсокартонных плит марки Гуррос Fire (ПНГФ)

Важно отметить, что образцы испытывались с целью получения теплофизических характеристик материала, поэтому не принималась во внимание пространственная ориентация расположения гипсовой плиты и факторы локального разрушения с последующим обрушением в результате теплового воздействия на материал.

Визуальный осмотр образцов, после остывания муфельной печи и соблюдения технологических регламентов оборудования, показал, что геометрические размеры образцов уменьшились на 12–15 % во всех направлениях, материал сердечника имел множество трещин либо вовсе

локально осыпался. Армирующий слой, картон либо стеклохолст, на всех испытанных образцах гипсовых плит был полностью разрушен. Фотографии образцов представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Вид образца гипсовой плиты Gyproc Fire (ПНГФ), толщиной 12,5 мм, после проведения испытаний

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшов В.А., Жамойдик С.М., Ботян С.С. Оценка изменений физико-механических свойств современных строительных материалов в условиях пожара с использованием методов компьютерного моделирования // Актуальные проблемы пожарной безопасности: тез. докл. XXX Междунар. науч.- практ. конф. М.: ВНИИПО, 2018 / ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – Москва, 2018. – С. 482–485.

2. Кудряшов, В.А. Экспериментально-расчетная методика оценки теплофизических характеристик строительных материалов с использованием камерной электропечи для решения задач огнестойкости / С.С. Ботян, С.М. Жамойдик, В.А. Кудряшов, Т.К. Нгуен // Вестн. Ун-та гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2020. –Т. 4, № 1. – С. 5–19. – DOI: 10.33408/2519-237X.2020.4-1.5.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕКРЫТИЙ ГАРАЖЕЙ- СТОЯНОК ПРИ ПОЖАРАХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Кудряшов В.А.¹, Иванов С.В.²

1 – Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, 2 – Филиал «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

С каждым годом чрезвычайные ситуации техногенного характера становятся все большим вызовом для экстренных служб, занимающихся ликвидацией ЧС и их последствий. Новые вещества и материалы, используемые в производстве и эксплуатации, постоянно расширяющиеся области применения новых технологий и степень их распространения как в специализированных отраслях, так и в повседневной жизни – все это

становится источниками повышенной опасности при ликвидации современных пожаров и иных чрезвычайных ситуаций.

Одним из самых ярких примеров является современное автомобилестроение. Современный легковой автомобиль – это целый комплекс инженерных, технических, дизайнерских и маркетинговых решений, каждое из которых завязано на совокупности различных направлений, начиная от экономической составляющей и заканчивая человеческой психологией. Материалы, применяемые в производстве большинства современных автомобилей, при очевидных плюсах, таких, как прочность, дешевизна производства, безопасность использования и т.д., имеют и ярко выраженные минусы. В частности, при горении современных полимерных материалов, широко применяющихся в автомобилестроении, на первый план выходят крайняя токсичность продуктов горения, высокая скорость распространения огня, максимальная температура горения и короткий промежуток времени от начала пожара до достижения максимальной температуры горения. Все эти факторы требуют соответствующую степень готовности от служб экстренного реагирования и определенные меры в сферах производства автомобилей и строительства зданий и сооружений с самого этапа проектирования.

Пожары автотранспорта происходят на регулярной основе по различным причинам. Отдельную нишу в списке пожаров на автотранспорте занимают пожары автомобилей в гаражах стоянках. Пожар автомобиля в гараже-стоянке – это та ситуация, которая объединяет в себе всю совокупность факторов чрезвычайных ситуаций и необходимости оперативного реагирования на них. В этом случае ярко проявляется негативное влияние этих факторов сразу в нескольких направлениях: воздействие огня и температуры на окружающие автомобили, воздействие огня и температуры на окружающие строительные конструкции, воздействие на людей, которые могут оказаться в зоне действия опасных факторов пожара, необходимость выполнения одновременно большого количества задач работниками МЧС.

Пожары автомобилей в гаражах-стоянках происходят на порядок реже пожаров автомобилей в иных условиях (в движении, при дорожно-транспортных происшествиях, на открытых парковках и т.д.). Однако, если такой пожар произошел, то это влечет за собой ряд факторов, существенно осложняющих ликвидацию данной чрезвычайной ситуации и ее последствий.

Как правило, существует достаточно ограниченный список причин и сценариев, по которым происходят пожары легковых автомобилей в целом и в гаражах-стоянках в частности. Из них можно выделить [1]:

1. Техническую неисправность автомобиля (нарушение целостности изоляции электропроводки, конструктивные недостатки электрооборудования и иных устройств).

2. Неосторожное обращение с огнем (при контакте с ЛВЖ и ГЖ, при курении и т.д.) (использование открытого огня при определении остатка топлива в баке, непотушенная сигарета, оставленная в салоне).

3. Нарушения правил противопожарной безопасности (при эксплуатации, монтаже и устройстве электрооборудования, при проведении огневых работ).

4. Намеренные действия человека (поджог).

5. Загорание от посторонних источников (искрящая электропроводка в гараже-стоянке, пожар в соседнем помещении).

Не последнюю роль в оценке негативных факторов пожаров автомобилей в гаражах-стоянках играет и способность экстренных служб как можно быстрее ликвидировать чрезвычайную ситуацию. На эту способность также влияют следующие составляющие:

1. Обеспечение беспрепятственного подъезда и проезда к месту пожара.

2. Возможность загорания нескольких автомобилей, что существенно повышает сложность тушения пожара и тепловую нагрузку на строительные конструкции.

3. Большие площади помещений и вероятность наличия в них большого количества автомобилей, что существенно влияет на поиск очага пожара в условиях сильного задымления и время введения пожарных стволов на тушение.

4. Необходимость привлечения большого количества дополнительных сил и средств при организации нескольких боевых участков (тушение пожара, поиск и эвакуация возможных пострадавших, разведка в соседних помещениях, эвакуация и защита соседних автомобилей и т.д.).

Строительные конструкции, особенно конструкции перекрытий, при пожарах современных легковых автомобилей в помещениях гаражей-стоянок, подвергаются значительному огневому воздействию, нередко превышающего температуры стандартного огневого режима [2–4], что может повлечь за собой человеческий жертвы и материальный ущерб. Для решения данной проблемы требуются дополнительные исследования огнестойкости строительных конструкций перекрытий паркингов, основанные на анализе реальных пожаров и моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении инструкции о порядке учета пожаров и последствий от них в ОПЧС РБ [Электронный ресурс] : приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 19 сентября 2019 г., № 282 // Пех.by. – Минск, 2022.

2. Строительные нормы Республики Беларусь. Пожарная безопасность зданий и сооружений : СН 2.02.05-2020. – Введ. 12.11.20. – Минск : Изд-во стандартов, 2021. – 73 с.

3. Строительные нормы. Станции технического обслуживания транспортных средств. Гаражи-стоянки автомобилей: СН 2.02.05-2020. – Введ. 16.12.19. – Минск : Изд-во стандартов, 2019. – 38 с.

4. Structural behaviour of prestressed concrete hollow core floors exposed to fire Jansze, W., van Acker, A. et al., 226 pages

INCREASING THE LEVEL OF SAFETY OF CIVIL DEFENSE PROTECTIVE STRUCTURES AND TRANSPORT FACILITIES BY TREATING THEM WITH SPECIAL ANTISEPTIC FORMULATIONS

Kuznetsov M.V., Safonov A.V.

All-Russian Research Institute on Problems of Civil Defense and Emergencies of
Emergency Control Ministry of Russia (EMERCOM)

The development of national strategic priorities includes ensuring the safety of people and the natural environment, as well as the safety of the technosphere. Many facilities of the Ministry of Defense (MB) and civil defense facilities of the EMERCOM of Russian Federation, which include wood products (bunks, sleepers, rigging, etc.) are operated in difficult climatic and temperature conditions. For example, in a wide range of positive and negative temperatures, at high humidity, at high dynamic and static loads, as well as in contact with various biologically active agents. This imposes strict requirements to the stability of objects and structures not only in terms of temperature fluctuations, fire hazard, humidity or dynamic loads, but also in terms of bio-effects. In this regard, research aimed at improving the environmental and biological safety of such facilities is currently becoming particularly important.

As a result of our research, a new preservative composition was obtained to protect materials from bio-damage and improve their protection from fire threats. The composition is based on oil fractions of petroleum products with various additives, including those containing components of spent rocket fuels. The authors have developed methodological and technological approaches aimed at obtaining a modified preservative composition to protect wood and non-wood sortings from biodegradation and bio-corrosion, as well as from the hazards of fires. The resulting new commercial product (which can be successfully used instead of coal oil of the 2-nd hazard class) meets all the requirements of GOST 20022.5-93 and GOST 2270-78. The tests were carried out on the culture of the fungus *Coniophora puteana* (strain «Senezh») according to the GOST 16712-95. The essence of the toxicity test method consists in maintaining for two months on pure cultures of the wood-destroying fungus *Coniophora puteana* wood samples containing specified amounts of protective agents, taking into account weight loss. The tests were carried out on pine wood sleepers. The assessment of the fungicidal toxicity of petroleum products showed their good protective properties in comparison with non-impregnated wood and coal oil. The average weight loss of the sleeper in comparison with the control sample of unpowered wood decreased by an average of 2 times. Relative toxicity, in comparison with the sample impregnated with coal oil, decreased from 1.0 to 0.80–0.89 rel. units.

The authors also conducted express tests of fungicidal toxicity of modified samples of petroleum products in relation to marsupials and imperfect fungi and other soil microorganisms. The essence of the method is that samples of filter paper impregnated with antiseptics measuring 20 x 10 mm in 10 pieces are placed in a Petri

dish filled with ground. The ground was taken from the upper structural layer of humus of mixed forest on loamy soil in the horizon of 0-3.0 or 0-5.0 cm in May – August. Freshly harvested ground should have a pH of 4.5–6.0 according to GOST 16712-95. The consumption of modifying additives was calculated in strict accordance with state standards and technological regulations of sleeper impregnation plants, and the experiment was carried out for two weeks. The analysis of the results showed a high preservative ability of oil impregnating materials to a complex of soil cellulose destroyers, mainly from the class of marsupials and imperfect fungi involved in the de-conservation and primary destruction of wood. The mass loss of samples impregnated with oil products together with naphthenates and copper rubbers has reached a value comparable to samples impregnated with coal oil - ~26-27%, which is currently used for impregnating wood at factories for impregnation of sleepers. For a more reliable assessment of the effectiveness of oil antiseptics, we conducted tests in accordance with GOST 30028.4-93. The essence of the method consists in fifteen-day exposure of wood samples impregnated with antiseptic solutions in wet chambers operating on the principle of «closed space - moisture reserve», in conditions as favorable as possible for the activity of biological agents. The obtained results confirmed the correctness of the conclusions about the effectiveness of wood protection with oil antiseptics. The degree of fungal damage to wood samples impregnated with petroleum products was no more than 10% (which, in accordance with GOST, is characterized as highly effective protection). At the same time, the mass loss of the control sample without impregnation was more than 50%.

Fungicidal toxicity tests were also carried out, in accordance with the requirements of GOST 16712-95, on a culture of the fungus *Coniophora puteana* (strain «Senezh»). The essence of the toxicity test method consists in holding wood samples for two months on pure cultures of the wood-destroying fungus *Coniophora puteana* containing specified amounts of protective agents, taking into account the loss of wood mass. Tests were also carried out on pine wood. For each variant of the experiment, three samples were tested without exposure to the mushroom culture. The samples were kept on a mushroom culture for two months at a temperature of 24°C and a relative humidity of 70-75%. After two months the samples were removed, cleaned of mycelium and kept at a temperature of 22°C and a relative humidity of 65% until they reached equilibrium humidity. After the samples reached a constant mass, they were weighed with an error of no more than 5×10^{-3} g. The mass loss of the prototypes (D , %), the mass loss of the control non-impregnated sample (D_c , %), as well as the average mass loss of impregnated wood D_{95} corresponding to 5% of the average mass loss of non-impregnated wood ($D_{95} = D_c \times 0.05$) were determined. The analysis of the results showed that on a control non-nourished sample of wood after their exposure for two months on pure cultures of the wood-destroying fungus *Coniophora puteana*, a distinct radial growth of fungal hyphae was observed, and the weight loss was 77%. When preserving wood with coal oil, as well as modified petroleum products, the growth of the fungus was not observed. At the same time, the average weight loss in comparison with the control samples of non-nourished wood decreased by an average of 2 times. It should be noted, that with almost the same weight loss of wood impregnated with coal oil and

modified petroleum products, the relative toxicity of samples impregnated with modified petroleum products decreased by 10-20%.

Thus, the fungicidal toxicity of samples of antiseptic formulations for the treatment of wood and other surfaces by the Gorshin method («earth - paper blocks») was evaluated in the work. Modified samples of antiseptics based on petroleum products were tested against marsupials and imperfect fungi, as well as other microorganisms. The preservative ability of the proposed impregnating compositions is not inferior to this indicator (26-27%) to coal oil-based compositions in terms of weight loss. At the same time, the chemical hazard class (IV) of the developed compositions is significantly more environmentally friendly in comparison to I-II for the compositions based on coal oil. The degree of wood fungus damage during treatment with petroleum antiseptics was no more than 10%, which refers to the level of highly effective protection in accordance with GOST. Tests of fungicidal toxicity on the culture of the fungus *Caniphora puteana* showed that under the same conditions, this indicator improved by 20% in relation to samples treated with compositions based on coal oil. Field tests against bio-damage and woodworms for 2 years showed that the weight loss of samples impregnated with petroleum products decreased by 4 times compared to control samples of whole pine wood. The formulations developed by the authors will allow expanding the raw materials resources of oil refining companies due to more rational methods of oil refining and increasing the range of refined petroleum products with a significant improvement in the environmental performance of production, as well as increase the protection of facilities from fire threats.

РОЛЬ ПРОФАЛЬНИНГА В ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Луц Л.Н.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Пожарно-профилактическая деятельность работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (далее – работники ОПЧС) немыслима без коммуникативных связей. Среди граждан, которых регулярно посещают работники ОПЧС при проведении обследования противопожарного состояния домовладений, есть отдельная категория – это граждане с девиантным (отклоняющимся) поведением. Поэтому большое значение в процессе профессиональной подготовки приобретает не только эффективное общение с различными категориями граждан, но и умение выявлять и анализировать психологические факторы, воздействующие на поведение человека, прогнозировать его агрессивные намерения.

В психологической науке сравнительно недавно появилось новое направление – профайлинг, позволяющее расшифровывать вербальные и невербальные компоненты, используемые в межличностном общении. По

мнению специалистов, профайлинг дает возможность получать самую объективную информацию о потенциальной опасности субъекта и может быть эффективно использован для превентивных мер в контакте с лицами, ведущих асоциальный образ жизни, и гражданами с коммуникативными девиациями.

Профайлинг (от английского «*profile*» – профиль) – это:

– комплекс методов и методик оценки и прогнозирования поведения человека на основе анализа наиболее информативных признаков, характеристик внешности и поведения;

– технология наблюдения и общения с гражданами с целью выявления потенциально опасных лиц [1, с. 5]

Профайлинг в профилактической деятельности может выполнять три основные задачи:

1) оценка, прогнозирование, влияние, управление и предвидение поступков гражданина во время пожарно-профилактической деятельности по месту жительства;

2) распознавание неискренности гражданина на основе безынструментальной детекции лжи посредством считывания его вербальных и невербальных признаков;

3) избегание речевой (вербальной) агрессии, умение повышать свой уровень самоконтроля.

Важную роль во взаимоотношениях должностных лиц с гражданами играют **невербальные средства общения** (*мимика, жесты, дистанция, взгляд, поза, прикосновения и др.*), поскольку они предоставляют о партнере по общению гораздо больше информации, чем слова. Социально-психологические исследования показывают, что в акте коммуникации людей слова составляют 7 %, звуки и интонации – 38 % и неречевые (невербальные) способы воздействия – 55 % [2]. Поэтому оценить и даже предвидеть поведение граждан во время профилактической деятельности можно с помощью арсенала неречевой знаковой системы.

Конечно, не всегда демонстрируемая враждебность перерастает в непосредственную агрессию. Вместе с тем осторожность и разумная бдительность будут уместны в случае любого контакта должностного лица с гражданином. При принятии конкретных решений о дальнейших действиях работнику ОПЧС необходимо учитывать демонстрируемую гражданином триаду враждебных эмоций: *гнев, отвращение, презрение*.

Жестикуляция (социально отработанные движения головы и других частей тела, передающие психическое состояние) тесно связана с эмоциональными реакциями и речью, иногда жесты могут заменять речь.

Жесты – движения руки, имеющие целью передать знание (сделать сообщение), выразить чувства, отношение, осуществить волеизъявление. Жест образуется движением руки, кисти руки, местоположением руки, направлением ладони, движением и положением пальцев.

Негативные (отрицательные) жесты означают закрытость, оборонительность, направленность на другие объекты, нежелание взаимодействовать, враждебность, упрямство и т. п., или просто являются

сигналом для усиления бдительности или влияния. К таким жестам, на которые необходимо обращать внимание при общении, относят: руки в карманах; руки скрещены на груди; темп движений слишком быстрый, поспешный; постоянная напряженность; взгляд при разговоре часто отводится в сторону от собеседника; тело покачивается или человек приподнимается на носки; положение с широко расставленными ногами; неуправляемые резкие движения; скрывание взгляда при сжатых в кулак руках; игра рук в какой-либо форме; руки двигаются в районе лица, закрывая его части; прищуренный взгляд.

Особую бдительность рекомендуется проявлять, если собеседник демонстрирует *агрессивные жесты*: руки скрещены, а пальцы сильно сжаты в кулак; кулаки на бедрах или пальцы за поясом; подбородок опущен, взгляд исподлобья.

Для работника ОПЧС важным является умение понимать *притворные жесты*, особенности которых заключаются в следующем:

а) они преувеличивают слабые эмоции (за счет усиления движений рук и корпуса);

б) подавляют сильные волнения (за счет умышленного ограничения движений рук и корпуса);

в) представляют собой ложные движения, не соответствующие содержанию общения (как правило, такие движения начинаются с конечностей и заканчиваются на лице).

Важным элементом невербального общения является *взгляд*. Выделяют разновидности взгляда: прямой; в сторону; исподлобья; снизу; сверху; сквозь; фиксированный; быстрый; бегающий; твердый; беспокойный; социальный; интимный и т. д. Иногда говорят о наличии у человека магнетического взгляда (Э. Бертрам, Т. Майнгардт и др.) [3]. Под магнетическим взглядом понимается властно-повелительный, внушающий взгляд. Человек, обладающий таким взглядом, приобретает сильное оружие межличностного воздействия. Любой человек может развить у себя способности к подобному взгляду путем специальных упражнений.

На первоначальном этапе взаимодействия должностного лица с гражданами любой категории рекомендуется устанавливать психологический контакт в личной зоне общения (от 0,5 до 1,2 м.), а далее варьировать расстояние до собеседника в зависимости от его реакции. Следует помнить, что при излишнем сближении собеседник испытывает определенный психологический дискомфорт, и это, конечно, отражается на эффективности общения.

Дистанция между должностным лицом и гражданином во время общения выполняет различные функции. С одной стороны – это обеспечение личной безопасности, а с другой – от правильного расположения общающихся во многом зависит эффективность психологического воздействия.

Дистанция характеризуется спецификой взаимного расположения собеседников («лицом к лицу»; «плечом к плечу»; наличие между ними преграды – забора, штакетника, стены, стеклянной двери, окна и т. д.). Например, человек, стоящий на возвышении, осознанно или, чаще, неосознанно

пытается доминировать над партнером по общению, а контакт при отсутствии возможности наблюдать за мимикой лица значительно осложняется и т. п.

В процессе контакта с лицами, проявляющими агрессивное (девиантное) поведение необходимо обращать внимание на их реакции, несущие в себе угрозу прямого нападения на работников ОПЧС:

- сокращение пространственной дистанции между гражданином и должностным лицом;

- сжимание и разжимание кистей рук, что свидетельствует о крайнем раздражении;

- сжимание пальцев в кулак;

- периодические удары себя кулаком в грудь, обычно характеризующие высокий уровень нервного возбуждения;

- принятие поз агрессивности (упор кулаком в бок, выставление кулака вперед или же прямая угроза кулаком);

- откинутость корпуса назад, свидетельствующая о пренебрежении к должностному лицу;

- постукивание ногой, что является признаком нервозности;

- принятие оборонительной позы (руки, скрещенные на груди) или недвусмысленной агрессивной позы (боксерская или борцовская стойка).

Целесообразно обращать внимание на взгляд такого гражданина:

- взгляд в сторону (пренебрежение);

- долгий неподвижный взгляд в глаза работнику ОПЧС (желание подчинить себе и доминировать в общении);

- бегающий взгляд (неискренность, обман);

- сужение зрачков (блеф, обман).

Важным способом личной защиты и предупреждения агрессивных действий со стороны граждан в процессе профилактической деятельности является оценка степени принадлежности человека к криминальной среде. Наблюдение за поведением и внешним обликом некоторых людей с учетом определенных признаков может с достаточной степенью достоверности свидетельствовать о том, что они были судимы и отбывали наказание в местах лишения свободы, имеют конкретную криминальную специальность.

К числу основных методов, с помощью которых возможна диагностика причастности лица к криминальной среде, следует отнести:

- *оценку речи* (присутствие элементов уголовного жаргона, направленности и содержания речи и т. д.);

- *изучение и оценку внешнего вида* (наличие или отсутствие татуировок, специфика одежды, прически и т. д.);

- *оценку динамики общения и окружения человека* (специфика коммуникаций, порядок обращения друг к другу, употребление в общении кличек и т. д.).

В целях обеспечения личной безопасности работники ОПЧС должны обладать навыками прогнозирования агрессивных намерений лиц, ведущих асоциальный образ жизни и демонстрирующих коммуникативные девиации. Освоение технологий профайлинга позволит должностным лицам своевременно

выявить открытую враждебность таких граждан и предупредить или локализовать с минимальными негативными последствиями агрессивные действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вахнина, В. В. Профайлинг в деятельности органов внутренних дел : учебное пособие / В. В. Вахнина, Т. В. Мальцева, Т. В. Михайлова, О. А. Ульянина. – М. : Академия управления МВД России, 2018. – 100 с.
2. Пиз, А. Язык телодвижений / А. Пиз. – М. : Эксмо, 2007. – 272 с.
3. Папкин, А. И. Современная криминальная виктимология. Учебно-методическое пособие / А. И. Папкин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://yurpsy.com/files/ucheb/papkin/10.htm>. – Дата доступа: 09.12.2022.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ СОБСТВЕННОСТИ В КРУПНЫХ ПОЖАРАХ В ГОРОДАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Маштаков В.А., Рюмина С.И., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю.,
Кондашов А.А.*

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

В соответствии со статьей 38 Федерального закона о пожарной безопасности ответственность за нарушение требований пожарной безопасности несут собственники имущества или лица, уполномоченные владеть, пользоваться или распоряжаться имуществом.

С целью снижения влияния случайных факторов на рассматриваемые показатели уровней пожарной опасности в настоящем исследовании изучены крупные пожары в городах Российской Федерации в 2010–2021 годах на объектах защиты различной собственности на основе статистической информации [1].

К крупным пожарам отнесены следующие:

- 1) ущерб 3420 МРОТ (минимальный размер оплаты труда) и более;
- 2) групповая гибель 5 и более человек;
- 3) травмирование 10 и более человек;
- 4) количество привлекаемой пожарной техники более 10 единиц;
- 5) факт создания штаба пожаротушения.

В городах Российской Федерации в 2010–2021 годах по объектам защиты различных форм собственности произошло 32674 крупных пожаров.

В 73% случаев крупные пожары происходили на объектах защиты частной собственности, в 22% – муниципальной собственности. На остальные объекты защиты приходится 5% крупных пожаров.

На рис. 1 приведены значения среднего количества погибших людей на крупных пожарах в расчете на 1 пожар по объектам защиты различных форм собственности.

Наибольшее значение рассматриваемый показатель принимает на объектах муниципальной (0,237) и частной (0,182) собственности.



Рис. 1. Соотношения среднего количества погибших людей при крупных пожарах в 2010–2021 годах по объектам защиты различных форм собственности

Кроме рисков гибели людей при пожарах существуют и другие параметры оценки уровней пожарной опасности объектов защиты, такие как «соотношения доли спасенных при пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей [2], а также «соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества погибших и травмированных людей при пожарах» [3].

На рис. 2 приведены соотношения доли спасенных при крупных пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей в 2010–2021 годах по объектам защиты различных форм собственности. Данный показатель оценивает вероятность спастись людям, оказавшимся в зоне воздействия опасных факторов пожара.



Рис. 2. Соотношения доли спасенных при крупных пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей в 2010–2021 годах по объектам защиты различных форм собственности

Наименьший уровень пожарной опасности, оцененный по этому показателю, зафиксирован на объектах защиты частной собственности – 92,3 % людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, удается спастись из горящего здания. В случае возникновения крупного пожара на объектах защиты федеральной собственности спасаются 99,6 % людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара.

На рис. 3 приведены соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества погибших и травмированных людей при пожарах в 2010–2021 годах по объектам защиты по объектам защиты различных форм собственности.

Данный показатель оценивает вероятность выживания людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, приводящих к травме или гибели человека, и характеризует величину факторов пожарной опасности. Большие значения этого показателя могут свидетельствовать о низком уровне пожарной опасности – нанесенный вред здоровью не приводит к гибели пострадавших [3].

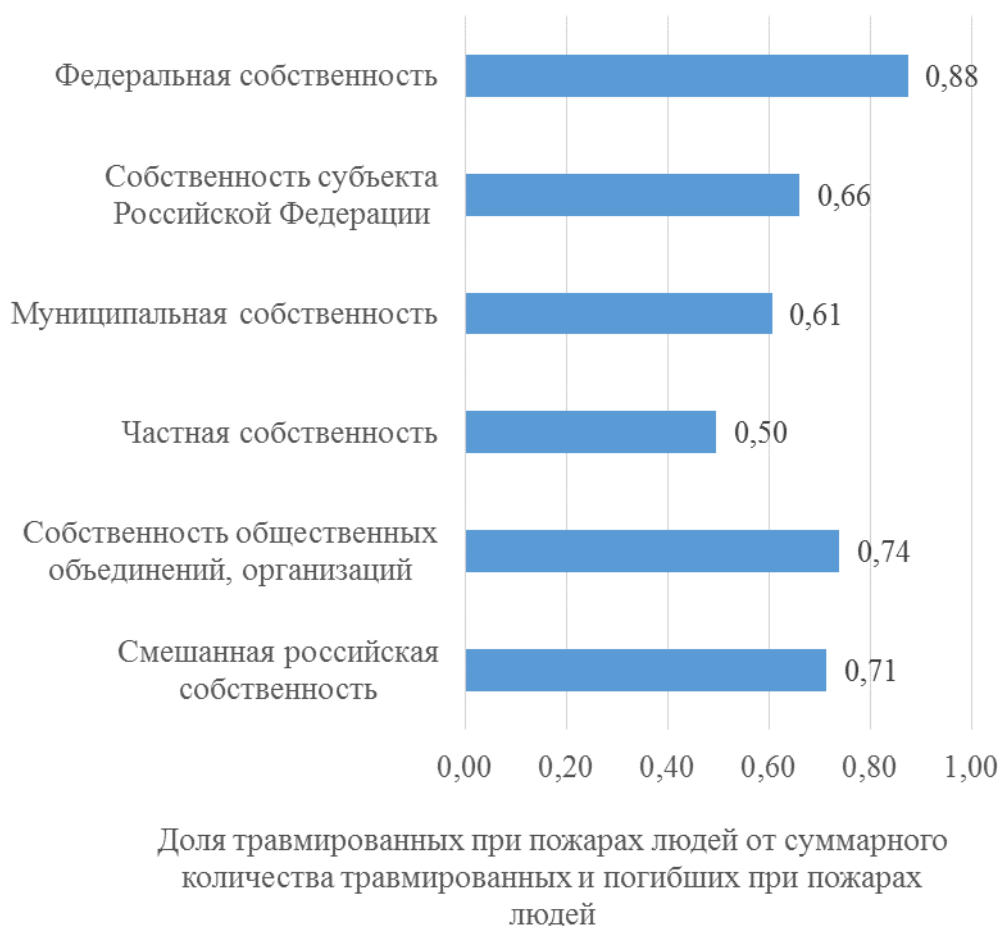


Рис. 3. Соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества погибших и травмированных людей при пожарах в 2010–2021 годах по объектам защиты различных форм собственности

Наименьшее значение анализируемый показатель получен на объектах защиты частной (50 %) и муниципальной (61 %) собственности. Наибольшее значения анализируемый показатель принимает на объектах защиты с федеральной собственности – 88 %.

Чтобы разобраться в причинах таких различий в уровнях пожарной опасности объектов защиты различной собственности рассмотрены составляющие каждого вида собственности.

Среди объектов частной собственности чаще всего (в 54 % случаев) пожары происходят в многоквартирных жилых домах и их надворных постройках.

Необходимо отметить, что в многоквартирных жилых домах и их надворных постройках частной собственности системы пожарной автоматики были установлены в 0,1 % случаев возникновения пожаров.

80 % всех погибших людей при крупных пожарах приходится на жилой сектор. Следует отметить, на других объектах защиты частной собственности в 21 % случаев установлена одна из систем пожарной автоматики.

Уровень пожарной опасности в жилом частном секторе на 30–40 % выше, чем на остальных объектах защиты частной собственности.

Аналогичная ситуация происходит и на объектах муниципальной собственности. Жилой сектор среди объектов муниципальной собственности составляет 85 %, в основном (98 %) – это многоквартирные жилые дома, погибает при пожарах в них 95 % людей (уровень гибели составляет 263 человека в расчете на 1000 пожаров). Остальные 15 % – это предприятия, организации, учреждения и т.д. Уровень гибели на этих объектах составляет 84 человека в расчете на 1000 пожаров.

На 2 % объектах жилого сектора установлены системы пожарной автоматики, на остальных объектах муниципальной собственности – на 27 %. Как показали расчеты, на объектах защиты жилого сектора с установленными системами пожарной автоматики уровень гибели людей при пожарах снижен на 27 % (до 192 человек в расчете на 1000 пожаров).

Таким образом, наименьший уровень пожарной опасности зафиксирован на объектах федеральной собственности, наибольший – частной и муниципальной. Основной вклад в этот высокий уровень пожарной опасности вносит жилой сектор, что требует в первую очередь себе повышенного внимания со стороны нормативно-технической базы.

Причиной большинства пожаров с гибелью людей и большим материальным ущербом является позднее обнаружение очага возникновения пожара, когда дежурный караул пожарной охраны уже не в состоянии пресечь дальнейшее развитие пожара. Для ликвидации пожаров на ранних стадиях требуется внедрение новых технологий сверхраннего обнаружения пожароопасных ситуаций, развития научно обоснованных передовых технологий систем пожарной сигнализации и автоматики, в том числе беспроводных, а также разработка нормативных документов по оснащению жилых домов современным противопожарным оборудованием, качественно защищающим жизнь людей от пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ МЧС России от 24.12.2018 № 625 «О формировании электронных баз данных учета пожаров и их последствий». [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/552366056> (дата обращения: 02.09.2022).

2. Харин В.В., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Шавырина Т.А. 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, Е.Ю. Удавцова, // Безопасность техногенных и природных систем. 2022. № 2. С. 43–48.

3. Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Порошин А.А., Харин В.В. Количество спасенных при пожарах как индикатор функционирования пожарной охраны. // Сборник материалов XXXI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности». Москва, 2019. С. 474–476.

ПРОТИВОДЫМНАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ. ЧАСТЬ 1

Нехань Д.С.

Университет гражданской защиты

Большое количество специалистов в области государственного пожарного надзора путают понятия «противодымная защита» и «система противодымной вентиляции», ставя между ними знак равенства. В настоящей работе будут рассмотрены такие технические решения противодымной защиты, как объемно-планировочные и конструктивные решения, являющиеся неотъемлемой составляющей противодымной защиты зданий. Противодымная защита здания – система объемно-планировочных, конструктивных решений зданий и инженерных устройств, предназначенных для предотвращения задымления защищенных эвакуационных путей и ограничения распространения продуктов горения при пожаре [1]. Из этого вытекает, что технические решения противодымной защиты включают в себя объемно-планировочные, конструктивные и инженерно-технические решения в здании (рисунок 1). Таким образом, система противодымной вентиляции – это лишь один из элементов целой системы, называемой «противодымная защита», определяемый как специальные инженерно-технические устройства.



Рис. 1. – Технические решения противодымной защиты здания

Движение продуктов горения по помещениям и зданию в целом происходит под действием тех же сил и подчиняется тем же законам, что и движение воздуха в здании в обычных условиях. Слой дыма, появившийся под потолком, опускается, достигает проемов в ограждающих конструкциях помещений и начинает выходить в смежные помещения. Смежные с помещением очага пожара помещения и пути эвакуации задымляются и становятся опасными для пребывания и эвакуации людей. Пути распространения дыма служат открытые проемы и каналы, щели и неплотности в местах проходов технологического, инженерного и электрооборудования. Дым движется по зданию под действием перепадов давлений, возникающих за

счет разности температур, ветровых воздействий на ограждающие конструкции здания, а также работы механических систем вентиляции.

Попадая в смежное с горящим помещением, продукты горения смешиваются там с воздухом. Температура, газовый состав и оптическая плотность среды в этом помещении изменяются. Это помещение само становится источником задымления. Так происходит задымление одноэтажного здания при пожаре. Пожар, возникший в одном из помещений, усиливает газообмен здания в целом, поскольку очаг пожара является мощным источником тепла и, как следствие, гравитационного давления.

Анализ результатов натурных опытов и расчетов распространения продуктов горения позволил выявить наиболее опасный вариант расположения очага пожара, положения (открыто, закрыто) оконных и дверных проемов, наихудшие метеорологические условия, объемно-планировочные особенности здания с точки зрения скорости его задымления и обеспечения безопасности людей. Таким вариантом является пожар в зимнее время, окна помещения с очагом пожара выходят на наветренный фасад здания, двери на пути эвакуации от этого помещения до улицы открыты [2].

Основными источниками задымления зданий являются пожаровзрывоопасные и пожароопасные технологические процессы, кладовые и склады горючих материалов и негорючих материалов в горючей упаковке, подземные этажи, мусоропроводы, а наиболее вероятными путями распространения дыма и продуктов горения – лестничные клетки, шахты лифтов и инженерных коммуникаций и коридоры. Исходя из этого, противоподымная защита здания проектируется для трех различных по функциональному назначению его частей [3–5]:

- противоподымная защита помещений (замкнутого строительного объема, в котором непосредственно произошел пожар);
- противоподымная защита коридоров, вестибюлей, холлов фойе, служащих для эвакуации людей в пределах этажа здания при пожаре;
- противоподымная защита лестничных клеток, обеспечивающих эвакуацию людей при пожаре из здания, состоящего из нескольких этажей.

Противодымная защита помещений. Рассмотрим физические явления, сопровождающие возникновение очага пожара в помещении. За счет тепла, выделяющегося при горении, происходит термическое разложение твердых и жидких горючих материалов. Часть горючих газов вступает в реакцию окисления с кислородом воздуха. Тепло, выделившееся в результате реакции, передается горючей нагрузке, ограждающим конструкциям помещения, окружающему воздуху. Над очагом пожара возникает зона нагретого газа. За счет разности плотностей горячие газы начинают подниматься над очагом пожара, образуя конвективную струю (колонку). В конвективную струю подсасывается холодный воздух, за счет чего температура газов в ней снижается (рисунок 2). В зоне горения недостаточно кислорода, нет полного перемешивания горючих газов с кислородом, а в конвективной колонке температура недостаточно высока. Дойдя до потолка, конвективная струя

начинает растекаться по нему и образует подпотолочный слой дыма h_c . Подмешивание воздуха продолжается и в подпотолочном слое.

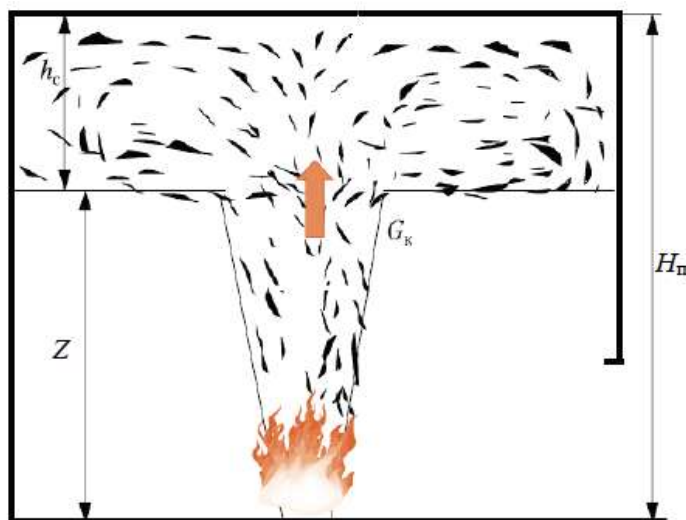


Рис. 2. – Задымление помещения при пожаре

Дым представляет собой смесь воздуха с частично и полностью окисленными продуктами термического разложения и конденсированными жидкими и твердыми частицами. Доля воздуха в общем объеме дыма, как правило, превышает 90 % [2].

Массовый расход дыма в конвективной колонке G_k , кг/с, на высоте Z от пола может быть рассчитан по формуле Р. Л. Hinkli с учетом подстановки температуры пламени в облаке дыма $T = 1100\text{K}$ [5]:

$$G_k = 0,188 \cdot P_f \cdot Z^{3/2}, \quad (1)$$

где P_f – периметр очага пожара, м; Z – расстояние от нижней границы задымленной зоны до пола (высота незадымленной зоны), м, принимаемое для помещений не менее 2 м [7].

Время задымления помещения t_3 , с, до уровня Z может быть определено по формуле [7]:

$$t_3 = \frac{6,39 \cdot A \cdot (Z^{-0,5} - H_{\text{п}}^{-0,5})}{P_f}, \quad (2)$$

где A – площадь пола помещения, м^2 ; $H_{\text{п}}$ – высота помещения, м.

Так, время задымления помещения, определяемое формулой (1), невелико: для помещения площадью 70 м^2 и высотой 5 м при очаге пожара размерами 2×2 м слой дыма опускается до уровня 3 м примерно за 7 с, а до уровня 2 м – за 14,5 с.

Противодымная защита помещений с помощью объемно-планировочных и конструктивных решений достигается:

– ограничением применения горючих материалов в технологическом процессе (снижением категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности). Например, категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности В2 характеризуется удельной пожарной нагрузкой 1400–2200 МДж/м², а В3 – 200–1400 МДж/м² [7];

– уменьшением пожарной опасности строительных конструкций и материалов (повышением степени огнестойкости зданий). Например, класс пожарной опасности внутренних несущих стен в здании IV степени огнестойкости должен быть не ниже К2, а в здании II степени огнестойкости – К0 [4];

– исключением открытых проемов в ограждающих конструкциях (применением противопожарных преград, использованием дверей, оборудованных устройствами для самозакрывания и уплотнения в притворах). Так, например, для дверей эвакуационных выходов на лестничные клетки; эвакуационных выходов в помещения, где расположена лестница 2-го типа; помещений, смежных с вестибюлем, в который устраивается эвакуационный выход из лестничной клетки; лифтовых холлов; тамбур-шлюзов; эвакуационных выходов из помещений, оборудованных системой противодымной вентиляции с механическим побуждением тяги; выходов на технологические лестницы в наземных этажах зданий; выходов из лестничных клеток и лестниц 2-го типа на кровлю или чердак; эвакуационных выходов из помещений с массовым пребыванием людей; двухсветных помещений (для дверей, ведущих в объем верхнего этажа) следует предусматривать приспособления для самозакрывания и уплотнения в притворах [8];

- применением автоматических установок пожаротушения;

- удалением дыма и продуктов горения при пожаре (естественное проветривание при пожаре).

Противодымная защита коридоров, холлов, вестибюлей и фойе.

Объемно-планировочные и конструктивные решения противодымной защиты коридоров, холлов, вестибюлей и фойе достигаются:

- ограничением пожарной опасности отделочных строительных материалов и покрытий пола. В зданиях (кроме Ф1.4) I–IV степени огнестойкости не допускается применять облицовочные и отделочные материалы с более высокой пожарной опасностью, чем Г1, В1, Д2, Т2 и Г2, В2, Д2, Т2 для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков в вестибюлях и в коридорах, холлах, фойе соответственно; В2, РП2, Д2, Т2 и В2, РП2, Д3, Т2 для покрытий пола в вестибюлях и в коридорах, холлах, фойе соответственно [4]. Каркасы подвесных потолков в коридорах, холлах, вестибюлях и фойе должны быть из материалов группы горючести не ниже Г1 [4];

- нормированием огнестойкости ограждающих конструкций. В зданиях высотой более 9 м (в зданиях классов Ф1.1 и Ф4.1 независимо от высоты) стены и перегородки, отделяющие коридоры (холлы, фойе) от смежных помещений, должны иметь предел огнестойкости не менее: REI (EI) 45 – в зданиях I и II степени огнестойкости, REI (EI) 30 – в зданиях III степени огнестойкости [4];

- исключением открытых проемов в горизонтальных и вертикальных ограждающих конструкциях;

- разделением коридоров на участки. Тупиковые ответвления к коридорам (участкам коридоров) должны быть отделены перегородками из строительных материалов с пожарно-техническими характеристиками не ниже Г1, В1, Д2, Т2 и с заполнением проемов дверями, оборудованными устройствами для самозакрывания и уплотнениями в притворах, и при этом при наличии подвесных потолков (фальшполов) указанные перегородки должны разделять пространство над (под) ними [5];

- удалением дыма и продуктов горения при пожаре (естественное проветривание при пожаре).

ЛИТЕРАТУРА

1. Система стандартов пожарной безопасности. Пассивная противопожарная защита. Термины и определения : СТБ 11.0.03-95. – Введ. 01.10.95. – Минск : Госстандарт, 2011. – 25 с.

2. Пожарная безопасность в строительстве : учебник : в 2 ч. Ч. 1. Пожарная безопасность систем отопления и вентиляции / В. М. Есин [и др.]. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2013. – 275 с.

3. Пожарная и промышленная безопасность. Курс лекций : учеб. пособие / И. И. Полевода [и др.]. – Минск : КИИ МЧС Респ. Беларусь, 2008. – 336 с.

4. Пожарная безопасность зданий и сооружений : СН 2.02.05-2020 : введ. 04.04.21 (взамен СН 2.02.01-2019, с отменой ТКП 45-2.02-315-2018 (33020)). – Минск : Минстройархитектуры, 2021. – 70 с.

5. Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции : СН 2.02.07-2020 : введ. 10.05.21 (с отменой ТКП 45-4.02-273-2012 (02250)). – Минск : Минстройархитектуры, 2021. – 20 с.

6. Практические рекомендации по проектированию систем пожарной безопасности [Электронный ресурс] // Библиотека нормативной документации. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/58/58296/index.htm>. – Дата доступа: 15.12.2022.

7. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности : ТКП 474-2013. – Введ. 29.01.13 (с отменой НПБ 5-2005). – Минск : Мин-во по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 2013. – 57 с.

ПРОТИВОДЫМНАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ. ЧАСТЬ 2

Нехань Д.С.

Университет гражданской защиты

Противодымная защита лестничных клеток. Большое влияние на скорость задымления лестничных клеток оказывают оконные проемы. При закрытых окнах задымляются два-три этажа выше этажа пожара и один-два этажа – ниже его. При открытых окнах выше этажа пожара скорость задымления лестничной клетки возрастает за счет появления тяги (эффект «дымовой трубы»).

В зданиях с поэтажными коридорами скорость задымления лестничных клеток сравнительно невысока. Это объясняется снижением температуры в поэтажном коридоре в два и более раза по сравнению с температурой газов, выходящих из помещения с очагом пожара. В месте выхода продуктов горения из коридора в лестничную клетку конвективная колонка не образуется из-за сравнительно низкой температуры газов. Выходящие газы перемешиваются с газами в лестничной клетке и на уровне этажа пожара образуется задымленная зона. Температура газов не достигает критических для человека значений. Чем выше здание и ниже герметичность ограждающих конструкций лестничной клетки, тем сильнее газообмен, больше задымленная зона и ниже температура, концентрация и оптическая плотность дыма в ней.

В зданиях, не имеющих поэтажных коридоров (с квартирами и другими пожароопасными помещениями, выходящими непосредственно на лестничную клетку), картина задымления существенно отличается от описанной выше. Температура газов, выходящих в лестничную клетку, близка к температуре газов в помещении очага пожара. За счет высокой разности температур и высокой скорости истечения газов в месте выхода образуется интенсивная конвективная колонка. Скорость восходящего потока составляет несколько метров в секунду. Лестничная клетка в этом случае задымляется на всю высоту и с высокой скоростью. Температура и другие ОФП превышают критические для человека значения. Возможно загорание дверных полотен других квартир, окраски стен, деревянных или пластиковых перил ограждений, электропроводки и других элементов здания [1].

Основной задачей противодымной защиты лестничных клеток является обеспечение незадымляемости при пожаре вертикальных путей эвакуации из здания. Обычные лестничные клетки в зависимости от способа освещения подразделяются на лестничные клетки с естественным освещением через остекленные или открытые проемы в наружных стенах (тип Л1) и с естественным освещением через остекленные или открытые проемы в покрытии (тип Л2).

Противодымная защита обычных лестничных клеток с помощью объемно-планировочных и конструктивных решений достигается:

- *исключением горючих отделочных строительных материалов.*

В зданиях (кроме Ф1.4) I–IV степени огнестойкости в лестничных клетках не допускается применять облицовочные и отделочные материалы с более высокой пожарной опасностью, чем Г1, В1, Д2, Т2 для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков и В2, РП2, Д2, Т2 для покрытий пола [2]. При этом каркасы подвесных потолков должны быть из материалов группы горючести не ниже Г1 [2];

- *исключением прокладки промышленных газопроводов, фреоновых, паропроводов, дымоходов, трубопроводов с ГЖ и пылями, трубопроводов систем аспирации, пневмотранспорта и воздуховодов* (кроме воздуховодов приточной противодымной вентиляции, в том числе транзитных); *открытой прокладки электрических кабелей и проводов напряжением 220 В и выше*, не предназначенных для освещения внеквартирных коридоров, лестничных клеток и электропитания квартир [2];

- *исключением выходов из подъемников и грузовых лифтов, а также помещений* (кроме машинных отделений лифтов, насосных водоснабжения, водомерных узлов и индивидуальных тепловых пунктов) [2];

- *нормированием материалов ограждающих конструкций мусоропровода.* Для уменьшения пожарной опасности мусоропроводов ствол (шахту) мусоропровода следует выполнять из негорючих материалов [2]. Другие требования к элементам мусоропровода сводятся к уменьшению газодымопроницаемости ствола и загрузочных клапанов путем обеспечения надежной изоляции мусоросборных камер, устройства уплотнений в местах стыковки труб и кожухов приемных клапанов со стволом (трубы для стволов соединяют муфтами с заделкой щелей между стволом мусоропровода и муфтой строительным раствором [3]). Для улучшения проветривания ствола мусоропровода в обычных условиях и дымоудаления при пожаре (загорании) в нем оголовки стволов оборудуются дефлекторами, а в некоторых случаях – механическими вентиляторами [0]. Вход в мусоросборную камеру делают изолированным от входа в здание и его помещений [1];

- *нормированием пределов огнестойкости и классов пожарной опасности для ограждающих конструкций и исключением в них открытых проемов.* Так, например, в зданиях I степени огнестойкости ограждающие конструкции лестничных клеток должны иметь предел огнестойкости не ниже REI120 и класс пожарной опасности К0, а в зданиях III степени огнестойкости – не ниже REI45 и не ниже К1 соответственно [3]. Для дверей эвакуационных выходов на лестничные клетки; смежных с вестибюлем, в который устраивается эвакуационный выход из лестничной клетки; выходов из лестничных клеток на кровлю или чердак следует предусматривать приспособления для самозакрывания и уплотнения в притворах [2];

- *исключением сообщения в пределах лестничной клетки подземных этажей с вышележащими наземными этажами.* Выходы из подземных этажей следует отделять от наземной части здания конструкциями с пределом огнестойкости и классом пожарной опасности не менее REI (EI) 45 и К0 в зданиях I–III степени огнестойкости, REI (EI) 15 и К1 – в зданиях IV степени

огнестойкости (рисунок 1). При устройстве выходов с двух и более лестничных клеток через общий вестибюль все лестничные клетки, кроме одной, должны помимо выхода в данный вестибюль иметь выход непосредственно наружу [2];

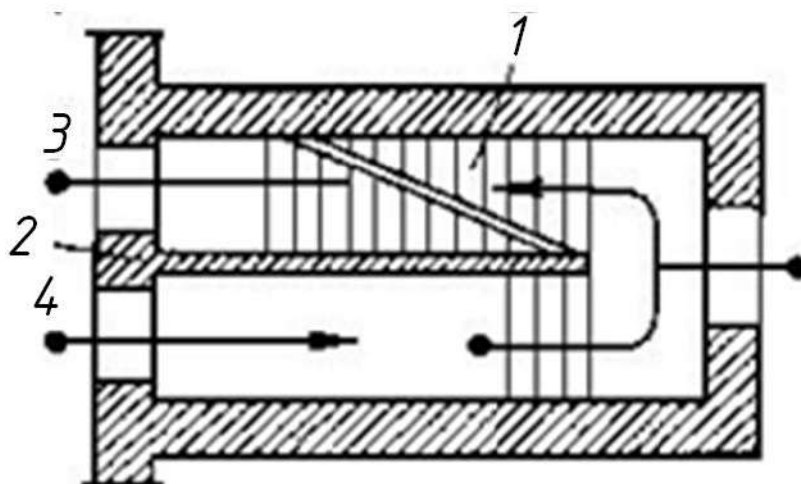


Рис. 1. – Варианты устройства входа на подземный этаж здания:

a – отдельный вход на подземный этаж; *б* – изоляция выхода из подземного этажа [0]:

1 – лестничный марш, ведущий на вышележащие этажи здания; 2 – перегородка с нормируемым пределом огнестойкости и классом пожарной опасности;

3 – лестница, ведущая на подземный этаж (вход на подземный этаж);

4 – вход на 1-ый этаж здания

- удалением дыма и продуктов горения при пожаре. В наземных этажах зданий в наружных стенах лестничных клеток типа Л1 поэтажно следует предусматривать открывающиеся окна (фрамуги) общей площадью створок не менее 1 м^2 , кроме первого и второго этажей, оборудованные размещенными на высоте не более 1,7 м от уровня пола площадки устройствами для ручного или дистанционного открывания (рис.2 *a*). При устройстве лестничной клетки типа Л2 зенитный фонарь размерами не менее $1,5 \times 2,5 \text{ м}$ в покрытии с дистанционным (или ручным) и автоматическим открыванием при пожаре (кроме зданий класса Ф1.4) (рис. 2 *б*) [2] Данные мероприятия служат для выпуска дыма из лестничной клетки и ее проветривания после пожара.

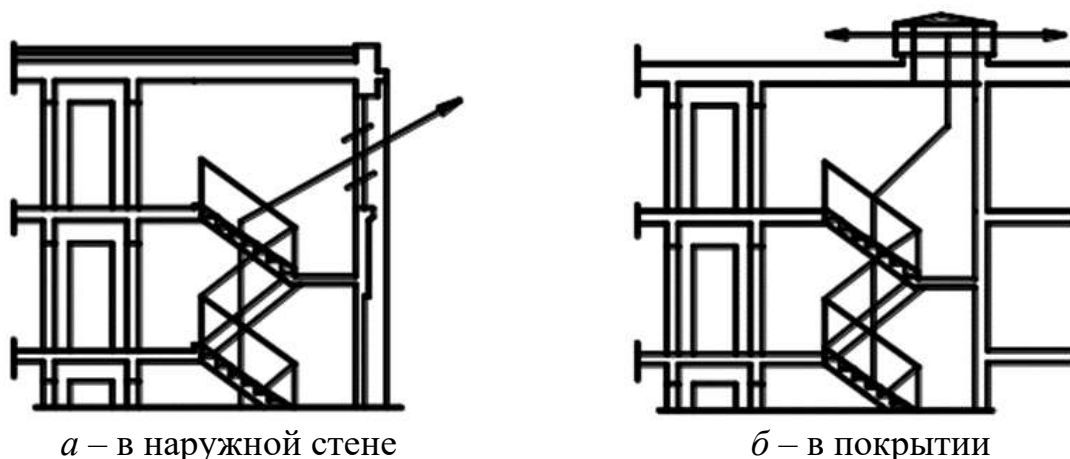


Рис. 2. – Схема устройства световых проемов в лестничных клетках

Для эвакуации людей из зданий высотой более 30 м используются, как правило, незадымляемые лестничные клетки. Спасение людей при помощи автолестниц и автоколенчатых подъемников в таких зданиях является весьма затруднительным. Таким образом, устройство лестничных клеток является своего рода компенсирующим мероприятием, обеспечивающим безопасность людей путем их своевременной эвакуации при пожаре. Следует также отметить, что в зданиях с незадымляемыми лестничными клетками, имеющими выход непосредственно наружу на прилегающую территорию, расчет параметров путей эвакуации производится до выхода в них.

ПДЗ незадымляемых лестничных клеток (далее – НЛК) обеспечивается комплексом мероприятий, характерных для обычных лестничных клеток, а также конструктивных особенностей и наличием инженерно-технических устройств (в зависимости от типа). В настоящее время незадымляемые лестничные клетки в зависимости от способа защиты от задымления при пожаре подразделяют на три типа: Н1, Н2 и Н3.

Незадымляемая лестничная клетка типа Н1 – с входом на лестничную клетку с этажа через наружную воздушную зону по открытым переходам. Ее незадымляемость обеспечивается тем, что сама лестничная клетка не имеет прямого сообщения (сообщение осуществляется через открытое пространство) с этажом здания. Таким образом при пожаре на этаже продукты горения и дым, распространяясь по коридору, даже при открытой эвакуационной двери на переходной балкон, попадают в открытое пространство балкона и рассеиваются в окружающую среду, не попадая в лестничную клетку. Указанные лестничные клетки проектируются с выходом непосредственно наружу [2]. Переходы через наружную воздушную зону, ведущие к лестничным клеткам типа Н1, должны быть открытыми, иметь ширину не менее 1 м, высоту ограждения не менее 1,2 м и не должны располагаться во внутренних углах здания; ширина простенка между дверными (оконными) проемами в наружной воздушной зоне должна быть не менее 1,2 м, а между дверными (оконными) проемами лестничной клетки и ближайшим окном соседних с лестничной клеткой помещений – не менее 2 м. В открытой части переходов при устройстве

решеток, архитектурных деталей фасада их общая площадь не должна превышать 25 % от площади открытого проема.

Незадымляемые лестничные клетки типа Н1 более надежны по сравнению с лестничными клетками других типов, поскольку для их нормального функционирования не требуется специальных инженерных устройств. Это качество и определяет область их применения. Вместе с тем незадымляемые лестничные клетки типа Н1 имеют серьезные недостатки с точки зрения их эксплуатации в нормальных условиях. Один из них связан с повышенными теплопотерями через выходные двери на поэтажные переходы. Теплопотери с фильтрацией воздуха через щели притворов дверей и с воздухообменом при открывании дверей на порядок выше теплопотерь за счет теплопроводности через дверной массив [1]. Вторым недостатком обусловлен довольно редким использованием этих лестничных клеток по их прямому назначению.

Незадымляемая лестничная клетка типа Н2 – с подпором воздуха на лестничную клетку при пожаре. Ее противодымная защита обеспечивается комплексом конструктивных решений и инженерных устройств. Незадымляемость указанной лестничной клетки обеспечивается созданием в ее объеме избыточного давления по отношению к этажу, имеющему выход на незадымляемую лестничную клетку, путем подачи наружного воздуха в нее, для чего требуются специальные инженерно-технические устройства. Для удобства обеспечения рабочего диапазона давлений в лестничной клетке Н2, ее объем разделяют на высоту этажа глухой перегородкой из негорючих материалов с пределом огнестойкости не менее EI 45 не более чем через 8 этажей. При этом переход из одного отсека лестничной клетки в другой следует выполнять вне объема лестничной клетки через тамбур, выгороженный от поэтажного коридора перегородками с пределом огнестойкости не менее EI 45 с заполнением проемов дверями с устройствами для самозакрывания и уплотнениями в притворах. При необходимости устройства окон на лестничных клетках типа Н2 их следует предусматривать неоткрывающимися, поскольку связь с окружающей средой не позволит создать необходимый подпор на них (конструктивные решения).

Незадымляемая лестничная клетка Н3 – с входом на лестничную клетку с этажа через тамбур-шлюз, в котором постоянно или во время пожара обеспечивается подпор воздуха. Незадымляемость лестничных клеток типа Н3 достигается посредством устройства на всех поэтажных входах в нее тамбур-шлюзов, в которых также создается подпор воздуха (сочетание конструктивных решений и инженерных устройств). Указанные тамбур-шлюзы следует размещать вне объема лестничной клетки и отделять перегородками с пределом огнестойкости не менее EI 45 с заполнением проемов дверями, оборудованными устройствами для самозакрывания и уплотнениями в притворах [5] (конструктивные решения).

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная безопасность в строительстве : учебник : в 2 ч. Ч. 1. Пожарная безопасность систем отопления и вентиляции / В. М. Есин [и др.]. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2013. – 275 с.
2. Пожарная безопасность зданий и сооружений : СН 2.02.05-2020 : введ. 04.04.21 (взамен СН 2.02.01-2019, с отменой ТКП 45-2.02-315-2018 (33020)). – Минск : Минстройархитектуры, 2021. – 70 с.
3. Пожарная профилактика в строительстве : учеб. пособие для пожарнотехн. училищ / Б. В. Грушевский [и др.]. – М. : Стройиздат, 1989. – 368 с.
4. Пожарная профилактика в строительном деле : учеб. пособие / Е. П. Комиссаров [и др.]. – М. : Стройиздат, 1972. – 352 с.
5. Противодымная защита зданий и сооружений при пожаре. Системы вентиляции : СН 2.02.07-2020 : введ. 10.05.21 (с отменой ТКП 45-4.02-273-2012 (02250)). – Минск : Минстройархитектуры, 2021. – 20 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСАДОЧНОСТИ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ И ИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАЗРУШЕНИЙ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

¹Рахимбабаева М.Ш., ¹Камалова Д., ²Хасанова О.Т.

1 – Ташкентский архитектурно-строительный институт, 2 – ТГТУ
Республика Узбекистан

Лессовые просадочные грунты как "геологическая среда" изучены достаточно хорошо. Но в практике строительства приходится сталкиваться с рядом проблем, касающихся расчета и проектирования оснований и фундаментов, возводимых на этих грунтах [1]. Известно, что при замачивании основания, сложенного лессовыми грунтами, возникают сложные деформации, в результате чего происходит повреждение зданий, а в некоторых случаях и полное их разрушение. Это происходит, прежде всего, в результате накопления ошибок, допускаемых на различных этапах изысканий, проектирования и строительства объектов. На наш взгляд, решение проблем, связанных с процессом инфильтрации воды и возникновения дополнительных деформаций лессовых грунтов, подлежит пересмотру и более глубокому осмыслению. Анализ повреждений зданий и сооружений, построенных на лессовых грунтах, как в Узбекистане, так и в других странах Центральной Азии, показывает, что здания с различными вариантами остова по-разному воспринимают неравномерные просадочные деформации [2]. Прочностные показатели основания из лессового грунта без учета замачивания с достаточной для практических расчетов точностью можно вычислить одним из распространенных методов основанном на линейной зависимости между напряжениями и деформациями. Определение прочностных характеристик основания с учетом возникновения в нем просадочных деформаций и поверхностей сдвигов является

сложной инженерной задачей. Поэтому решение совместной задачи процессов инфильтрации воды в грунт имеет огромное практическое значение и, в соответствии с этим, является актуальным. Как показали проведенные нами исследования, сравнительно хорошо неравномерные деформации воспринимают крупнопанельные и каркасные здания с некоторой предельно допустимой жесткостью, определение которой требует дополнительных исследований. Сравнительно плохо неравномерные деформации воспринимают кирпичные здания. Поэтому, на наш взгляд, кирпичные здания необходимо проектировать с большей жесткостью.

По мнению проф. И.У.Касимова [3], жесткость кирпичных зданий можно увеличить введением смешанного каркаса или усилением стен железобетонными сердечниками. К сожалению, как показывает практика, увеличение жесткости удлиненных (здания конечной жесткости) кирпичных зданий таким способом ухудшает работу конструкций и приводит к возникновению концентрации напряжений в отдельных частях здания, особенно в узлах сопряжения. Поэтому требуется исследование таких смешанных конструкций на неравномерные просадочные деформации.

Сложной инженерной задачей является определение увлажнения грунта в зависимости от типа различных источников. Задача усложняется, если процесс инфильтрации воды рассматривается с учетом орто-тропности по проницаемости и экранирующего эффекта дневной поверхности земли. Решение этой проблемы потребовало провести лабораторные лотковые и широкомасштабные натурные исследования процессов инфильтрации воды, по результатам которых нами получены инженерные решения для одномерной, плоской и осе симметричных задач.

Строительные свойства лессовых грунтов в значительной степени зависят от структурных его особенностей. Как показали проведенные нами исследования, в общем случае, структурное сложение лессовых грунтов, отобранных в горных, предгорных зонах и Ташкентской области, относятся к типичным алевритам, т.е. имеют рыхлую структуру, сложенную из песчаных и глинистых частиц и их агрегатов. Определение сложения структуры грунта производилось в лабораторных условиях с использованием бинокулярного микроскопа при 60 кратном увеличении изображения. Исследования в геотехнической лаборатории гранулометрического состава грунтов, отобранных из различных районов Ташкентской области, показали, что лессовые грунты состоят из кремнийсодержащих минералов с содержанием песчаных (менее 0,05 мм.) и пылеватых (0,05...0,005 мм.) частиц. Песчаные частицы (кварц, полевые шпаты и др.) представлены в виде зерен неправильной формы очертания. Такие глинистые минералы, как гидрослюды, представлены в виде пленчатой структуры.

Анализ материалов, собранных нами по Бостанликскому району Ташкентской области, показывает, что основной причиной аварий зданий является неравномерная просадка основания в пределах здания, превышающая предельно допустимую величину. Предельные величины разности осадок зависят от материала конструкций, конструктивной схемы, а также от

габаритных размеров и планировочного решения здания, что существенно влияет на пространственную жесткость здания. Наблюдения показывают, что наиболее часто в результате неравномерной просадки повреждаются здания цельно кирпичные и со смешанным каркасом. Крупнопанельные здания, независимо от количества этажей, и каркасные здания неравномерные осадки основания воспринимают значительно лучше. В этих зданиях, обладающих достаточно большой пространственной жесткостью, при неравномерных просадках оснований часто возникают крены, и наблюдается появление трещин в стыках соединения железобетонных панелей. В каркасных зданиях при неравномерных просадках основания трещины возникают, в основном в осадочных и деформационных швах, а также в перегородках. В некоторых случаях крен здания в местах осадочных швов и в местах взаимопримыкаемых зданий может вызвать разрушение несущих конструкций. Важно отметить, что практически все аварии, рассмотренные нами, произошли в результате замачивания активной зоны основания только с поверхности грунта.

Научная новизна проводимых нами исследований заключается в том, что впервые проведены комплексные исследование инженерно-геологических, строительных свойств и основных закономерностей водопроницаемости и деформирования лессовых грунтов Ташкентской области, являющимся крупным сельскохозяйственным и промышленным регионом республики Узбекистан. Исследованы работы грунтовых оснований, сложенных лессовыми просадочными грунтами и проведены натурные наблюдения за работой здания в условиях сложного деформирования основания. На основании лабораторных и крупномасштабных экспериментальных исследований произведены теоретические расчеты, позволяющие прогнозировать процессы инфильтрации и напряженно-деформированного состояния оснований зданий и сооружений при его локальном увлажнении. Проведена классификация лессовых грунтов Ташкентской области с учетом климатических, геоморфологических, геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий.

Разработаны методики и предложены способы определения величин удельного сцепления, начального просадочного давления, коэффициента бокового давления и коэффициента влагопроводности лессовых грунтов.

Полученные результаты научной работы были внедрены в учебный процесс кафедры «Геодезия, картография и кадастр» Ташкентского архитектурно-строительного института. Разработаны технологические регламенты и специальные рекомендации проектным и изыскательским организациям Республики Узбекистан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахимбабаева М.Ш. Учебно-методический комплекс предмета «Основы инженерной геодезии», (на узб. языке). Ташкент. ТАСИ, 2019 г. – с. 290.
2. Рахимов В.Р. Мухандислик геодезия асослари» (на узб. языке). Ташкент. ФАН. 2018 г. – с. 268.
3. Касимов И.У. Архитектурное материаловедение. Ташкент. ТАСИ. 2012 г. – с. 342.

РОЛЬ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Садыг-заде У.А, Гаджизаде.Ф.М
Академия МЧС Азербайджана

Сообщество несет многомиллиардные затраты на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций, восстановление экосистем и реабилитацию здоровья населения. Таким образом, наряду с природными (космическими) факторами, на экосистемы воздействуют и антропогенные факторы.

Современное состояние исследуемой проблемы определяет ее актуальность. В рамках развития системы информационной поддержки аэрокосмического мониторинга, наряду с изучением состояния природной среды региона, в том числе вдоль трасс магистральных нефте-газопроводов, необходимо включить для исследования новые аспекты. К ним относятся: изучение состояния здоровья населения; поиск и обоснование связей между состоянием природной среды и здоровьем населения.

Разработанная структура системы информационной поддержки дополнена рядом блоков, в том числе блоком контроля и анализа состояния организма человека в зависимости от ряда природных и антропогенных факторов [1].

В настоящее время в мире имеется тенденция в сценарном анализе чрезвычайной ситуации и соответственно в переходе к мультимедийным банкам данных (в том числе, антропоэкологической информации) [2].

Исследование антропоэкологических процессов на базе аэрокосмического мониторинга.

Экологическое равновесие различают разные уровни организации живого: гены – клетки – ткани – органы – организмы – популяции – сообщества. Сообщества совместно с абиотическими компонентами (материя и энергия) образуют естественные экосистемы. В ходе геологической истории Земли в природе установилось равновесие между экосистемами и внутри их. Экосистемы не имеют определенного объема и могут охватывать пространство разной протяженности – от капли воды или озера до океана или всей биосферы.

Экологическое равновесие – это такое состояние экосистемы, характеризующееся устойчивостью, способностью к саморегуляции, сопротивляемостью нарушениям, восстанавливаемостью первоначального состояния, существовавшего до нарушения равновесия [3]. Такое свойство живых форм поддерживать постоянство своей внутренней среды, а также главные черты присущей ему организации несмотря на изменчивость параметров окружающей среды называется **гомеостазом**. Основу гомеостаза составляют механизмы, сложившиеся в процессе жизнедеятельности, и поэтому закреплены генетически.

Наряду с естественными экосистемами различают антропогенные экосистемы.

Преобразующая деятельность людей в современных условиях строится, как правило, на основе предварительного планирования, однако

предполагаемый ход развития антропогенных экосистем нередко искажается благодаря действию стихийных, неучтенных человеком заранее факторов. В результате возникают состояния “экологических стрессов”, которые могут привести к экологическому кризису.

В общем виде зависимость выживаемости организмов определенного вида от интенсивности лимитирующего экологического фактора представлена на рис. 1.



Рис. 1. – Выживаемость вида в зависимости от интенсивности экологического фактора

Взаимодействие нескольких экологических факторов усложняет картину. В то же время вопросы организации процесса мониторинга требуют существенного развития, поскольку любая болезнь экосистемы – это комплексная система нарушений баланса вещества, энергии и уровня организации и требует специфического подхода.

Особенности влияния окружающей среды на здоровье человека. Современные представления о характере влияния окружающей среды на здоровье человека можно представить в виде следующей схемы. Изменение параметров окружающей среды вызывает изменение состояния здоровья человека. Последнее может проходить под влиянием прямых и косвенных факторов. В результате этого воздействия могут происходить быстрые (в течение одного года) или медленные (в течении ряда лет) изменения в здоровье человека. Исследования антропоэкологических процессов должны установить связи между отдельными или группами параметров окружающей среды, с одной стороны, отдельными и группами характеристик состояния здоровья человека – с другой.

Характеристика окружающей среды может быть представлена совокупностью параметров, каждый из которых принимает значения A_i^j , где i -номер параметра, j - номер значения данного параметра.

Аналогично может быть описано состояние здоровья населения параметрами B_i^j .

Применение данных дистанционного зондирования для антропо-экологических исследований. Применение космических снимков для антропоэкологических исследований расширяет возможности экспериментатора в связи с комплексностью изображаемой на снимке информации. Регулярность космической съемки Земли позволяет контролировать динамику параметров среды. Для целей антропоэкологии при дешифрировании космических снимков необходимы следующие сведения об окружающей среде: загрязнение водного и воздушного бассейнов, почвы, растительности; физические границы населенных пунктов, неиспользуемые земли и свалки, плотность застройки; гидротехнические сооружения, электростанции, нефте и газопроводы, промышленные предприятия; сеть транспортных коммуникаций; рельеф, эродированные почвы и др.

Анализируя полученные результаты и сравнивая их с изменениями состояния здоровья за тот же период, можно говорить о контроле динамики параметров здоровья населения по дистанционным снимкам. Наибольшее значение такие работы будут иметь при прогнозировании состояния и разработке мероприятий по улучшению состояния здоровья населения.

Структура системы информационной поддержки для аэрокосмического мониторинга

Комплексное изучение вышеизложенных процессов требует внедрения Новой Информационной Телекоммуникационной Технологии (НИТТ). Разработан интегрированный подход к анализу экоситуации на базе компьютерной когнитивной графической модели экомониторинга. Дальнейшим развитием этого подхода служит структура системы информационной поддержки для аэрокосмического мониторинга (рис. 2).

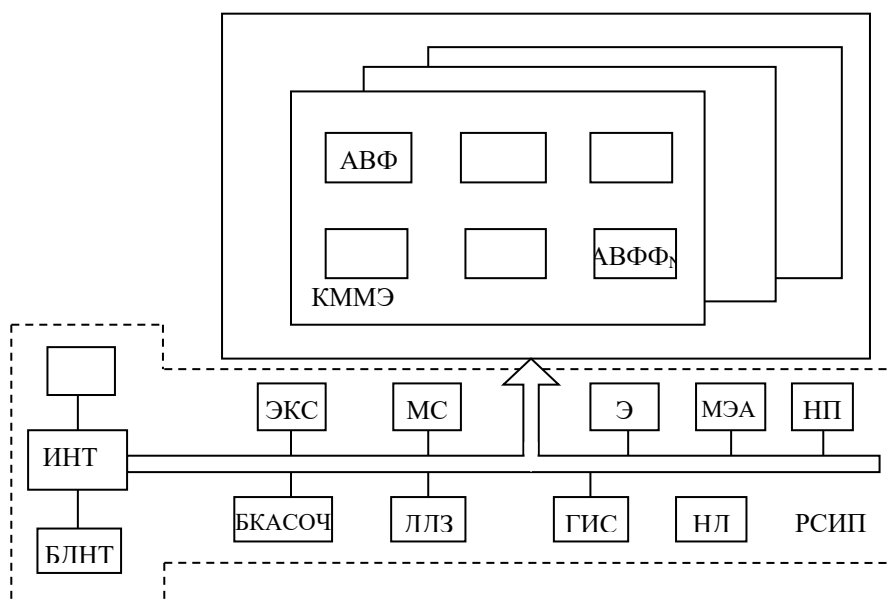


Рис. 2. – Структура системы информационной поддержки для аэрокосмического мониторинга

ИНТ – Интернет, ЭКС – эксперты, МСК – многоуровневая система критериев, ЭА – электронные (нейросетевые) агенты, МЭАЭ – мультимедийная энциклопедия аэрокосмического экомониторинга, НПБ – нормативно-правовая база, ДДЗ – данные дистанционного зондирования, ГИС – географическая информационная система, НД – наземные данные, БДНТИ – банк данных научно-технической информации, БДКИ – банк данных космических изображений, БКАСОЧ – блок контроля и анализа состояния организма человека, КММЭ – когнитивная мультимедийная модель экомониторинга, АВФФ – аудио-визуальная форма фазы технологического процесса.

Структура включает: расширенную систему информационной поддержки (РСИП) и когнитивную мультимедийную модель экомониторинга (КММЭ). Семантическая аудиовизуальная информация отображается в виде однородной и комплексной форм и основана на современных технологиях Multimedia. Это определяет большую наглядность, в частности, по сравнению с обычными картами.

РСИП состоит из следующих основных компонентов: данные ДЗ (включая доступ к удаленной базе данных космических снимков); географическая информационная система (ГИС); наземные данные; нормативно-правовая база; эксперты (специалисты проблемной области, международные ученые и др.); блок контроля и анализа состояния организма человека; Интернет и др.

В КММЭ выделены три функциональные компоненты: мультимедийная модель проблемной области (технологический процесс), фазы технологического процесса и интерактивное взаимодействие исследователя (экспериментатора) с комплексом (в том числе, аудиовизуальный диалог с экспертами по сети Интернет).

В настоящее время космические снимки Земли могут быть получены различных масштабов, с любым периодом повторения, в любом из диапазонов спектра электромагнитных волн. Многочисленные эксперименты по фотографированию Земли дали количественный рост информации об антропоэкологических процессах.

Многомасштабность и регулярность космических исследований привели к значительному качественному скачку информации. В целом это создало предпосылки для антропоэкологических исследований на различных масштабных уровнях: локальном, региональном, глобальном.

Описанный выше подход служит основой для разработки и исследования структур ряда специализированных компьютерных тренажеров (анализа конкретных экоситуаций, управления подспутниковым экспериментом, анализа и управления аэрокосмическим мониторингом, обучающих технологий, оценки функционального состояния исследователя и др.).

Разработанная стратегия предполагает проанализировать пути применения аэрокосмических снимков для оценки и прогнозирования антропо-экологических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sattarov N.A., Sattarov R.N. TDSM: A System of Informational Support and Automation of Ecological Researches.-Proc. of the Fourth Intern.Airborne Remote Sensing Conf.and Exh./21 st., Canadian Symp.on Remote Sensing, v. 1, Ottawa, Canada. 1999, p. 751–758.

2. Sattarov N.A., Integrated Approach of an Evaluation Ecosituation: GIS, RSD, INTERNET, EXPERTS as Components of a Cognitive Graphical Model of Ecomonitoring.- Proc. of the Sixth Intern. Conf. «Remote Sensing for Marine and Coastal Environment », v.2, Charleston, USA, 2000, p. 201–208.

3. Агаев Ф.Г., Саттаров Н.А., Оджагов Г.О., Гасанов А.Р., Саттаров Р.Н., М.Вернаштейн., М.Сзарамович. Исследование антропогенных физических источников опасности для здоровья населения с целью разработки мультимедийного банка данных. Труды Межд. симпоз., Баку, 2010. – с. 52–58.

4. Саттаров Н.А., Оджагов Г.О., Кенгерлинская Т.К., Саттаров Р.Н., Исследование антропогенных химических источников опасности для здоровья населения с целью разработки мультимедийного банка данных. Труды Научно-практ. конф., Баку, 2012.

УПРАВЛЕНИЕ ЗАЩИТОЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА РЕЧИЦКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ С РАЗРАБОТКОЙ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ

Тумилович М.С.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Современный мир в своём развитии с каждым днём являет всё большие и большие опасности, как природного, так и антропогенного характера. Рост плотности населения, наряду с размещением опасных производств в пределах и вблизи населённых пунктов, всё более частые появления опасных природных и техногенных явлений, связанные с повышением энергонасыщенности производств, износом основных и оборотных фондов, изменением локального и глобального климата приводят к необходимости уделять всё больше внимания вопросам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций осуществляется по двум основным направлениям: предупреждение чрезвычайных ситуаций, ликвидация чрезвычайных ситуаций и их последствий.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций – комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения ЧС, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров вреда, причинённого окружающей среде, и материального ущерба в случае их возникновения. Для предупреждения ЧС необходим анализ

основных опасностей административно-территориальной единицы, знание методов прогнозирования возможных последствий, методик определения необходимого количества сил и средств для обеспечения защиты населения и территории, порядок определения достаточности запланированных мероприятий, наличие навыков для обеспечения согласованного взаимодействия между субъектами управления, задействованными в предупреждении и ликвидации ЧС, а в случае возникновения ЧС – максимально минимизировать последствия (в т.ч. ущерб) и восстановить нормальные условия жизнедеятельности в кратчайшие сроки [1].

Целью работы является расчет возможных негативных последствий в результате аварии (разгерметизации) газотермической установки (колонны), прогнозирования возможных последствий чрезвычайной ситуации и соответственно овладение методикой планирования мероприятий по защите населения, определения достаточности сил и средств для проведения аварийно-спасательных работ, минимизации ущерба.

Основные задачи – изучение общих характеристик административно-территориальной единицы (рельеф, климат, гидрография, пути сообщения и транспорт, экономическая и экологическая обстановка), структуры и порядка организации работы территориальной и местной подсистем государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Анализ основных опасностей и чрезвычайных ситуаций, произошедшие на территории Речицкого района Гомельской области за последние 10 лет. Расчет значения опасных факторов для наиболее неблагоприятной чрезвычайной ситуации, а также количества сил и средств, необходимых для её ликвидации, проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ. Последующее планирование деятельности по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий.

В ходе выполнения работы была дана детальная оценка всего спектра интересующих параметров района. На основе изучения характеристик района и обстановки с чрезвычайными ситуациями за период с 2013 по 2022 год разработан паспорт безопасности Речицкого района, который позволит оперативно и качественно принимать решения и реагировать на чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть как на территории района, так и сопредельных с районом территориях.

Паспорт безопасности необходим для решения следующих задач:

определения возможности возникновения ЧС;

оценки возможных последствий ЧС;

оценки деятельности комиссий по чрезвычайным ситуациям при местных исполнительных и распорядительных органах;

разработки и применения экономических механизмов управления субъектов хозяйствования, стимулирующих их деятельность по решению проблем безопасности;

осуществления компенсационных мер (возмещение ущерба за счет страховых и иных выплат, государственная помощь) [2].

Проанализирована действующая структура и порядок организации работы территориальной и местной подсистем государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Подводя итоги можно констатировать, что наиболее частая чрезвычайная ситуация, характерная для района – пожары, которые приводят к большим материальным потерям и гибели людей. В целях снижения рисков их возникновения в районе разработан комплекс мероприятий, основными из которых являются активизация деятельности и системность работы смотровых комиссий при сельских исполнительных комитетах, с включением в их состав представителей всех заинтересованных структур. Установка автономных пожарных извещателей в домовладениях граждан высокой группы риска. Инициирование работ по приведению в исправное состояние печного отопления и электропроводки у одиноких и одинокопроживающих пенсионеров, проведение акций, освещение проблемы безопасной жизнедеятельности в средствах массовой информации, обучение учащихся и воспитанников учреждений образования основам безопасности. Однако не исключена вероятность возникновения и других чрезвычайных ситуаций как природного, так и техногенного характера.

Так, наибольшую опасность представляют чрезвычайные ситуации на пожаровзрывоопасных объектах. Поэтому в данной работе рассматривается вариант возникновения пожара в наружной установке переработки газа (колонна К-601) на Белорусском газоперерабатывающем заводе РУП «ПО «Белоруснефть» по адресу: Речицкий район, Солтановский сельсовет, 2/14.

Наличие в наружной установке горючих газов обуславливает необходимость отнесения её к категории «Ан» по взрывопожарной и пожарной опасности по [3].

Тем самым подтверждается опасность производства и важность для обеспечения пожарной безопасности.

Наиболее вероятной причиной аварийного истечения продукта является нарушение герметичности оборудования в результате несоблюдения технологического процесса и неисправности противоаварийных систем и устройств. Воспламенение происходит, как правило, от постороннего источника, так как максимальная температура продукта ниже температуры самовоспламенения.

Пожары на объектах хранения и переработки сжиженных углеводородных газов характеризуются возможностью проявления в различном сочетании следующих опасных сценариев: теплового воздействия «пожара-вспышки»; воздействия волны сжатия взрыва; теплового воздействия струйного факела горящего газа; теплового воздействия пламени горения пролива; теплового воздействия огненного шара.

Поскольку плотность паров большинства сжиженных углеводородных газов больше плотности воздуха, паровоздушные облака могут дрейфовать в приземном слое атмосферы на значительные расстояния. При загорании таких облаков может происходить их быстрое сгорание без взрыва в виде вспышки либо сгорание со взрывом с образованием волны сжатия.

При разгерметизации оборудования, в котором сжиженный газ находится под давлением, образуются паровоздушные струи, загорание которых приводит к образованию веерных струйных факелов, а также струйных факелов, близких к осесимметричным. Воздействие таких факелов, имеющих зачастую большую длину, на оборудование приводит к его повреждению и вовлечению в горение все большего количества газа [5].

Проведен расчет необходимого количества сил и средств для ликвидации чрезвычайной ситуации, достаточности имеющихся в районе ресурсов. [4].

Проработаны вопросы взаимодействия органов управления, организаций и субъектов хозяйствования по осуществлению деятельности, направленной на предупреждение чрезвычайных ситуаций и их ликвидацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий: СТБ 1429-2003. – Введ. 31.10.2003. – Минск : Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2003. – 6 с.

2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Паспорт безопасности административно-территориальных единиц. Общие положения: СТБ 1498-2004. – Введ. 30.08.2004. – Минск : Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2004. – 2 с.

3. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: ТКП 474-2013. – Минск 2013 : Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2013. – 8 с.

4. Порядок определения необходимого количества сил и средств подразделений по чрезвычайным ситуациям для тушения пожаров: НПБ 64-2017. – Минск : Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Управление аварийно-спасательных служб и ликвидации чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2017. – 1 с.

4. Терещнев, В.В. Противопожарная защита и тушение пожаров. Объекты добычи, переработки и хранения горючих жидкостей и газов : учеб. пособие / В.В.Терещнев, Н.С.Артемьев, А.В.Подгрушный – Книга 4 – Минск: Пожнаука, 2007. – 65–66 с.

ПРОБЛЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ ПОЖАРОВ, ВОЗНИКШИХ ПО ПРИЧИНЕ НЕОСТОРОЖНОГО ОБРАЩЕНИЯ С ОГНЕМ

Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Трещин Е.С., Меретукова О.Г.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Неосторожное обращение с огнем является самой распространенной причиной возникновения пожара [1–3]. По данным [4] в Российской Федерации за 2019–2021 годы произошло 1,3 млн. пожаров, из них по причине неосторожного обращения с огнем – 914 тыс. пожаров, на которых погибло более 14 тыс. человек, из них 12,7 тыс. человек в жилом секторе.

На рис. 1 приведена динамика количества погибших людей при пожарах, возникших по причине неосторожного обращения с огнем, в Российской Федерации за 2017–2021 гг.

В 2021 году количество погибших людей по пожарам от этой причины снизилось на 6% по сравнению с 2020 годом.

Была проведена аппроксимация распределения методом наименьших квадратов с использованием полиномиальной функции 2-го порядка. Динамика количества погибших людей при пожарах (Y_g), возникших по причине неосторожного обращения с огнем, в Российской Федерации за 2017–2021 гг. описывается функцией

$$Y_g = -56,8 \cdot x^2 + 360,4 \cdot x + 4219,2, \quad (1)$$

где x – порядковый номер года ($x=1$ соответствует 2017 году).

Полиномиальный тренд количества погибших людей при пожарах при невысоком коэффициенте детерминации ($R^2=0,41$) напоминает пологую инвертированную U-кривую.

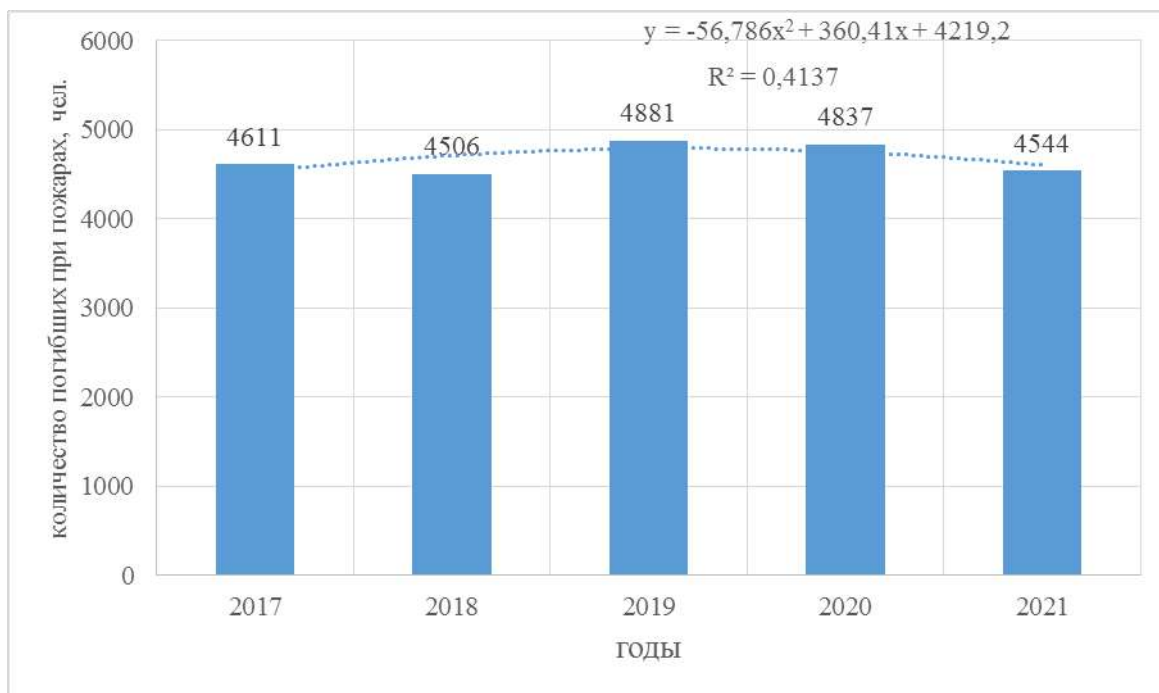


Рис. 1 – Динамика количества погибших людей при пожарах, возникших по причине неосторожного обращения с огнем, в Российской Федерации за 2012–2021 гг.

На рис. 2 приведена динамика количества травмированных людей при пожарах, возникших по причине неосторожного обращения с огнем, в Российской Федерации за 2017–2021 гг.

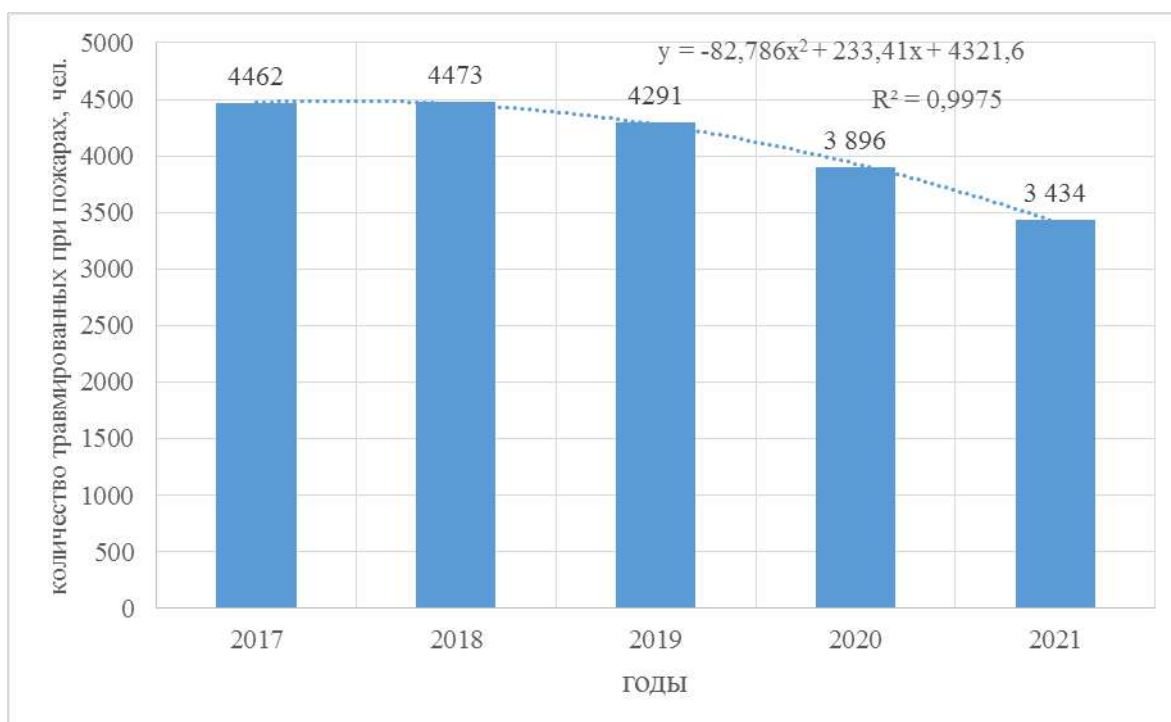


Рис. 2 – Динамика количества травмированных людей при пожарах, возникших по причине неосторожного обращения с огнем, в Российской Федерации за 2017–2021 гг.

В 2021 году количество травмированных людей по пожарам от этой причины снизилось на 12% по сравнению с 2020 годом.

Проведена аппроксимация распределения методом наименьших квадратов с использованием полиномиальной функции 2-го порядка. Динамика количества травмированных людей при пожарах (Y_t), возникших по причине неосторожного обращения с огнем, в Российской Федерации за 2017–2021 гг. описывается функцией

$$Y_t = -82,8 \cdot x^2 + 233,4 \cdot x + 4321,6 \quad (2)$$

при значимом коэффициенте детерминации $R^2=0,997$.

Однако для оценки степени опасности пожаров для людей лучше использовать синтетический показатель «доля травмированных при пожарах людей от общего количества травмированных и погибших людей при пожарах» [5]. Этот показатель оценивает вероятность выживания людей, попавших под воздействие опасных факторов пожара, приводящих к травме или гибели человека, и характеризует величину факторов пожарной опасности по анализируемой причине. На рис. 3 приведена динамика доли травмированных при пожарах людей от общего количества травмированных и погибших людей, при пожарах, возникших по причине неосторожного обращения с огнем.

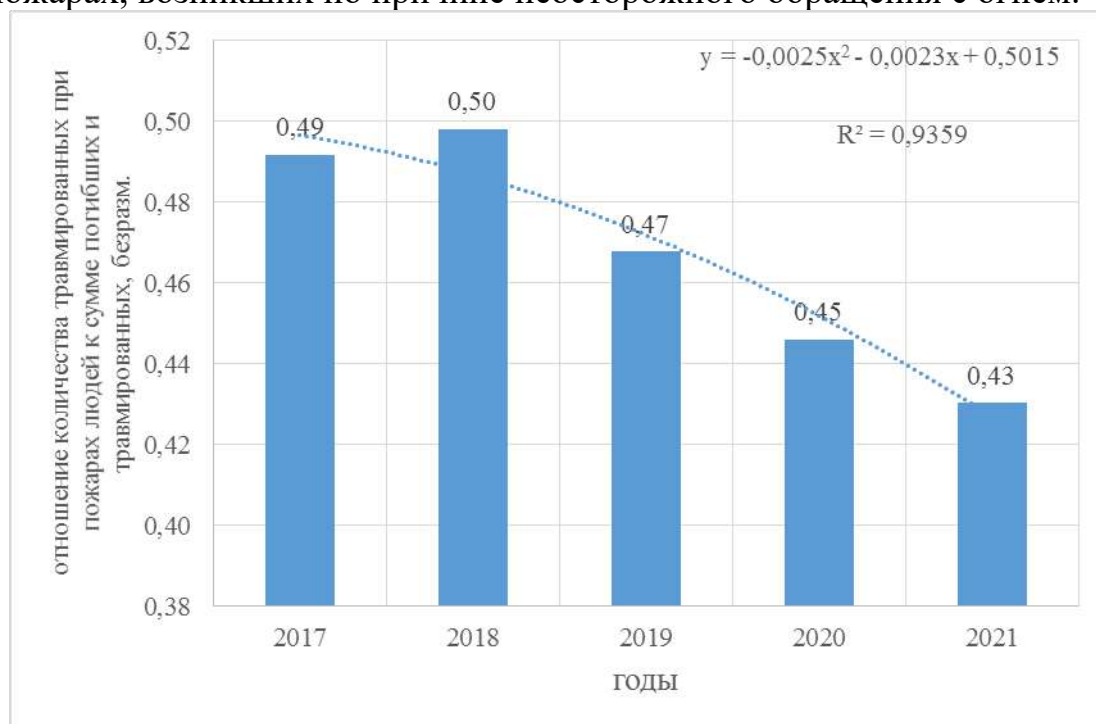


Рис. 3 – Динамика доли травмированных при пожарах людей от общего количества травмированных и погибших людей, при пожарах, возникших по причине неосторожного обращения с огнем, в Российской Федерации за 2017–2021 гг.

Проведена аппроксимация распределения методом наименьших квадратов с использованием полиномиальной функции 2-го порядка. Динамика доли травмированных при пожарах людей от общего количества травмированных и погибших людей при пожарах Y_d , возникших по причине неосторожного обращения с огнем, в Российской Федерации за 2017–2021 гг. описывается функцией

$$Y_d = -0,0025 \cdot x^2 - 0,0023 \cdot x + 0,5 \quad (3)$$

при значимом коэффициенте детерминации $R^2=0,94$.

Полиномиальный тренд уровня анализируемого показателя демонстрирует тенденцию к снижению доли травмированных при пожарах людей от общего количества травмированных и погибших людей, при пожарах, возникших по причине неосторожного обращения с огнем.

Таким образом, вероятность выживания людей, попавших под воздействие опасных факторов пожара, возникшего по причине неосторожного обращения с огнем и приводящего к травме или гибели человека, ежегодно снижается последние 4 года. Отметим, что гибель 90% людей происходит при пожарах в жилом секторе. Один из эффективных способов снижения такой гибели – установка в каждом доме систем пожарной безопасности. Также необходимо совершенствовать способы изучения гражданами мер пожарной безопасности, а также формировать среду социально-ответственного населения, улучшать состояние противопожарной безопасности, в частности, более активно использовать средства массовой информации, особенно IT-технологии, включая разработку интерактивных сервисов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гармышев В.В., Дубровин Д.В. Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // XXI век. Техносферная безопасность. 2019. Т. 4. № 1 (13). С. 38–61.
2. Тростянский С.Н., Бакаева Г.А., Гаврилов А.М. Анализ влияния социально-экономических факторов на основные причины пожаров в России // Вестник Воронежского института ФСИН России. 2015. № 4. С. 58–62.
3. Порошин А.А., Харин В.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю. Факторы риска гибели и травматизма людей на пожарах в сельских поселениях // Пожарная безопасность. 2018. № 4. С. 102–107.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статистический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.
5. Харин В.В., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Шавырина Т.А. Оценка уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений) с учетом класса функциональной пожарной опасности за 2017–2020 годы. // Безопасность техногенных и природных систем. 2022. № 2. С. 43–48.

ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕМНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ГАЗОКОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

Халиков Р.В., Роеенко В.В.

ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

Современная инфраструктура развитие общества в информационном отношении предъявляют серьезные требования к системам пожарной безопасности. В данных условиях становится актуальным использование математического аппарата для решения задач, стоящих перед подразделениями пожарной охраны. Одним из сложных аспектов, с точки зрения пожаротушения, является объемное пожаротушение газоконденсаторных станций, это подтверждается статистическими данными по пожарам на территории Российской Федерации (рис. 1). Кроме того, использование расчетной методики для вычисления эффективности применения существующих средств пожаротушения при тушении данных пожаров [1] показало, что 95 % случаев пожаров в замкнутых пространствах объектов газоконденсаторных станций она не превышает 57 %. Это обуславливает актуальность исследований в данном направлении.

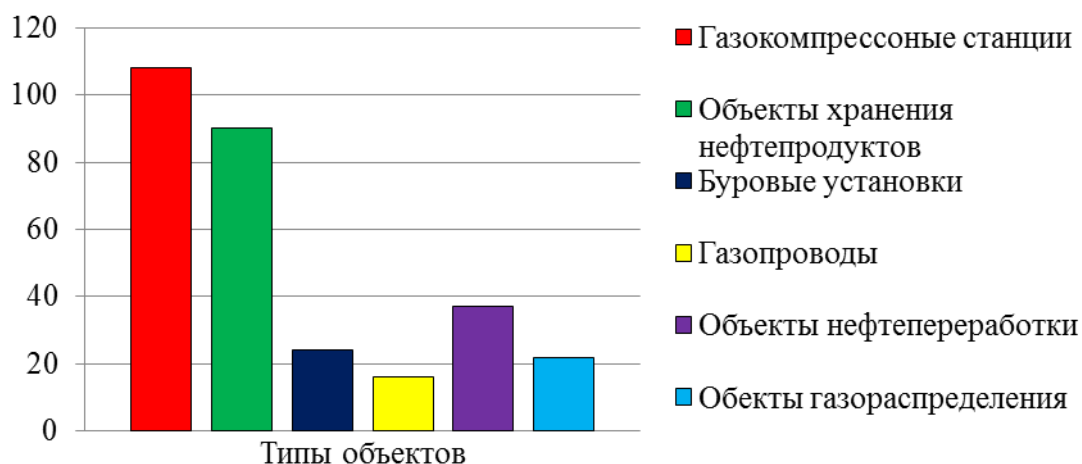


Рис. 1 – Гистограмма количества пожаров на объектах нефтегазовой отрасли в РФ за 2013–2018 годы

Вывод: анализ статистических данных показал, что количество пожаров на газоконденсаторных станциях по абсолютному показателю является наибольшим среди пожаров на объектах нефтегазовой отрасли, наименьшая эффективность тушения пожаров на данных объектах характерна для подавления пламени в замкнутых пространствах. Процессы пожаротушения в замкнутых объемах наиболее тесно связаны с физико-химическими параметрами обращающихся веществ (пространственно-структурная изомерия углеводородных соединений их агрегатное состояние и др), объемно-планировочными решениями помещений, в которых происходит горение.

Установление взаимосвязи между параметрами позволит расширить понимание процесса пожаротушения.

В течении долгого времени теорема Байеса успешно используется в различных отраслях науки и техники для решения вероятностных задач. Основой создания байесовских моделей служит графическая модель распределения вероятностей, связанных причинно-следственной связью. Анализ построенных графических моделей предусматривает использование статистических данных, что повышает точность результата. В основе процессов горения веществ лежит окислительный-восстановительный процесс. В свою очередь, этот процесс может быть представлен реакциями ионного обмена, в рамках данной задачи это реакции разветвления и обрыва реакционных цепей [2], которые влияют на динамику процесса горня веществ. С другой стороны, процессы горения в данных условиях могут быть описаны с использованием электромагнитной теории [3]. Основное преимущество предлагаемой схемы описания с помощью теоремы Байеса состоит в том, что появится возможность интегрированного описания модели данного процесса.

Для использования теоремы в описании процессов объемного пожаротушения газокompрессорных станций необходимо разделить теорему Байеса на составляющие:

$$P(A) = \frac{P(B/A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

$$\text{где } P(B) = P\left(\frac{B}{A}\right)P(A) + P(B/\bar{A})P(\bar{A}) \quad (2)$$

где $P(A)$ – вероятность появления конкретного исхода среди остальных возможных;

$P(B/A)$ – совместное распределение выборки из параметрической совокупности, заданной функцией зависимости результата (Y) и факторов, на него влияющих (X). Если вероятность позволяет нам предсказывать неизвестные результаты, основанные на известных параметрах, то постановка обратной задачи дает возможность оценивать неизвестные элементы прогноза, опираясь на знания известных результативных показателей. То есть в первом случае рассматриваемая функция зависит от события, а во втором – от параметра при фиксированном событии, что позволяет определить правдоподобие выбранных величин, оказывающих влияние на результат;

$P(B)$ – распределение вероятностей, то есть сумма всех исходов данного события;

$P(A/B)$ – условное распределение вероятностей какой-либо величины, рассматриваемое в противоположность ее безусловному или априорному распределению.

Таким образом данная теорема позволит связывать теоретические параметры описания процессов горения в замкнутом пространстве газокompрессорных станций с эмпирическими данным, полученными в результате экспериментов, что позволит спрогнозировать наиболее вероятную модель развития пожара. Это в свою очередь позволит не только выбрать

наиболее эффективную технологию тушения пожаров, но и провести наиболее точный тактический расчет для контурного периода времени тушения пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. М.: Вильямс, 2007. – 1408 с.

2. В.В. Азатян, И.А. Болодьян., В.Ю., Навценья, Ю.Н. Шебеко., А.Ю. Шебеко Роль реакционных цепей в критических условиях распространения пламени в разгах [Электронный ресурс] // Горение и взрыв. 2012. № 5 Т.5 С. 53–60. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21796931> (дата обращения 01.17.2020)

3. Р.В. Халиков Объемное тушение пожаров твердых углеводородов. [Электронный ресурс] // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2019. № 3 (4). С. 201–203. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41579070> (дата обращения 01.15.2020).

ЛОКАЛЬНАЯ (СПАСАТЕЛЬНАЯ) ПЕТЛЯ

Щавровский А.В., Романенко В.В., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Основная задача спасателя–пожарного при тушении пожаров – спасение людей в случае возникновения угрозы их жизни и здоровью. Для выполнения данной задачи используют такие средства как пожарную аварийно-спасательную технику, средства индивидуальной защиты органов дыхания, пожарно-техническое вооружение и оборудование, аварийно-спасательной инструмент и снаряжение. Но не всегда они доступны в необходимый момент.

Одним из самых простых и всегда действующих приспособлений для спасения людей, находящихся на верхних этажах, является спасательная петля.

Локальная (спасательная) представляет собой трубчатую стропу или ленту (тесьму) шириной 25–40 мм и длиной 6–7 м (3,0–3,5 м в сшитом состоянии), концы которой сшиты между собой или связаны встречным простым узлом. Локальная петля предназначена для горизонтальной и вертикальной транспортировки; вязки индивидуальных полных обвязок; переноски пожарного оборудования и инструмента, работы с ручными водяными стволами и рукавными линиями; проникновения в этажи здания, преодоления препятствий; открывания и закрывания дверей при угрозе температурного выброса; покидание опасной зоны через оконный проем; страховки при работе на высотах; сцепки газодымозащитников при проведении разведки на больших площадях в непригодной для дыхания среде; вспомогательных и других специальных работ[3].

Возможно использование разомкнутых спасательных петель, на концах спасательной петли делаются небольшие кольца, которые соединяются между собой с помощью карабина.



Рис. 1. – Общий вид спасательных петель

Спасательная петля переносится в скрученном состоянии (аналогичной двойной скатке напорных рукавов) или связанной в бесконечную петлю (укорачивающий узел), в кармане боевой одежды, закрепленной за карабин на поясе пожарного или в специальном чехле на плечевом ремне АСВ. Для возможного предотвращения намокания, спасательную петлю допускается переносить в одноразовой медицинской перчатке [1].



Рис. 2. – Спасательная петля

В настоящее время многие производители защитной одежды интегрируют в ее конструкцию спасательные петли. А также предлагают индивидуальные страховочные системы, которые одеваются вместе с боевой одеждой.

Основными видом применения спасательных петель является вязка индивидуальных страховочных систем (обвязок), которые могут применяться,

как для подъема или спуска спасателей-пожарных, так и для горизонтальной и вертикальной транспортировки пострадавших.

Обвязки бывают полными и не полными. Полные (универсальные) обвязки – это обвязки, позволяющие горизонтальную и вертикальную транспортировку. Не полные обвязки – обвязки применимые только для одного направления транспортировки.

Универсальными видами обвязок применимыми для горизонтальной и вертикальной транспортировки являются обвязки «Три восьмерки» и «Альпинистская система».

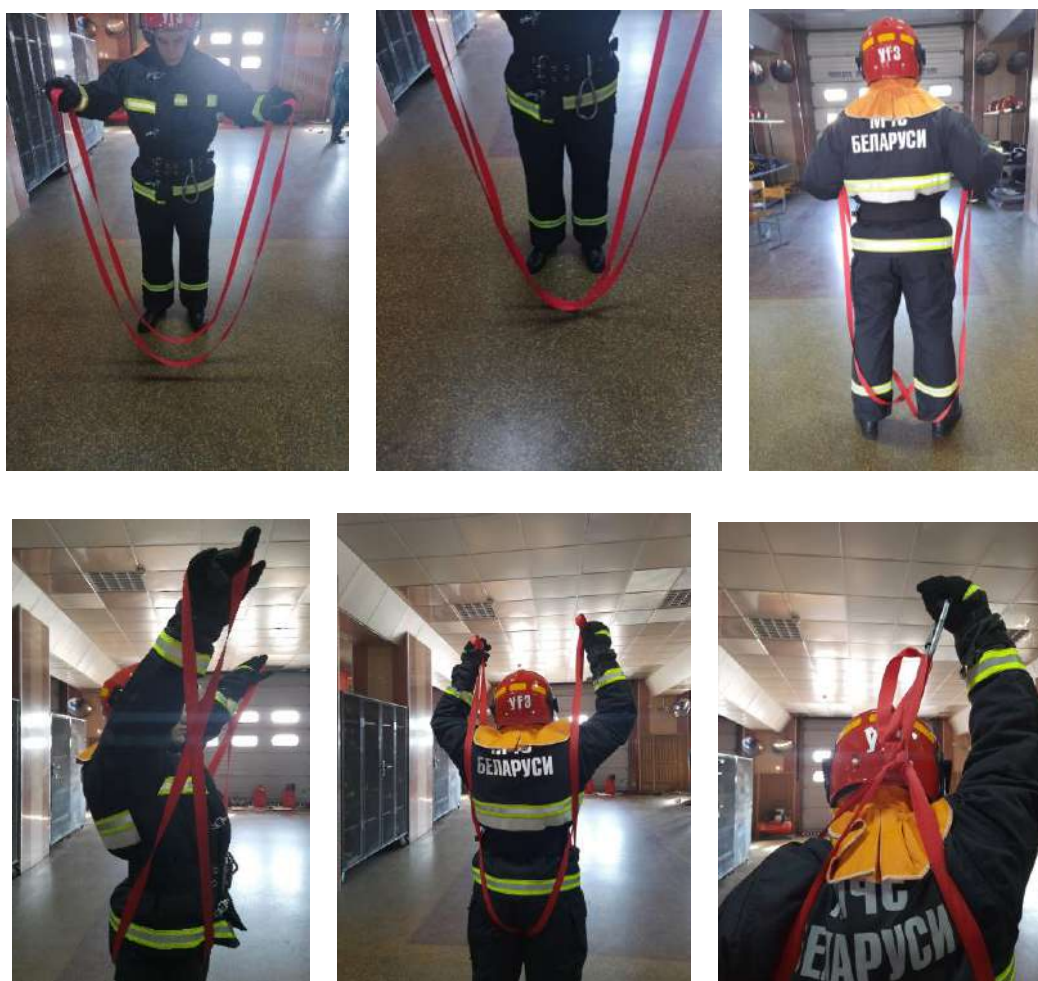


Рис. 3. – Порядок выполнения обвязки «Три восьмерки»

Спасательная петля укладывается в виде цифры «8» (или «знака бесконечность»), свободные концы петли пожарный-спасатель держит в руках. В образовавшиеся половинки восьмерки вставляют ноги, таким образом, что перекрестье (центр) петли оказывается между ног. Спасатель-пожарный поднимает руки и оба свободных конца спасательной петли перекручиваются еще раз, в «восьмерки», в которые вставляются руки. После чего оставшиеся концы связываются страховочным (двойным) узлом, в районе шейного отдела позвоночника [2].

Положительные моменты использования обвязки «Три восьмерки»:

- простота вязки на пострадавшем;
- позволяет перемещать пострадавшего как по горизонтали, так и по вертикали;
- поддержка головы при перемещении пострадавшего по горизонтальным поверхностям.

Отрицательные моменты использования данной обвязки:

- требуется только двойной узел, так как на одном узле обвязка может освободиться (развязаться).

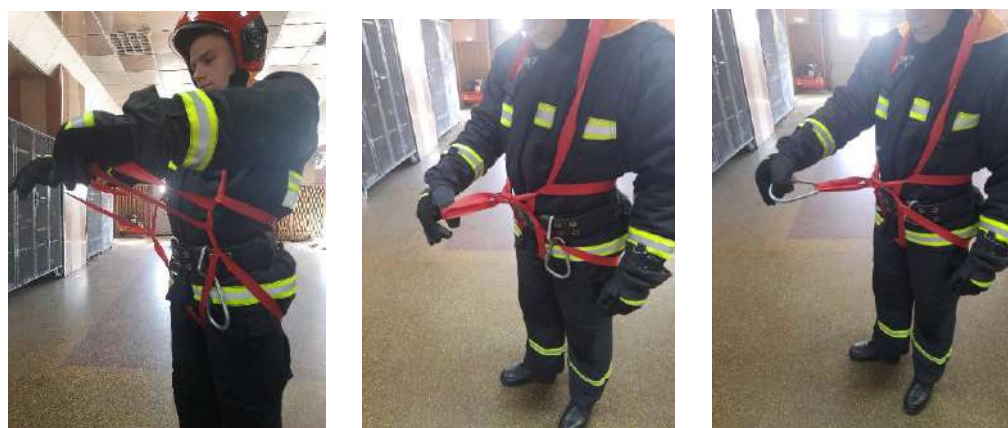


Рис. 4. – Порядок выполнения обвязки «Альпинистская система»

Спасательная петля заводится за шейный отдел позвоночника. Затем нижний конец спасательной петли пропускается между ног, таким образом, чтобы концы петли были в обеих руках. Свободные концы петли берутся и поднимаются так, чтобы петля поднялась на поясничный отдел позвоночника. Последующим действием свободные концы по два раза закручиваются вокруг лент нижней петли и закрепляются карабином [2]. Для данной обвязки непосредственным плюсом является её использование как действующей альпинистской системы, так как в данной обвязке петли используются для поддержки тех же частей тела, что и в сертифицированной системе. Полные обвязки с помощью спасательной петли могут быть применены для страховки, самоспасения спасателей-пожарных, спасения (перемещения) пострадавших в двух направлениях [3].

Подводя итоги, можно сделать выводы, что локальная петля открывает широкий спектр возможностей для спасателей–пожарных при проведении аварийно–спасательных и других неотложных работ, и ее применение необходимо изучать на основе мирового опыта и развивать в подразделениях МЧС Беларуси для успешного решения поставленных задач на месте ЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вязка двойной спасательной петли [Видеофайл]. – 2022. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=МКОСbD38Fbw>. – Дата доступа: 14.09.2022.
2. Вязка двойной спасательной петли [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/vyazka-dvojnoj-spasatelnoj-petli/>. – Дата доступа: 15.09.2022.
3. Универсальная спасательная петля. Рекомендации. Методика использования [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <http://5nomer.ru/2022/03/02/универсальная-спасательная-петля-pe/>. – Дата доступа: 15.09.2022.

Секция 2

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ПЛАНОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ НА ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Бабичев Д.В., Бирюк В.А.

Университет гражданской защиты

В настоящее время на территории Республики Беларусь эксплуатируется около 70 холодильных предприятий. Одним из наиболее эффективных хладагентов в текущий момент является аммиак. Это вещество достаточно часто встречается в природе, а его использование не вредит окружающей среде. После подписания Монреальского протокола, в котором основной конкурент аммиака – фреон R22 – был признан основным виновником разрушения озонового слоя Земли и запрещен к применению, аммиак стал лидером по использованию в крупных холодильных установках промышленных предприятий по всему миру. Вместе с тем, высокие энергетические показатели, интенсивность теплообмена при изменении агрегатного состояния в процессе холодильного цикла, дешевизна аммиака делают эксплуатацию аммиачных холодильных установок (АХУ) экономически выгодной.

Эти и другие факторы делают аммиак практически идеальным веществом для использования в крупных холодильных установках предприятий всех отраслей промышленности. Однако существуют и негативные качества аммиака, которые ограничивают его использование – опасность для жизни человека, пожаро- и взрывоопасность.

Аммиак относится к группе аварийных химически опасных веществ (АХОВ), и в случае утечки способен повредить здоровью не только непосредственно задействованного в обслуживании холодильной установки персонала, но и населению близлежащих территорий.

Пары аммиака при определенных концентрациях сильно раздражают слизистые оболочки глаз и органов дыхания, вызывают обильное слезотечение, боль в глазах, химический ожог конъюнктивы и роговицы, потерю зрения, приступы кашля, покраснение и зуд кожи. При соприкосновении сжиженного аммиака и его растворов с кожей возникает жжение, возможен химический ожог с пузырями, изъязвлениями. Кроме того, сжиженный аммиак при испарении поглощает тепло, и при соприкосновении с кожей возникает обморожение различной степени.

Согласно Закона Республики Беларусь № 354-З [1], в зависимости от объёмов аммиака выделяют следующие типы опасных производственных объектов: I тип опасности – 200 и более тонн; II тип опасности – 50 и более, но менее 200 тонн; III тип опасности – 3 и более, но менее 50 тонн. При содержании аммиака от 1 тонны до 3 тонн аммиачные холодильные установки относят к потенциально опасным объектам.

Основная опасность при эксплуатации АХУ – разгерметизация технологического оборудования и токсическое поражение людей при попадании больших количеств аммиака в воздух. Наиболее распространенные аварии на АХУ:

- гидравлический удар в цилиндре компрессора, обусловленный превышением предельно допустимого уровня аммиака в испарительной системе;
- разрыв (нарушение герметичности) трубопроводов, сосудов, аппаратов из-за высокого давления нагнетания, коррозионного износа, механических повреждений и т.п.;
- разрушение оборудования (компрессоры, аммиачные насосы), аппаратов трубопроводов вследствие неправильных действий персонала при пуске, остановке, подключении и отключении, выполнении отдельных технологических операций (выпуск масла, оттайка охлаждающих приборов, слив аммиака из цистерн или баллонов, предремонтное освобождение оборудования от аммиака);
- взрыв воздушно-аммиачной смеси при достижении взрывоопасной концентрации в помещении или емкостном оборудовании.

Самыми опасными по своим последствиям считаются аварии, связанные с разрушением компрессоров при гидравлических ударах в цилиндре, разгерметизацией емкостного оборудования (ресиверы, конденсаторы, испарители) и трубопроводов на стороне высокого давления.

В правилах по обеспечению промышленной безопасности аммиачных холодильных установок и складов жидкого аммиака [2] в главе 17 изложены требования к составлению Плана локализации и ликвидации аварий (ПЛА).

В ПЛА должны предусматриваться все виды и места возможных аварий в условиях эксплуатации, обслуживания, ремонта АХУ. В ПЛА предусматриваются меры по максимально быстрой локализации и ликвидации аварий, действия работников в случае их возникновения.

ПЛА разрабатывается в соответствии с фактическим состоянием АХУ и пересматривается при изменениях в схеме АХУ, системе вентиляции, в материальных и технических средствах для осуществления мероприятий по ликвидации аварий и инцидентов. Контроль за своевременной разработкой и внесением соответствующих изменений в ПЛА возлагается на руководителя службы промышленной безопасности (инженера промышленной безопасности, лицо, на которое возложены соответствующие обязанности по обеспечению промышленной безопасности).

ПЛА должен содержать:
титульный лист;

оперативную часть, в которой предусматриваются:

мероприятия по локализации и ликвидации аварий в начальный период с указанием ответственных лиц и исполнителей этих мероприятий;

распределение обязанностей между отдельными лицами, участвующими в ликвидации аварий, и порядок их действия;

пути (маршруты движения) и время выхода людей из аварийного и опасного участков (участок (структурное подразделение) относится к опасному, если в результате возникшей аварии он может быть загазован или будет отрезан выход из него);

список должностных лиц субъекта промышленной безопасности, а также перечень аварийно-спасательных служб (подразделения по чрезвычайным ситуациям, экстренной медицинской помощи, милиции, организаций, эксплуатирующих инженерные коммуникации, и других), которые должны быть немедленно извещены об аварии;

план помещения аммиачно-холодильной установки, с расположением технических устройств (основного оборудования), вентиляционных установок, с указанием входов и выходов, расположения телефонных аппаратов, шкафов со средствами индивидуальной защиты;

принципиальная технологическая схема АХУ, с указанием оборудования, сосудов и аппаратов, работающих под давлением, вводов и выводов инженерных коммуникаций во вспомогательные или взаимозависимые цехи, место расположения пронумерованных задвижек, кранов, вентилей, рубильников и других устройств, схема трубопроводов, задвижек (для каждого возможного варианта аварии);

списки средств индивидуальной защиты, инструментов и других необходимых материалов с указанием мест их расположения.

Также ПЛА дополняется краткой характеристикой компрессорного цеха или помещения, в котором расположена АХУ; расчётом сил и средств необходимых для ликвидации аварии; графиком проведения учебно-тренировочных занятий по ПЛА; графиком проведения учебных тревог.

Не реже одного раза в квартал со всеми работниками компрессорного цеха должны проводиться тренировки (поочередно) по одной из позиций ПЛА. Не реже одного раза в год должны проводиться учебные тревоги. Для этой цели в машинном отделении устанавливается сирена, звуковой сигнал которой должен отличаться от сигнала срабатывания приборов автоматики АХУ. Эта же сирена должна быть включена для оповещения обслуживающего персонала о действительно произошедшем выбросе аммиака и необходимости срочно покинуть помещение и собраться в установленном месте, для последующего проведения эвакуации оставшихся в помещении людей и ликвидации последствий аварии.

Субъекты промышленной безопасности эксплуатирующие АХУ обязаны четко придерживаться структуры ПЛА, соблюдать основные положения и проводить весь изложенный перечень работ, а также регулярно в соответствии с графиком проводить учебно-тренировочные занятия по подготовке персонала объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. О промышленной безопасности : Закон Респ. Беларусь от 5 января 2016 г. № 354-З: в ред. Закона Респ. Беларусь от 10 декабря 2020 г. № 66-З.
2. Об утверждении Правил по обеспечению промышленной безопасности аммиачных холодильных установок и складов жидкого аммиака: Пост. МЧС Респ. Беларусь от 28 дек. 2017 г. № 46.

К ВОПРОСУ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ТЕХНОГЕННЫМИ ВЫБРОСАМИ И НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА СПАСАТЕЛЕЙ И НАСЕЛЕНИЕ

Гарасюк А.О., Гоман П.Н.

Университет гражданской защиты

Пожары в лесных массивах Беларуси оказывают глубокое и всестороннее влияние на лесные экосистемы, в результате чего происходит трансформация лесных ландшафтов, наблюдаются коренные изменения в составе и структуре лесов, прерываются многообразные сложившиеся взаимоотношения и связи между различными их компонентами [1]. Нередко лесные пожары возникают вблизи промышленных объектов, что может нести дополнительную угрозу для спасателей и населения.

В результате деятельности промышленных объектов в атмосферу выбрасываются загрязняющие вещества, что ухудшает состояние воздушной среды и загрязняет рядом расположенные лесные массивы. Только с 2000 года деятельность заводов, фабрик, электростанций привела к выбросам около 9,3 млн. т загрязняющих веществ (рисунок 1) [2]. Значительный урон лесам могут нанести выбросы даже относительно небольших промышленных объектов, при которых концентрация загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, возрастает. Загрязняющие вещества под воздействием ветра распространяется на большие расстояния, накапливается в кронах деревьев, оседает в лесной подстилке и при возникновении пожара переходят во взвешенное состояние, что негативно воздействует не только на окружающую среду, но и на организм человека [3, 4].

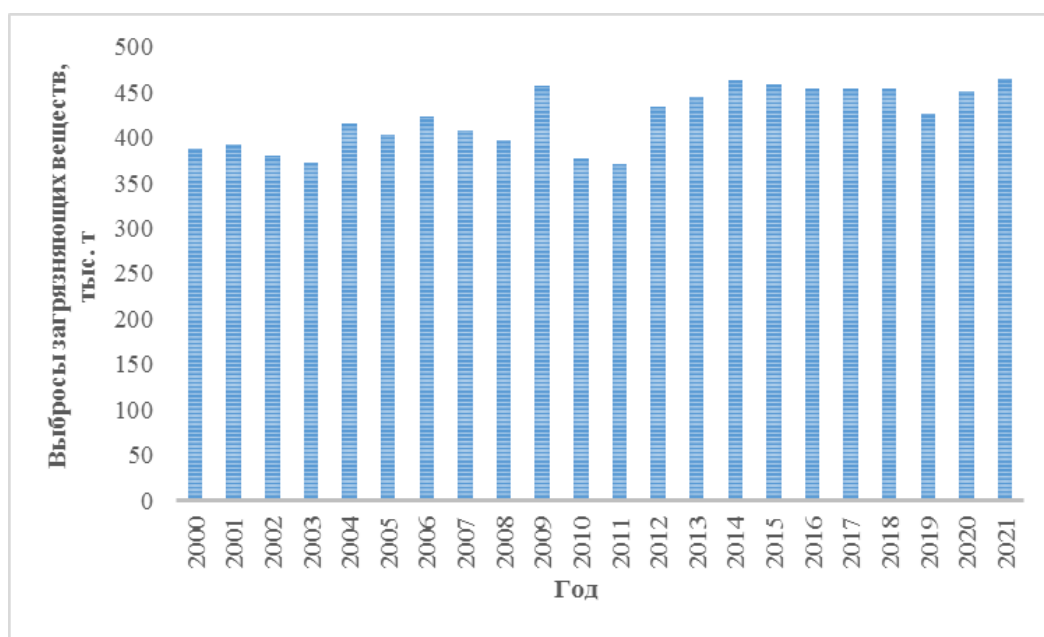


Рис. 1. – Динамика выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников промышленных объектов

К загрязняющим природные экосистемы веществам относятся химические вещества и соединения, а также пылевидные выбросы. Двуокись серы (SO_2) образуется путем сжигания топлива, содержащего серу, что характерно для металлургических заводов и целлюлозно-бумажных предприятий. Концентрация SO_2 , превышающая $0,4 \text{ мг/м}^3$, при воздействии на рядом расположенные лесные массивы, вызывает нарушения ассимиляции хвойных пород и некрозные изменения. Содержание в воздухе двуокиси серы наносит вред не только растительности, но и человеку. При попадании SO_2 в дыхательные пути, у людей, страдающих астмой, может наблюдаться затруднение дыхания, что в дальнейшем может привести к серьезным заболеваниям дыхательной системы [5].

При сжигании каменного угля в атмосферу выбрасывается летучая зола, которая негативно воздействует на ассимиляционный аппарат растений и человека, вызывая заболевание почек, нарушение слуха, задержку развития, отек мозга. Цементная пыль представляет собой смесь минералов, содержащих калий, кальций и алюминий, которые разрушающе действуют на хвою и листья, снижая прирост и, как следствие этого, продуктивность насаждений. Данная смесь минералов вызывает у человека необратимые процессы изменения структуры легких, что приводит к хроническому бронхиту и астме. Вблизи предприятий цветной металлургии скапливается пыль, содержащая частички металлов. Скопление окиси свинца и цинка в верхних слоях почвы нарушают деятельность корневых систем, что способствует ослаблению и усыханию деревьев. Окись цинка негативно сказывается на здоровье человека, вызывая раздражение дыхательных путей и «литейную лихорадку» [5–7].

Таким образом, в связи с развитием промышленности и увеличением техногенных выбросов в окружающую среду, целесообразным является

исследование накопления в лесной подстилке загрязняющих веществ и уровень их воздействия на спасателей и население при лесных пожарах.

Данное исследование позволит оценить фактор опасности лесных пожаров вблизи промышленных объектов и разработать эффективные меры защиты спасателей и населения при их возникновении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усеня, В.В. Лесная пирология / В.В. Усеня, Е.Н. Каткова, С.В. Ульдинович. – Гомель : УО "ГГУ им. Ф. Скорины", 2011. – 260 с.

2. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь / И.В. Медведева [и др.]. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. – 203 с. – (Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь).

3. Григоренко, А.В. Физиологические и морфологические показатели хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях аэротехногенного загрязнения / А.В. Григоренко // Вестник КрасГАУ. – 2015. – Вып. 4. – С. 15–19.

4. Григоренко, А.В. Минусинский ленточный бор в условиях загрязнения неорганической пылью / А.В. Григоренко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 6. – № 1(3). – С. 861–865.

5. Ослабление лесов под воздействием промышленных выбросов: ГРАУ-МСХА, Зооинженерный факультет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.activestudy.info/oslablenie-lesov-pod-vozddejstviem-promyshlennykh-vybrosov/>. – Дата доступа: 11.12.2022.

6. Цементная пыль. Вред, ликвидация, предотвращение: СовПлим, система промышленной вентиляции и аспирации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovplym.ru/blogs/tsementnaya-pyl-vred-likvidatsiya-predotvrashhenie/?ysclid=lbjrvrqrk7666666472>. – Дата доступа: 11.12.2022.

7. Оксид цинка – важное в промышленности и медицине соединение: PRIME CHEMICALS GROUP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pcgroup.ru/blog/oksid-tsinka-vazhnoe-v-promyshlennosti-i-meditsine-soedinenie/?ysclid=lbjsd7c7cm957889263>. – Дата доступа: 11.12.2022.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Закрута М.С., Шаталова В.В.,

В Республике Беларусь, как во всем мире, развитие промышленности характеризуется ростом количества пожаро-, взрыво-, химически опасных производств, являющихся потенциальными источниками крупных аварий и катастроф, потери от которых измеряются тысячами человеческих жизней и невозможным ущербом природной среде. Анализ аварий и катастроф приводит к заключению, что главные источники опасности для человека находятся в созданной им среде.

Техносфера – это часть биосферы, включающая наряду с живыми организмами, технические объекты и технические средства, с помощью которых происходит преобразование человеком окружающей природной среды [2, 4].

Техносферная безопасность – область науки и техники, занимающаяся изучением опасностей и рисков, существующих в техносфере, а также разработкой методов и средств, обеспечивающих благоприятные для человека условия существования в техносфере [4, 5].

Управление техносферной безопасностью – это непрерывный целенаправленный циклический процесс поступления и анализа информации о состоянии безопасности объекта техносферы и воздействия на это состояние посредством подготовки, принятия и реализации мероприятий, направленных на обеспечение требуемого уровня безопасности [2, 4, 6].

Управление техносферной безопасностью осуществляется по самостоятельным направлениям таким как: охрана труда, промышленная, пожарная, экологическая безопасность, предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций.

Соответственно основными целями управления техносферной безопасностью являются:

- обеспечение благоприятных условий труда;
- профилактика травматизма;
- защита природных сред и обеспечение рационального природопользования;
- профилактика и предупреждение чрезвычайных ситуаций, ликвидация последствий ЧС.

Наиболее важные задачи управления техносферной безопасностью:

- создание системы законодательных и нормативных правовых актов в области техносферной безопасности (промышленной, пожарной, экологической безопасности, охраны труда и предупреждении и ликвидации ЧС);
- владения, пользования и распоряжения природными ресурсами;
- предотвращения и защиты от чрезвычайных ситуаций (ЧС));
- надзор и контроль за соблюдением законодательных и нормативных правовых актов;
- оценка и анализ условий и безопасности труда, заключающиеся в оценке условий труда, сертификации производств на соответствие требованиям охраны труда;
- анализ состояния травматизма и заболеваемости, расследование и учёт несчастных случаев на производстве;
- обучение и инструктирование работающих правилам и требованиям охраны труда, пожарной, промышленной, экологической безопасности;
- разработка мероприятий по улучшению условий труда и обеспечению норм и правил безопасности труда;
- предотвращение экологически вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности, укрепление законности и правопорядка в области экологических отношений, разработка мероприятий по повышению экологической безопасности;

- разработка мероприятий по предотвращению и ликвидации ЧС [1, 6].

Управление техносферной безопасностью складывается из двух основных составляющих: диагностики состояний с помощью средств получения информации *рисунок 1* и принятия управляющих решений, направленных на обеспечение безопасного функционирования системы техносферы, приводимых в действие исполнительными устройствами [3, 5].



Рис. 1. – Структура системы управления техносферной безопасностью

В зависимости от степени участия человека в реализации управляющих воздействий системы подразделяются на технические, человеко-машинные, организационные.

К функциям управления техносферной безопасностью промышленного предприятия относятся:

- разработка требований безопасности рабочего места, оборудования, технологического процесса и контроль за их выполнением;
- разработка и реализация технологических схем очистки газовых выбросов, сточных вод, обезвреживания отходов;
- планирование и осуществление мероприятий по производственному контролю;
- планирование и осуществление мероприятий по поддержанию надежности и безопасности оборудования;
- обучение и инструктаж работающих, проведение аттестации рабочих мест;
- обеспечение рабочих средствами коллективной и индивидуальной защиты, установка устройств, обеспечивающих безопасность на рабочих местах (блокировки, сигнализации), контрольноизмерительной аппаратуры, плакатов и знаков безопасности;
- сбор и анализ данных о состоянии безопасности, результатах выполненных мероприятий, несчастных случаях, заболеваниях.

Можно выделить формы управления техносферной безопасностью *рисунок 2*



Рис. 2. – Виды форм управления

Один из важных процессов управления техносферной безопасностью является планирование.

Планирование работы по обеспечению безопасности – это организационный управленческий процесс, осуществляемый с целью обеспечения безопасных условий труда работников на основе эффективного использования денежных средств [2, 3].

Составление планов представляет собой разработку конкретных мероприятий на определённый срок, с указанием исполнителей и средств, необходимых для реализации мероприятий.

В таблице 1 приведены основные подсистемы обеспечения техносферной безопасности и законодательные акты, посредством которых государство управляет этими подсистемами.

Таблица 1. – Основные подсистемы

№ п/п	Подсистема	Законодательная база управления	Управляющая структура
1	Охрана труда	Закон Республики Беларусь от 23.06.2008 № 356-З «Об охране труда»	Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь
2	Промышленная безопасность	Закон Республики Беларусь от 05.01.2016 № 354-З «О промышленной безопасности»	Департамент по надзору за безопасным ведением работ в промышленности
3	Пожарная безопасность	Закон Республики Беларусь от 15.06.1993 № 2403-ХП «О пожарной безопасности»	Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь
4	Экологическая безопасность	Закон Республики Беларусь от 26.11.1992 № 1982-ХП «Об охране окружающей среды»	Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь
5	Предупреждение и ликвидация ЧС	Закон Республики Беларусь от 27.11.2006 № 183-З «О гражданской обороне»	Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

ЛИТЕРАТУРА

1. Бектобеков, Г.В. Пожарная безопасность: учебное пособие / Г. В. Бектобеков. – 4-е, изд. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2018. – 84 с.
2. Дмитренко, В. П. Техносферная безопасность: введение в направление образования: учебное пособие / В. П. Дмитренко, Е. М. Мессинева, А. Г. Фетисов. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 134 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-010849-0.
3. Кравец, В.А. Безопасность жизнедеятельности в лёгкой промышленности: учебн. для вузов / В. А. Кравец [и др.]. – М.: Академия, 2006. – 432 с. – (Высш. проф. обр. Лёгкая пром-ть). – Библиогр.: с. 426. – Доп. УМО вузов РФ. – ISBN 5-7695-2183-Х.
4. Панова, Т.В. Управление техносферной безопасностью: методические указания / Т. В. Панова, М. В. Панов. – Брянск: Брянский ГАУ, 2019. – 132 с.
5. Соколов, А.К. Управление техносферной безопасностью: учебное пособие / А. К. Соколов. – Иваново: ИГЭУ, 2018. – 140 с.
6. Широков, Ю.А. Техносферная безопасность: организация, управление, ответственность: учебное пособие / Ю. А. Широков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 408 с.

IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF INDUSTRIAL PRODUCTION WITH THE HELP OF CATALYTIC PURIFICATION OF GAS EMISSIONS FROM ORGANIC POLLUTANTS

Kuznetsov M.V., Lukina S.M.

All-Russian Research Institute on Problems of Civil Defense and Emergencies of
Emergency Control Ministry of Russia (EMERCOM)

The main innovative development used in present work is the universal domestic fiberglass woven catalytic (FGWC) materials of a new generation with various filler metals. FGWC are products woven from silicate glass fibers, amorphous in phase state (SiO_2 content 55–98 wt.%), in the form of panels or grids activated by catalytic metal components: Pt, Pd, Ag, Cr, Ni, Mn, Co, etc., the chemical composition and percentage of which is determined by the requirements of each specific catalytic process. In the course of searching for methods of catalytic activation of the silica base of the FGWC, a number of methods for implanting metal ions into an amorphous fiberglass matrix were developed directly during their production. FGWC elements are characterized by high catalytic activity with a low content of metal component in the matrix and a developed catalytic surface. Their macroporosity is regulated by the selection of a specific multi-fiber matrix structure, which is formed by torsion operations of individual elementary fibers with a diameter of 5–9 microns into a working thread, as well as by the type of weaving of threads into a cloth (simple woven weaving, twill, satin, mesh, jacquard, etc.). The microporosity of the FGWC is easily controlled by changing the chemical

composition of the glass and introducing special pretreatment operations of the fiberglass matrix of the carrier into the technological process. The internal surface can vary according to the requirements of a specific catalytic process from units (for alkaline glass) to hundreds (for aluminosilicate glass) of square meters per gram of catalyst mass with a wide range of pores in size (10–1000 Å). FGWC are characterized by high chemical and thermal resistance, mechanical strength, abrasion and dust resistance. These qualities of FGWC systems, combined with the stability of the metal component introduced into their matrix, provide these systems with good characteristics in terms of service life or working resource. Their structure and properties make it possible to implement in the reactor an efficient cassette design of a layer-by-layer formed catalyst package with a significant reduction in the total loading weight compared to traditional granular bulk catalysts. Such a cassette design of the catalyst cartridge package ensures ease of operation and efficiency of its installation, as well as extraction of the spent element from the reactor. The production process of FGWC materials is characterized by the continuity of the technological scheme, as well as its easy readjustability to a new product and cost-effectiveness. FGWC materials can be classified as new, practically unexplored objects of catalytic chemistry. This class of catalytic systems is characterized by both its own fundamental scientific novelty and the novelty of their technological application. These systems can be used in the machine-building, automotive, cable industry, at furniture and woodworking enterprises, as well as in any other technological processes to neutralize air flows departing, for example, from paint installations, as well as paint and polymer coating lines [1]. In relation to the tasks of waste processing for various purposes, these catalytic systems can also be successfully used in systems of complex purification of industrial gas emissions from incinerators.

The proposed process of purification of industrial gas emissions is implemented using FGWC materials activated by noble metals at their content in the matrix of FGWC 0.05–0.20% by weight. FGWC-cleaning systems do not require significant modification of the currently existing technological equipment. The catalytic replaceable "cartridge" is made in the form of a cassette, easily installed in the reactor-neutralizer and easily removed from it. The time of installation and disassembly of the catalytic cartridge without stopping the technological process does not exceed 1–2 hours.

A schematic diagram of a standard industrial process for cleaning gas emissions using granular catalysts looks like follows. A vapor-air mixture containing solvent vapors (such as methyl ethyl ketone, cyclohexanone, butane-2-oh, etc.) at a temperature of 25–30⁰C is fed into the heating chamber by means of fan, the temperature in which is significantly higher due to combustion of propane-butane mixture. In the heating chamber, the vapor-air mixture is heated up to 550⁰C and then passes into a catalytic reactor, in which the processes of intensive oxidation of solvent vapors on the surface of granular catalysts take place. In our case, these granular catalysts are replaced by a cassette assembly containing layers of FGWC in a certain set and sequence. A standard catalytic reactor has 4 sections, in which a total of about 2 tons of granular catalyst are placed. It is in these sections that, without

changing the reactor design, granulate can be replaced with a cassette-design FGWC. The throughput capacity of this catalytic purification system is 25 000 m³/h. The purified hot air then enters the heat exchanger, in which its temperature drops down to 300°C, and then passes into a column about 40 m high and dissipates in the atmosphere. The essence of catalytic processes for cleaning emissions of harmful organic substances and carbon monoxide is that the catalyst provides oxidative or reductive decomposition of toxic impurities to harmless substances such as water, nitrogen and carbon dioxide. Nitrogen oxides in this case are reduced to nitrogen.

The practical implementation of the proposed developments is carried out by our team of authors together with the scientific and production enterprise SPE «Ecopromica» (Tomilino, Moscow region). The equipment of this company is installed throughout Russia, as well as in Belarus, Ukraine and Kazakhstan. The company SPE «Ecopromica» actively participates in the implementation of the national program "Ecology of Russia", personally supervised by the President of the Russian Federation. In recent years, SPE «Ecopromica» has developed 12 basic gas purification plants and more than 30 modifications. More than 500 gas «Yatagan» cleaning complexes of the gas converter type have been introduced into operation, which currently purify over 5 million m³ of polluted air per hour. As another example of the successful practical use of the catalysts developed and manufactured by us, it is necessary to cite the characteristics of FGWC system used at the Lipetsk plant «STYNOL» for cleaning ventilation air from the paint chambers of refrigerators. This cleaning system has been in continuous operation for more than 10 years and provides the following environmental characteristics of the process: the air flow directed for cleaning is 10000 m³/h; the temperature at the entrance to the catalysis zone is 350–400°C; the content of impurities (organic solvents) is 0.5–1.0 g/m³; the degree of cleaning is 90–95%. The woven catalyst is used in the form of a layered cartridge with a meter of the catalytic panel required to complete the reactor – 100 m², weighing 1 m² – 0.7 kg. The catalytic cassette is assembled from 8 layers with a total assembly thickness of 8–10 mm.

Promising scientific and technical results that can be achieved through the use of FGWC systems instead of traditional powder or granular catalytic systems for cleaning industrial gas emissions: the similar quality and volume of air purification from industrial gas emissions when using FGWC requires the use of significantly smaller volumes and masses of catalysts (by ~12–16 times); with similar quality and volume of air purification due to the use of FGWC, a longer service life of the catalyst is provided (by ~1.2–1.5 times). The use of FGWC makes it possible to significantly simplify and speed up operations related to the replacement of a spent catalyst with a new one by replacing one cassette with another, in fact, without interruption in the technological process (1–2 hours) instead of carrying out an expensive process of unloading and loading a granular catalyst that requires a long stop of the production process (up to 2–3 working shifts). In total, the use of FGWC provides a reduction in total operating costs by more than three times.

Thus, the enterprises of various industries are successfully implementing approaches related to the introduction of fiberglass woven catalytic (FGWC) materials, which are exclusively domestic development, into industrial gas emissions

purification systems. These promising catalytic materials and technological approaches associated with their use in the chemical, oil refining, food industry, as well as in environmental processes, in the future are able to provide solutions to import substitution problems in the production of catalysts, as well as significantly improve the environmental component of the corresponding production processes.

REFERENCES

1. Barelko V.V., Prudnikov A.A., Bykov L.A. et al., Device for thermocatalytic cleaning of ventilation emissions from paint chambers: Patent of Russia N2171430 // В.И. 2001. № 21.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАРЬЕРОВ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Касперов Г.И., Зязюля У.В., Анашкевич В. Д.

Горнодобывающая промышленность является важнейшим видом экономической деятельности в промышленности, которая находится в непосредственном взаимодействии с природой. Во многих странах мира добыча полезных ископаемых является основой для функционирования экономики. Природно-ресурсный потенциал страны, уровень научно-технического развития и инвестиционные возможности определяют развитие данной отрасли в Республике Беларусь. По данным Минприроды Беларуси [2] установлено, что в Беларуси эксплуатируется более четырех тысяч карьеров (табл. 1), из них 63 единицы – это промышленные карьеры с большой глубиной выработки (более 20м). Обеспечение промышленной безопасности на предприятиях открытой добычи строительных материалов является обязательным условием деятельности всех органов управления [1]. В рамках проводимых исследований по количественным и качественным параметрам карьеров Гомельской области выполнялась оценка карьеров по назначению (табл. 2), по добываемым строительным материалам (табл. 3). На территории области добываются следующие строительные материалы: песчано-гравийная смесь (ПГС), песок, глина, гравий, керамзит и камень. Распределение добываемых строительных материалов по карьерам приведено для: промышленных на рис. 1, внутрихозяйственных на рис. 2.

Таблица 1. – Карьеры Республики Беларусь

Кол-во карьеров	Площадь, га	Промышленные		Внутрихозяйственные	
		Кол-во карьеров	Площадь, га	Кол-во карьеров	Площадь, га
2251	6279	468	4571	1783	1703

Таблица 2. – Распределение карьеров по районам Гомельской области

Кол-во карьеров	Название района																				
	Брагинский	Буда-Копелевский	Ветковский	Гомельский	Добрушский	Ельский	Житковичский	Жлобинский	Калинковичский	Кормянский	Лельчицкий	Лоевский	Мозырский	Наровлянский	Октябрьский	Петриковский	Речицкий	Рогачевский	Светлогорский	Хойникский	Чечерский
Промышленные	1	2	5	3	5	2	–	5	2	2	7	5	5	1	4	2	6	1	4	1	1
Внутрихозяйственные	15	15	14	13	21	11	18	24	17	7	15	10	13	4	9	24	31	22	10	8	6
Всего	16	17	19	16	26	13	18	29	19	9	22	15	18	5	13	26	37	23	14	9	7
Площадь района км ² х1000	1,9	1,5	1,6	1,95	1,45	1,36	2,91	2,1	2,75	0,94	3,22	1,04	1,6	1,58	1,38	2,84	2,71	2,5	1,9	2,03	1,2

Таблица 3. – Распределение строительных материалов по карьерам

Строительный материал	ПГС	Песок	Керамзит	Глина	Камень	Гравий
Площадь, га	215,46 / 24,96	502,94 / 311,98	26,7 / -	53,78 / -	42,81 / -	11 / -
Количество	5 / 18	48 / 289	1 / -	8 / -	1 / -	1 / -

Примечание. В числителе приведены значения для промышленных карьеров, в знаменателе – для внутрихозяйственных.

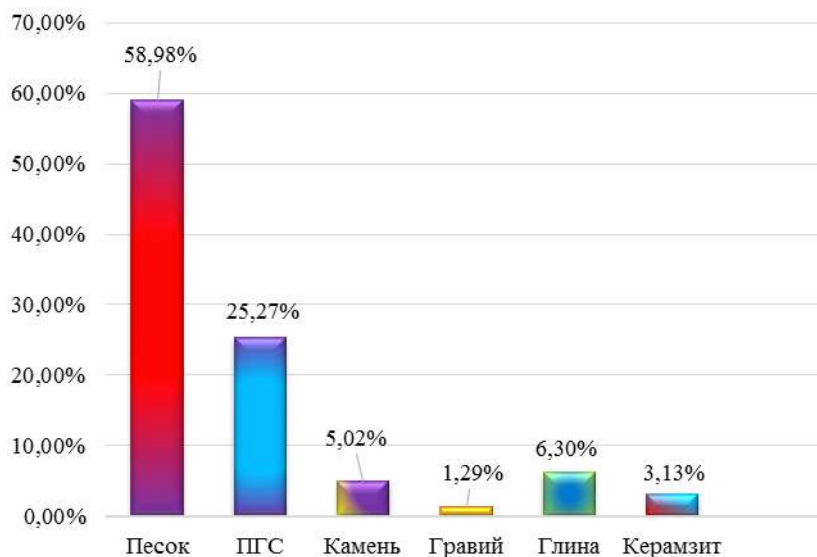


Рис. 1. – Добываемые строительные материалы в промышленных карьерах

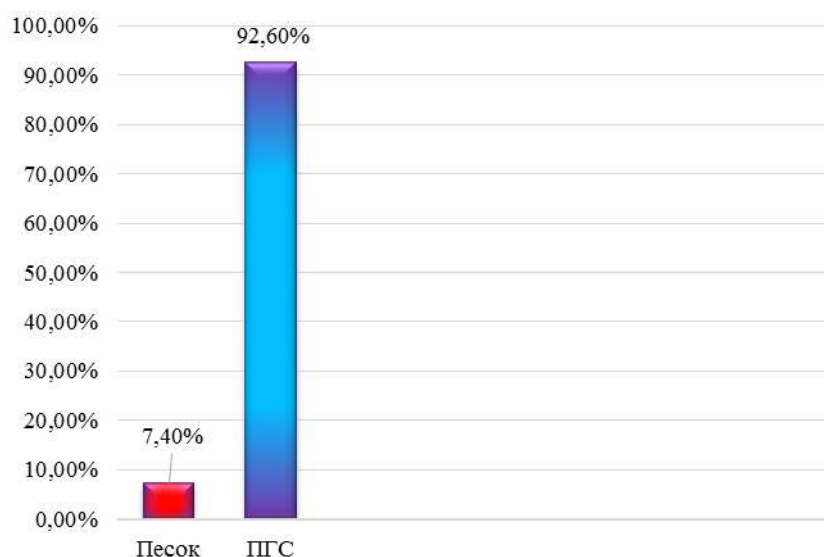


Рис. 2. – Добываемые строительные материалы во внутривозвездных карьерах

В рамках проводимых исследований оценивались площади, занимаемые промышленными и внутривозвездными карьерами. По ранее проведенным исследованиям [3] для промышленных карьеров были предложены следующие группы, в зависимости от установленного интервала численного значения занимаемой площади одним карьером, га: Iпр – менее 1,0, IIпр – от 1,0 до 5,0; IIIпр – от 5,0 до 10,0; IVпр – от 10,0 до 15,0; Vпр – от 15,0 до 20,0; VIпр – от 20,0 до 100,0. Соответственно, для внутривозвездных карьеров, га: Iвх – менее 1,0; IIвх – от 1,0 до 5,0; IIIвх – от 5,0 до 10,0, IVвх – от 10,0 до 20,0; Vвх – от 20 до 100.

Площадь, занимаемая промышленными и внутривозвездными карьерами Гомельской области, составляет 852,69 и 336,94 га. Распределение площадей, занимаемых промышленными и внутривозвездными карьерами, по группам представлено в табл. 4. Процентное соотношение количества карьеров по предлагаемым группам приведено для промышленных карьеров на рис. 3, для внутривозвездных – на рис. 4.

Таблица 4. – Распределение карьеров по группам площадей

Группа площадей	Iпр / Iвх	IIпр / IIвх	IIIпр / IIIвх	IVпр / IVвх	Vпр
Количество карьеров	39 / 48	11 / 84	4 / 173	8 / 2	2 / –
Общая площадь, га	103,52 / 13,46	71,17 / 49,55	59,26 / 258,83	278,44 / 15,1	340,3 / –

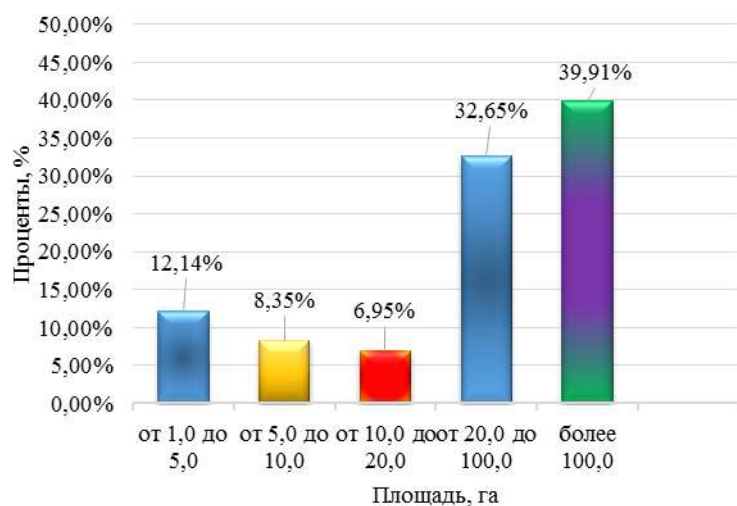


Рис. 3. – Распределение промышленных карьеров по группам площадей

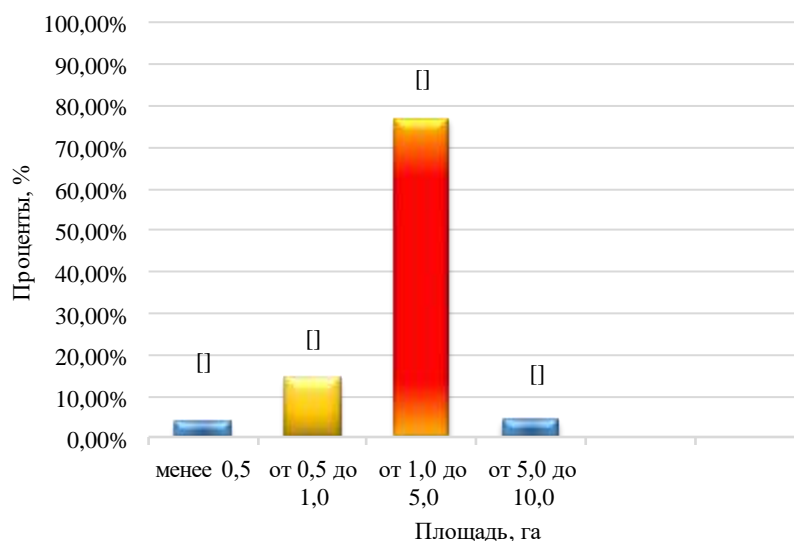


Рис. 4. – Распределение внутрихозяйственных карьеров по группам площадей

Выполненная количественная и качественная оценка параметров карьеров Гомельской области послужит методической основой по проведению дальнейших исследований по защите населения и территории АТЭ от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь от 5 января 2016 г. № 354-З «О промышленной безопасности».
2. Разработать комплексную оценку влияния карьерных водоемов на безопасность эксплуатации карьеров в местах добычи полезных ископаемых: отчет о НИР (заключ.) /БГТУ; рук. темы Г.И.Касперов. – Минск, 2020. – 192 с. – ГР № 20192245.
3. Касперов Г.И., Новиков М.Э., Зяблюя У.В. Оценка параметров карьеров Могилевской области – основа безопасности региона. / Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: сб. материалов

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙ И ИНЦИДЕНТОВ НА ОБЪЕКТАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ВЕТКОВСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ).

Крупенко Д.В.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Опасный производственный объект (ОПО) КЖУП «Ветковское» выполняет функцию обеспечения теплом зданий и сооружений г. Ветка и Ветковского района Гомельской области, решает задачу надежного снабжение теплом и горячего водоснабжения населения [1]. За последние десятилетия объектам жилищного коммунального хозяйства уделяется мало финансирование, как со стороны местных органов самоуправления, так и от теплоснабжающих организаций. Не значительное вкладывание денег в капитальное строительство, техническое перевооружение объектов КЖУП «Ветковское» привело к тому, что используется еще оборудование, которое было введено в эксплуатацию в семидесятые и восьмидесятые годы двадцатого века. Следствием такого положения является увеличение угрозы аварий на опасных производственных объектах (ОПО) КЖУП «Ветковское» и прекращение подачи тепла населению, что приведет к нарушению условий безопасности жизнедеятельности граждан.

Актуальность и научная значимость исследования заключаются в том, что из-за недостаточного финансирования объектов КЖУП «Ветковское», по сути, эксплуатируется старое оборудование. За таким оборудованием нужен особый и постоянный контроль, как со стороны руководителей и ведущих специалистов организации, так и со стороны оперативного и ремонтного персонала, которые обслуживают данный объект.

Объект исследования: выступает Коммунальное жилищное унитарное предприятие «Ветковское», имеющее в своем составе взрывоопасное производство [3].

Предмет исследования: является опасный производственный объект (ОПО) КЖУП «Ветковское».

Цель исследования: заключается в подробном исследовании развития сценариев, факторов и причин аварийных ситуаций с учетом внедрения мероприятий для обеспечения пожарной и промышленной безопасности при эксплуатации опасного производственного объекта (ОПО) КЖУП «Ветковское».

Гипотеза исследования состоит в том, что реализация внедрения исследования по обеспечению пожарной и промышленной безопасности будет способствовать работе объектов теплоснабжения без аварий, позволит минимизировать потери при возникновении аварий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать имеющиеся производственные и научные материалы в области промышленной безопасности по указанной теме;
- смоделировать аварийные ситуации, составить «дерево отказов»;
- разработать мероприятия для обеспечения пожарной и промышленной безопасности;
- провести расчет необходимого количества сил и средств для ликвидации чрезвычайной ситуации, достаточности имеющихся в районе ресурсов [4].
- разработать алгоритм действия персонала при аварийных ситуациях.

Теоретико-методологическую основу исследования в основном составит нормативно-правовая база в области промышленной безопасности. Базовым для настоящего исследования явились также: законы, нормы и правила в области промышленной безопасности и производственный опыт Республики Беларусь.

Методы исследования:

- системный анализ;
- теория надежности и безопасности систем теплоснабжений;
- моделирования возможных аварийных ситуаций.

Новизна исследования заключается в следующем:

- рассмотреть новые подходы для обеспечения производственной безопасности на ОПО КЖУП «Ветковское» с учетом специфики предприятия;
- разработать меры для обеспечения производственной безопасности на ОПО КЖУП «Ветковское»;
- выявить и внедрить решения по обеспечению пожарной, производственной и промышленной безопасности на ОПО КЖУП «Ветковское».

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь «О промышленной безопасности» от 5 января 2016 г. N 354-З Принят Палатой представителей 10 декабря 2015 года (Одобен Советом Республики 18 декабря 2015 года) (в ред. Закона Республики Беларусь от 10.12.2020 N 66-3) – 36 с.

2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий: СТБ 1429-2003. – Введ. 31.10.2003. – Минск: Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2003. – 6 с.

2. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: ТКП 474-2013. – Минск 2013: Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2013. – 8 с.

3. Порядок определения необходимого количества сил и средств подразделений по чрезвычайным ситуациям для тушения пожаров: НПБ 64-2017. – Минск : Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций Министерства по

чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Управление аварийно-спасательных служб и ликвидации чрезвычайных ситуаций Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2017. – 1 с.

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Лемешевский О.О., Делендик А.С.

УО «Военная академия Республики Беларусь»

Следует отметить, что пожары чаще всего возникают в результате небрежности и халатности людей. Происшествия такого плана, безусловно, приводят к большому материальному ущербу и к травмам с летальным исходом. Пожары вызывают огромное количество опасных факторов такие как открытый огонь, высокая температура, выделение токсичных веществ, дым, избыток кислорода, повреждение зданий и сооружений и другое. Для решения этой задачи требуется выполнение комплекса научно-технических и организационно-технических задач.

Для предотвращения возникновения пожаров имеется определенный комплекс мер. Эти меры направлены на предотвращение пожара или максимальное уменьшение его последствий. Систему противопожарной безопасности образуют комплекс сил и средств, меры правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера.

Целью данных мер является создание безопасных условий для труда, которые направлены на сохранения здоровья и жизни работников в процессе деятельности. Исходя из этого, соблюдение пожарных правил на объектах предприятия обязательно для всех лиц организации, как должностных, так и рядовых.

Для того чтобы более подробно разобраться в теме пожарной безопасности, необходимо понять, что такое пожар, его сущность. В различных источниках пожар трактуется по-разному, рассмотрим одно из понятий. Пожар – это неконтролируемое горение, которое наносит материальный вред и оказывают ущерб жизни и здоровья граждан и интересам общества, государства.

Кроме того, следует раскрыть такое определение как опасность пожара – это возможность возникновения и развития пожара в любом процессе или веществе. Следует отметить, что безопасного пожара нет. Если пожар не представляют никакой прямой угрозы для жизни или здоровья человека, то они наносят существенный материальный вред. Человек, который находится в зоне пожара, может находиться под влиянием различных вредных и опасных факторов [1].

По статистике в Республике Беларусь ежегодно происходят более 10 тысяч пожаров и аварийных ситуаций, в данных случаях погибают около 550–600 человек, а более 16 тысяч получают ранения различных

степеней. Это очень неприятные цифры для нашего государства. Для уменьшения данной статистики принимаются различные меры и проходят множество мероприятий, которые затрагивают как детей, так и взрослых.

Пожарная безопасность представляет собой состояние объекта, в котором максимально исключена возможность возникновения пожара, а если вдруг пожар возникает, то максимально предотвращается воздействие опасных факторов пожара на работников предприятия и должна обеспечиваться защита всех материальных ценностей. Таким образом, мы видим, что пожарную безопасность обеспечивают комплекс различных мер предотвращения возгорания и система противопожарной охраны, которая позволяет успешно противостоять последствиям пожара или возгорания.

Необходимо также понять, что такое требования пожарной безопасности, а именно особые условия социального и технического характера, предназначенные для минимизирования пожаров и других происшествий. Требования пожарной безопасности устанавливаются для того чтобы обеспечить безопасную жизнедеятельность работников, сохранения всех материальных ценностей. Данные требования устанавливаются и регулируются законодательством государства, нормативно-правовыми актами, иными документами или уполномоченными государственными органами.

Далее остановимся на понятии правил пожарной безопасности. Правила пожарной безопасности – установленный свод правил, эти правила устанавливают порядок соблюдения требований и норм пожарной безопасности при любых действиях на объекте. Эти правила должны строго соблюдаться, должна устанавливаться строгая ответственность за нарушение данных правил.

Нарушение пожарных требований классифицируется как неисполнение или неправильное выполнение пожарных требований. Нарушение данных требований влечет за собой непредсказуемые последствия. Можно приводить огромное количество негативных примеров, где по халатности людей были печальные последствия.

Меры пожарной безопасности – конкретные меры по обеспечению пожарной безопасности, которые включают в себя соблюдение требований пожарной безопасности.

Ответственность по охране пожарной безопасности компании возлагается на руководителей компании. На каждом производственном объекте должно назначаться лицо, ответственное за пожарную защиту.

На каждом предприятии, учреждении или другой организации должны своевременно проводиться мероприятия по пожарной безопасности. Руководитель контролирует строгое соблюдение и выполнение требований нормативных правовых актов. Именно руководитель производства или другого учреждения формируют внештатные пожарные команды и контролируют их работу. Несет ответственность за исправность противопожарного оборудования и инструментов. Организует обучение работников правилам пожарной безопасности, отвечает за разработку плана действия в случае пожара или иного происшествия, проводит практические занятия по повышению эффективности пожарной безопасности, подает отчет в государственные

инспекции по пожарной безопасности о всех пожарах и происшествиях. Принимает все возможные меры по борьбе с нарушениями правил пожарной безопасности.

Вновь приглашенные на работу работники и сотрудники должны проходить первоначальную подготовку по пожарной безопасности. Вторичный инструктаж по пожарной безопасности осуществляется прямо на работе или при переводе работников и сотрудников из одного цеха в другой [2].

Таким образом можно заявить, что профилактика пожаров направлена на поиск и реализацию наиболее эффективных, экономически целесообразных и материально-технически обоснованных методов и средств для предотвращения и тушения пожаров, минимизирование ущерба с помощью рационального использования всех сил и средств.

От состояния объекта, в котором исключается возможность возникновения пожара, зависит быстрое и эффективное предотвращение пожара, а если избежать происшествия не удалось необходимо принимать все возможные меры по устранению влияния опасных факторов пожара на материальные ценности, но самое главное – это безопасность жизни и здоровья людей.

Соблюдение правил пожарной безопасности поможет избежать пожароопасных ситуаций, а в случае пожара и взрыва, принять необходимые меры, которые помогут избежать жертв со стороны персонала и крупного ущерба имуществу. Таким образом, необходимо обратить особое внимание на мероприятия по пожарной безопасности соблюдения требований пожарной безопасности и качественное выполнение всех требований и указаний работниками предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана труда. Курс лекций: учебно-методическое пособие / В. Н. Босак [и др.]; под общ. ред. В. Н. Босака. – Горки : БГСХА, 2021. – 154 с.
2. Михнюк Т.Ф. Безопасность и охрана труда: Учебное пособие / Т.Ф. Михнюк. – Минск: Центр обработки данных Министерства финансов, 2006. – 320 с.

К ВОПРОСУ О ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Пищуков В.А.

УО «Военная академия Республики Беларусь»

Экономически развивающееся государство, каким является Республика Беларусь, правильно расставляет приоритеты в промышленном росте, учитывая требования по соблюдению стандартов окружающей среды. Кроме того, улучшается степень технической оснащенности существующих предприятий.

Трудно представить процесс модернизации без приобретения новой техники, применения новых технических средств и подготовки новых образцов и моделей производства. В любом случае, промышленные предприятия, объекты, входящие в их состав, отдельно либо в одной инфраструктуре категорически нельзя допустить к эксплуатации в случае отсутствия на это разрешения МЧС Республики Беларусь. Одним из важнейших направлений деятельности МЧС является обеспечение промышленной безопасности на предприятиях.

Проведение и осуществление промышленной безопасности – это комплекс мер и процедур, включающий изучение проектной документации, технической базы, местоположения, вида деятельности, даже планов конкретных предприятий на будущее, чтобы формировать целостное представление и порядок деятельности объекта. Чтобы в дальнейшем минимизировать какие-либо последствия или аварии, которые могут произойти от незнания технической базы предприятия [1].

Промышленная безопасность есть безопасность отдельного производственного объекта к окружающей среде, работающему персоналу, соседним предприятиям, организациям и населению региона. По сути, промышленная безопасность включает в себя многие аспекты, которые подробно рассматриваются в деятельности иных надзорных органов и организаций. В частности, МЧС Республики Беларуси постоянно контролирует соблюдение правил пожарной безопасности на предприятии, а также соблюдает нормы пожарной безопасности, к примеру, правильную организацию систем пожарной безопасности и пожаробезопасности.

Министерство по чрезвычайным ситуациям организация, которая контролирует не все и сразу, однако разрешение выдается только в случае проведения согласований во всех сопряженных инстанциях.

Экспертиза технической безопасности есть сложная, но неотъемлемая процедура, которая позволяет не только регулировать нормативы строительства, порядок использования техники, механизмов, влияние на строящиеся заводы и производственные объекты, но и экологическую ситуацию в регионе и на всей территории страны в целом. Экспертиза в области производственной и технической безопасности гарантирует безопасность населения.

Промышленная безопасность, защищает личность и общество от различного рода происшествий на опасных промышленных объектах, а также от их последствий. Безопасность в первую очередь означает гарантию сохранности людей, которые работают на предприятии и живут в производственном районе [2].

Промышленная безопасность не будет относиться к охране труда в качестве подотрасли или составной части. Можно сказать, что это пересекающиеся множества. Приоритетная и ключевая задача промышленной безопасности заключается в предотвращении и минимизации последствий аварий на опасных объектах производства.

Авария представляет собой разрушение объектов и устройств, используемых на опасных производственных объектах такие как: неконтролируемые взрывы или выбросы опасного вещества.

Обеспечение безопасных условий труда для своих сотрудников – обязанность работодателя. Но и сам сотрудник обязан выполнить требования, к примеру: необходимо применять индивидуальную защиту, носить на работе специально предназначенную одежду и специальную обувь, следить за техникой безопасности, сообщать руководству об опасности. От личного состава работников требуется только регулярная аттестация и медицинское освидетельствование [3].

Типы деятельности, требующие неотъемлемого соблюдения требований промышленной безопасности:

1. Проектирование, строительство, эксплуатация, расширение, реконструкция, техническое перевооружение, консервация и ликвидация опасного производственного объекта;

2. Транспортировка опасных веществ организациями, эксплуатирующими и работающие с опасными производственными предметами;

3. Организация горноспасательных, газоспасательных, противодантных и других работ по предупреждению, локализации и ликвидации аварий на опасных производственных объектах;

4. Изготовление, монтаж, наладка, реставрация, обслуживание и ремонт технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте;

5. Проведение экспертизы промышленной безопасности;

6. Подготовка к аттестации, и аттестация работников организации в области промышленной безопасности.

Таким образом необходимо обеспечить промышленную безопасность на небезопасных производственных предприятиях: на земле, в горных работах; в условиях использования взрывчатых, токсичных, горючих веществ; в условиях эксплуатации эскалаторов, фуникулеров, грузовых агрегатов и механизмов, функционирующих под высоким давлением или за счет высокой температуры.

Все, кто работает на производстве, представляющем опасность для жизни и здоровья, должны не только обладать необходимыми квалификациями, но также регулярно проходить аттестацию в области промышленной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаренков А.М., Филянович Л.П., Земляков Г.В. Охрана труда в строительстве: Учебное пособие. Мн.: ИВЦ Минфина, 2012. – 464 с.

2. Об обеспечении пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21.12.2021, № 82 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

3. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 15 июня. 1993 г., № 2403-ХП: в ред. Закона Респ. Беларусь от 03.01.2021, № 349 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ В ПОРЯДОК ПРОТИВОПОЖАРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПУСКОВ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ С КОСМОДРОМОВ БАЙКОНУР И ВОСТОЧНЫЙ

Стрельцов О.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Шавырина Т.А.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Космодромы Байконур и Восточный являются объектами повышенной пожарной опасности, так как на них обращаются в больших количествах различные компоненты ракетных топлив, которые состоят из горючих веществ и окислителей. При этом большинство из горючих компонентов представляют собой наиболее опасные легковоспламеняющиеся жидкости, а наличие обогащенной окислителем среды (в случае его пролива) может переводить пожар на более опасный уровень, характеризующийся увеличением скорости его развития, интенсивности протекания и тяжести последствий.

Космодромы Байконур и Восточный в соответствии Федеральным законом Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] являются объектами защиты особого назначения. Любые нарушения в области пожарной безопасности, повлекшие прекращение функционирования хотя бы части объектов космодромов, могут нанести значительный ущерб национальным интересам страны сразу в нескольких критически важных сферах – в политической, оборонной, экономической и социальной. Существующие факты нештатных и чрезвычайных ситуаций на объектах наземной космической инфраструктуры на космодромах Байконур и Восточный в предпусковые дни и при пуске обуславливают необходимость разработки и принятия новых нормативных документов по организации и осуществлению мероприятий профилактики пожаров на объектах наземной инфраструктуры космодромов.

Следует отметить, что в настоящее время ведется активное развитие как наземной инфраструктуры космодрома Восточный, так и соответствующей нормативной базы по обеспечению требуемого уровня пожарной безопасности наземной инфраструктуры космодромов. Так, например, с 1 июня 2021 г. вступил в силу ГОСТ Р 54317-2021 «Комплексы стартовые и технические ракетно-космических комплексов. Требования безопасности» [2].

Для формирования единых подходов организации деятельности специальных управлений Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (далее – ФПС ГПС) по обеспечению пожарной безопасности объектов наземной космической инфраструктуры на космодромах Байконур и Восточный в период проведения предпусковых работ и при пуске ракет космического назначения были разработаны предложения в порядок противопожарного обеспечения пусков ракет космического назначения с космодромов Байконур и Восточный.

Сформулированы требования к организации профилактики пожаров в период предпусковой подготовки ракет космического назначения и при их пусках. Пожарно-профилактическое обслуживание объектов космодромов проводят сотрудники специальных подразделений ФПС ГПС. Основным видом пожарно-профилактического обслуживания объектов космодромов в период предпусковой подготовки и день пуска является организация и осуществление наблюдения за противопожарным состоянием охраняемых объектов и территории.

Определены основные направления деятельности по наблюдению за противопожарным состоянием объектов космодромов:

- организация круглосуточного патрулирования объектов космодромов для контроля обеспечения пожарной безопасности;

- визуальный осмотр при патрулировании территории космодромов с целью выявления скопления горючих материалов и возможности возникновения ландшафтных пожаров, а также принятие мер по их предотвращению;

- визуальный осмотр взрывопожароопасных и пожароопасных помещений объектов космодромов перед их закрытием, а также перед и после проведения огневых и других пожароопасных работ;

- наблюдение за технологическими процессами в рамках осуществления контроля их соответствия регламентам, правилам технической эксплуатации и иной утвержденной в установленном порядке технической и эксплуатационной документации;

- наблюдение за соблюдением требований пожарной безопасности при организации и проведении технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта систем противопожарной защиты;

- наблюдение за работоспособностью систем обнаружения дозврывоопасных концентраций газовой среды легко воспламеняющихся веществ и компонентов ракетного топлива, а также окислителей;

- наблюдение за работоспособностью систем аварийной вентиляции воздуха для предотвращения создания взрывоопасных концентраций газовой среды;

- наблюдение за работоспособностью систем звукового и светового оповещения обслуживающего персонала о появлении опасных концентраций газовой среды.

Определена минимальная численность профилактического состава специальных подразделений ФПС ГПС, проводящего пожарно-профилактическое обслуживание объектов наземной космической инфраструктуры на космодромах Байконур и Восточный в период предпусковой подготовки и день пуска. Для объектов наземной космической инфраструктуры космодромов указаны виды работ, проводимые в каждый предпусковой день и день пуска, и направления деятельности по наблюдению за противопожарным состоянием.

Подготовлен предварительный план действий пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС при реагировании на возможные пожары

и чрезвычайные ситуации при предпусковой подготовке ракет космического назначения различных типов и при их пусках.

Для объектов наземной космической инфраструктуры на космодромах Байконур и Восточный определены максимальные проектные пожары исходя из наиболее опасных с точки зрения возникновения пожаров нештатных ситуаций. Для каждого проектного пожара указаны:

- средство тушения;
- интенсивность подачи огнетушащего средства;
- площадь пожара,
- требуемый расход раствора пенообразователя на тушение;
- требуемый расход воды на защиту и охлаждение;
- требуемое количество пожарных стволов на тушение и на защиту (охлаждение);
- требуемое количество личного состава;
- требуемое количество пенообразователя (с учетом 3-х кратного запаса);
- требуемое количество пожарных автомобилей.

Также отмечены особенности охраны труда личного состава пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС при тушении пожаров на объектах инфраструктуры космодромов. Определены ответственные за соблюдение требований охраны труда и обязанности руководителя ликвидации аварии или тушения пожара по соблюдению требований охраны труда. указаны основные направления, по которым проводятся мероприятия по охране труда и спасению людей во время пожаров и при ликвидации аварий на объектах космодромов. Отдельно указаны основные требования охраны труда личного состава пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров в обогащенной кислородом атмосфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». [Электронный ресурс] // URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения: 8.11.2022).

2. ГОСТ Р 54317-2021 «Комплексы стартовые и технические ракетно-космических комплексов. Требования безопасности». [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200178031> (дата обращения: 8.11.2022).

Секция 3

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ: ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА, ИННОВАЦИИ

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Бочаров Я.В., Сербичев А.Е., Бунто О.В.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Одно из основных направлений использования водных ресурсов государства – питьевое водоснабжение, для которого используются как поверхностные, так и подземные природные источники.

Вода для питья должна соответствовать восприимчивым свойствам, микробиологическому и химическому составу действующим санитарным нормам и быть безопасной для жизни и здоровья человека.

Обеспечение жителей качественной питьевой водой является приоритетной социальной и экологической проблемой Республики Беларусь, решение которой направлено на достижение главной цели – улучшение и сохранение здоровья населения и в целом – безопасности нации [1].

Подземные воды являются основным источником питьевого водоснабжения в республике. Величина прогнозных эксплуатационных запасов подземных вод Беларуси составляет 49,6 млн. м³ /сут. В стране пробурено около 36 тыс. скважин на питьевую воду, часть которых находятся в неудовлетворительном состоянии, в связи с чем, более трети их числа не работают. Зафиксировано несколько сотен источников загрязнения, которые могут оказывать существенное влияние на качество водных ресурсов [1, 2].

Сама технология отбора воды и доведения ее до потребителя достаточно сложна. Дно водоема пронизано стальными трубами и вода, пройдя слой песка проходит частичную фильтрацию и поступает специальное сооружение для приема воды. В этом водоприемном сооружении установлены решетки и сетки, с помощью которых происходит удержание крупных примесей. После этой предварительной очистки от мусора вода переходит в следующую стадию очистки, медленно проходя через различные фильтры для удаления взвеси, подвергаясь химической обработке, поступает в отстойники. Отстоявшаяся вода поступает на последнюю стадию очистки, в фильтрах которой удерживается 99 % бактерий, после чего вода может считаться питьевой [3].

Для очистки воды, устанавливают фильтры, у которых есть как свои плюсы, так и минусы [1–3]. Наиболее популярны среди встраиваемых фильтров многоступенчатые. Они состоят из нескольких картриджей (от трех до пяти),

каждый из которых дает определенную степень очистки. Колбы устанавливаются под мойку и не требуют подключения к стояку канализации. Такие системы очищают воду от биологических и химических загрязнений, тяжелых металлов, а также делают ее более мягкой.

К плюсам многоступенчатых фильтров относят:

- достаточная степень очистки, компактность, простота установки и эксплуатации;
- рациональный расход воды.

К минусам:

- не полностью удаляют соли, бактерии и вирусы;
- не подходят для частных домов без центрального водопровода, где требуется более глубокая очистка.

Вторыми наиболее часто используемыми способами очистки являются установка мембранных водоочистителей и системы обратного осмоса.

Мембрана пропускает чистую воду и задерживает примеси. Осмотические системы – это молекулярные мембраны, которые устанавливаются в дополнение к встроенным проточным фильтрам. Принцип действия системы заключается в разделении потока на частицы при помощи микропористой мембраны, сквозь которую способны проникнуть только молекулы воды и воздуха, а все остальное задерживается микропорами. Благодаря этому системы гарантируют идеальное очищение воды [3].

К плюсам относятся:

- результат – максимально чистая вода без примесей;
- может использоваться в частных домах без центрального водопровода.

К минусам:

- медленная подача воды;
- нерациональный расход жидкости: только часть воды из трубопровода (приблизительное соотношение – 1:2) поступает в смеситель, остальная идет сразу в канализацию;
- сложная и дорогая установка и обслуживание.

Правительством республики разработана основные направления реализации государственной политики в области водоснабжения и канализации (Государственная программа «Комфортное жильё и благоприятная среда» на 2021–2025 годы. Подпрограмма «Чистая вода»), которая действует по сей день. В рамках реализации данной программы в нашем государстве строятся современные сооружения водоснабжения, обезжелезивания и очистки, чтобы обеспечить население качественной питьевой водой, улучшить экологическую обстановку и снизить антропогенную и техногенную нагрузку на водные объекты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водные ресурсы Беларуси и их использование: [Электронный ресурс], Режим доступа: https://revolution.allbest.ru/economy/00460752_0.html – Дата доступа: 04.01.2023;

2. Откуда в наши краны попадает вода: [Электронный ресурс], Режим доступа: <https://dzen.ru/a/Xi6Ljz0AiACv8R6T> – Дата доступа: 04.01.2023;

3. Фильтрованная вода плюсы минусы: [Электронный ресурс], Режим доступа: <https://coralreef-aqua.ru/filtrovannaya-voda-plyusy-minusy/> – Дата доступа: 04.01.2023.

ПОВЫШЕНИЕ СОХРАННОСТИ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ХРАНЯЩИХСЯ В УСТАНОВКАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПЕНОЙ

Будников Д.В., Навроцкий О.Д.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Для ликвидации горения жидких горючих материалов широко используются пенообразователи, которые являются одним из наиболее эффективных и удобных огнетушащих веществ.

Пенообразователи для тушения пожаров разделяют на пенообразователи общего назначения и пенообразователи целевого назначения. Пенообразователи общего назначения имеют невысокую стоимость и широко используются в повседневной работе подразделений Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь для получения пены и растворов смачивателей при тушении пожаров. Пенообразователи целевого назначения используются для тушения горючих жидкостей при больших площадях возгорания и по огнетушащей эффективности превосходят пенообразователи общего назначения [1].

Пенообразователи для тушения пожаров представляют собой растворы поверхностно-активных веществ (далее – ПАВ). Для улучшения эксплуатационных свойств в состав пенообразователей входят, как правило, минеральные и органические вещества, повышающие их морозостойкость и растворимость ПАВ в воде.

Все основные виды ПАВ, появившиеся несколько десятилетий назад (алкилсульфаты, этоксилированные спирты, алкилбензолсульфонаты и др.), в настоящее время хорошо изучены. Их производство максимально оптимизировано, а физико-химические свойства хорошо изучены. Но на данный момент существует проблема с неблагоприятной экологической ситуацией, в связи с чем большим спросом на рынке начинают пользоваться биологически «мягкие» ПАВ, наносящие меньший вред окружающей среде.

Чаще всего при создании ПАВ с высокой скоростью биодеструкции используется введение в их молекулы связей с ограниченной стабильностью. Это означает, что в результате разрушения молекул сразу исчезает их поверхностная активность, то есть происходит процесс первичного разложения. Большинство лабильных ПАВ содержит в своем составе легко гидролизующиеся связи. В естественных условиях гидролиз лабильной связи происходит под действием ферментов, выступающих в роли катализаторов, а также под действием различных физико-химических факторов. Типичными

примерами лабильных связей являются сложноэфирные и амидные, разрушение которых катализируется эстеразами/липазами и пептидазами/ацилазами соответственно [3].

Синтез ПАВ, быстрораспадающихся на нетоксичные, а иногда и обладающие дополнительными свойствами продукты, является одним из основных направлений в современной химии, так как молекулы традиционных ПАВ весьма устойчивы [3]. Основным фактором при синтезе ПАВ – это стремление защитить окружающую среду от попадания токсичных химических веществ и предотвращение их аккумуляции. Скорость биоразложения ПАВ стала важнейшим критерием отбора при их использовании.

Стоит отметить, что среди крупнотоннажных ПАВ, используемых в быту и промышленности, химически нестойкими в обычных условиях являются лишь алкилсульфаты. В течение многих лет чувствительность алкилсульфатов к кислотному гидролизу рассматривалась как серьезная проблема. Ученые считали, что слабые гидролизующиеся связи в молекулах ПАВ могут быть причиной многих проблем при их хранении и использовании [3]. Алкилсульфаты часто используются в качестве одного из компонентов пенообразователей общего и целевого назначения.

Гарантийный срок хранения концентратов пенообразователей общего назначения составляет до пяти лет, целевого назначения – порядка 5–10 лет. При этом реальные сроки хранения могут отличаться от заявленных производителем как в большую, так и в меньшую сторону.

Значительное количество пожароопасных объектов Республики Беларусь для защиты оборудованы стационарными установками автоматического пожаротушения, где в их составе хранятся рабочие растворы пенообразователя. Следует отметить, что рабочие растворы быстрее, чем концентрированные пенообразователи, утрачивают свои свойства, поэтому производители не гарантируют сохранности свойств пенообразователя при хранении рабочих растворов [2].

Срок хранения водных растворов пенообразователей уменьшается вследствие их биологической и химической деструкции (гидролиза). Для предотвращения биологической деструкции водных растворов пенообразователей целесообразно использовать специальные биоциды. Для предотвращения химической деструкции можно использовать добавки специальных химических компонентов, стабилизирующих раствор пенообразователя [4].

Другим способом повышения сохраняемости растворов пенообразователей при хранении в стационарных системах пожаротушения является использование в составе пенообразователей специальных ПАВ, устойчивых к гидролизу и при этом биологически «мягких».

В соответствии с этим разработкой новых методов повышения сохранности растворов пенообразователей, хранящихся в установках автоматического пожаротушения пеной, является актуальной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Навроцкий, О.Д. Пенообразователи для пожаротушения на основе анионных поверхностно-активных веществ и модифицирующих добавок,

повышающих кратность пены: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.26.03 / О.Д. Навроцкий; Командно-инженерный институт МЧС Беларуси. – Минск, 2011. – 23 с.

2. Навроцкий, О.Д. Сохраняемость и регенерация пенообразователей для тушения пожаров / О.Д. Навроцкий, В.Н. Рябцев, И.Ю. Иванов // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2020. – Т. 4, № 1. – С. 32.

3. Юминова, А. А. Гидролизуемые поверхностно-активные вещества / А. А. Юминова, С. А. Иларионов // Вестник Пермского университета. Серия: Химия. – 2011. – № 1(1). – С. 95–99.

4. ИНСТРУКЦИЯ о порядке применения пенообразователей для тушения пожаров. Зарегистрировано в национальном реестре правовых актов Республики Беларусь 20 августа 2009 г. № 8/21347. Утверждено Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 24.06.2009 № 32.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕНАХ И СПОСОБАХ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Грачулин А.В., Шинкоренко К.Е., Костюкевич И.Д.

Университет гражданской защиты

Пена представляет собой дисперсную систему, состоящую из ячеек – пузырьков газа (пара), разделенных пленками жидкости (или твердого вещества) [1]. Газ (пар) рассматривается как дисперсная фаза, а твердое вещество (или жидкость) – как дисперсионная среда. Пены, в которых дисперсионной средой является твердое вещество, образуются при отверждении растворов или расплавов, насыщенных каким-либо газом. Жидкие или твердые пленки, разделяющие пузырьки газа, образуют в совокупности пленочный каркас, являющийся основой пены (рис. 1).



Рис. 1. – Общий вид пен с твердой (а) и жидкой (б) дисперсионной средой

В дальнейшем речь будет идти о пенах с жидкой дисперсионной средой, так как они представляют наибольший интерес для целей пожаротушения. Условно такие пены обозначаются в виде дроби Г/Ж (газ/жидкость).

Структура Г/Ж пен определяется в основном соотношением объемов газовой и жидкой фаз, и в зависимости от этого соотношения ячейки пены могут иметь сферическую (рис. 2, а) или многогранную (полиэдрическую, рис. 2, б) форму [1].

Ячейки пены принимают форму, близкую к сферической, в том случае, если объем газовой фазы превышает объем жидкости не более чем в 10–20 раз. В таких пенах газовые пузыри окружены оболочками жидкости относительно большой толщины. С увеличением отношения объемов газовой и жидкой фаз толщина пленки жидкости уменьшается, а газовая полость утрачивает сферическую форму. Ячейки пен, для которых соотношение объемов газовой и жидкой фаз составляет несколько десятков и даже сотен, разделены очень тонкими жидкими пленками, которые часто обнаруживают интерференцию; это свидетельствует о том, что их толщина соизмерима с длиной световых волн. В этом случае ячейки представляют собой многогранники, причем их форма может быть различной – треугольные призмы, тетраэдры, параллелепипеды неправильной формы [1].

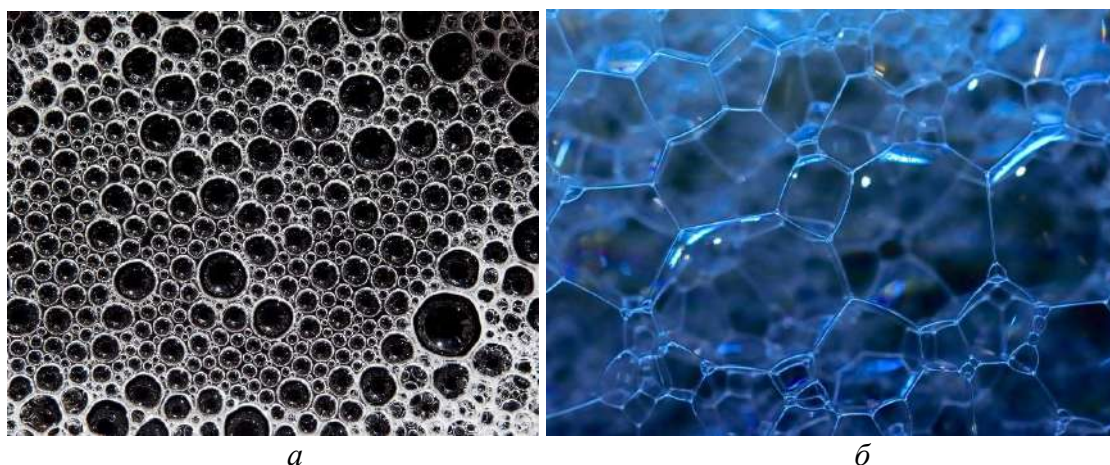


Рис. 2. – Пена со сферической (*а*) и многогранной (*б*) структурой

Переходная форма ячеек от сферической к многогранной названа Е. Манегольдом ячеистой благодаря сходству со строением пчелиных сот. Плато установил, что в соответствии с требованием минимума свободной поверхностной энергии на одном жидком ребре ячейки всегда сходятся три пленки, образующие между собой равные углы в 120° (рис. 3). Места стыка пленок характеризуются утолщениями, образующими в поперечном сечении треугольник. Эти утолщения называют каналами Плато-Гиббса. Четыре канала Плато-Гиббса сходятся в одной точке, образуя по всей пене одинаковые углы $109^\circ 28'$ [2].

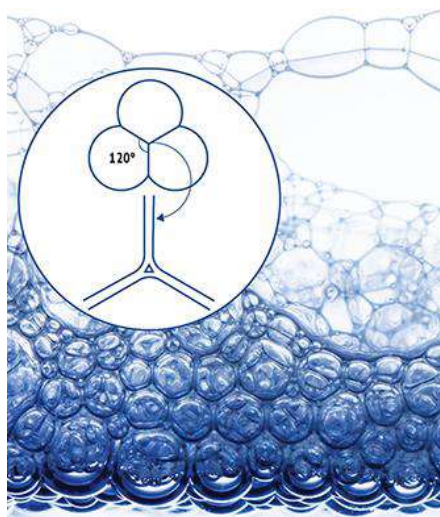


Рис. 3. – Схема каналов Плато-Гиббса [2]

Большой размер отдельных газовых пузырьков и тесное расположение их в пене исключают возможность броуновского движения (газовый пузырек не может свободно перемещаться ни в вертикальной, ни в горизонтальной плоскости, он как бы зажат прилегающими к нему пузырьками). Кроме того, в результате особой структуры устойчивые пены обладают некоторой жесткостью или механической прочностью [3].

От типичных пен, представляющих высоко-концентрированные дисперсии газа в жидкости, следует отличать низкоконцентрированные системы Г/Ж, в которых газовые пузырьки находятся на сравнительно большом расстоянии друг от друга. Примером такой дисперсной системы могут служить газированная вода, пиво или шипучее вино, содержащие пузырьки двуокиси углерода. Эти системы по свойствам ближе к разбавленным эмульсиям. Однако благодаря большой разнице в плотностях жидкой и газовой фазы такие системы обладают очень малой седиментационной устойчивостью и существуют непродолжительное время [3].

«Чистые» жидкости не способны образовывать пены достаточно высокой стабильности. Это положение хорошо известно из практики и было подтверждено М. Россом на основе представлений термодинамики. Однокомпонентная система с достаточно большой поверхностью (пленка, пузырек) быстро разрушается, независимо от значения поверхностного натяжения [1]. В таких системах не проявляются факторы стабилизации, характерные для пен, а процессы их разрушения протекают самопроизвольно и с очень высокой скоростью.

Для получения устойчивых пен жидкая фаза должна содержать по крайней мере два компонента, один из которых обладает поверхностно-активными свойствами и способен адсорбироваться на межфазной поверхности, стабилизируя тем самым структуру пены. Жидкости без стабилизатора, в качестве которого выступает пенообразователь, устойчивой пены не дают [3].

Поверхностно-активные вещества (далее – ПАВ) – это, как правило, вещества, синтезированные на белковой или синтетической основе, например, на базе углеводов или фторуглеродов, путем присоединения к ним гидрофильной группы, повышающей их растворимость в воде. ПАВ снижают поверхностное натяжение воды на границе с воздухом и этим обеспечивают эластичность водных пленок в течение всего времени существования. Снижение поверхностного натяжения воды молекулами ПАВ достигается за счет их самопроизвольного концентрирования на поверхности. Причем молекулы ПАВ ориентируются углеводородными гидрофобными концами к воздуху, а полярным гидрофильным – к воде. Поэтому, если подойти сверху, поверхность водного раствора ПАВ представляется как углеводородная, а поверхностное натяжение углеводов намного ниже, чем воды. В результате адсорбции поверхностное натяжение оказывается заметно пониженным при растворении в ней даже очень небольшого количества ПАВ. Склонность молекул ПАВ к адсорбции объясняется их дифильным строением, т. е. в одной молекуле имеются две части, которые резко различаются по растворимости в воде: гидрофобная часть – это углеводородная цепочка и гидрофильная часть, представляющая собой солевой остаток кислоты. Такое химическое строение характерно для веществ, относящихся к группе анионных ПАВ.

Другие виды ПАВ также содержат гидрофильную и гидрофобную части, но их химическое строение иное. При растворении в воде молекулы ПАВ вытесняются из раствора на поверхность из-за плохой совместимости гидрофобной части молекул с водой. По мере увеличения концентрации и достижения некоторой предельной величины молекулы ПАВ образуют ассоциаты, называемые мицеллами, в которых гидрофильные части молекул обращены наружу, а гидрофобные – внутрь (рис. 4).

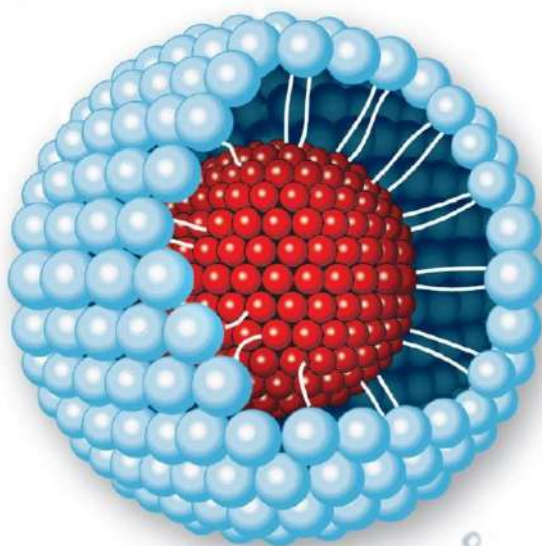


Рис. 4. – Структура мицелл

Мицеллярные растворы являются термодинамически устойчивыми коллоидными системами. Концентрация ПАВ, при которой начинается

образование устойчивых мицелл, называется критической концентрацией мицеллообразования.

Величина адсорбции молекул ПАВ на границе «раствор – воздух» определяется на основании анализа зависимости поверхностного натяжения водного раствора от концентрации ПАВ. Предполагается, что стабильной является пенная пленка, поверхность которой покрыта плотным монослоем молекул ПАВ, поэтому максимальная поверхность, которую может стабилизировать пенообразователь, определяется концентрацией ПАВ, величиной критической концентрации мицеллообразования и величиной адсорбции молекул в плотном монослое на границе раздела фаз.

Процесс пенообразования сложен из-за совместного влияния многочисленных физико-химических, физико-технических и других факторов. Закономерности, которыми характеризуется процесс образования пены, существенно зависят от условий проведения конкретного технологического процесса или эксперимента. Множество переменных параметров, влияние которых не всегда поддается учету, практически исключает возможность строгого математического описания протекающих процессов [1].

Пены, как и другие дисперсные системы, можно получить двумя путями: из грубодисперсных систем, используя диспергационные методы, и из истинных растворов с помощью конденсационных методов [1].

Диспергационные методы обеспечивают образование пены в результате интенсивного совместного диспергирования (от лат. *dispersio* – рассеяние) пенообразующего раствора и газа. Конденсационные методы основаны на получении пен из системы, в которой газовая фаза присутствует в виде отдельных молекул, в результате ассоциации этих молекул с образованием пузырьков.

В настоящее время в технике пены готовят преимущественно диспергационными методами. Конденсационные методы широко применяются в пищевой промышленности, при производстве пенопластмасс, в огнетушителях, в технологии производства пенобетона.

Для нужд пожарных подразделений наибольший интерес представляют воздушно-механические пены. Существует широкий ряд технологий тушения пожаров воздушно-механическими пенами низкой кратности. Они широко применяются в:

- воздушно-пенных стволах, ручных и лафетных комбинированных стволах с пенными насадками;
- автоматических установках пенного пожаротушения;
- системах подслоного тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах [2].

Широкое распространение воздушно-механических пен в практике пожаротушения во многом связано и их свойствами и преимуществами перед водой. К достоинствам огнетушащих пен следует отнести [4]:

- сокращение расхода воды на пожаротушение (наличие воздуха в составе пены увеличивает общий объем огнетушащего вещества);

- возможность тушения пожаров на больших площадях (пена растекается по поверхности горючего материала);
- возможность объемного пожаротушения (для пен средней и высокой кратности);
- повышенная в сравнении с водой смачивающая способность (наличие в составе пенообразователей).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров, В. К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения / В. К. Тихомиров. – 2-е изд., перераб. – М. : Химия, 1983. – 264 с.
2. Камлюк, А. Н. Компрессионная пена для нужд пожарных подразделений : монография / А. Н. Камлюк, А. В. Грачулин. – Минск : УГЗ, 2019. – 224 с.
3. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Химия, 1975. – 512 с.
4. Баратов, А. Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справ. изд. : в 2 кн. / А. Н. Баратов [и др.]. – М. : Химия, 1990. – Кн. 1. – 496 с.

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РЕЖИМОВ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ

Грачулин А.В., Шинкоренко К.Е., Масюк С.А.

Университет гражданской защиты

Многочисленные экспериментальные исследования показали, что потери энергии при движении жидкости существенно зависят от характера движения частиц жидкости в потоке, от *режима движения жидкости* [1].

Еще в 1880 г. Д.И. Менделеев в работе «О сопротивлении жидкостей и воздухоплаванию» указал на наличие различных видов движения жидкости, которые отличаются друг от друга характером зависимостей сил трения от скорости движения. Более подробно эти виды движения жидкостей были изучены английским физиком О. Рейнольдсом в 1883 г [1].

Наглядно особенности режимов движения можно наблюдать на специальной опытной установке, схема которой показана на рисунке 1.

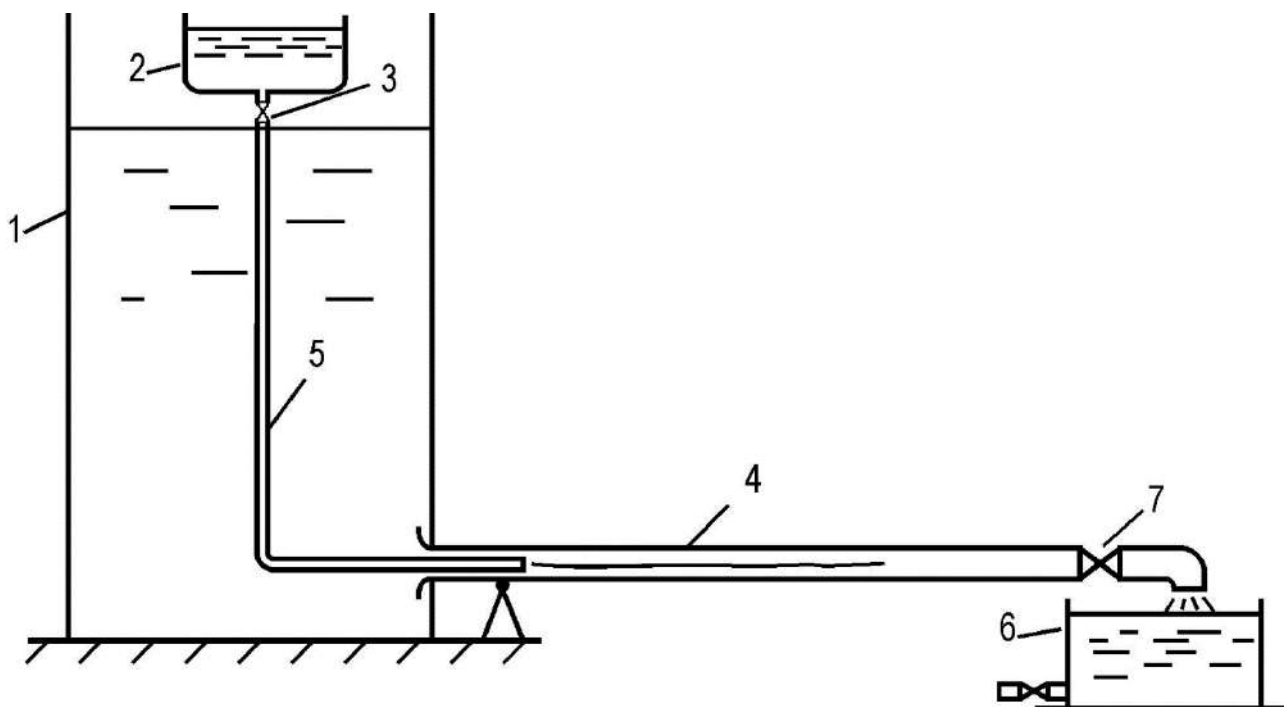


Рис. 1. – Схема опытной установки О. Рейнольдса

К баку 1 достаточно больших размеров, наполненному жидкостью, присоединена стеклянная труба 4; вход в трубу сделан плавным; в конце трубы установлен кран 7 для регулирования расхода потока. Измерение расхода выполняется с помощью мерного бака 6 и секундомера. Над баком 1 расположен сосуд 2, наполненный раствором краски, плотность которого близка к плотности жидкости в потоке. По трубке 5 краска вводится в поток. Расход краски регулируется краном 3.

При открытом кране 3 в трубе 4 установится некоторая скорость потока (высота уровня жидкости в баке поддерживается постоянной). Если открыть кран 3, то в трубу 4 начнет поступать краска. При малой скорости v потока в трубе 4 краска образует прямолинейную и резко выделяющуюся не смешивающуюся с окружающей жидкостью струйку. Заметного обмена частицами между окрашенной струйкой и окружающей ее жидкостью не происходит. Если ввести в жидкость краску несколькими струйками, то все они будут двигаться, не смешиваясь с остальной массой жидкости. Это свидетельствует о том, что в прямой стеклянной трубе 4 при данном открытии крана жидкость движется отдельными не перемешивающимися между собой слоями. Линии тока при этом *прямолинейны и устойчивы* (рис. 2 а).

При некотором большем открытии крана окрашенная струйка начинает искривляться и становится волнообразной. Это может происходить только в результате изменений во времени (пульсации) векторов местных скоростей в потоке.

При дальнейшем увеличении скорости потока в трубе 4 струйка распадается на отдельные хорошо видимые вихри, происходит перемешивание окрашенной струйки со всей массой текущей жидкости (рис. 2 б).

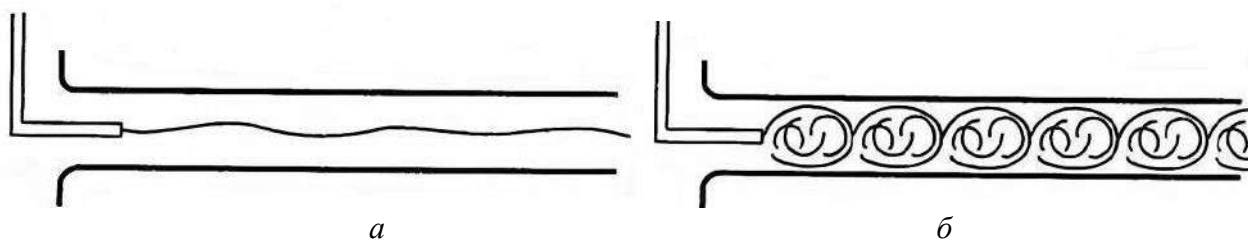


Рис. 2. – Ламинарное (а) и турбулентное (б) движение жидкости

Движение жидкости, при котором отсутствуют изменения (пульсации) местных скоростей, приводящие к перемешиванию жидкости, называют **ламинарным** (от латинского *lamina* – слой).

Движение жидкости, при котором происходят изменения (пульсации) местных скоростей, приводящие к перемешиванию жидкости, называют **турбулентным** (от латинского *turbulentus* – беспорядочный) [1].

Режим движения жидкости без перемешивания слоев был назван **ламинарным** (движения жидкости слоями).

Режим движения жидкости с перемешиванием слоев – **турбулентным** (беспорядочное движение жидкости) [2].

Среднюю скорость течения жидкости $\bar{v}_{кр}$, при которой происходит смена режимов движения потока, называют **критической**.

При проведении опыта в обратном порядке, т.е. при уменьшении скорости движения жидкости, происходил переход турбулентного режима в ламинарный, однако при несколько иной критической скорости $\bar{v}_{кр} < \bar{v}'_{кр}$. Поэтому необходимо различать две критические скорости: **верхнюю** $\bar{v}'_{кр}$ и **нижнюю** $\bar{v}_{кр}$, причем $\bar{v}'_{кр} > \bar{v}_{кр}$ [2].

Верхней (большей) критической скоростью называют скорость, при которой ламинарный режим движения переходит в турбулентный. Нижней (меньшей) критической скоростью называют скорость, при которой турбулентный поток переходит в ламинарный [2].

Но скорость непосредственно не может являться критерием, указывающим на режим движения жидкости. Как показали опыты Рейнольдса, в трубах различного диаметра и при различных жидкостях нижняя критическая скорость, к примеру, оказывалась различной по величине.

О. Рейнольдс пришел к заключению, что момент перехода одного режима в другой, или критерий, разграничивающий ламинарный и турбулентный режимы, зависит от скорости движения жидкости, характерного размера потока (например, диаметра трубки) и физических свойств жидкости. Взяв в качестве характеристики физических свойств жидкости кинематический коэффициент вязкости ν ($\text{м}^2/\text{с}$) и учитывая то обстоятельство, что критерий не должен зависеть от размерности входящих в него величин (т. е. быть универсальным), О. Рейнольдс получил для этого критерия выражение [3]

$$Re = \frac{vd}{\nu}, \quad (1)$$

где v – средняя (характерная) скорость течения, м/с; d – диаметр (характерный размер) трубы, м.

Критерий (1) играет очень большую роль при анализе течения реальных (вязких) жидкостей и называется *числом Рейнольдса*.

В своих опытах по исследованию режимов равномерного течения жидкости О. Рейнольдс пришел к заключению, что существует некоторое критическое значение числа Рейнольдса, при котором происходит переход от ламинарного к турбулентному режиму течения. При значении числа Рейнольдса, близком к 2000, ламинарность течения начинает нарушаться. При дальнейшем изучении вопроса оказалось, что существуют два критических значения числа Рейнольдса – нижнее ($Re_{кр}^{нижн}$) и верхнее ($Re_{кр}^{верх}$) [3].

Если для потока число Re меньше нижнего критического ($Re < Re_{кр}^{нижн}$), то течение всегда будет ламинарным.

Если для потока число Re больше верхнего критического ($Re > Re_{кр}^{верх}$), то течение всегда турбулентное.

А если значение числа Re находится между этими значениями ($Re_{кр}^{нижн} < Re < Re_{кр}^{верх}$), то возможен тот или другой режим в зависимости от местных условий движения – условий входа потока в трубу, состояния стенок, наличия внешних возмущений и т. п.

В технических расчетах для трубопроводов в качестве критерия перехода от ламинарного режима течения к турбулентному принимают некоторое среднее значение критического числа Рейнольдса. Для круглых труб принимают

$Re_{кр} = 2300$, то есть при $Re < 2300$ режим считается ламинарным, а при $Re > 2300$ – турбулентным.

Заметим, что значение критического числа Рейнольдса не зависит от рода жидкости, что делает его универсальным критерием.

Как видно из выражения для числа Рейнольдса, ламинарное течение осуществляется [3]:

- при малых скоростях течения;
- в тонких трубках;
- при больших вязкостях жидкости (масла, мазуты).

Турбулентные течения широко распространены в природе и технике. Турбулентным является движение воздуха в атмосфере, течение воды в реках, каналах и водопроводных трубах, движение воды в гидравлических машинах.

В пожарной технике режимы движения жидкости рассматриваются при проведении гидравлических расчетов автоматических установок пожаротушения водой, пеной низкой и средней кратности (рукавных линий при движении по ним воды или раствора пенообразователя).

Целью гидравлического расчета является определение расчетного расхода воды из условия одновременной работы всех оросителей на расчетной

площади, а также определение необходимого давления у водопитателей и диаметров трубопроводов. Сущность методики гидравлического расчета заключается в расчете потерь давления по длине трубопроводов при заданных значениях расхода огнетушащего вещества, длины и диаметра трубопроводов.

Движение воды по трубопроводу характеризуется постоянством объемного расхода из-за несжимаемости воды. Это позволяет принимать значение скорости потока воды в расчетах постоянным по всей длине трубопровода, и, как следствие, получается постоянным значение числа Рейнольдса [4].

Сложности в гидравлическом расчете возникают, когда в качестве огнетушащего вещества применяется компрессионная пена. В составе компрессионной пены присутствует воздух, который при избыточном давлении сжимается, что приводит к изменению его физических свойств (плотности и вязкости) и, как следствие, потока в целом. Движение компрессионной пены по длине трубопровода сопровождается падением давления, приводящем к расширению воздуха в потоке и его ускорению [4]. Вследствие этого падение давления по длине трубопровода при движении компрессионной пены не будет линейным, как при движении воды, из-за изменения плотности и скорости движения потока. В связи с этим традиционная методика гидравлического расчета не может использоваться для определения потерь давления в трубопроводах при движении по ним компрессионной пены [4].

Определение гидравлических потерь зависит от режима движения газожидкостной смеси. Именно поэтому в гидродинамике газожидкостных смесей в качестве первоочередной задачи выступает определение структуры (режима) движения газожидкостной смеси в цилиндрическом канале.

Совместное движение газа и жидкости по трубопроводу характеризуется наличием различных форм течения, определяемых в основном распределением фаз по сечению трубы, что в свою очередь зависит от объемного содержания газа в потоке смеси, скорости течения, физических свойств обеих фаз и других факторов [5].

Существующий подход при проектировании автоматических установок пожаротушения, использующих в качестве огнетушащего вещества компрессионную пену, является недостаточно точным, так как при расчете гидравлических потерь не принимаются во внимание режимы движения газожидкостного потока (компрессионной пены). Таким образом экспериментальное определение режимов движения компрессионной пены в цилиндрических каналах установок пожаротушения является весьма актуальным. Проведение экспериментальных исследований в данном направлении позволит выявить оптимальные режимы работы данных установок и технические параметры используемого в них оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика: учебник для вузов / Д. В. Штеренлихт – СПб. : Издательство «Лань», 2015. – 656 с.
2. Кудинов, В. А. Гидравлика: учебное пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов. – М. : Высшая школа, 2006. – 175 с.

3. Моргунов, К. П. Гидравлика: учебник / К. П. Моргунов – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 288 с.

4. Камлюк, А. Н. Компрессионная пена для нужд пожарных подразделений : монография / А. Н. Камлюк, А. В. Грачулин. – Минск : УГЗ, 2019. – 224 с.

5. Мамаев, В. А. Гидродинамика газо-жидкостных смесей в трубах / В. А. Мамаев [и др.]. – М., 1969. – 208 с.

СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ УМНОЙ ТЕПЛИЦЫ

Запольский А.Е., Бондаренко Р.С.

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого

Разработка и применение теплиц с автоматизированной системой управления позволяет получать качественный урожай, повысить экологичность производства и снизить затраты на производство.

Применение системы наблюдения позволит круглосуточно наблюдать за ростом растений в теплице. Кроме этого, применение алгоритма компьютерного зрения OpenCV позволит анализировать изменения, что позволит вносить изменения в работу алгоритма АСУ и увеличить качественные и количественные показатели урожайности. Кроме этого на базе системы компьютерного зрения можно построить продвинутую систему пожарной и охранной сигнализаций.

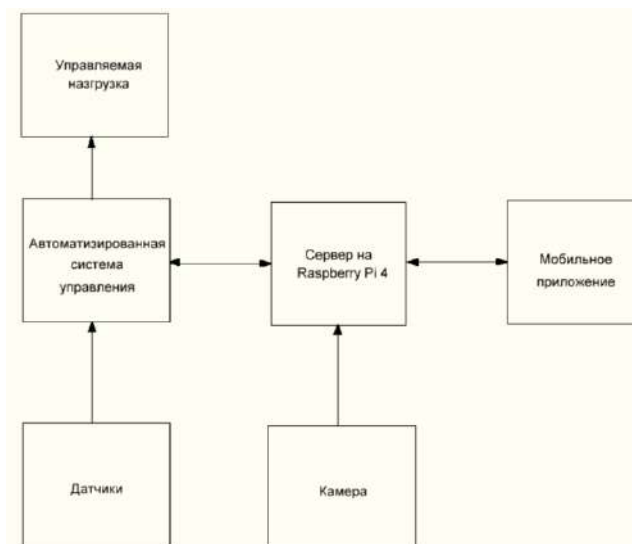


Рис. 1 – Одноплатный компьютер Raspberry Pi 4 Model B

Для возможности дистанционного управления системой будет использоваться одноплатный компьютер.

Одноплатные компьютеры – устройства, которые собраны на одной лишь материнской плате, на которой установлены все необходимые детали:

микропроцессор, оперативная память, способы ввода данных и их вывода, другие модули, нужные для полноценной работы устройства [1].

Одноплатный компьютер Raspberry Pi 4 Model B, от британской фирмы Raspberry Pi Foundation относится к крайне экономичным устройствам, хорошо подходит для реализации платформ постоянного включения. Данный одноплатный компьютер с описанием его портов подключения показан на рисунке 2.

К плюсам Raspberry Pi 4 Model B можно отнести: низкая стоимость, низкое энергопотребление, разумная производительность процессора, графического ядра и памяти, хорошая документированность, стабильный производитель. Характеристики Raspberry Pi 4 Model B: 4-ядерный процессор ARM Cortex A-72 тактовой частотой 1,5 ГГц; GPU Broadcom VideoCore VI; 1, 2 или 4 Гб оперативной памяти (в нашем проекте используется версия с 4 Гб ОЗУ); 2 порта USB 2.0 и 2 порта USB 4.0; 2 видео выхода HDMI; аналоговые и цифровые (HDMI) аудиовыходы; беспроводные подключения 1000 Мбит/с Ethernet, 2.4/5 ГГц WiFi, Bluetooth 5.0; наличие слота для карт памяти формата MicroSD; официальная поддержка операционных систем Linux, Windows 10 IoT [2].

Одноплатный компьютер в нашем проекте необходим для построения сервера. К нему будет подключена камера, с помощью которой одноплатный компьютер будет анализировать рост растений и передавать видеоизображения с результата анализа в мобильное приложение.

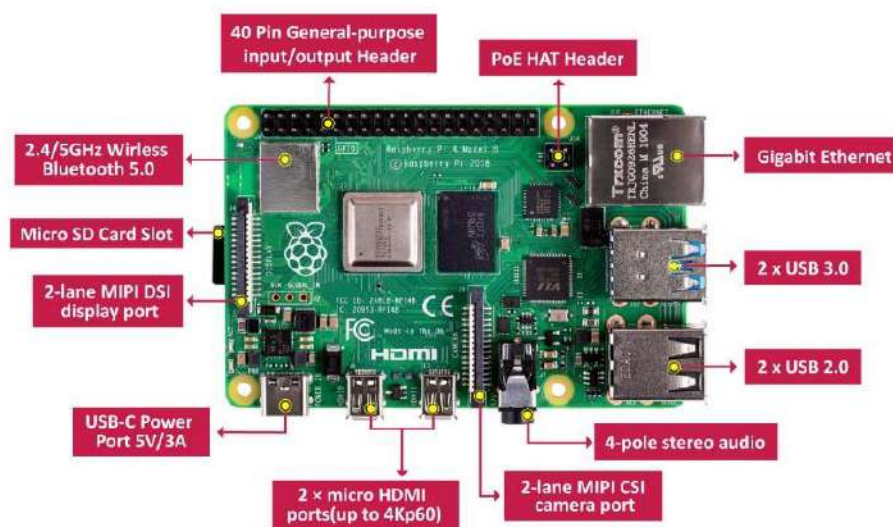


Рис. 2 – Одноплатный компьютер Raspberry Pi 4 Model B

Для того, чтобы осуществлять наблюдение за растениями нам нужно подобрать камеру, которая будет снимать и отправлять данные в одноплатный компьютер.

В проекте применён модуль камеры Raspberry Pi High Quality Camera, показанный на рисунке 2. Это недорогое и качественное решение, которое специально разработано для работы с одноплатными компьютерами Raspberry Pi. Данный модуль имеет следующие характеристики: 12,3-мегапиксельный сенсор Sony IMX477; размер пикселя 1,55 мкм × 1,55 мкм; архитектура сенсора

с подсветкой для повышения чувствительности; поддержка объективов с креплением C и CS; встроенное кольцо регулировки заднего фокуса и крепление для штатива. К камере прилагаются 2 объектива с креплением типов C и CS [2].



Рис. 2 – Модуль камеры Raspberry Pi High Quality Camera и объективы к нему

Для того, чтобы анализировать рост и развитие выращиваемых в теплице растений применена библиотека алгоритмов компьютерного зрения OpenCV. Данная библиотека является библиотекой с открытым исходным кодом, является кросс – платформенной, реализована на C/C++. Пример её применения, где алгоритм отличает выращиваемые растения по их росту показан на рисунке 3 [3].

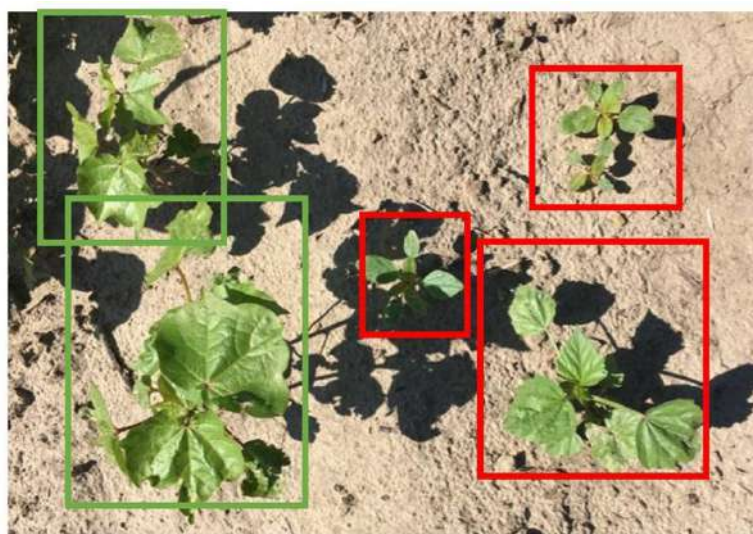


Рис. 3 – Применение алгоритма OpenCV при выращивании растений

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая документация на Raspberry Pi [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/> – Дата доступа: 20.10.2022.
2. Документация Open CV [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://opencv.org/> – Дата доступа: 20.10.2022.
3. Камеры Raspberry Pi. Документация [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.raspberrypi.com/documentation/accessories/camera.html> – Дата доступа: 20.10.2022.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАВ ДЛЯ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Для тушения пожаров нефти и нефтепродуктов наиболее часто применяются пенообразователи, наиболее эффективными из которых являются пленкообразующие пенообразователи, образующие водную пленку на поверхности горючей жидкости (Aqueous Film Forming Foams, AFFF). Образование водной пленки увеличивает скорость растекания пены по поверхности горючей жидкости, а также увеличивает изолирующую способность пены и повышает устойчивость к повторному воспламенению горючей жидкости. Основные характеристики пленкообразующих пенообразователей и способы их контроля рассмотрены в [1–8].

Основными компонентами пленкообразующих пенообразователей являются вода, фторированные и углеводородные ПАВ, соразтворители. Также в составе пенообразователей могут применяться антифризы для снижения температуры кристаллизации, ингибиторы коррозии для уменьшения воздействия пенообразователя на материалы емкостей для его хранения, трубопроводной и запорной арматуры, консерванты для предотвращения биологической деструкции. В спиртостойких пенообразователях также могут использоваться водорастворимые полимерные вещества. Как правило, каждый компонент пенообразователя имеет различную поверхностную активность, что может приводить к изменению значений поверхностного и межфазного натяжений растворов пенообразователей. По сравнению с растворами индивидуальных ПАВ, их смеси демонстрируют большую разнообразность возможного поведения. В частности, при смешении ПАВ могут наблюдаться синергетические эффекты, выражающиеся в том, что в растворе обнаруживаются эффекты, которые отсутствуют или выражены значительно слабее для растворов индивидуальных ПАВ (например, снижение ККМ) [9, 10].

Наиболее важной характеристикой фторированного ПАВ (ФПАВ) является его способность снижать поверхностное натяжение на границе раствор ПАВ – воздух. Также важной характеристикой ПАВ является величина критической концентрации мицеллообразования. Это связано с тем, что ПАВ после достижения предела растворимости образует в растворителе конгломераты, которые называют мицеллами. Концентрация, при которой образуются такие мицеллы, называют критической концентрацией мицеллообразования (ККМ). При увеличении концентрации ПАВ выше ККМ истинный раствор ПАВ переходит в коллоидное состояние, при этом увеличивается число мицелл в растворе, а концентрация свободных молекул ПАВ в растворе остается практически постоянной и поэтому поверхностное натяжение также практически не изменяется. Процесс мицеллообразования

обратим: разбавление раствора до концентрации менее ККМ переводит раствор из коллоидного в истинный.

С целью определения, наиболее эффективно снижающих поверхностное натяжение фторированных ПАВ проведено исследование зависимости поверхностного натяжения фторированных ПАВ различной химической природы от их концентрации.

В качестве фторированных ПАВ использовались поставляемые в Беларусь ПАВ различной химической природы (анионоактивные, неионогенные и амфотерные), перечень которых приведен в таблице 1.

Таблица 1. – Перечень фторированных ПАВ, использованных для проведения исследований

Тип ПАВ	Основное действующее вещество
Амфотерное 1	перфторалкилсульфобетаин
Амфотерное 2	перфтороктилсульфонамид
Амфотерное 3	перфторалкилбетаин
Амфотерное 4	перфторалкиламиноксид
Амфотерное 5	перфторалкилбетаин
Анионоактивное 1	перфторакилсульфосукцинат
Анионоактивное 2	перфторалкилсульфонат аммония
Неионогенное 1	перфторалкилполиэтоксиполипрпоксилат
Неионогенное 2	перфторалкилэтанолполиэтоксилат
Неионогенное 3	перфторалкилэтанолполиэтоксилат
Неионогенное 4	перфторалкилэтанолполиэтоксилат
Неионогенное 5	перфторалкилэтанолполиэтоксилат
Композиция 1	композиция фторированных и углеводородных ПАВ
Композиция 2	композиция фторированных и углеводородных ПАВ

На основании полученных результатов строился график зависимости поверхностного натяжения от концентрации ПАВ. На оси ординат откладываются значения поверхностного натяжения (σ , мН·м⁻¹), а на оси абсцисс – концентрация (c , г/дм³). Для построения графиков использовались средние значения поверхностного натяжения, определенные для каждой концентрации.

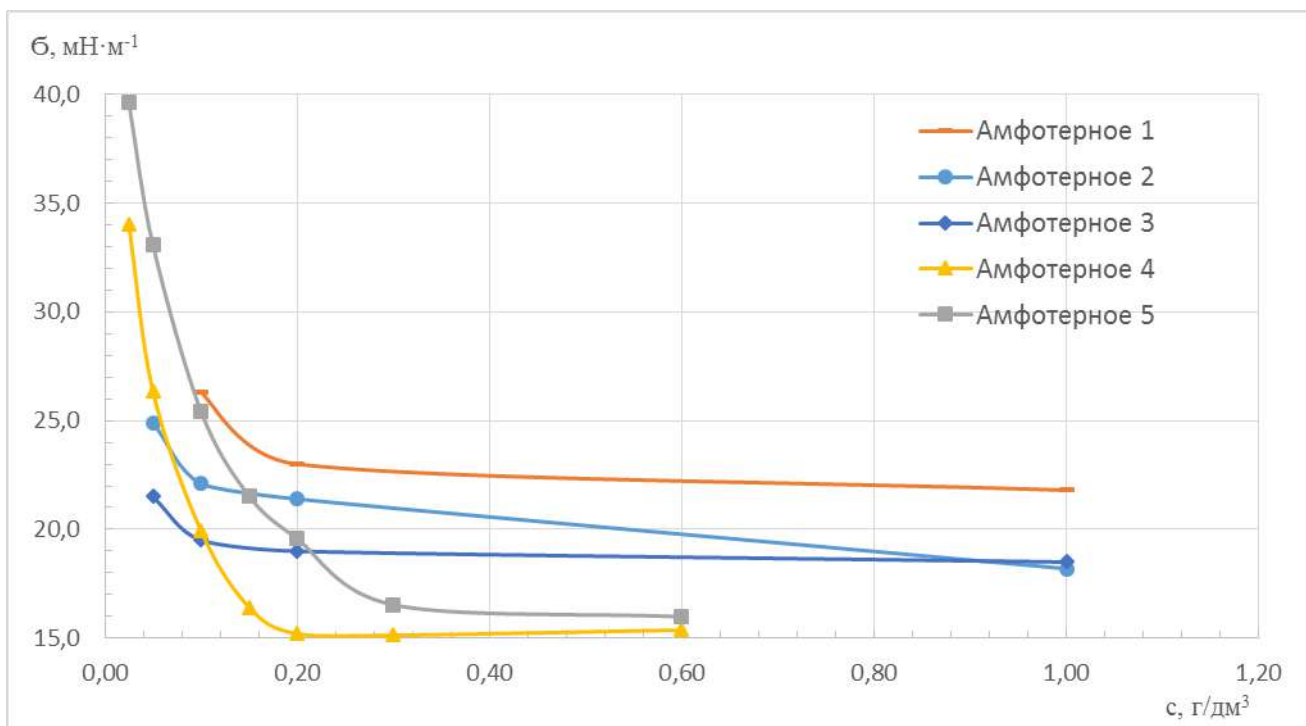


Рис. 1 – Экспериментальные данные зависимости поверхностного натяжения от концентрации амфотерных фторированных ПАВ

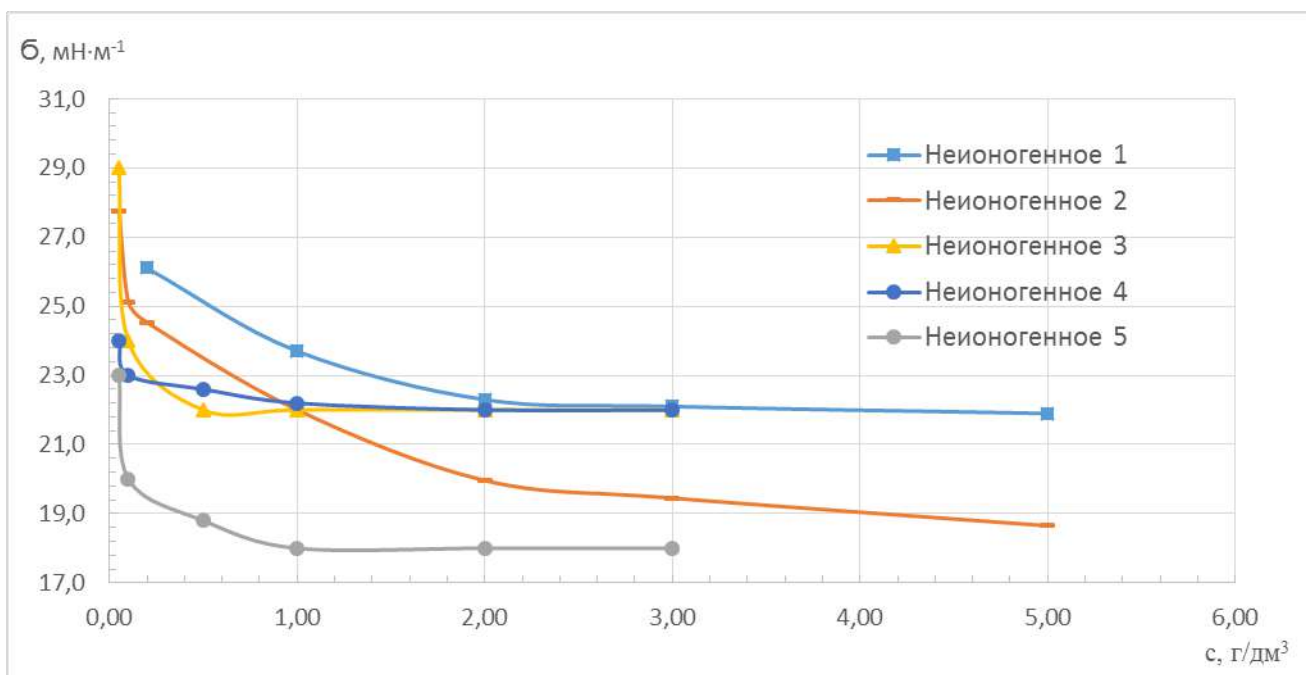


Рис. 2 – Экспериментальные данные зависимости поверхностного натяжения от концентрации неионогенных фторированных ПАВ

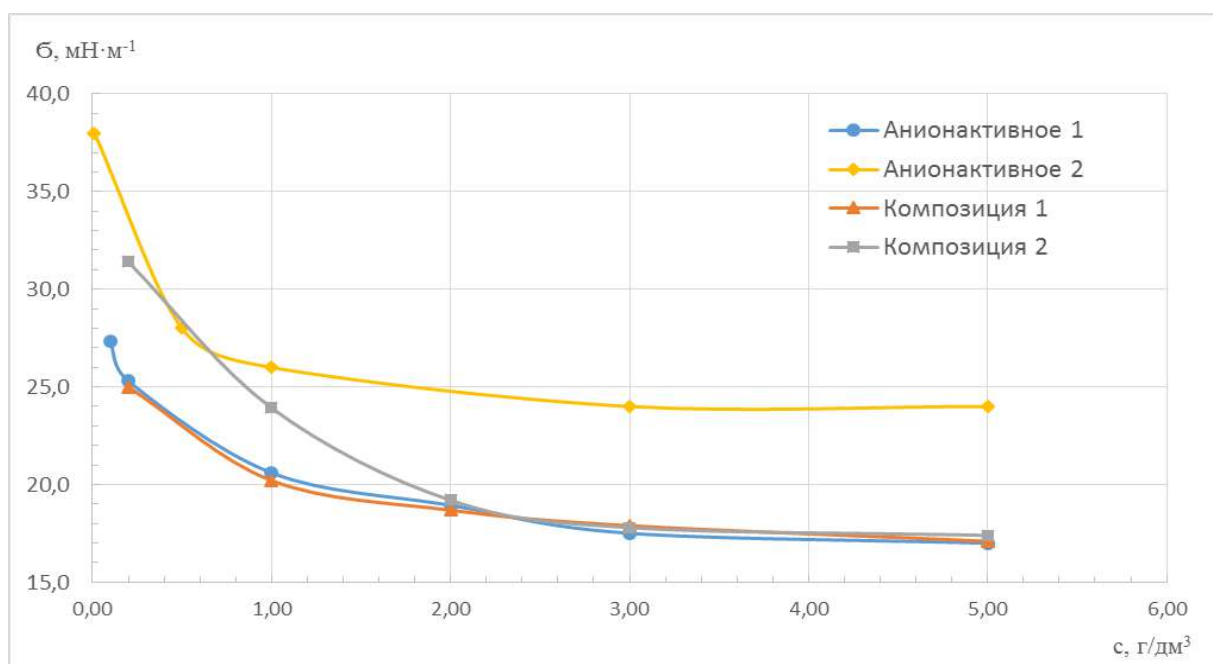


Рис. 3 – Экспериментальные данные зависимости поверхностного натяжения от концентрации анионных фторированных ПАВ и композиций фторированных ПАВ

Результаты обработки экспериментальных значений поверхностного натяжения от концентрации для исследованных фторированных ПАВ (рисунки 1–3) по методике, изложенной в ГОСТ 29232–19914 приведены в таблице 1.

Таблица 2. – Критическая концентрация мицеллообразования и поверхностного натяжения при этой концентрации для исследованных фторированных ПАВ.

Тип ПАВ	$C_{\text{ККМ}}$, г/дм ³	σ_w , мН·м ⁻¹ при $C_{\text{ККМ}}$	C , г/дм ³ , при которой $\sigma_w = 18$ мН·м ⁻¹
Амфотерное 1	—	—	2,59
Амфотерное 2	0,278	17,2	0,11
Амфотерное 3	0,170	18,1	0,24
Амфотерное 4	0,182	15,1	0,13
Амфотерное 5	0,310	16,1	0,27
Анионактивное 1	0,335	17,4	0,29
Анионактивное 2	0,099	24,0	12,10
Неионогенное 1	0,234	22,2	3,54
Неионогенное 2	0,311	19,4	1,68
Неионогенное 3	0,050	22,0	—
Неионогенное 4	0,150	22,2	3,06
Неионогенное 5	0,102	18,0	0,10
Композиция 1	0,268	18,0	0,27
Композиция 2	0,282	17,8	0,27

Как видно из таблицы 2 наибольшее снижение поверхностного натяжения наблюдается у двух фторуглеродных ПАВ: Амфотерное 4 и Амфотерное 5, значения ККМ которых составляют 0,18 г/дм³ и 0,31 г/дм³ соответственно. Наименьшая же концентрация, при которой поверхностное натяжение равно 18,0 мН·м⁻¹ наблюдается у ФПАВ типа Амфотерное 2, Амфотерное 4 и Неионогенное 5. Применение данных ФПАВ позволяет уменьшить содержание концентрации ПАВ более чем в два раза в сравнении с другими исследованными ПАВ, представленными в таблице 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, И.Ю. Обзор основных характеристик пленкообразующих пенообразователей и способы их контроля / И. Ю. Иванов, Я. А. Кондакова, О. Д. Навроцкий, // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов V Международной научно-практической конференции. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 41–47. – EDN PATKDW.

2. Котов С.Г. Исследование пленкообразующей и изолирующей способности растворов фторированных поверхностно-активных веществ / С.Г. Котов, О.Д. Навроцкий, Д.С. Котов // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – Т. 20. – № 5. – С. 25–35. – EDN NWHDL D.

3. Корольченко, Д.А. Тушение горючих жидкостей пеной из пленкообразующих пенообразователей / Д.А. Корольченко, А.А. Волков // Пожаровзрывобезопасность. – 2017. – Т. 26, № 8. – С. 45–55. – DOI: 10.18322/PVB.2017.26.08.45-55. – EDN: ZTUOXN.

4. Шароварников, А.Ф. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав, свойства, применение / А. Ф. Шароварников, С. А. Шароварников. – М.: Пожнаука, 2005. – 335 с. – EDN UWCCSP.

5. Кремнийсодержащие производные органических кислот в качестве не загрязняющих окружающую среду огнегасящих пленкообразующих пен на водной основе: пат. RU 2017107082 / Д. Блунк, С. Изэ, Р. Х. Хетцер, [и др.]. – Оpubл. 29.11.2019. – EDN RIKSZS.

6. Холмберг, К. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман; пер. с англ. – М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2013.– 528 с. – ISBN 978-5-94774-363-0. – EDN QKBQZV.

7. Волков, В. А. Поверхностно-активные вещества. Синтез и свойства. Часть 1. Синтез и свойства поверхностно-активных веществ [Электронный ресурс] / Twirpx. – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/254282/grant>. – Дата доступа: 15.09.2022.

8. Нигметзянов, А.Р. Разработка композиции фторсодержащего плёнкообразующего пенообразователя с применением отечественных компонентов / А.Р. Нигметзянов, А.Р. Кильдияров, М.В. Бабунова, Д.Р. Валиев, Г.Е. Заиков // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. № 14. – С. 93–96. – EDN STIAIV.

9. Высвобождение ацетил гексапептида-3 с применением жидкокристаллической системы на основе лецитина / Н. В. Саутина, Э. М. Мифтахова, К. В. Силахина, Ю. Г. Галяметдинов // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2019. – Т. 62. – № 5. – С. 24–30. – DOI 10.6060/ivkkt.20196205.5772. – EDN JAEIB.

10. Теоретические и экспериментальные исследования эффектов синергизма в растворах смешанных ПАВ [Электронный ресурс] / Кафедра физической химии Института химии Санкт-Петербургского государственного университета. – Режим доступа: <http://phys.chem.spbu.ru/node/31>. – Дата доступа: 15.09.2022.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДИК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д., Бобин Р.Т., Хобец А.Д.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Необходимость организации эвакуации людей при пожаре предусматривается нормами всех стран мира. Защита людей при эвакуации осуществляться, прежде всего, системой противодымной защиты (ПДЗ), а ее управление – системой оповещения и управления эвакуацией (СО) [1].

В системе противопожарной защиты эвакуация определяется как процесс организованного самостоятельного движения людей непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, где возможно воздействие опасных факторов пожара (ОФП) на людей [1]. Требования пожарной безопасности к системам СО отражены в строительных нормах [2]. Предусматривается пять типов систем СО, каждый из которых характеризуется совокупностью обязательных требований к функциональным характеристикам системы (табл. 1).

Таблица 1. – Классификация систем оповещения

Характеристика систем оповещения о пожаре	Наличие указанных характеристик				
	СО-1	СО-2	СО-3	СО-4	СО-5
1. Способы оповещения:					
звуковой (звонки, тонированный сигнал и др.)	+	+	*	*	*
речевой (запись и передача спецтекстов)	–	–	+	+	+
световой:					
световой мигающий сигнал	*	*	–	–	–
световые указатели «Выход»	*	+	+	+	+
световые указатели направления движения	–	*	*	+	+

световые указатели направления движения с включением отдельно для каждой зоны	–	*	*	*	+
2. Связь зоны оповещения с диспетчерской	–	–	*	+	+
3. Очередность оповещения:					
всех одновременно	+	+	–	–	–
только в одном помещении (части здания)	*	*	*	–	–
сначала обслуживающего персонала, затем всех остальных (при необходимости по специально разработанной очередности)	–	*	+	+	+
4. Полная автоматизация управления систем оповещения и возможность реализации множества принципов организаций эвакуации из каждой зоны оповещения	–	–	–	–	+
Примечания: «+» – требуется; «*» – рекомендуется; «–» – не требуется.					

Увеличение номера типа системы соответствует увеличению требований к ее функциональному составу. Номер типа СО определяется в зависимости от типа здания и сооружения, а также его нормативными показателями – площадью, вместимостью, числом этажей и высотой здания. Системами 3-го, 4-го и 5-го типов оснащают более сложные и масштабные объекты. В таких зданиях самостоятельная эвакуация людей может быть затруднена, поэтому требуются более информативные способы оповещения и управления эвакуацией. На таких объектах может усложняться и алгоритм эвакуации, например, из-за необходимости поэтапной эвакуации людей из разных частей здания. Это приводит к увеличению количества возможных схем эвакуации и необходимости корректировки алгоритма работы системы СО уже в ходе эвакуации. Поэтому для СО 3–5 предусмотрена возможность появления такого звена управления как человек-оператор, способного влиять на формирование команд на запуск СО и на работу самой СО [1].

В общем случае, СО 3–5 типа применяются, если внутри здания находятся группы людей, существенно различающиеся по степени осведомленности об эвакуационных путях (персонал и посетители) и способности самостоятельно эвакуироваться (медперсонал и больные, воспитатели и дошкольники, другие группы). Целесообразно применение многозонной СО в случаях, если в крупном здании одновременная эвакуация людей из всего здания не целесообразна (пожар в одной зоне оповещения не представляет угрозы для людей в других зонах) или необходима эвакуация большого количества людей во избежание скопления людей на эвакуационных путях и у выходов [1].

Проблематика вопроса заключается в том, что каждое здание и каждый пожар уникальны. Речевое оповещение может усложняться из-за

необходимости передавать разную информацию разным людям, в зависимости от их местоположения относительно очага пожара, степени их подготовленности, их физического или психического состояния [1].

Общие рекомендации относительно того, какими должны быть речевые сообщения изложены в [3]. Передаваемые сообщения должны быть информативными и максимально сжатыми, содержание обращения прямым и недвусмысленным (утвердительным), и что самое главное текст должен быть разборчивым и хорошо слышимым.

В настоящее время в технических нормативных правовых актах (ТНПА) в области проектирования систем оповещения и управления эвакуации людей при пожаре приводятся только общий порядок проектирования: обоснование необходимости применения СО на объекте, выбор типа применяемой СО, отдельные требования к размещению оповещателей, величина звукового давления (громкости) для звуковых и речевых оповещателей. Данные требования наряду с габаритами помещения можно отнести к исходным данным для расчета. Сами же требования и методика расчета звукового давления, который позволяет вычислить, сколько речевых оповещателей, какой мощности и на каком расстоянии необходимо устанавливать, чтобы система оповещения соответствовала требованиям ТНПА не приводятся. Отсутствует в ТНПА и методика расчета разборчивости речевых сообщений. Данные расчеты относят к электроакустическим и отражаются в руководствах по проектированию заводов-производителей технических средств систем оповещения.

В то же время, электроакустический расчет позволяет заочно оценить правильность принятых в проекте решений. В нем отражается расчет звукового давления в местах вероятного нахождения людей (так называемых расчетных точках), определяются уровни шума, характерные для данного помещения, выявляются дополнительные источники шума, проверяются граничные условия расчета, выбираются параметры громкоговорителей, определяются схемы их расстановки и в случае невыполнения граничных условий разрабатываются организационные мероприятия, повышающие достоверность передачи информации [1]. Как видно, электроакустическому расчету отводится одна из ключевых ролей в ходе проектирования данных систем.

Отсутствие общепринятых методик расчёта звукового давления при проектировании систем оповещения часто приводит к ошибкам проектирования. В последующем нами планируется проанализировать существующий опыт проведения расчетного обоснования применения оповещателей и выработать общий подход в области расчёта звукового давления при проектировании системы речевого оповещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холщевников, В. В. Эвакуация и поведение людей при пожарах / В. В. Холщевников, Д. А. Самошин, А. П. Парфененко [и др.]. – 2-е издание. – Москва : Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным

ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2015. – 262 с. – ISBN 978-5-9229-0115-4. – EDN DFJNBS.

2. Пожарная автоматика зданий и сооружений: СН 2.02.03-2019. – Введ. впервые (с отменой на территории Респ. Беларусь: ТКП 45-4.02-317-2019). – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2019. – 81 с.

3. РНД 73-45-89. Временное руководство по проектированию систем оповещения о пожаре и управления эвакуацией людей при пожаре объектов народного хозяйства. – Новосибирск: Спецавтоматика, 1989. – 149 с.

ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИЙ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЬ В АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ

Иванов И.Ю., Навроцкий О.Д., Доукешова Е.А., Костюкевич И.Д.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Во все времена вода в силу своих уникальных физико-химических свойств (высокая термическая устойчивость, высокая теплоемкость и теплота испарения, относительная химическая инертность, низкая стоимость) остается наиболее универсальным, надежным и эффективным средством в борьбе с пожарами. Именно поэтому автоматические установки пожаротушения (АУПТ) водой и пенной занимают лидирующую позицию по применению на объектах в различных отраслях промышленности и социально-бытового назначения. К одному из существенных недостатков данных установок относится значительный расход воды на тушение и как следствие появление вторичного ущерба от излишне пролитой воды.

Для повышения эффективности использования воды в качестве средства пожаротушения прибегают к различным техническим хитростям: применение в составе АУПТ оросителей тонкораспыленной воды и различных смачивателей позволяют увеличить огнетушащую эффективность, значительно снизить расход воды на тушение и, как результат, уменьшить металлоемкость трубопроводных систем, что существенно сказывается на итоговой стоимости установки. Вместе с тем, в настоящее время требования по проектированию установок тушения тонкораспыленной водой на территории Республики Беларусь в действующих ТНПА [1] отсутствуют, а проектируются такие системы согласно технической документации производителя данных установок.

Ряд сложностей связано и с порядком применения пленкообразующих пенообразователей в составе АУПТ тонкораспыленной водой. Как показывает практика [2] наиболее универсальным огнетушащим веществом в АУП для различных классов пожаров является фторированный пленкообразующий пенообразователь, который «подходит отлично» для тушения пожара класса Б (ЛВЖ и ГЖ с $T_{всп} < 90\text{ }^{\circ}\text{C}$) и «подходит хорошо» для тушения пожара класса А и Б (ЛВЖ и ГЖ с $T_{всп} > 90\text{ }^{\circ}\text{C}$). Пленкообразующий ПО образует на

поверхности горючей жидкости слой водной пленки и применяются не в виде пены, а в виде распыленной жидкости. Соответственно отличаются и механизмы тушения. Наряду с изоляцией горючей жидкости от окислителя – кислорода воздуха с помощью водной пленки, будут задействованы и другие механизмы, такие как разбавление горючей смеси водяным паром (испарение капель), охлаждение зоны горения до температуры затухания (снижение тепловыделения, охлаждение поверхности), за счет понижения пленкообразующими веществами поверхностного натяжения состава и образования через ороситель тонкораспыленной дисперсии. Под тонкораспыленным потоком огнетушащего вещества согласно [3] понимается капельный поток огнетушащего вещества со среднеарифметическим диаметром капель не более 150 мкм. Также установлено, что при использовании пленкообразующего пенообразователя дисперсность распыленного гидравлической форсункой (оросителем) огнетушащего состава уменьшается в 1,5 раза [4], что может привести к ещё большей дисперсности формируемой оросителем тонкораспыленной воды. В то же время следует учитывать, что образование водной пленки будет возможно только в том случае, если диаметр капель будет больше 100 мкм, поскольку в ином случае они просто не будут долетать до поверхности горения и будут полностью испаряться в зоне горения [5].

Известны методики проведения огневых испытаний распыливающих устройств (оросителей) для подачи тонкораспыленной воды [6], которые позволяют определить основные параметры огнетушащей эффективности (интенсивность и продолжительность подачи ОТВ на тушение). Проведение данных испытаний достаточно затратные мероприятия и проводятся на модельных очагах пожаров в огневой камере в определенном диапазоне температуры. Для проведения испытаний экспресс-методом предлагается разработать лабораторную установку с методикой испытания, которая позволит смоделировать натурные испытания удешевит сам процесс и значительно расширит возможности для практического применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная автоматика зданий и сооружений: СН 2.02.03-2019. – Введ. впервые (с отменой на территории Респ. Беларусь: ТКП 45-4.02-317-2019). – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2019. – 81 с.
2. Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа: Рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2004. – 96 с.
3. Система стандартов пожарной безопасности. Модульные установки пожаротушения тонкораспыленной водой автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний: СТБ 11.16.07-2011. – Введ. 01.01.2012. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2011. – 20 с.
4. Петуховский С.Г. Закономерности влияния модифицирующих добавок к воде на дисперсность распылённого гидравлической форсункой огнетушащего состава / С.Г. Петуховский, Ю.В. Заневская, О.Д. Навроцкий, В.К. Емельянов // Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки. – 2017. – № 2 (16). – С. 146–154

5. Шароварников, А. Ф. Влияние дисперсности капель воды на эффективность тушения пожаров горючей жидкости / А. Ф. Шароварников, Д. А. Корольченко // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – Т. 22. – № 12. – С. 69–74. – EDN RRTJMP.

6. Руководство по определению параметров автоматических установок пожаротушения тонкораспыленной водой / М-во Рос. Федерации по делам гражд. обороны, чрезвычайн. ситуациям и ликвидации последствий стихийн. бедствий (МЧС России), Федер. гос. учреждение "Всерос. ордена "Знак почета" науч.-исслед. ин-т противопожарной обороны" (ФГУ ВНИИПО МЧС России); [подгот. С.Г. Цариченко и др.]. – М. : ВНИИПО, 2004. – 14 с. – EDN QNKRHL.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТОЧНОГО ТРАКТА НАСАДКА (ШТУЦЕРА) С ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ И СТРУКТУРОЙ СТРУИ ЖИДКОСТЕЙ

Лихоманов А.О., Говор Э.Г., Говор Т.А., Ярец В.А.

Университет гражданской защиты

Процесс распада струи, не только турбулентной, может протекать в нескольких режимах, которые отражают различия в его динамике при изменении рабочих параметров (например, давления) [1]. Данное деление основано на некотором главенствующем эффекте или силе, которая оказывает наибольшее влияние на распад струи в том или ином режиме. Основными силами, участвующими в распаде струи, являются силы инерции, поверхностного натяжения, вязкого трения и аэродинамические силы.

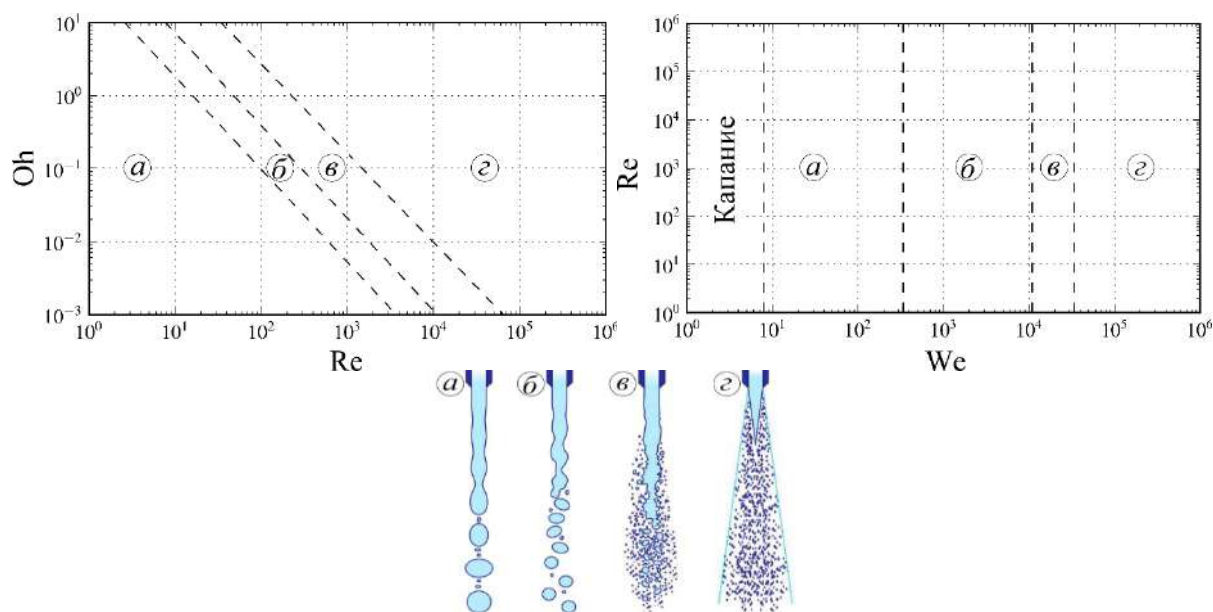
Выделяют четыре главных режима распада струи, которым соответствуют определенные комбинации указанных сил: режим распада Рэлея, первый аэродинамический режим, второй аэродинамический режим и режим распыливания [1]. Для оценки соотношения между силами используются характеристические числа Рейнольдса Re (отношение сил инерции к силам вязкого трения), Онезорге Oh (отношение сил вязкого трения к силам поверхностного натяжения и инерции) и Вебера We (отношение сил инерции к поверхностному натяжению) [2]:

$$Re = \frac{uD_h}{\nu}; \quad Oh = \frac{\eta}{\sqrt{\sigma_s \rho D_h}}; \quad We = \frac{\rho D_h u^2}{\sigma_s}, \quad (1)$$

где u – характерная скорость струи, м/с; D_h – гидравлический диаметр, м; ν – кинематическая вязкость, м²/с; η – динамическая вязкость среды, Па·с; σ_s – коэффициент поверхностного натяжения, Н/м; ρ – плотность, кг/м³.

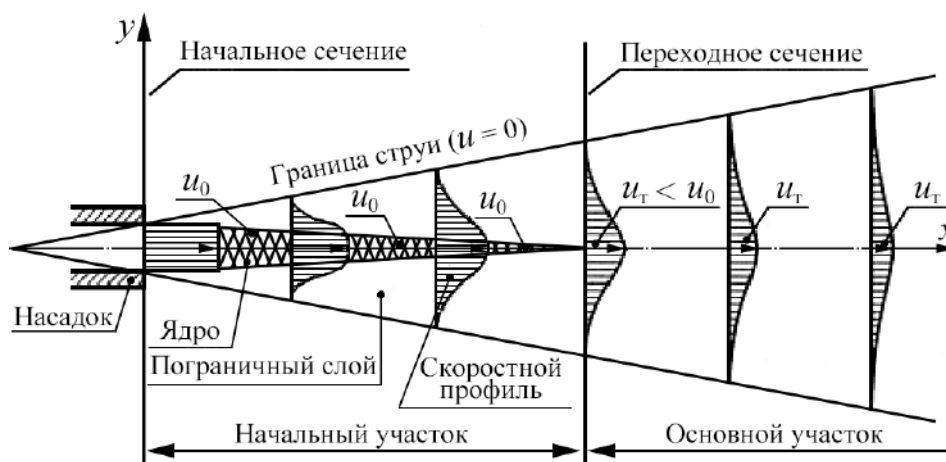
Для определения режима распада струи, как правило, используют специальные диаграммы (рис. 1) [3], предварительно определив характеристические числа Re , Oh и We для рассматриваемого случая.

Скорость турбулентных струй на выходе из пенных розеточных оросителей для автоматических установок пожаротушения достаточно высока (более 10 м/с), в связи с чем наблюдается второй аэродинамический режим распада либо режим распыливания. Распространение струи происходит, как правило, в покое газе при нормальных условиях. Такие струи наиболее изучены и их принято называть затопленными. Принципиальная схема затопленной турбулентной струи представлена на рисунке 2 [3,4].



a – режим распада Рэлея; *б* – первый аэродинамический режим; *в* – второй аэродинамический режим; *г* – режим распыливания

Рис. 1. – Диаграммы режимов распада струи и ее схематичный вид [3]



u_T – продольная скорость струи вне ее ядра

Рис. 2. – Принципиальная схема затопленной турбулентной струи [3, 4]

Длина начального участка зависит от скорости струи и, соответственно, от режима ее распада. Точные размеры участков струи определяются согласно регрессионным уравнениям для каждого конкретного случая в зависимости от геометрии насадка, физико-химических свойств веществ в струе и окружающей среде, режима распада струи и пр. [2].

Для выполнения теоретических расчетов параметров струи, образующейся на выходе из пенного розеточного оросителя, необходимо точно определить, в каком режиме происходит ее распад. Для рассмотрения выбран штуцер оросителя (является частным случаем насадка) с проточным трактом, имеющим геометрические параметры согласно рисунку 3. Коэффициент производительности оросителя с данным штуцером равен $K_p = 0,37 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{МПа}^{1/2})$. Выполним расчет характеристических чисел Re , Oh и We по формулам (1) для предложенного случая ($D_h = 0,01 \text{ м}$; $\nu = 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $p = 0,10 \text{ МПа}$; $\eta = 8,90 \cdot 10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{с}$; $\sigma_s = 0,03 \text{ Н}/\text{м}$; $\rho = 1012,00 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\rho_g = 1,275 \text{ кг}/\text{м}^3$):

$$Re = \frac{uD_h}{\nu} = 147\,525,$$

где

$$u = \frac{Q}{S_0} = \frac{K_p \sqrt{p}}{S_0} = 14,9 \text{ м}/\text{с}, \quad (2)$$

D_h – гидравлический диаметр штуцера оросителя, равный диаметру его выходного отверстия, т.к. имеет форму круга, м;

Q – расход жидкости, л/с;

S_0 – площадь поперечного сечения выходного отверстия штуцера оросителя, м^2 ;

$$Oh = \frac{\eta}{\sqrt{\sigma_s \rho D_h}} = 1,62 \cdot 10^{-3};$$

$$We = \frac{\rho D_h u^2}{\sigma_s} = 74\,891.$$

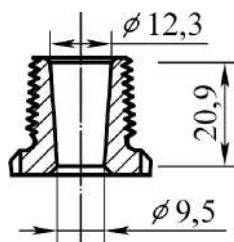


Рис. 3. – Геометрические параметры рассматриваемого штуцера оросителя (размеры в мм)

Исходя из полученных значений характеристических чисел Рейнольдса, Онезорге и Вебера можно сделать вывод, что распад струи при заданных условиях согласно диаграммам на рисунке 1 происходит в режиме распыливания.

С учетом того что скорость ядра струи не успевает измениться до переходного сечения, длина начального участка может быть выражена следующим образом [5]:

$$L_n \approx Tu_r \approx 0,5D_h \sqrt{\rho / \rho_g}. \quad (3)$$

Выражение (3) может использоваться для определения длины начального участка струи лишь по порядку величины. Для более точного расчета необходимо вводить дополнительный коэффициент, зависящий от геометрии распыливающего устройства.

Например, можно воспользоваться известным уравнением определения длины начального участка струи для режима распыливания [2]:

$$L_n = 5,31Tu_0^{-0,568} D_h (\rho / \rho_g)^{0,335}, \quad (4)$$

где Tu_0 – параметр интенсивности турбулентности, зависящий от геометрии распыляющего устройства и шероховатости поверхности его проточного тракта и выражаемый в процентах.

В результате обобщения объемного массива экспериментальных данных в работе [2] определен диапазон изменения параметра Tu_0 в случае использования воды в качестве распыляемой жидкости для широкого ряда пожарных насадок с различными геометрическими параметрами и шероховатостью поверхности проточного тракта, в том числе схожих со штуцерами розеточных оросителей: 4,9–12,7 % [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Lin, S. P. Drop and spray formation from a liquid jet / S. P. Lin, R. D. Reitz // Annual Review of Fluid Mechanics. – 1998. – Vol. 30. – P. 85–105.
2. Trettel, B. Reevaluating the jet breakup regime diagram / B. Trettel // Atomization and Sprays. – 2020. – Vol. 30, No. 7. – P. 517–556.
3. Воробьев, С. В. Определение скорости и концентрации частиц твердой фазы в турбулентной струе газа, погруженной в псевдооживленный слой / С. В. Воробьев, И. В. Постникова, В. Н. Блиничев // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2019. – Т. LXII, № 3–4. – С. 31–39.
4. Лихоманов, А. О. Длина начального участка осесимметричной турбулентной струи, образующейся в пенном розеточном оросителе для автоматических установок пожаротушения / А. О. Лихоманов, А. Н. Камлюк // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2021. – Т. 5, № 2. – С. 159–173.
5. Левич, В. Г. Физико-химическая гидродинамика / В. Г. Левич. – 3-е изд., испр. и доп. – М.; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2016. – 708 с.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ВОДЯНОГО И ПЕННОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ПРИ ПРИЕМКЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Перишкевич А.И., Навроцкий О.Д.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

В настоящее время приемка автоматических установок пожаротушения в Республике Беларусь осуществляется в соответствии с ТКП 364-2011[1], что не позволяет установить соответствия реальных характеристик установки пожаротушения и проектных значений, предусмотренных расчетом. Это все снижает защищенность объекта от пожара, поэтому актуальной задачей является обоснование выбора методов испытаний автоматических установок водяного и пенного пожаротушения при приемке в эксплуатацию.

Эффективность и надежность функционирования автоматической установки пожаротушения зависят от качества их проектирования, монтажа, приемки в эксплуатацию и дальнейшего технического обслуживания.

Критерием качества выполненных проектных и монтажных работ являются положительные результаты гидравлических испытаний автоматической установки пожаротушения при их сдаче в эксплуатацию, а критерием качественной эксплуатации – проведение регламентных работ, связанных с периодической проверкой и испытанием автоматической установки пожаротушения на работоспособность, и поддержание гидравлических параметров автоматической установки пожаротушения, соответствующими проектным значениям.

Проведенный анализ отечественных и зарубежных технических нормативно правовых актов системы противопожарного нормирования и стандартизации, определяющих порядок приемки автоматических установок пожаротушения в эксплуатацию, а также методик проведения испытаний водяных и пенных автоматических установок пожаротушения, показал, что инструментальный контроль электрических и гидравлических параметров предусматривался еще в ГОСТ 2.102-2013 (п.п. 1.2 и 2.6) [2] согласно разработанной программе, методике испытаний и эксплуатационным документам.

Номенклатура основных контролируемых гидравлических параметров и объем испытаний, обеспечивающие работоспособность водяных и пенных автоматических установок пожаротушения, приведены также в ГОСТ Р 50680-94 [3], Правилах противопожарного режима в Российской Федерации [4] и Методических рекомендациях [5], а их технических средств – в ГОСТ Р 51043-2002 [6], ГОСТ Р 51052-2002 [7], ВСН 394-78 [8], ВСН 25-09.67-85 [9] и СНиП 3.05.05-84 [10].

В результате проведенного анализа нормативных методов испытаний водяных и пенных автоматических установок пожаротушения на работоспособность в процессе эксплуатации свидетельствует о том, что:

1. Описанные в действующих документах стандартные методы испытаний автоматических установок пожаротушения, располагаемых в наиболее неблагоприятных для орошения местах, в основу которых положена проверка интенсивности орошения, несовершенны;

2. Нет необходимости в проведении испытаний автоматических установок пожаротушения с проливом огнетушащего вещества непосредственно на защищаемый объект и в измерении интенсивности орошения;

3. Проведение огневых испытаний смонтированной на защищаемом объекте автоматической установкой пожаротушения необязательно;

4. ТКП 364-2011 нуждается в кардинальной переработке в части дополнения имеющихся глав методиками испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматические установки пожаротушения. Правила производства и приемки работ: ТКП 364-2011. – Введ. 30.12.2011. – Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2012. – 27 с.

2. Виды и комплектность конструкторских документов : ГОСТ 2.102-2013. – Введ. 01.06.2014. – Москва: Стандартинформ, 2014.

3. Установки водяного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ Р 50680-94. – Введ. 01.01.1995. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1994.

4. Правила противопожарного режима в Российской Федерации : постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 №390 (с изм.: постановление Правительства РФ от 17.02.2014 №313). – 07.05.2012. – № 19, ст. 2415.

5. Арбузов Н. Б., Долговидов А. В., Жевлаков А. Ф., Панов С. В., Пивоваров В. В., Филаретов М. Б. Автоматический системы пожаротушения и пожарной сигнализации. Правила приемки и контроля. Методические рекомендации. – Москва. – ВНИИПО, 1999. – 121 с.

6. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний : ГОСТ Р 51043-2002. – Введ. 01.07.2003. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2002.

7. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Узлы управления. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ Р 51052-2002. – Введ. 01.07.2003. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002.

8. Инструкция по монтажу компрессоров и насосов : ВСН 394-78. – Введ. 01.07.1979. – Москва : ЦБНТИ Минмонтажспецстроя, 1979.

9. Правила производства и приемки работ. Автоматические установки: ВСН 25-09.67-85. – Введ. 01.01.1986. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1985.10. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы: СНиП 3.05.05-84. – Введ. 01.01.1985. – Москва: ЦИТП Госстроя СССР, 1985.

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДТП С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Скорупич И.С., Бохан П.А.

Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации» Университета гражданкой защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, д. Светлая роща.

В настоящее время на территории Республики Беларусь ключевыми факторами развития автотранспорта с электроприводом являются современные мировые тенденции, направленные в сторону электрификации технических средств, а также поддержка данной технической отрасли правительством, что законодательно подтверждено Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 апреля 2021 г. № 213 «О Комплексной программе развития электротранспорта на 2021–2025 годы», которое направлено на реализацию приоритетов социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы (утвержденных Указом Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156) и положений Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года [1].

В связи с этим, а также фактом постоянно растущего количества электротранспорта в мире создается необходимость в подготовке спасателей-пожарных к действиям по ликвидации чрезвычайных ситуаций на автомобильном транспорте с электроприводом, что значительно усложняется отличием их устройства от традиционных автомобилей, оборудованных двигателем внутреннего сгорания в качестве единственного источника движения.

Общее устройство электромобилей включает в себя ряд основных элементов, которые присутствуют во всех транспортных средствах данного типа: электродвигатель, источник электропитания в виде аккумуляторной батареи и устройство ее зарядки, контроллер (система управления работой двигателя), преобразователь постоянного тока и дополнительные устройства, обеспечивающие защиту, контроль, индикацию и прочие функции. Современные электромобили так же оснащаются стандартными низковольтными свинцово-кислотными аккумуляторными батареями с напряжением в 12 вольт, которые питают всю бортовую электронику и имеющиеся системы безопасности (SRS airbag, ABS, ESP и т.д.) [2].

Наибольшую пожарную опасность в электромобиле представляет высоковольтная литий-ионная (Li-ion) аккумуляторная батарея, которая состоит из анода и катода, разделенных пористым полимерным сепаратором, пропитанным электролитом. Активным материалом катода является оксиды переходных металлов со встроенными в кристалл ионами лития. В аноде обычно используется графит. Электролит представляет собой органический раствор солей лития. Все современные аккумуляторные батареи имеют ряд пассивных и активных систем защит от перегрева, короткого замыкания

и избыточного давления. Данные аккумуляторные батареи в различных электромобилях помещены в прочный стальной корпус, размещенный в зависимости от марки транспортного средства в разных местах: под задними сидениями, в нижней части багажника или вмонтированы в кузов под всем салоном от передней до задней оси [2].

В связи, с чем важным этапом ликвидации последствий ДТП с участием электротранспорта становится качественное проведение разведки, а именно идентификация транспортного средства. Идентификация подразумевает под собой определение модели электрокара, мест расположения основных узлов и агрегатов транспортных средств, в том числе электроузлов, силовых элементов и т.д. Причем, данный процесс должен быть непрерывен и начинаться с момента получения сообщения, продолжаться как в пути следования к месту вызова, так и по прибытию. Необходимость данного этапа разведки обусловлена тем, что сегодня нельзя с уверенностью утверждать о «шаблонной» схеме устройства электромобиля. Так как отрасль по производству данных технических средств является развивающейся, производители постоянно ищут новые модели компоновки элементов, различные схемы пролегания силовых электрических линий и новые способы увеличения запаса хода.

Идентификация электрокаров в первую очередь необходима для проведения последующих этапов аварийно-спасательных работ. При обесточивании и проведении деблокирования следует учитывать их общие отличительные черты и особенности, выявленные в ходе идентификации, а именно: смещенный центр тяжести за счет наличия крупногабаритных АКБ, отсутствие привычного ключа зажигания, дополнительные силовые элементы и т.д.

Проблема, с которой могут столкнуться работники, участвующие в ликвидации последствий ДТП такого типа – это определение того, находится ли электрокар в отключенном состоянии. Ввиду того, что двигатель внутреннего сгорания отсутствует, автомобиль совершенно беззвучен как при стоянке, так и при движении. Необходимо учесть, что в случае, когда электромобиль не выключен при проведении аварийно-спасательных работ, пострадавший, случайно наступив на педаль газа, может привести автомобиль в движение. В связи с этим необходимо предпринимать особые меры к обездвиживанию электромобилей: усиленная стабилизация, включение коробки передач или селектора АКПП на «Р» паркинг или на «N» нейтральная передача, включение стояночного тормоза, выключение зажигания (отнесение ключа, брелка, смартфона на безопасное расстояние), обесточивание стандартной аккумуляторной батареи низкого напряжения [2].

Исследования по данной теме [3] и опыт тушения электромобилей также указывают на необходимость применения средств индивидуальной защиты органов дыхания и полного комплекта боевой одежды. Особое внимание должно уделяться людям находящимся вблизи места возгорания электротранспорта без средств индивидуальной защиты, также важным аспектом, является обеспечение защиты органов дыхания пострадавших нуждающихся в деблокировании (вплоть до применения масок для спасаемых).

Поскольку применяемый в аккумуляторах литий является токсичным веществом и активно вступает в реакцию с водой возможно образование гидроксида лития, при разогреве которого до 942°C (температура горения современного автомобиля может составлять до 1100°C) [4] могут выделяться дополнительные токсичные пары.

Симптомы отека легких при отравлении литием часто не проявляются, пока не пройдет несколько часов, и они усугубляются физическими усилиями. При оказании помощи в обязательном порядке следует рассмотреть возможность немедленного проведения соответствующей ингаляционной терапии [4].

В свою очередь данный факт заставляет пересмотреть существующие представления о делении мест выполнения аварийно-спасательных работ на зоны. Поскольку даже при ликвидации последствий ДТП на легковом электротранспорте (не перевозящем опасные грузы) при возгорании существует необходимость в определении интенсивности выделения токсичных продуктов горения, направлении ветра и минимизации их воздействия на окружающих.

Прибегая к современным исследованиям в области ликвидации чрезвычайных ситуаций на легковом автомобильном транспорте с электроприводом, проведенных по запросу «Fire Protection Research Foundation» ((FPRF) Фонда исследований в области противопожарной защиты) компанией «Exponent», следует, что самой большой проблемой в части пожаротушения электромобилей является затрудненный доступ к непосредственному очагу горения в виде аккумуляторной батареи электрокара. Также в исследованиях указано, что в обесточенном транспортном средстве уровень силы тока и напряжения, во время тушения, на пожарном стволе и корпусе экспериментальной модели находится в пределах фоновых значений. В процессе эксперимента также была установлена возможность повторного загорания аккумуляторных батарей, в одном из экспериментов возгорание произошло через 22 часа после ликвидации горения [3].

Сам процесс тушения в подавляющем большинстве случаев заключается в подаче на горящий автомобиль с электроприводом большого количества воды (от 5 до 15 тонн). Однако в современной мировой практике пожаротушения существуют и другие способы борьбы с пожарами на данных транспортных средствах. Например, актуальным является вопрос о применении для тушения порошковых составов, в том числе при проведении работ на не обесточенном транспортном средстве. Основная проблема, как говорилось ранее, заключается в доступе порошка непосредственно к очагу и его необходимой огнетушащей концентрации для ликвидации процессов горения.

В итоге, основными направлениями по развитию области организации ликвидации последствий ДТП с участием электротранспорта являются: подготовка специалистов с учетом специфики электромобилей, разработка мобильных приложений с базами данных о транспортных средствах для проведения идентификации, создание тренажерных комплексов, способных моделировать различные варианты обстановки для отработки действий работниками ОПЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. О Комплексной программе развития электротранспорта на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 апреля 2021 г. № 213 – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100213&p1=1>. – Дата доступа 19.11.2022.

2. Методические рекомендации по тушению электротранспорта [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJJt.pdf> – Дата доступа 20.11.2022.

3. Международные исследования процессов горения литий-ионных АКБ [Электронный ресурс]: <https://www.exponent.com/services/practices/engineering/electrical-engineering-computer-science/capabilities/computer-science-and-engineering/systems-and-controls/vehicle-electrical--electronic-systems/?serviceId=4987659d-21e2-4f0c-bf69-e3c42c4c&loadAllByPageSize=Num=1>. – Дата доступа 20.11.2022.

4. Международные карты химической безопасности (ICSC) [Электронный ресурс]: База данных ICSC – Режим доступа: http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_version=2&p_card_id=0710&p_lang=ru#:~:text=%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82%20%D0%BA%20%D0%BF%D0%BE%D1%8F%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8E%20%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%20. – Дата доступа 20.11.2022.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОДНОГО ПОТОКА ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ

Стриганова М.Ю., Гудков А.В.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Земляные плотины являются наиболее распространенным типом водоподпорных сооружений. Они входят в состав большинства гидроузлов различного назначения, широко используются в гидромелиоративном строительстве. Широкое распространение земляных плотин обусловлено рядом причин, связанных с возможностью использования практически любых местных строительных материалов, простотой конструкции. Однако исключить возможность возникновения гидродинамических аварий на данных сооружениях нельзя.

Источником возникновения могут быть не только стихийные факторы, но и антропогенное воздействие человека: некачественное проектирование, ошибки при строительстве, эксплуатации и террористические акты. Необходимо учитывать, что повреждения сооружений могут привести к значительным социально-экономическим потерям.

Развитие гидродинамической аварии может происходить по различным сценариям. Разрушение плотины может быть, как полным, так и с образованием прорана в теле плотины. В результате чего возникают волны перемещения, определение основных параметров которых (скорости, глубины потока) является весьма актуальной задачей.

Движение потока в нижнем бьефе при аварии возможно по руслу водотока или по сухому руслу в зависимости от расположения плотины. Характер движения имеет различия. Кроме этого, уклон дна также оказывает влияние на параметры движущегося потока. Чем круче склон, тем большее ускорение приобретает волна перемещения и тем разрушительнее ее сила.

Провести натурные эксперименты на подобных объектах не представляется возможным. Поэтому лабораторные исследования являются самым оптимальным методом определения необходимых параметров водных потоков при гидродинамической аварии. Был проведен количественный эксперимент, который позволил зафиксировать волну перемещения и определить геометрические и кинематические ее параметры.

Тестовым объектом исследования было выбрано Тахтакорпюнское водохранилище на территории Азербайджана, созданное одной из наиболее высоких земляных плотин не только в регионе, но и в Европе. Располагается данное сооружение на высоте около 140 метров над долиной с жилой застройкой и сетями энергоснабжения, водоснабжения и транспортного сообщения. Протяженность склона от плотины составляет 2,32 километра (рис. 1) [1].



Рис. 1 – Плотина Тахтакорпюнского водохранилища

Особенности высокогорного рельефа в данной местности способствуют возникновению бурного потока, движущегося с большой скоростью и сносящего все на своем пути. Опасность появляющейся волны перемещения обусловлена и тем, что на своем пути она захватывает грунт, составлявший тело размытой плотины, и различные скальные породы сухого русла, что увеличивает ее ударную силу

Для проведения лабораторных экспериментов были определены критерии подобия, которые учитывались при разработке модели тестового сооружения. Были выбраны критерии геометрического и динамического подобия, равенство которых для природы и модели обеспечивает возможность

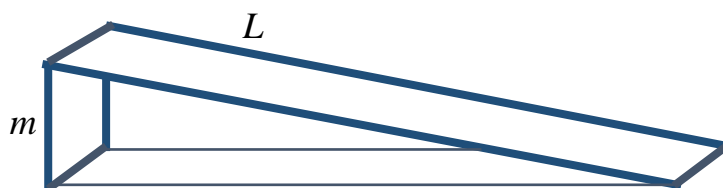
пересчета полученных экспериментальных значений исследуемых параметров потоков для натуральных условий.

Динамическое подобие выражается через число Фруда, Fr :

$$Fr_{\text{мод}} = Fr_{\text{нат}} = \frac{v^2}{gh}. \quad (1)$$

Геометрическое подобие определено геометрическими размерами согласно модели (рис. 2):

$$\frac{m_{\text{мод}}}{L_{\text{мод}}} = \frac{m_{\text{нат}}}{L_{\text{нат}}} \quad (2)$$



m – высота расположения плотины над горизонтальной плоскостью, м;

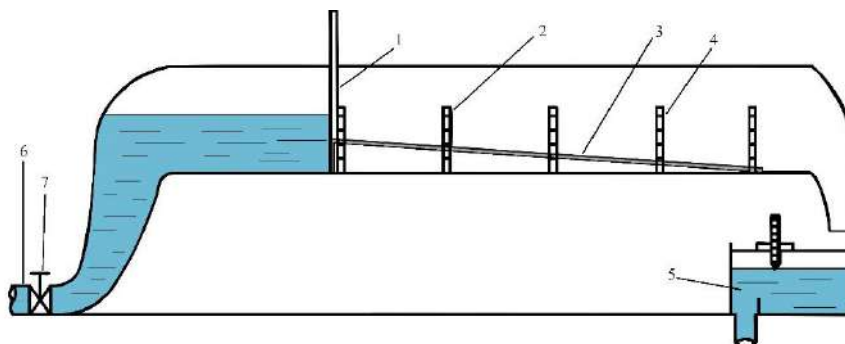
L – длина нижнего бьефа (склона), м.

Рис. 2 – Модель нижнего бьефа (склона)

Геометрическое подобие определено геометрическими размерами и уклоном дна русла модели и реального объекта:

$$i = \frac{m_{\text{мод}}}{L_{\text{мод}}} = \frac{m_{\text{нат}}}{L_{\text{нат}}} \quad (3)$$

Эксперименты проводили в прямооточном гидравлическом лотке шириной 0,245 м с прозрачными стенками (рис. 3).



1 – подвижный затвор; 2 – уровенные рейки (мерные линейки); 3 – модель сухого русла; 4 – гидравлический лоток; 5 – металлический лоток с водосливом Томсона; 6 – питающая труба; 7 – задвижка

Рис. 3 – Схема экспериментального лабораторного стенда

Установленный уровень соответствовал нормальному подпорному уровню (НПУ) водохранилища перед плотиной. Затвор перемещался в вертикальной плоскости, что позволило смоделировать аварию на гидротехническом сооружении с образованием волны перемещения. На дно лотка под нижней гранью затвора была установлена модель сухого русла, расположенного в нижнем бьефе имитационной модели гидротехнического сооружения.

Лоток по длине модели сухого русла был разделен на участки мерными линейками (уровенные рейки) для измерения глубины движущегося потока. Места установки уровенных реек считались измерительными створами. Поток снимали неподвижной камерой. По результатам видеосъемки определялись визуально показания на уровенных рейках, и фиксировалось перемещение потока воды в створах до и после поднятия затвора.

Эксперименты были проведены при различных временных интервалах подъема затвора t (от 2 с до 15 с или мгновенно), что соответствовало различным сценариям разрушения плотины: от возникновения прорана вдоль основания плотины до полного ее исчезновения.

Всего было определено шесть серий экспериментов с пятикратным повторением каждой серии. Далее была проведена обработка результатов измерений и наблюдений для того, чтобы в дальнейшем провести сопоставление с результатами теоретических расчетов и уточнить количественные значения полученных параметров.

Видеонаблюдение и анализ полученных результатов показывает, что в начальный момент времени перемещения потока воды на участке, расположенном на некотором расстоянии от подвижного затвора, происходит довольно резкое увеличение глубины (и соответственно массы или расхода) вытекающего потока воды. Затем вода стекает по крутому склону лотка, находясь в бурном состоянии, со значительным уменьшением глубины h и увеличением средней скорости v потока (рисунок 4). Это свидетельствует о появлении прямой отрицательной волны перемещения [2, 3]. При мгновенном открытии подвижного затвора t (что соответствует полному разрушению земляной плотины) появлялась прямая положительная волна перемещения с резким уменьшением глубины в начальном сечении и мгновенным растеканием бурного потока.



Рис. 4 – Общий вид волны перемещения при мгновенном открытии затвора

Далее, достигнув горизонтальной плоскости в гидродинамическом лотке, поток переходит в спокойное состояние при этом появляется обратная положительная волна (рисунок 5), у которой глубина увеличивается, что в натуральных условиях приведет к затоплению окружающей территории и дополнительным локальным разрушениям в водоворотной зоне.



Рис. 5 – Общий вид обратной волны

Проведенные лабораторные модельные исследования потока, движущегося по наклонной плоскости, имитирующей нижний бьеф в виде сухого русла высокогорной плотины при гидродинамической аварии, позволили описать процесс формирования волны перемещения при различных сценариях разрушения сооружения.

Разработанная методика лабораторных исследований, проведенный эксперимент и полученные результаты позволяют оценить гидравлические показатели (скорости и глубины) движущегося потока от времени развития прорана. Полученные экспериментальные данные при сопоставлении с результатами теоретических расчетов могут быть использованы при прогнозировании последствий возможной гидродинамической аварии, что необходимо для разработки мероприятий по эвакуации населения, ликвидации последствий затопления и оценки возможного ущерба.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стриганова, М.Ю. Аспекты теоретических и экспериментальных исследований движения водных потоков при прорыве плотин / М.Ю.Стриганова, С.А.Самедов // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – Мн., 2018. – Т.2, №4. – С. 493–500.

2. Стриганова, М.Ю. Математическая модель пространственно изменяющегося неустановившегося движения потока при прорыве напорных гидротехнических сооружений в условиях высокогорья / М.Ю. Стриганова, И.М.Шаталов, С.А. Самедов, И.В. Недашковская, В.С. Рабченя // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 4, № 1. – С. 48–56.

3. Стриганова, М.Ю. Об интегрировании дифференциальных уравнений неустановившегося постепенно изменяющегося движения потока в открытом русле в условиях высокогорья при прорыве плотины / М.Ю. Стриганова, И.М.Шаталов, С.А. Самедов, М.К.Шербакова, И.В. Недашковская,

ЗАВИСИМОСТЬ ДИАМЕТРА ПУЗЫРЬКОВ ПЕНЫ ОТ РАЗМЕРОВ ЯЧЕЙКИ СЕТКИ И РАССТОЯНИЯ ОТ НЕЕ ДО СОПЛА ПЕНОГЕНЕРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Титовец А.Ф., Полочанин Н.С., Камлюк А.Н., Лихоманов А.О.

Университет гражданской защиты

Воздушно-механическая пена (далее – пена) для нужд пожаротушения представляет собой дисперсную систему, состоящую из пузырьков газа, разделенных пленками жидкости [1]. Дисперсность – это физическая величина, характеризующая размер взвешенных частиц в дисперсных системах, которую применительно к пенам можно оценить средним диаметром их пузырьков. Следует отметить, что дисперсность пены является одним из ключевых параметров, влияющих на ее огнетушащую эффективность [2]. При этом дисперсность тем выше, чем меньше средний диаметр пузырьков:

$$D = 1 / d_{п},$$

где D – дисперсность, $d_{п}$ – средний диаметр пузырьков пены.

Для определения дисперсности пен наиболее широкое распространение получил метод микрофотографирования пены, заключающийся в прямом определении размеров пузырьков. В основу данной работы положена экспериментальная оценка с использованием многофункционального графического редактора «GIMP» диаметра пузырьков, получаемых при генерировании пены на сетке, а также проверка адекватности расчета диаметра пузырька, образующегося на затопленном и незатопленном отверстии, выполненного в работе [3].

В статье [4] показано, что для образования пузырьков необходимо достигнуть минимальную скорость выдувания v_{\min} . При этом каждому размеру ячейки сетки соответствует определенная минимальная скорость выдувания, которую можно рассчитать по формуле:

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{8\sigma}{\rho a}}, \quad (1)$$

где a – линейный размер ячейки сетки; ρ – плотность воздуха; σ – поверхностное натяжение жидкости. В данной работе использовались следующие значения физических величин: $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$, $\sigma = 0,024 \text{ Н/м}$.

В соответствии с формулой (1) значения минимальной скорости выдувания для сеток с линейными размерами ячейки $0,5 \times 0,5$; $1,0 \times 1,0$; $3,2 \times 3,2$ мм приведены в таблице 1. В таблице также указаны значения скорости потока пенообразующего раствора v при проведении экспериментов и величина их отклонения от v_{\min} .

Таблица 1. – Минимальная (теоретическая) и экспериментальная скорости для получения пены на сетках с различными линейными размерами ячейки

Линейные размеры ячейки сетки, мм	Минимальная скорость выдувания пузырьков v_{\min} , м/с	Скорость потока пенообразующего раствора в экспериментах v , м/с	Отклонение v от v_{\min} , %
0,5 × 0,5	17,5	17	2,9
1,0 × 1,0	12,4	11	11,3
3,2 × 3,2	6,9	7	1,4

В ходе работы использовалась экспериментальная установка согласно [5].

Эксперименты проводились последовательно с сетками с линейными размерами ячейки $0,5 \times 0,5$, $1,0 \times 1,0$ и $3,2 \times 3,2$ мм с фиксированной для каждого вида скоростью потока раствора пенообразователя v (7, 11 и 17 м/с соответственно) и при установке самой сетки на расстоянии $l = 400, 200, 100$ и 50 мм от выходного отверстия сопла на конце трубопровода экспериментальной установки. Фотографирование проводилось спустя 20 с после прекращения подачи пены. Полученные экспериментальные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Средний диаметр пузырьков пены, получаемой на сетках с различным линейным размером ячейки [5]

Линейные размеры ячейки сетки, мм	0,5 × 0,5	1,0 × 1,0	3,2 × 3,2
	$d_{\text{п}}$, мм		
	$l = 400$ мм		
Верхняя зона			
Средняя зона	1,15	1,93	2,10
Нижняя зона	1,45	1,50	2,43
Среднее по трем зонам	1,43	1,80	2,10
	1,34	1,74	2,21
	$l = 200$ мм		
Верхняя зона			
Средняя зона	1,80	1,70	2,76
Нижняя зона	1,62	2,50	3,04
Среднее по трем зонам	1,73	1,40	2,36
	1,71	1,87	2,72

	$l = 100 \text{ мм}$		
	Верхняя зона		
Средняя зона	1,57	2,53	2,30
Нижняя зона	1,17	1,50	2,43
Среднее по трем зонам	1,09	2,38	2,32
	1,27	2,14	2,35
	$l = 50 \text{ мм}$		
	Верхняя зона		
Средняя зона	1,60	1,73	2,17
Нижняя зона	1,58	1,89	2,00
Среднее по трем зонам	1,37	1,55	2,34
	1,52	1,72	2,17

Теоретически определенные значения диаметра пузырьков пены на затопленном и незатопленном отверстии согласно статье [3] приведены в таблице 3.

Таблица 3. – Результаты теоретического расчета диаметра пузырьков пены для сеток с различным размером ячеек [3]

Размеры ячейки сетки, мм	$0,5 \times 0,5$	$1,0 \times 1,0$	$3,2 \times 3,2$
d_p , мм:			
– на затопленном отверстии			
– на незатопленном отверстии	2,00	2,50	3,80
	0,60	1,20	3,60

Из полученных результатов видно, что средний диаметр пузырьков пены, образовавшихся на сетке с размерами ячейки $0,5 \times 0,5$ мм и $1,0 \times 1,0$ мм при различном расстоянии от нее до сопла в достаточной степени соответствует теоретическим значениям, рассчитанным по ранее предложенному авторами [3] методу, основанному на балансе сил в момент отрыва пузырька при его росте на затопленном отверстии в условно покоящейся жидкости, а также на незатопленном отверстии. Наибольшее совпадение теоретических расчетов с экспериментальными данными наблюдается при генерировании пены на сетке, расположенной на расстоянии $l = 200$ мм от сопла (отклонение значений среднего диаметра пузырьков не более 26 %, а среднее отклонение – 14 %).

Вместе с тем следует отметить, что с помощью теоретического метода наименее точно описывается случай, когда расстояние от сопла до сетки составляет $l = 50$ мм и размеры ячейки сетки равны $3,2 \times 3,2$ мм (отклонение до 41 %). Авторами работы [5] отмечается, что причиной этому может являться методика проведения эксперимента, которая должна быть усовершенствована. В частности, экспериментальные исследования по определению среднего диаметра пузырьков пены следует проводить строго в одинаковых условиях (влажность и температура в помещении), а также необходимо сократить время фотографирования до 10 с и проводить фотосъемку при увеличении более чем

в 10 раз. Таким образом, для верификации теоретического метода, предложенного в работе [3], требуется проведение дополнительных экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихомиров, В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения / В.К. Тихомонов. – М.: Химия, 1975. – 263 с.
2. Камлюк, А.Н. Компрессионная пена для нужд пожарных подразделений / А.Н. Камлюк, А.В. Грачулин. – Минск: УГЗ, – 2019. – 224 с.
3. Чан, Д.Х. Оценка диаметра пузырьков и скорости потока пенообразующей смеси для их образования на сетке пеногенерирующих устройств / Д.Х. Чан [и др.] // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2022. – Т. 6, № 1. – С. 84–94. DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-1.84.
4. Salkin, L. Generation Soap Bubbles by Blowing on Soap films / L. Salkin [et. al.] // Physical Review Letters, 2016. – Vol. 116, Iss. 7. – Article 077801. DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.077801.
5. Камлюк, А. Н. Влияние размеров ячейки сетки и расстояния от сопла на дисперсность пены / А.Н. Камлюк, А.О. Лихоманов, А.Ф. Титовец, Н.С. Полочанин, А.В. Грачулин // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2022. – Т. 6 № 4. – С. 441–450. DOI: 10.33408/2519-237X.2022.6-4.441.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СБОРА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Ткачёнок Ю.А., Коршунов Е.А., Бунто О.В.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Сбор нефтепродуктов с водной поверхности осуществляется при использовании специального оборудования, а в случае отсутствия такового могут применяться и обычные насосы. Однако, применение насосного оборудования не является эффективным и, ко всему прочему, этот процесс занимает слишком длительное время. Связано это, в первую очередь, с более высокой вязкостью нефти по сравнению водой, что, как следствие, увеличивает процент вхождения водной фазы в откачиваемую водонефтяную массу вплоть до 90 % [1].

Одними из специализированных аппаратов для откачки нефтепродуктов и, в то же время, самыми простыми являются устройства, использующие для своей работы плавающие ёмкости. Один борт такого аппарата опускается в воду на глубину чуть ниже толщи слоя нефти. Данное оборудование обладает рядом недостатков, куда относится: низкая скорость работы, высокий процент вхождения воды в водонефтяную массу при волнении водной поверхности, а также малая толщина плёнки собираемой нефти по окончании сбора. Для уменьшения количества воды

в водонефтяной массе при использовании подобных аппаратов потребуется тщательная регулировка глубины спуска борта [1, 2].

Для повышения эффективности сбора нефти с водной поверхности насосы и плавающие ёмкости комбинируют между собой. Такой подход позволяет собирать нефтепродукты с любой степенью вязкости, однако в процессе сбора велик шанс получения на выходе трудноразделимые или вовсе неразделимые водонефтяную массу.

Нередко в качестве оборудования для сбора нефти используются гидродинамические аппараты (используются центробежные силы) как, например, гидроциклоны. Такие устройства при помощи быстрого вращения отделяют нефть от воды, что происходит из-за разности их плотностей. Степень разделения нефтепродуктов во многом зависит от скорости вращения рабочего механизма, дисперсности водонефтяной массы, а также её времени пребывания внутри аппарата. В большинстве случаев подобное оборудование используется на первичной стадии очистки, после которой вода проходит дополнительную очистку. Такие гидродинамические аппараты полностью подчиняются физическим законам о движении жидкостей в циклоне, однако закручивание самого потока в них осуществляется по иным принципам. Оборудование, предназначенное для создания большого количества микровихрей, закручивают водяной поток на решетчатой или другого типа конструкциях [1–3].

Более эффективным оборудованием для сбора нефти являются устройства, использующие вакуумные сборники. Такие аппараты могут устанавливаться на судне, берегу или располагаться на водной поверхности (комплекуются плавающими головками). Нередки случаи комбинирования подобных аппаратов с пороговыми устройствами. Вакуумные сборщики при правильной настройке образуют малое количество водонефтяной массы, однако их работа имеет некоторые ограничения по высоте подъёма обрабатываемой жидкости (до 7 метров) и степени её вязкости.

В настоящее время разработаны и продолжают разрабатываться самое различное нефтесборочное оборудование, которое может не только собирать нефтепродукты с поверхности воды, но и одновременно осуществлять её отделение от нефти прямо в водоёме.

Скиммер RBS Triton 35 для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды. Абсолютно все нефтесборщики, независимо от их конструктивных особенностей, имеют общие черты – это наличие нефтесобирающего узла, насоса, двигателя, энергетического узла и комплекта шлангов, проводов и прочих компонентов [1, 3].

Нефтесборщики, в свою очередь, условно подразделяются на две основные категории – это: Нефтесборщики пассивного типа: лотковые, пороговые и другие виды устройств. Нефтесборщики активного типа: вихревые, вакуумные, ленточные, роторные, дисковые, щеточные и т.д.

Для быстрого предотвращения растекания нефтепродуктов по водоёму используют специальные суда-нефтесборщики. Их использование особенно эффективно в случае невозможности применения ограждающих бонов.

Специалисты считают, что лучшим способом удаления нефти с поверхности воды является механическая очистка. В зависимости от типа и количества разлившихся нефтепродуктов и погодных условий, применяются различные типы скиммеров, как по конструктивному исполнению, так и по принципу действия [1–3].

Сбор нефти с поверхности воды при помощи устройства типа "скиммер" находит широкое применение благодаря простоте реализации, возможности ликвидации аварийных разливов различных видов нефтепродуктов и всесезонного использования метода. Скиммеры являются простыми по конструкции и экологически безопасными аппаратами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оборудование для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды: [Электронный ресурс], Режим доступа: <https://terra-ecology.ru/stati/oborudovanie-dlja-sbora-nefti-i-nefter/> – Дата доступа: 04.01.2023;

2. Нефтеборное оборудование: нефтеборщик, скиммер: [Электронный ресурс], Режим доступа: http://specudm.ru//index.php/catalog_4/neftesbornoe_oborudovanie.html/ – Дата доступа: 04.01.2023;

3. Механические способы сбора нефти с поверхности воды: [Электронный ресурс], Режим доступа: <https://www.neftegaz-expro.ru/ru/articles/2016/sbor-nefti-s-poverhnosti-vody/> – Дата доступа: 04.01.2023

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛУЖБ И ГРУПП СПСЧ В СУБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Харин В.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Маторина О.С.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Согласно типовому штатному расписанию [1] в состав специализированных пожарно-спасательных частей ФПС ГПС (далее – СПСЧ) могут входить следующие службы и группы:

- водолазная служба;
- медицинская служба;
- служба телекоммуникации и связи;
- инженерная служба;
- служба радиационной и химической защиты;
- служба тушения пожаров и проведения АСР;
- кинологическая группа;
- группа пиротехнических работ;
- группа технического обеспечения и обслуживания;
- группа робототехнических средств и БАС.

В настоящей статье представлена математическая модель, разработанная с применением теории нечетких множеств [2], для определения необходимости использования служб (групп) СПСЧ для обеспечения пожарной безопасности и защиты территорий от чрезвычайных ситуаций в субъектах Российской Федерации.

Показатели, характеризующие необходимость использования служб (групп) СПСЧ в отдельном субъекте Российской Федерации, разбиты на три группы. В первую группу входят показатели, характеризующие природно-климатические и географические особенности субъекта. В вторую группу входят социальные и технико-экономические факторы. В третью группу входят показатели, характеризующие риски возникновения чрезвычайных ситуаций и пожаров в субъектах Российской Федерации, а также наличие сил Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в рассматриваемом и соседних субъектах Российской Федерации.

Для каждого показателя определена функция желательности, значения которой лежат в интервале от 0 до 1. Функция желательности показывает, какие значения показателя являются наиболее приемлемыми с точки зрения необходимости использования СПСЧ.

Для каждой из трех групп показателей для каждого субъекта Российской Федерации определена обобщенная оценка по формуле

$$w_m = \sum_{k=1}^{N_m} \alpha_{km} \mu_{km}(x_{km}), \quad (1)$$

где N_m – количество показателей в m -ой группе, α_{km} – весовой множитель для k -го показателя в m -ой группе, μ_{km} – функция желательности для k -го показателя, x_{km} – значение k -го показателя для субъекта Российской Федерации.

Интегральная оценка необходимости использования СПСЧ в субъекте Российской Федерации определяется по формуле

$$W = \sum_{m=1}^3 \beta_m w_m, \quad (2)$$

где β_m – весовой множитель для m -ой группы показателей.

Для определения весовых множителей показателей для каждой группы используется метод попарных сравнений на основе лингвистической шкалы оценок [3]. При сравнении i -го и j -го показателей ставится оценка a_{ij} в зависимости от степени важности этих показателей с точки зрения необходимости использования той или иной службы (группы) СПСЧ.

Искомые значения весовых множителей $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ являются решением оптимизационной задачи

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij}\alpha_j - \alpha_i)^2 \rightarrow \min; \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad (3)$$

которое находится с использованием методом неопределенных множителей Лагранжа [4].

Разработанная математическая модель применена для обоснования необходимости использования служб (групп) СПСЧ для обеспечения пожарной безопасности и защиты территорий от чрезвычайных ситуаций в субъектах Российской Федерации. Значения показателей социально-экономического развития субъектов определены по данным Федеральной службы государственной статистики [5]. Количество опасных объектов в субъектах определено с использованием данных [6]. Риски возникновения ЧС определены на основании анализа данных по видам источников возникновения и характера ЧС в субъектах Российской Федерации за период 2010–2021 гг.

На первом этапе была определена необходимость использования СПСЧ в субъектах Российской Федерации.

Сначала определялась потребность в СПСЧ 1-го разряда. Для этого проверялось выполнение условия

$$W_i \geq W_{гр} = W_{min} + \frac{2}{3}(W_{max} - W_{min}), \quad (4)$$

где W_i – значение интегрального показателя необходимости использования СПСЧ в i -ом субъекте Российской Федерации, W_{min} – минимальное значение интегрального показателя среди всех субъектов Российской Федерации, W_{max} – максимальное значение интегрального показателя среди всех субъектов Российской Федерации. Значение $W_{гр}$ получено равным 0,650.

Условие (4) выполнено для следующих субъектов Российской Федерации: Красноярский край, Московская область, Ростовская область, Хабаровский край, Свердловская область, г. Санкт-Петербург.

Затем определялись значения показателя «среднее расстояние до ближайшей СПСЧ» с учетом СПСЧ 1-го разряда и для каждого субъекта Российской Федерации вычислялись значения интегрального показателя необходимости использования СПСЧ. В результате получено, что СПСЧ 2-го разряда необходимо использовать в субъектах Российской Федерации, для которых выполнено условие (4), в котором $W_{гр} = 0,530$. В остальных субъектах Российской Федерации достаточно использовать СПСЧ 3-го разряда.

На втором этапе была определена потребность в отдельных службах (группах) для каждой СПСЧ. В каждой СПСЧ 1-го разряда все службы и группы также имеют 1-ый разряд.

Службы (группы) 2-го разряда создаются в СПСЧ в тех субъектах, для которых выполнено условие (4) для интегрального показателя, характеризующего необходимость использования данных служб (групп). Значения интегрального

показателя определялись с учетом расстояния до ближайшей СПСЧ, в которой создана соответствующая служба (группа) 1-го разряда.

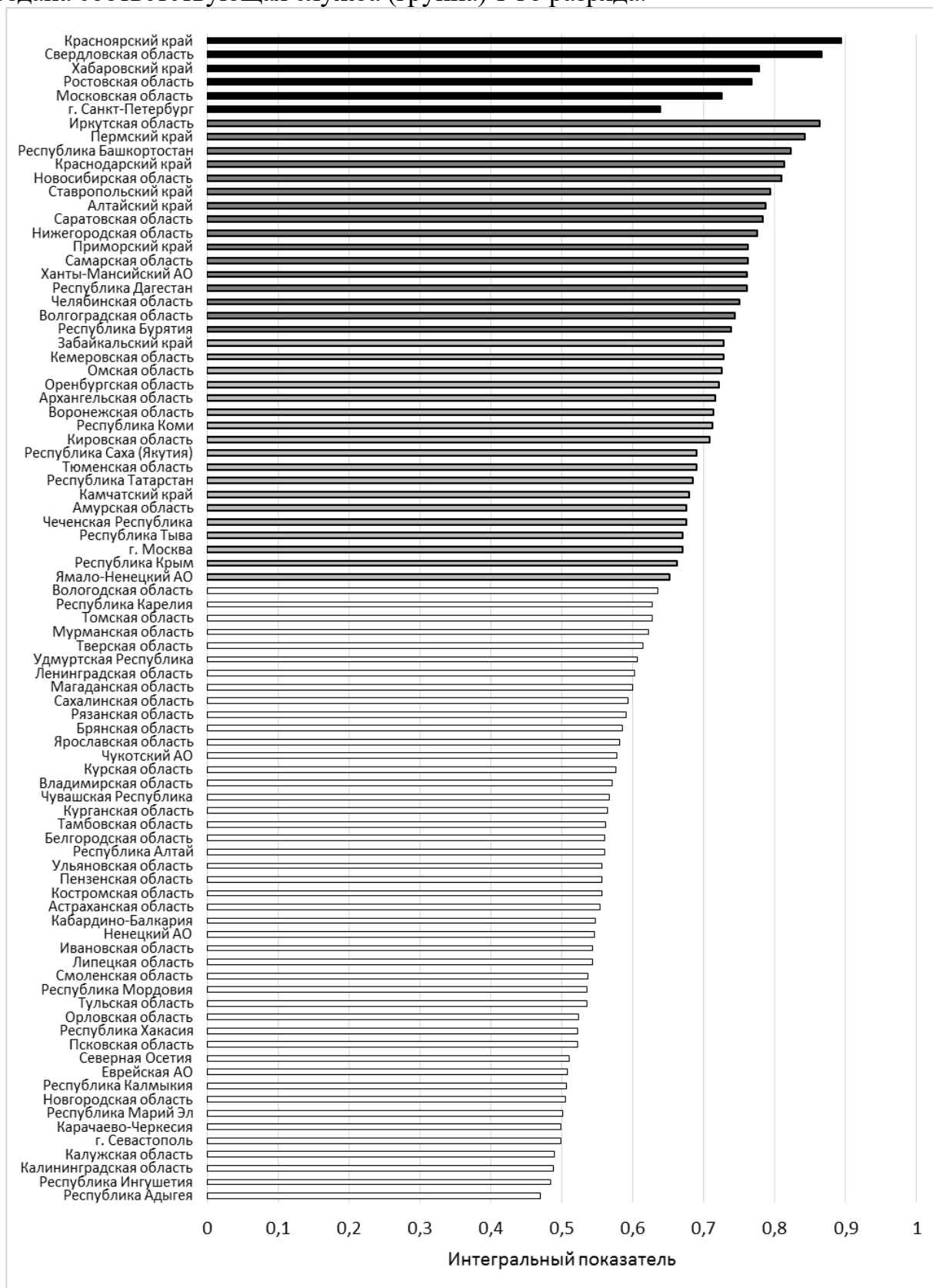


Рис. 1. – Распределение субъектов Российской Федерации по интегральному показателю необходимости использования инженерной службы в СПСЧ для обеспечения пожарной безопасности и защиты территорий от чрезвычайных ситуаций в субъектах Российской Федерации.

Затем для каждой службы (группы) определялось значение показателя «Среднее расстояние до ближайшей СПСЧ, в которой есть аналогичная служба» с учетом соответствующих служб (групп) 1-го и 2-го разрядов. Для каждой службы (группы) для каждого субъекта Российской Федерации вычислялись значения интегрального показателя. Службы (группы) 3-го разряда создаются в тех субъектах, для которых выполнено условие (4) для интегрального показателя, характеризующего необходимость использования данных служб (групп).

В качестве примера на рис. 1 приведены значения интегрального показателя необходимости использования инженерной службы в СПСЧ в субъектах Российской Федерации. Инженерная служба 1-го разряда необходима в 6 субъектах Российской Федерации (выделены черным цветом на рисунке), инженерная служба 2-го разряда – в 16 субъектах (выделены серым цветом), 3-го разряда – в 18 субъектах (выделены светло-серым цветом). В 45 субъектах Российской Федерации необходимость использования инженерной службы отсутствует (на рисунке показаны белым цветом).

Таким образом, разработана математическая модель на основе теории нечетких множеств для обоснования необходимости использования служб (групп) СПСЧ для обеспечения пожарной безопасности и защиты территорий от чрезвычайных ситуаций в субъектах Российской Федерации. На основе разработанной модели проведены расчеты интегрального показателя необходимости использования служб (групп) СПСЧ для каждого субъекта Российской Федерации и определена разрядность каждой службы (группы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ МЧС России от 21.03.2014 № 129 «О внесении изменений в приказ МЧС России от 30.12.2005г. № 1027 и признании утратившими силу приказов МЧС России и отдельных положений приказов МЧС России». Режим доступа: <https://norm-load.ru/SNiP/2014/129/1-5.htm>.

2. Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. / Н.В. Дилигенский, Л.Г. Дымова, П.В. Севастьянов. – М.: Издательство Машиностроение, 2004. – 397 с.

3. Миллер Д.А. Магическое число семь плюс-минус два: некоторые ограничения в нашей способности обрабатывать информацию / Д.А. Миллер. // Инженерная психология. Москва: Прогресс. 1964. – С. 192–255.

4. Бахтин В.И. Метод множителей Лагранжа: метод. пособие для студентов спец. 1-31 03 01-03 «Математика (экономическая деятельность)» / В. И. Бахтин, И. А. Иванишко, А. В. Лебедев, О. И. Пиндрик. – Минск: БГУ, 2012. – 40 с.

5. Регионы России. Социально-экономические показатели. // Федеральная служба государственной статистики: офиц. сайт. – Электрон. дан. – Москва, 2021. – Режим доступа: https://www.gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm

6. Цаликов. Р.Х. Оценка природной, техногенной и экономической безопасности России. / Р.Х. Цаликов, В.А. Акимов, К.А. Козлов. – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, 2009. – 464 с.

О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ

Якимович А.М., Стриганова М.Ю.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Гидротехнические сооружения (ГТС) и созданные ими водохранилища имеют важное значение для экономики Республики Беларусь. Они относятся к числу наиболее распространенных, среди сложных и ответственных с экономической, экологической и социальной точек зрения, инженерных объектов. Вместе с тем, практика показывает, что нарушения в работе ГТС могут приводить к авариям с непредсказуемыми материальными, экологическими и социальными ущербами.

Анализ крупных аварий с катастрофическими последствиями, произошедших за последние годы на ГТС в разных странах мира, показывает, что одной из главных причин их возникновения является человеческий фактор, когда не достаточно подготовленные службы эксплуатации не могут локализовать аварийные ситуации. Около 50 % аварий и связанных с ними чрезвычайных ситуаций, являются результатом низкой квалификации эксплуатационного персонала, неправильной организацией работ, нарушения норм и правил безопасности ГТС при проектировании, строительстве и эксплуатации, а также неэффективного, а порой и отсутствующего вовсе надзора за их безопасностью.

Эти причины определили необходимость привлечения особого внимания во всем мире к обеспечению исправной и безотказной работы этих сооружений.

Еще в период проектирования ГТС необходимо предусмотреть выполнение мероприятий, которые обеспечили бы безопасность и надежность сооружений в период строительства и эксплуатации. Вместе с тем, самое совершенное гидротехническое сооружение, в котором учтены новейшие достижения науки и техники, и с самой рациональной схемой компоновки может оказаться на грани аварий, если это сооружение не будет эксплуатироваться на достаточно высоком техническом уровне. Только правильная и рациональная эксплуатация сооружения позволит максимально использовать все совершенные идеи, заложенные в проекте, обеспечит высокую безопасность и надежность всех его элементов и систем [1].

Республика Беларусь имеет выгодное расположение с точки зрения географии, сейсмологии, гидрологии и т. п. Это обстоятельство в некоторой степени предохраняет население и территории страны от чрезвычайных ситуаций природного характера. Однако данные факторы не могут полностью исключать вероятность их возникновения. К отдельному виду катастроф и аварий можно отнести чрезвычайные ситуации гидрологического характера. Это непосредственным образом касается порядка эксплуатации ГТС, повреждение или разрушение которых может привести к нарушению или

прекращению нормальной работы электростанций, прекращению или уменьшению подачи воды для водоснабжения и орошения, затоплению и подтоплению защищаемой территории, прекращению или сокращению судоходства, загрязнению почв и водных источников жидкими отходами промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Указанные последствия могут привести к человеческим жертвам, в том числе и в крупных масштабах. Необходимо отметить, что время возведения большинства гидротехнических сооружений в Республике Беларусь датируется серединой прошлого века. Вполне естественно, что нормативный срок эксплуатации большей части из них либо исчерпал себя, либо подходит к концу. Соответственно приходится все чаще проводить ремонтные работы (в случаях поломки ГТС) либо реконструкцию этих объектов [2].

В декабре 2020 года, был проведен анализ результатов обследования ГТС, в части определения их технического состояния. На территории республики находится 16 водных объектов, состояние которых оценивается как неудовлетворительное, аварийное или требующее капремонта.

В разрезе областей распределение выглядит следующим образом:

Витебская область – 6; Гомельская – 6; Минская – 2; Могилевская – 2.

Обследование данных водных объектов проводилось в большинстве случаев в 2019–2020 годах. На сегодняшний день есть объекты, которые находятся в неудовлетворительном состоянии и требуют ремонта, и их обследование проводилось 3 и более лет назад:

Освейское водохранилище (2018 г., состояние неудовлетворительное); Тимковичское (2013 г., требует ремонта); Плещеницкое (2017 г., требуется реконструкция) [3].

На протяжении последних 15 лет на территории Беларуси произошло 9 случаев, которые могут быть отнесены к гидродинамическим авариям. Из существующих причин их возникновения наиболее вероятными являются:

износ конструкций 55,6 %;

повышения в водохранилище уровня воды 33,3 %;

нарушения правил технической эксплуатации 11,1 %.

Чрезвычайные ситуации на ГТС связаны преимущественно с низкой пропускной способностью водосбросов и размыва грунта нижнего бьефа, вызванного неэффективным гашением энергии сбросного потока [4]. Особенностью сопряжения бьефов является то, что створ возведения гидроузлов имеет свои особенности, и наблюдаются различные параметры потока воды и рельефа местности.

Существующие ГТС, находящиеся под высоким давлением, имеют значительные размеры. Меры по рассеиванию энергии высокоскоростного потока предназначены для предупреждения размыва русла реки, снижения эрозии и предотвращения разрушения отводящего туннеля и самой плотины. Используемые для этого водосбросы и гасители требуют дальнейшего совершенствования в целях увеличения пропускной способности и эффективного гашения кинетической энергии воды.

Кроме того, разрушения и повреждения напорных ГТС чаще всего вызваны действием объективных и субъективных факторов [5]. В числе первых – природные стихийные явления: ураганы, катастрофические ливни (паводки), оползни, землетрясения и т. п., когда все элементы ГТС, в течении эксплуатационного периода времени подвергаются воздействию негативных внешних факторов, что не может не привести к их частичной или полной деформации (размыв, выщелачивание бетонных элементов, коррозия и т.д.). Аварии в этом случае являются следствием недостаточной изученности и учета климатических, гидрологических, геологических и топографических условий в створах плотин, дамб и чашах водохранилищ, возможности их неблагоприятных сочетаний.

К субъективным факторам относятся ошибки в проектировании, низкое качество используемых строительных материалов и строительных работ, нарушение технических норм при их проведении, неправильная эксплуатация сооружений. Аварии в данном случае – следствие недостаточного учета или неверной интерпретации результатов изысканий и исследований, отступление от проектных решений и требований, «гонки» за объемами работ в ущерб их качеству, отсутствие надежных оперативных методов контроля, устанавливающих качество текущих работ на ГТС. А если все это время сооружение обслуживается балансодержателем который по ряду причин не имеет финансовой возможности для своевременного проведения профилактических (ремонтных) работ то превышение предельного состояния элементов ГТС здесь имеет повышенный риск.

В связи тем, что сеть эксплуатируемых на сегодняшний день ГТС не может быть признана однозначно безопасной для населения и объектов экономики ввиду их технического состояния, сроков эксплуатации и т. п. существует необходимость разработки комплекса мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений, объединяющего в себе мероприятия как по обследованию, ремонту и выполнению работ непосредственно на самом ГТС, так и по обеспечению функционирования объектов и жизнеобеспечению населения расположенного в непосредственной близости от его. В связи с вышеизложенным, меры предупреждения аварийных ситуаций на ГТС должны рассматриваться как совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых этапов проектирования, строительства, эксплуатации и эффективного управления. В этой связи безопасная эксплуатация ГТС должна иметь комплексное и системное решение с соответствующим законодательно-правовым и институциональным обеспечением, которое должно опираться на международно-правовые нормы, опыт двустороннего и многостороннего взаимодействия в этой области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка и создание комплекса мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений. Методическое пособие / Ш. Талипов, А.

Юрченко, М. Оспанов, И. Джолдошалиев, А. Набиев, К. Баллыев. – Алматы: ТОО «La Creation», 2013 – С. 9;

2. Левкевич В.Е. Безопасность гидротехнических сооружений на водохранилищах Беларуси: структура базы данных / В.Е.Левкевич, В.А. Малашевич, Г.Ф. Ласута // Вестник КИИ МЧС Респ. Беларусь. – 2011. – № 2 (14). – С. 81– 87;

3. Стодольник Д. А., Стриганова М. Ю. О необходимости разработки комплекса организационно-управленческих мероприятий по оценке источников гидродинамических аварий / Стриганова М.Ю., Стодольник Д.А. // Безопасность человека и общества: совершенствование системы реагирования и управления защитой от чрезвычайных ситуаций : материалы V международной заочной науч.-практ. конф., Минск, 30 ноябр. 2021 г. // Ун-т гражданской защиты МЧС Респ. Беларусь ; орг. совет.: С. М. Пастухов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – С. 72–75;

4. Кошумбаев, М.Б. Повышение безопасности гидротехнических сооружений при чрезвычайных ситуациях путем усовершенствования конструкции водосбросов : дис. д-ра. техн. наук : 05.26.02 / М.Б. Кошумбаев. – Алматы, 2008. – 257 с.

5. Жарницкий, В.Я. Качество плотин из грунтовых материалов – основа их долговечности / В.Я. Жарницкий // Мелиорация и водное хозяйство. – 2005. – № 5. – С. 78–80.

ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ

Якимович А.М., Стриганова М.Ю.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Обеспечение жизнедеятельности населения требует создания обширного комплекса мер и средств, в ряду которых особое место занимают системы безопасности (защищенности от опасностей техногенного, природного, криминогенного и иного характера) людей, объектов производства, энергетики, транспорта, жилых, общественных и административных зданий, прочих сооружений и техники, природной среды.

Безопасность населения при гидродинамической аварии и затоплении в значительной степени обеспечивается заблаговременными мерами, направленными на предотвращение возникновения или ограничение его масштабов. Основными мерами являются:

- правильный выбор места размещения подпорных сооружений и населенных пунктов;
- ограничение строительства жилых домов и объектов народного хозяйства в местах воздействия прорывных потоков и возможных наводнений;
- обвалование населенных пунктов и их угодий;
- создание надежных дренажных систем;
- берегоукрепительные работы для предотвращения оползней и разрушений;
- насаждение низкоствольных лесов из тополей, ив, ольхи и березы, что увеличивает шероховатость поверхности и способствует уменьшению скорости движущегося потока.

В случае опасности прорыва плотин принимаются некоторые меры по предотвращению чрезвычайных ситуаций: регулирование стока; плановый сброс воды из водохранилища в период весеннего паводка; форсированная сработка верхнего бьефа водохранилища; транзитный пропуск воды.

Проведение указанных мер полностью не исключает возможности возникновения аварии с разрушением (повреждением) плотины и последующим затоплением местности. С течением времени та устойчивость, которая была заложена в проект и воплощена при строительстве, перестает соответствовать новым условиям, сооружения и оборудование стареют. Для этого возникает необходимость выявления слабых мест и организации исследования по повышению устойчивости функционирования объекта, под которой понимается комплекс организационных, инженерно-технических и специальных мероприятий по предотвращению или снижению угрозы жизни и здоровью персонала и проживающего вблизи населения и материального ущерба, а также подготовке к проведению спасательных и других работ в зоне аварии.

Основные направления в решении задач обеспечения безопасности населения, следующие:

- прогнозирование и оценка возможных последствий аварии;
- планирование мероприятий по предотвращению или уменьшению вероятности возникновения аварии, а также сокращению масштабов последствий;
- обеспечение устойчивости работы объектов;
- ликвидация последствий.

При прогнозировании обстановки определяются границы зон разрушения, а также возможные потери населения и ущерб, наносимый хозяйственным объектам. Данные прогнозирования обстановки обобщаются, анализируются, и делаются выводы для принятия решения, связанного с организацией и ведением спасательных и других неотложных работ

Основными мероприятиями по защите населения являются:

- оповещение населения об угрозе катастрофического затопления и принятие необходимых мер защиты;
- самостоятельный выход населения из зоны возможного катастрофического затопления;
- укрытие населения на не затапливаемых и не разрушаемых частях зданий и сооружений, а также на возвышенных участках местности;

- проведение аварийно-спасательных работ;
- оказание квалифицированной и специализированной помощи пострадавшим;
- проведение неотложных работ по обеспечению жизнедеятельности населения после его защиты.

Для своевременного оповещения населения об угрозе катастрофического затопления ведется непрерывное наблюдение и контроль за состоянием плотины силами и средствами обслуживающего персонала.

Своевременное оповещение населения и его информирование о порядке действий в сложившихся обстоятельствах обеспечивается заблаговременным созданием постоянно действующих систем связи и оповещения населения в зонах возможного затопления, а также централизованным использованием общегосударственных и ведомственных систем, систем связи, радио-, проводного-, телевизионного вещания, радиотрансляционных сетей и других технических средств передачи информации.

Районы размещения эвакуируемых и порядок проведения эвакуации согласовываются с местными органами власти, с заинтересованными службами и ведомствами. Подготовка районов к приему эвакуированного населения осуществляется заблаговременно с учетом местных условий и возможности жизнеобеспечения эвакуированных.

Основой формирования защиты населения является зонирование территории по видам и степени возможной опасности при катастрофическом затоплении. Зонирование территории зоны возможного катастрофического затопления производится на основе данных гидрологического прогноза, прогнозных данных о возможной обстановке (времени прихода волны прорыва; скорости и глубины водного потока; вида, степени и масштабов опасности при разрушении потенциально опасных объектов, попадающих в зону затопления).

При возможной опасности затопления должны быть разработаны типовые варианты защиты населения для районов со сходными местными условиями и проведены мероприятия по заблаговременной подготовке к действиям по защите населения. При этом необходимо учитывать, что время прихода потока воды при гидродинамической аварии очень мало. Его достаточно для проведения экстренной эвакуации населения или его укрытия на не затапливаемые и не разрушаемые места, но недостаточно, чтобы осуществить организованную эвакуацию с использованием транспортных средств.

Имеет значение и длительность затопления, которая может как превышать, так и не превышать допустимое время пребывания человека в данных условиях без задействования соответствующих систем жизнеобеспечения.

В зависимости от прогнозируемой обстановки выбираются различные защитные мероприятия, которые должны включать в себя

- заблаговременное создание системы защиты населения;
- подготовку органов управления и сил, предназначенных для ликвидации последствий катастрофических затоплений;

- подготовку населения к действиям в условиях катастрофического затопления.

План защиты населения вводится в действие на основании возникновения непосредственной угрозы или факта аварии с разрушением плотины и в дальнейшем корректируется в зависимости от характера развития аварии, распространения волны прорыва и формирования зон катастрофических затоплений, а также времени года и метеоусловий.

В виду вышеизложенного необходима разработка комплекса мероприятий по обеспечению безопасности населения, объектов и территории в современных условиях в зависимости от состояния и условий эксплуатации гидротехнических сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Закон Респ. Беларусь, 5 мая 1998 г., № 141-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 1998. – № 19. – 2/673.

2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10.04.2001 г. № 495 «О Государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» в действующей редакции [Электронный ресурс] / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by>.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. Основные положения: ГОСТ 22.3.03-97. – Введ. 01.07.1994. – Минск Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. – 6 с.

4. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: электронный курс лекций для студентов лесного, технологического, химического, механического и полиграфического профилей / Г. А. Чернушевич [и др.]. – 2-е изд., перераб. – Минск: БГТУ, 2021. – 260 с.

5. Безопасность жизнедеятельности человека: краткий конспект лекций к общему курсу: Ч. 1: Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций / сост.: О. Д. Бичан, Л. К. Герасимова, Т. А. Кулагова – Минск: БГУ, 2017. – 80 с.

6. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность: Электронный учебно-методический комплекс/ С.Н. Банников, Д.И. Шипица, Т.М.Архангельская, В.Г. Мякота – Минск: БНТУ, 2020 – 341 с.

Научное издание

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ И ВЗРЫВЕ

*Сборник материалов
IX Международной заочной научно-практической конференции*

(18 декабря 2022 года)

Ответственный за выпуск *С.С. Ботян*
Компьютерный набор и верстка *В.Ф.Кадол*

Подписано в печать 20.02.2023.

Формат 60×84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Цифровая печать.

Усл. печ. л. 11,39. Уч.-изд. л. 10,43.

Тираж 1 шт. Заказ 000-2023.

Издатель и полиграфическое исполнение:
государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/259 от 14.10.2016.

220118, г. Минск, ул. Машиностроителей, 25.