II Всероссийская
научно-практическая конференция
с международным участием

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Иваново 2025

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
II Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

27 февраля 2025 года

SCIENCES AND FIRE SAFETY: PROBLEMS AND OPPORTUNITIES FOR FUTURE RESEARCH

CONFERENCE PROCEEDINGS
II All-Russian Scientific And Practical Conference With International Participation

IVANOVO, february, 27, 2025

Иваново
2025

УДК 37+159.9+614.8
ББК 38.96+16.2
Е 86

Е 86 **Естественные науки и пожаробезопасность: проблемы и перспективы исследований**: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 27 февраля 2025 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2025. – 594 с. – ISBN 978-5-907492-72-1

В сборнике представлены материалы выступлений и статьи участников конференции, отражающие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области обеспечения пожарной безопасности объектов, а также рассматривающие профессионально-значимые проблемы подготовки пожарных и спасателей.

Сборник предназначен для научно-педагогических работников, курсантов, студентов и всех интересующихся проблемами естествознания в области пожарной безопасности.

The Conference Proceedings present conference papers of the participants. They reflect the results of fundamental and applied researches in the field of ensuring structural fire safety, as well as considering professionally significant challenges in firefighters and rescuers training.

The Conference Proceedings are intended for the use of scientific and pedagogical workers, cadets, students and any persons interested in the science issues in the field of fire safety.

УДК 37+159.9+614.8
ББК 38.96+16.2

ISBN 978-5-907492-72-1

Организационный комитет

канд. мед. наук, доцент **И. Ю. Шарабанова** (председатель оргкомитета),
д-р хим. наук, профессор **С. А. Сырбу** (заместитель председателя оргкомитета),
член-корреспондент РААСН, д-р техн. наук, профессор **В. Е. Румянцева,**
д-р техн. наук, профессор **С. В. Натареев,** д-р техн. наук, доцент **Е. П. Гришина,**
д-р техн. наук, доцент **А. А. Краснов,** канд. физ.-мат. наук, доцент **Т. В. Пашкова,**
канд. техн. наук, доцент **А. А. Овчинников,** канд. техн. наук, доцент **Д. Г. Снегирев,**
канд. техн. наук, доцент **К. В. Семенова,** канд. хим. наук, доцент **А. Н. Петров,**
канд. хим. наук **Ж. Ф. Гессе,** канд. техн. наук **Е. А. Шварев,**
канд. техн. наук, доцент **М. Г. Есина,**
канд. хим. наук **Т. В. Фролова, И. А. Ходова**

Organising Committee

Ph.D. of Medical Sciences, Docent **I. Yu. Sharabanova** (chairman of the organizing committee)
Advanced Doctor in Chemical Sciences, Full Professor **S. A. Syrbu** (deputy chairman of the organizing committee)
Corresponding Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences,
Advanced Doctor in Engineering Sciences, Full Professor **V. E. Rumyantseva**
Advanced Doctor in Engineering Sciences, Full Professor,
Advanced Doctor in Engineering Sciences, Full Professor **S. V. Natareev**,
Advanced Doctor in Chemical Sciences, Docent **E. P. Grishina**
Advanced Doctor in Engineering Sciences, Docent **A. A. Krasnov**,
Ph.D. of Physics and Mathematics Sciences, Docent **T. V. Pashkova**,
Ph.D. of Engineering Sciences, Docent **A. A. Ovchinnikov**,
Ph.D. of Engineering Sciences, Docent **D. G. Snegirev**, Ph.D. of Engineering Sciences, Docent **K. V. Semenova**,
Ph.D. of Chemical Sciences, Docent **A. N. Petrov**, Ph.D. of Chemical Sciences **Zh. F. Gesse**,
Ph.D. of Engineering Sciences, Docent **E. A. Chvarev**, Ph.D. of Engineering Sciences, Docent **M. G. Esina**
Ph.D. of Chemical Sciences **T. V. Frolova, I. A. Chodova**

© Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, 2025

РАЗДЕЛ 1
СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ, БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ

SECTION 1
ADVANCED MATERIALS TO ENSURE FIRE, INDUSTRIAL, ENVIRONMENTAL AND OCCUPATIONAL SAFETY

УДК 614.84

А. С. Антипова, А. С. Харламенков
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

СУХАЯ ВОДА КАК СОВРЕМЕННОЕ СРЕДСТВО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ

В статье представлено исследование инновационного огнетушащего вещества – сухая вода, его физико-химических свойств и экологической безопасности. Предложен эффективный способ тушения пожаров классов А, В, С. Рассмотрены и обоснованы преимущества нового вещества перед традиционными хладонами и водой.

Ключевые слова: газовое пожаротушение; фторкетоны; хладоны; диэлектрики; глобальное потепление.

A. S. Antipova, A. S. Harlamenkov

DRY WATER AS A MODERN MEANS OF ENSURING FIRE AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF INDUSTRIAL AND CIVIL FACILITIES

The article presents a study of the innovative fire extinguishing agent – dry water, its physical and chemical properties and environmental safety. An effective method for extinguishing class A, B, C fires is proposed. The advantages of the new substance over traditional freons and water are considered and substantiated.

Keywords: gas fire extinguishing; fluoroketones; freons; dielectrics; global warming.

В современных условиях стремительное развитие технологий требует оперативного внедрения инноваций и ускоренного освоения новых решений. Эта необходимость во многом продиктована тревожной статистикой, связанной с увеличением числа человеческих жертв и ущерба при пожарах. Возрастающий спрос на экспертизу в области пожарной безопасности

© Антипова А. С., Харламенков А. С., 2025

стимулирует поиск прорывных методов, модернизацию существующих подходов и создание принципиально новых инструментов, что в полной мере отражает суть понятия «инновация». В связи с этим акцент смещается на развитие роботизированных систем, способных минимизировать риски для человека, а также на тщательный анализ последствий чрезвычайных ситуаций для выработки превентивных мер. Примером таких преобразований служит интеграция в пожарную безопасность передовых технологий: автоматизированных газовых модулей подавления огня, сенсорных сетей «умной пыли» и систем тонкодисперсного распыления воды. Эти решения не только повышают эффективность борьбы с возгораниями, но и переопределяют стандарты безопасности, снижая вероятность повторения катастроф.

Инновационным методом пожаротушения в настоящее время является использование сухой воды, другое название которой Novec 1230, (*фторкетон ФК-5-1-12, хладон ПФК-49*). Данное вещество представляет собой бесцветную жидкость со слабым запахом и большой плотностью (в 1,6 раз тяжелее воды). Температура кипения составляет 49,2°С, плотность - 1,6 г/см³, а вещество является диэлектриком, что делает его безопасным для электроники [4].

В отличие от более распространённого способа тушения водой, использование сухой воды имеет широкий спектр применения. За счет хороших диэлектрических свойств и низкой способности смачивания данное вещество не является растворителем и имеет высокую экологическую безопасность.

Проведенные исследования демонстрируют химическую инертность сухой воды, что исключает её реакционную активность в контакте с металлическими сплавами, полимерными композитами, уплотнительными материалами, целлюлозными и текстильными субстратами. Благодаря низкой рабочей концентрации (4–6 % об.), системы на его основе требуют на 30–50 % меньше модульных баллонов по сравнению с установками, использующими сжатые газы или хладоны, а также отличаются компактностью размещения оборудования (см. рисунок).

Рисунок. Пример размещения пожарных модулей
и работы автоматической системы газового тушения с сухой водой

Важным аспектом является безопасность применения вещества: эксплуатационная концентрация Novec 1230 при тушении (≤6 % об.) на 80 % ниже порога NOAEL (No Observed Adverse Effect Level – 10 % об.), установленного для человека. Это подтверждает отсутствие риска токсического воздействия на персонал даже в условиях непреднамеренного срабатывания системы тушения.

Сухая вода характеризуется максимальным коэффициентом безопасности, превышающим нормативные требования более чем на 140%. Данный показатель обеспечивает возможность его применения в помещениях с постоянным пребыванием персонала без необходимости эвакуации, что критически важно для объектов с повышенными требованиями к сохранности человеческого здоровья.

Наиболее широкое внедрение систем тушения на основе данного огнетушащего вещества следует рассматривать для: транспортной инфраструктуры (аэропорты, вокзалы); медицинских и научных учреждений (операционные, лаборатории); культурно-исторических объектов (музеи, архивы, библиотеки); цифровых и телекоммуникационных систем (дата центры, серверные, узлы связи).

Высокий запас безопасности, подтвержденный экспериментальными данными, позволяет использовать «сухую воду» в зонах, где сочетание быстрого подавления возгораний (классы A, B, C) и минимального риска для людей является ключевым критерием выбора. Это позиционирует её как эталонное решение для современных систем противопожарной защиты, соответствующих стандартам NFPA, ISO и ГОСТ Р 53281-2009.

При активации системы газового пожаротушения (ГПТ) и реагентации огнетушащего вещества (ГОТВ) Novec 1230 в атмосферу, его молекулы подвергаются фотохимической деградации в стратосфере под действием ультрафиолета (λ = 200–280 нм), полностью удаляясь из окружающей среды менее чем за 5 суток. В отличие от хладонов (например, HFC-227ea), для которых характерна персистентность (период полураспада в атмосфере>30 лет), Novec 1230 не обладает кумулятивным потенциалом, что исключает долгосрочное негативное влияние на озоновый слой и парниковый эффект. Выброс 348 кг хладона HFC-227ea эквивалентен эмиссии 1 008 926 кг CO_2, что соответствует годовым выхлопам 211 легковых автомобилей. Выброс 401 кг Novec 1230 эквивалентен 401 кг CO_2 – это менее 0.07 % от годовых выбросов одного автомобиля.

Использование сухой воды минимизирует вклад в глобальное потепление (GWP составляет около 1, против 2900 – у хладонов [2]) и обеспечивает соответствие стандартам IPCC и ISO 14064 (см. табл. 1), делая его предпочтительным выбором для экологически ориентированных проектов [1].

Таблица 1. **Характеристика воздействия хладонов на окружающую среду**

Название	Показатель потенциала глобального потепления (GWP)	Время жизни в атмосфере, лет	Рейтинг по критерию
Novec 1230	1	0,014	1
Хладон 125	3400	32,6	2
Хладон 227еа	2900	36,5	3
Хладон 318Ц	9100	35	4
Хладон 23	14790	270	5

Не менее важным свойством фторкетонов является крайне низкая растворимость в воде, с помощью которой не позволяет веществу пройти через клеточные мембраны в организм, тем самым обеспечивает низкую токсичность. Именно поэтому «сухая вода» включена в международные и региональные стандарты по газовому пожаротушению, её эффективность и безопасность подтверждена и в России.

Таблица 2. **Характеристика ГОТВ по критерию безопасности для человека**

Название	Нормативная объемная огнетушащая концентрация, %	Предельно допустимая концентрация, %	Запас безопасности для человека, %	Рейтинг по критерию
Хладон 23	14,6	≥50	≥35,4	1
Хладон 318Ц	7,8	30	22,2	2
Novec 1230	4,2	10	5,8	3
Хладон 227еа	7,2	10,5	3,3	4
Хладон 125	9,8	10	0,2	5

Газовое огнетушащее вещество Novec 1230 обладает рядом уникальных преимуществ, делающих его лидером в сфере пожарной безопасности. В перовую очередь, это возможность быстрого подавления возгорания – например, тушение пожара класса А происходит за 10 секунд [3]. Отсутствие токсичных компонентов исключает риск для здоровья людей и животных (биологическая безопасность). Вещество не наносит вреда окружающей среде (экологическая нейтральность). Низкая электропроводность позволяет использовать сухую воду для тушения электроустановок под напряжением.

Особый статус Novec 1230 обусловлен его универсальностью: это единственное в мире огнетушащее средство, сочетающее высокую эффективность (даже при сложных пожарах) со щадящим воздействием на

оборудование, ценности и инфраструктуру. В сравнении с традиционными огнетушащими веществами, такими как вода, порошки и газы, Novec 1230 сочетает в себе высокую эффективность и экологичность [5]. Хотя вода является универсальным огнетушащим средством, она вызывает повреждение электроники и ценных материалов, а также требует больших объемов для тушения пожара. Порошки и газы часто быть токсичными или вредными для окружающей среды и не позволяют выполнять тушение в присутствии человека.

Таки образом, сухая вода (Novec 1230) представляет собой современное решение для пожаротушения, которое сочетает высокую эффективность, безопасность для людей и оборудования, а также экологическую устойчивость. Ее использование особенно актуально в помещениях с дорогостоящей электроникой, историческими ценностями и другими чувствительными объектами. Благодаря своим уникальным свойствам, Novec 1230 продолжает завоевывать популярность в различных отраслях, обеспечивая надежную защиту от пожаров без вреда для окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голдаевич В.И. Применение «сухой воды» в системах газового пожаротушения / Журнал «Аллея науки», 2019. № 1(3). С. 1003-1006.
2. Игаева А. Ю., Евдошенко В. В., Сычев М. А. Использование «сухой воды» в автоматических установках газового пожаротушения // Материалы Национальной научно-практической конференции «Инновационное развитие регионов: потенциал науки и современного образования» г. Астрахань, 2018. Т.1. С. 63-65.
3. Буланов К.А. Газовое пожаротушение: агент нового поколения NOVEC 1230 / К.А. Буланов Каталог «Пожарная безопасность», 2011. С. 74.
4. 3M Novec 1230 огнетушащий газ нового поколения. / Электронный ресурс: URL: http://www.novec1230.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=5/ Дата обращения: 30.01.2025.
5. Костин А.А. Пальмов С.В. Novec 1230 или «сухая вода» и ее применение / Журнал «Форум молодых ученых», 2018. № 11-1(27). С. 909-912.

УДК 614.84

И. В. Багажков, В. С. Ташлинцев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВИЗОРОВ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ

© Багажков И. В., Ташлинцев В. С., 2025

В данной статье рассматриваются области применения тепловых сканеров пожарно-спасательными и поисково-спасательными подразделениями. Проводится сравнительный анализ способов применения тепловизоров, предъявляемые требования к подобным приборам и техническому оснащению подразделений МЧС.

Ключевые слова: спектр излучения; тепловизор; термограмма; пожаротушение; поисково-спасательные работы; пожар; скрытый очаг.

I. V. Bagazhkov, V. S. Tashlincev

THE USE OF THERMAL IMAGERS BY FIRE AND RESCUE UNITS

This article discusses the applications of thermal scanners by fire rescue and search and rescue units. A comparative analysis of the methods of using thermal imagers, the requirements for such devices and the technical equipment of the Ministry of Emergency Situations units is carried out.

Keywords: radiation spectrum; thermal imager; thermogram; firefighting; search and rescue operations; fire; hidden hearth.

Помимо видимого спектра излучения, в природе существуют и другие виды излучений. Электромагнитное излучение присуще всем телам, имеющим определенную температуру, и оно находится в области электромагнитных волн с длинной волны от 0,74 мкм до 1 мм [4].

Человеческий глаз не видит инфракрасный поток, именно поэтому возникла необходимость получения «инфракрасного зрения». Был создан прибор, способный осуществлять обнаружение и регистрацию инфракрасного потока, способный перевести его в видимый спектр [4]. Так появились тепловизоры – измерительные приборы, с помощью которых можно определить температурный уровень объекта и выявить участки с различными температурами в виде термограммы (рис.1, 2, 3).

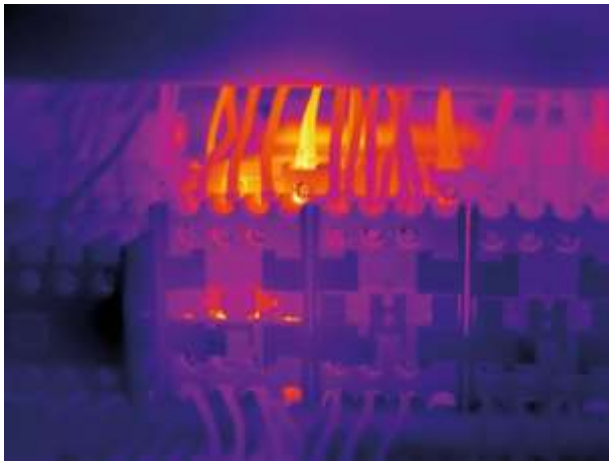


Рис. 1. Термограмма тепловизора с регистрацией нагретых проводов в электрическом шкафу

Рис. 2. Термограмма тепловизора с регистрацией теплопотерь в двухэтажном доме

Рис. 3. Термограмма тепловизора БПЛА с регистрацией горящего ландшафта

Основные компоненты подобного прибора: объектив, матрица, способная преобразовать инфракрасное излучение в электрический сигнал, процессор для обработки поступающих данных, дисплей с возможностью вывода термограммы (изображения в видимом спектре) [4].

Производитель, на сегодняшний момент, предлагает несколько типов тепловизоров: стационарные, портативные и даже мобильные, способные подключаться и выводить картинку на смартфон. В зависимости от предназначения, существующая классификация такова: бытовые, промышленные, военные, медицинские.

В сфере безопасности тепловизоры адаптированы под конкретное применение и выполнены в прочных ударо и влаго защищенных корпусах, снабженных мощными батареями и обладающие оптимальным весом для переноски в труднодоступных местах [1,2].

Все более широкое применение подобные приборы находят в области пожаротушения и при проведении поисково-спасательных работ. Тепловизионные камеры дают возможность регистрировать четкое изображение объектов в инфракрасном спектре. Приборы способны работать в необходимом температурном диапазоне, обрабатывать сигнал в минимальные промежутки времени, успешно справляться с различными задачами [2,3].

Так, дежурный караул пожарно-спасательного подразделения, прибыв на место вызова – пожар квартиры в многоэтажном доме – на начальном этапе развития горения при помощи тепловизора по температурному полю может определить распространение горения в смежные помещения без задействования звена разведки.

При распространении возгорания в помещениях со сложной планировкой, с пустотами и перекрытиями так же легко осуществим поиск скрытых очагов горения при использовании луча тепловизора. Для более точного наведения прибор снабжают лазерным прицелом, для четкого отображения места для последующего вскрытия конструкции [3,5].

При проведении поисково-спасательных работ в зонах чрезвычайных ситуаций, взрывов, обвалов и разрушений зданий и конструкций, обнаружение теплового поля человека, нуждающегося в спасении, так же вероятно. Разумеется, полностью получить информацию о происходящих событиях не получится, но использовать первичные данные после проведения разведки с использованием тепловизионного сканирования, вполне вероятно [2,5].

Современные приборы, используемые пожарно-спасательными подразделениями, могут видеть тепловое поле и уверенно сканировать его на расстояниях от 1 до 1,5 км. После проведенных замеров, опытным путем получена максимальная дистанция переносных приборов уверенной идентификации на рубеже 500-600 м.

При инфракрасном сканировании территорий с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) используются дистанционно управляемые тепловизионные модули. Во время облета объектов тепловой датчик камеры БПЛА считает длину волн теплового (инфракрасного) излучения и преобразует ее в электронные сигналы. После этого процессор изображений преобразовывает данные в термограмму или термографическое изображение, где отображается цветная карта (термограмма) с различными значениями температур. Таким способом оператор может вести мониторинг ландшафтных возгорания, определяя либо их наличие, либо характер распространения пожара. При необходимости можно выполнять поисковые операции с воздуха по обнаружению людей практически на любой местности и водной акватории в том числе.

Подводя итог, можно констатировать, что современное техническое вооружение подразделений МЧС непрерывно совершенствуется, современная высокотехнологичная техника несомненно нужна и востребована всеми пожарно-спасательными подразделениями. Обучение личного состава производится постоянно как в рамках подготовки личного состава пожарной охраны, так и при профессиональном обучении аварийно-спасательных формирований [3,6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багажков И.В. Организация и ведение аварийно-спасательных работ подразделениями ФПС МЧС России при пожарах и чрезвычайных ситуациях. Часть 1: учебное пособие/ И.В. Багажков, А.С. Давиденко и др. - Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. - 100 с.

2. Багажков И.В. Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ. Часть 1: учебное пособие / С.Н. Никишов, А.В. Наумов, Д. Ю. Палин. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – 162 с.

3. Багажков И.В. Тактика аварийно-спасательных работ: учебное пособие / О.Н. Белорожев, А.Н. Мальцев, С.Н. Никишов. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 112 с.

4. Госсорг Ж. Инфракрасная термография. Основы. Техника. Применение. М.: Мир, 1988. - 416 с.

5. Ермилов А.В., Багажков И.В. Особенности управления действиями пожарно-спасательных подразделений при подаче огнетушащих веществ на этажи зданий // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 200-203.

6. Приказ МЧС России от 26 октября 2017 г. № 472 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны».

УДК 614.849

Р. Н. Бахтиев, Н. В. Гамалеев
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В статье рассмотрена проблема пожаротушения в сельском хозяйстве. В качестве одного из решений, предложено применение мобильных роботизированных установок пожаротушения (МРУП), с приведением её функциональной схемы.

Ключевые слова: пожаротушение в сельском хозяйстве; мобильная роботизированная установка пожаротушения.

R. N. Bahtiev, N. V. Gamaleev

THE RELEVANCE OF THE USE OF MOBILE FIRE EXTINGUISHING EQUIPMENT IN AGRICULTURE

The article discusses the problem of fire extinguishing in agriculture. As one of the solutions, the use of mobile robotic fire extinguishing systems (CBMs) is proposed, with the introduction of its functional scheme.

Keywords: fire extinguishing in agriculture; a mobile robotic fire extinguishing system.

Пожарная безопасность в агропромышленном секторе напрямую сказывается на продовольственной безопасности государства. В случае недооцененности значимости этого вопроса, может возникнуть ситуация, в результате которой под удар попадут определяющие сферы человеческого общества.

© Бахтиев Р. Н., Гамалеев Н. В., 2025

В связи с тем, что в сельском хозяйстве существуют предприятия с разносторонними формами собственности, характеризуемыми различными финансовыми возможностями, это откладывает характерный отпечаток и на вопрос противопожарной защиты.

Если взять во внимание небольшие частные фермы, то это структуры, в которых не всегда присутствует возможность в полном объёме выделять финансирование на дорогостоящее противопожарное оборудование.

В свою очередь, крупные агрохолдинги, имея более значительные бюджеты и распределяя их на систему противопожарной защиты, должны полностью покрывать запросы противопожарной безопасности.

Но в некоторых моментах такого может не быть. Связано это будет с широким территориальным захватом обрабатываемых площадей, сложностью построения структуры взаимодействий подразделений, ввиду их высокой наполняемости и специфичности работы.

Стоит отметить, что одним из определяющих факторов успешной ликвидации пожара, является время реагирования на него, выработка алгоритма действий по ликвидации, непосредственное тушение.

Особо востребовано изменение подхода к тушению в тех местах, где тушение общепринятыми способами становится невозможным или крайне затруднительным.

С научной точки зрения, возможным выходом из этой сложной сложившейся ситуации может стать применения **мобильной роботизированной установки пожаротушения** (**МРУП**) с автоматической подачей огнетушащего вещества.

Основная задача МРУП – это автоматическая или автоматизированная подача огнетушащего вещества в зону горения.

Данная установка может иметь следующую функциональную структуру построения (рисунок).

Управление МРУП может осуществляться в двух режимах: автоматическом или ручном.

В автоматическом режиме установка самостоятельно способна определить очаг возгорания, находящегося в зоне обнаружения инфракрасного сканера (ИК-сканер, поз. BTF), а также управлять процессом подачи огнетушащего вещества.

В этом случае, МРУП, находясь в дежурном режиме работы, осуществляет процедуру поиска очага загорания с помощью сканирования.

После нахождения координат загорания МРУП выдает сигнал о готовности к тушению и в зависимости от предварительных настроек – переходит в режим тушения или ждет разрешающего сигнала для начала процедуры тушения.

Управление, расчет 3-х мерных координат загорания, корректировка траектории струи осуществляется на базе контроллера системы (поз. А1). Также в нем производится корректировка угла наклона ствола по баллистическим кривым, в зависимости от расстояния от лафетного ствола до очага загорания.

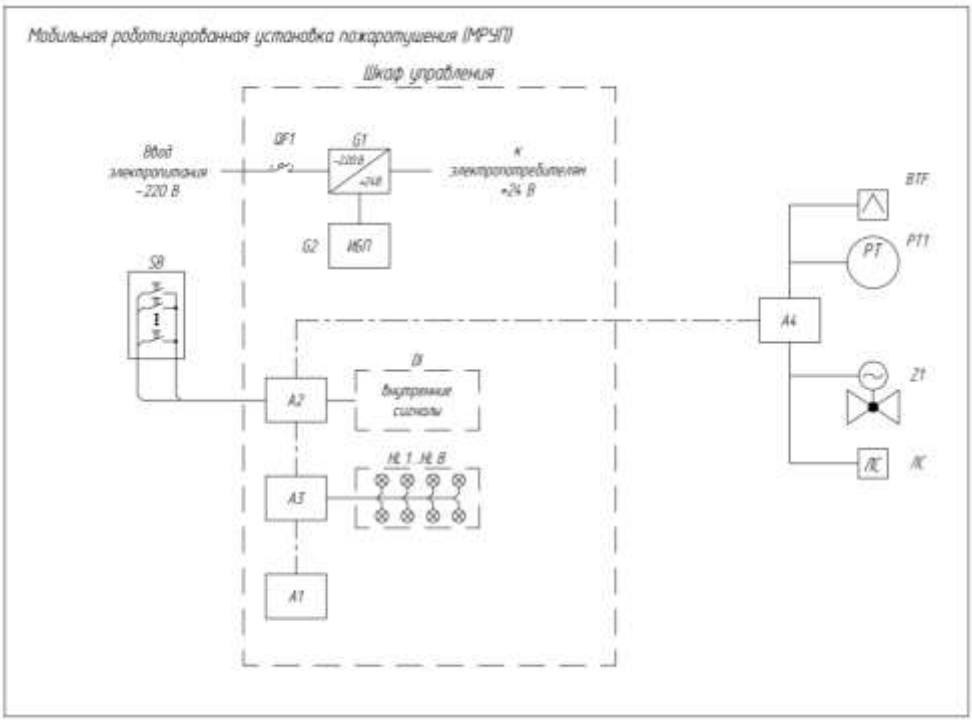


Рисунок. Функциональная схема мобильной роботизированной установки пожаротушения (МРУП)
(А1 - контроллер системы; А2 - модуль дискретного ввода сигналов;
А3 - модуль дискретного вывода сигналов; А4 - контроллер управления;
BTF - ИК-сканер; DI - внутренние дискретные сигналы;
HL1...HL8 - группа сигнальных ламп; G1 - преобразователь питания;
G2 - источник бесперебойного питания; PT1 - датчик давления воды;
SB - пульт дистанционного управления; QF1 - автоматический выключатель;
Z1 - дисковый затвор с электроприводом; ЛС - лафетный ствол)

На корректировку угла наклона также влияет давления перед лафетным стволом, получаемым от датчика давления воды (поз. PT1).

Применение подобной установки позволит значительно ускорить и обезопасить процесс тушения.

В первую очередь это достигается за счёт мобильности данного средства тушения, автоматического определения возгорания и подачи огнетушащего вещества.

Данное техническое решение будет влиять на основополагающий параметр при тушении – время, необходимое на устранение пожара. Это, в свою очередь, позволит сохранить жизнь и повысить уровень безопасности людей, сохранения материальных ценностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный Закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ.

2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 № 69-ФЗ.

3. Горбань Ю. И. Пожарные роботы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране для специалистов в области пожарной автоматики и пожарной охраны / Ю.И. Горбань. – Москва : Пожнаука, 2013. – 351 с. ил., цв. ил.; 24. – ISBN 978-591444-023-8.

4. Теребнев В. В. Пожарная тактика : Основы тушения пожаров : учеб. пособие / В. В. Теребнев, А. В. Подгрушный. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с. ISBN 978-5-9229-0064-5

5. ФГБУ ВНИИПО МЧС России «Пожары и пожарная безопасность в 2023 г. Информационно-аналитический сборник. Статистика пожаров и их последствий», Балашиха, 2024

УДК 66.021.3

А. А. Беспалов[1], А. И. Ларина[1], С. В. Натареев[1,2]
[1]Ивановский государственный химико-технологический университет
[2]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КИНЕТИКА СОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СУЛЬФОКАТИОНИТЕ

В работе рассматривается процесс ионообменной очистки воды от ионов тяжелых металлов на сильнокислотном катионите Дауэкс 50×8. В ходе проведения экспериментальных исследований определены кинетические параметры процесса.

Ключевые слова: кинетика; ионы тяжелых металлов; катионит.

A. A. Bespalov, A. I. Larina, S. V. Natareev

KINETICS OF SORPTION OF HEAVY METAL IONS ON SULFOCATIONITE

The paper examines the process of ion-exchange purification of water from heavy metal ions on the strongly acidic cationite Дауэкс 50×8. During the experimental studies, the kinetic parameters of the process were determined.

Keywords: equilibrium; heavy metal ions; cation exchange.

© Беспалов А. А., Ларина А. И., Натареев С. В., 2025

В чрезвычайных ситуациях, когда невозможно в короткие сроки ликвидировать негативные последствия, необходима организация подвоза воды в цистернах, закрытых емкостях и т.п. [1]. В качестве временной меры для обеспечения потребителей чистой водой могут быть использованы мобильные (модульные) комплексы водоподготовки, с помощью которых осуществляются механическая, химическая, сорбционная и другие способы очистки загрязненной воды [2]. К достоинствам данных комплексов можно отнести небольшой срок их приведения в рабочее состояние, автономную работу оборудования, удобность при транспортировании любым видом транспорта и др.

Важным фактором для проведения сорбционной очистки воды является скорость процесса. В работе проведено исследование кинетики процесса ионообменной очистки воды от ионов Ni^{2+}, Zn^{2+} и Cd^{2+} на сульфокислотном катионите Дауэкс 50×8 (Na-форма) в статических условиях [3]. Для проведения опытов брали 100 мл исследуемого раствора и помещали его в термостатируемый сосуд с мешалкой. После установления теплового равновесия в раствор добавляли 1 г катионита. Через определенные промежутки времени раствор отделяли от адсорбента и анализировали. Для получения каждой точки кинетической кривой использовали новую навеску катионита. Во всех опытах использовали растворы сульфатов металла концентрацией $5 \cdot 10^{-4}$ моль-экв·л$^{-1}$, температура раствора поддерживалась 293 К, а частота вращения мешалки составляла 5 с$^{-1}$.

На основании полученных данных рассчитывали степень завершенности процесса по следующей формуле:

$$F(\tau) = \frac{\bar{c}(\tau)}{a_0}, \qquad (1)$$

где $\bar{C}(\tau)$ - текущее значение ионообменной адсорбции, моль-экв·л$^{-1}$;

a_0 – статическая обменная емкость катионита, моль-экв·л$^{-1}$;

τ – время, с.

Экспериментально найденные кинетические кривые приведены на рис. 1.

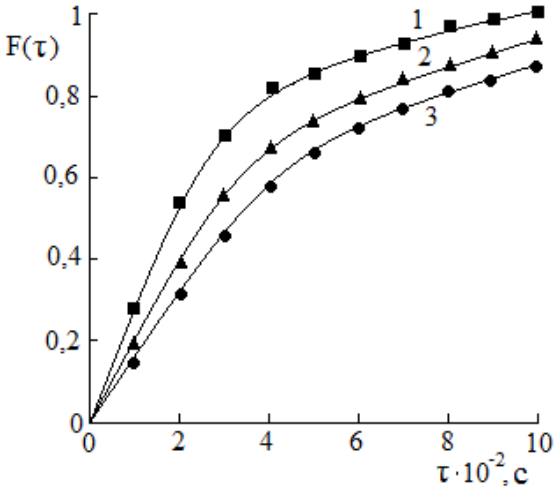


Рис. 1. Кинетические кривые ионообменной сорбции ионов Ni^{2+} (1), Zn^{2+} (2) и Cd^{2+} (3) катионитом Дауэкс 50×8 из водных растворов сульфатов металлов

Обработка кинетических кривых ионного обмена, представленных на рис. 1, проводилась с использование уравнения Бойда-Адомсона для внутридиффузионной кинетики [4]:

$$F(\tau) = 1 - \frac{6}{\pi}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{n^2}\exp\left(-\frac{\bar{D}\pi^2 n^2 \tau}{r_0^2}\right), \quad (2)$$

где $\bar{D}$ – коэффициент внутренней диффузии, м^2/с; r_0 – радиус частицы ионита, м; n – ряд целых чисел 1,2,3,4,5… .

Обозначим $B = \bar{D}\pi^2/r_0^2$ – кинетический коэффициент. Подставим значение B в уравнение (2). Получаем

$$F(\tau) = 1 - \frac{6}{\pi}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{1}{n^2}\exp(-B\tau n^2). \quad (3)$$

Величины F рассчитаны для любых значений Bτ и сведены в таблицы в виде функции F=f(Bτ) [5]. По значениям Bτ и τ, соответствующим экспериментальным значениям F, построен график в координатах Bτ-τ, представляющий собой прямую линию с тангенсом угла B, что является подтверждением внутрисферного механизма процесса ионного обмена. Значение коэффициента внутренней диффузии $\bar{D}$ рассчитывали по формуле:

$$\bar{D}_{12} = \frac{Br_0^2}{\pi^2}. \quad (4)$$

На рис. 2 приведены зависимости изменения коэффициентов взаимодиффузии ионов Ni^{2+}, Zn^{2+} и Cd^{2+} в катионите Дауэкс 50×8 от степени завершенности процесса.

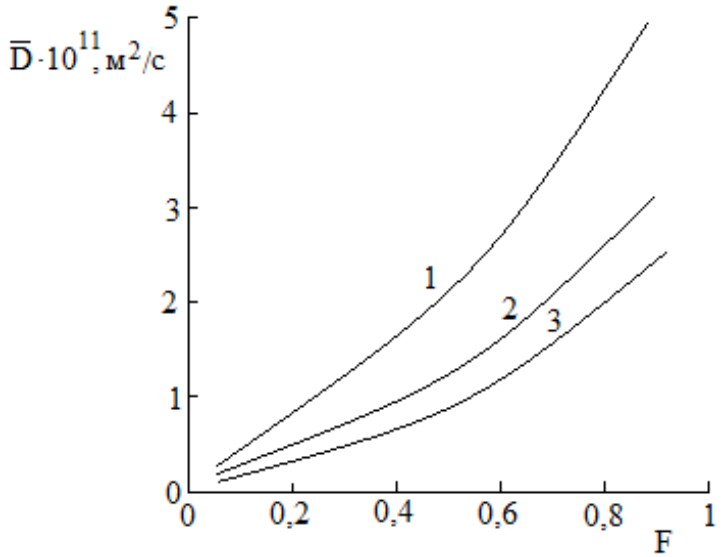


Рис. 2. Зависимости изменения коэффициентов взаимодиффузии в катионите Дауэкс 50×8 для ионного обмена Ni^{2+}-Na^{+} (1), Zn^{2+}-Na^{+} (2) и Cd^{2+}-Na^{+} (3)

Установлено, что значение $\overline{D}_{12}$ не является величиной постоянной и возрастает по мере отработки ионита. Данный факт можно объяснить на основании формулы Гельфериха Ф.М. [6]:

$$\overline{D}_{12} = \frac{\overline{D}_1\overline{D}_2(z_1^2\overline{C}_1+z_2^2\overline{C}_2)}{z_1^2\overline{C}_1\overline{D}_1+z_2^2\overline{C}_2\overline{D}_2}. \quad (5)$$

где $\overline{D}_1$, $\overline{D}_2$ - коэффициенты самодиффузии обменивающихсы ионов в зерне ионита соответственно, $м^2/с$; z_1 и z_2 – заряд обменивающихся ионов; индексы: 1, 2 – сорбируемый и десорбируемый ион соответственно.

Из уравнения (5) следует, что при ионном обмене коэффициент взаимодиффузии изменяется от коэффициентов самодиффузии ионов Ni^{2+}, Zn^{2+} и Cd^{2+} в натриевую форму катионита до коэффициента самодиффузии ионов Na^+ в Ni^{2+}, Zn^{2+} и Cd^{2+}– формах катионита Дауэкс 50×8. На величину коэффициента взаимодиффузии сильное влияние оказывает ион, концентрация которого в ионите меньше.

Найденные кинетические характеристики могут быть использованы при расчете процессов ионообменной очистки воды от ионов тяжелых металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повзик Я.С. Пожарная тактика. М.: Спецтехника, 2004. 416 с.

2. Письменский Н.В., Спицин Д.В., Литвин А.Л. Разработка предложений по совершенствованию системы обеспечения инженерных и пиротехнических подразделений МЧС России // «Актуальные вопросы инженерной защиты населения и территорий»: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием 27-28 апреля 2023 года. ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. 2022. с. 16-20.

3. Практикум по ионному обмену: Учебное пособие / В.Ф. Селеменев, Г.В. Славинская, В.Ю. Хохлов [и др.]. Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 2004. 160 с.

4. Салдадзе К.М., Копылова-Валова В.Д. Комплексообразующие иониты. М., Химия. 1980. 336с.

5. Аширов А. Ионообменная очистка сточных вод, растворов и газов. Л.: Химия, 1983. 295 с

6. Гельферих Ф.М. Иониты. М.: ИЛ. 1962. 364 с.

УДК 614.8.001.4 Б 83

О. Ю. Борсук, Р. Стас
Майкопский государственный технологический университет

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

В статье рассмотрены расчеты пожарных рисков при проектировании здания кафе, необходимого времени эвакуации людей из помещений при пожаре. Проанализированы полученные результаты.

Ключевые слова: здание; строительство; пожар; безопасность; план; время.

O. Yu. Borsuk, R. Stas

ENSURING FIRE SAFETY OF PEOPLE DURING THE DESIGN PROCESS

The article considers the calculation of fire risks in the design of a cafe building and calculations of the required time for evacuation of people from premises in case of fire. The calculation results are presented and the results obtained are analyzed.

Keywords: building; construction; fire; safety; plan; time.

В Адыгее с начала 2024 года зарегистрировано 1168 пожаров. Для проектируемого здания магазина кафе вероятность возникновения пожара, м^2/год - $2{,}03 \cdot 10^{-2}$.

Нам было необходимо сделать построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития и рассчитать необходимое время эвакуации.

Планировочное решение здания функционально зонировано (см. рисунок).

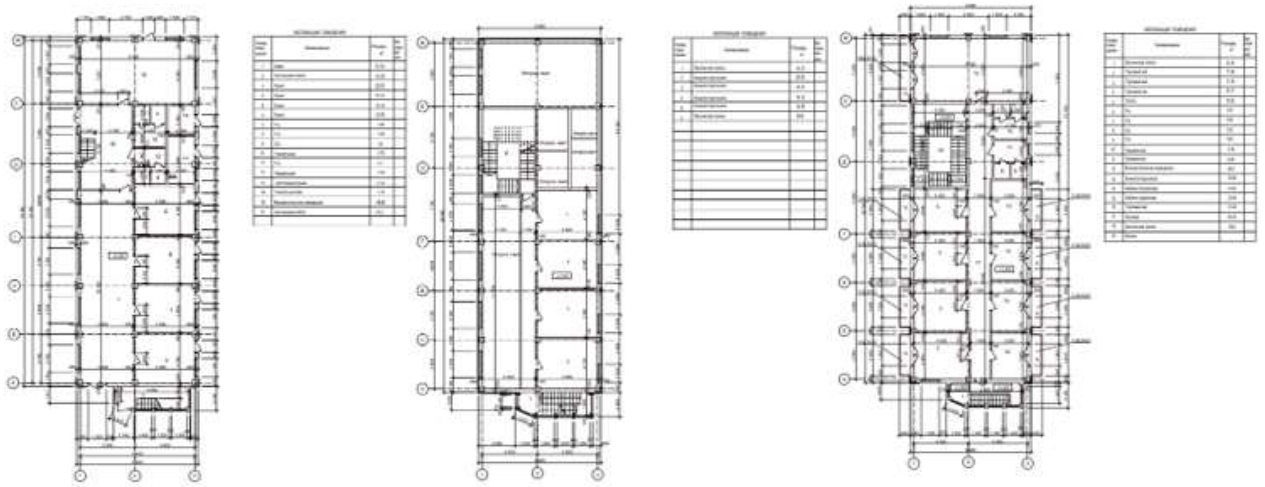


Рисунок. Планы этажей

© Борсук О. Ю., Стас Р., 2025

С первого этажа предусмотрено 8 эвакуационных выхода общего пользования, непосредственно наружу. Конструктивная схема здания – бескаркасное с несущими стенами. Фундаменты – столбчатые. Перекрытия – монолитные железобетонные плиты. Кровля односкатная – профлист. Окна, двери – алюминиевый профиль, ПВХ. Наружные стены здания — газобетонный блок, штукатурка, кирпич [1].

Внутренняя отделка стен помещений – улучшенная. Перегородки – бетонный блок. Внутренняя поверхность стен помещений окрашиваются водостойкой акриловой краской. Потолки подвесные. На путях эвакуации применены негорючие отделочные материалы. Устройство полов – из керамогранита, в санузлах и вспомогательных помещениях плитка керамическая [6].

Конструкции здания обеспечивают достижение II степени огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности здания принять С0, класс функциональной опасности – Ф 3.1, Ф3.2 [7].

Предусматривается постоянное нахождение в здании 20 человек. Пожарная нагрузка представлена предметами мебели. Эвакуация из надземной части здания обеспечивается по 8 эвакуационным путям (по 2 эвакуационных пути в каждом блоке (по 2 негорючие материалы). Горючая нагрузка в здании соответствует функциональному назначению помещений [2].

Высота коридоров и холлов не менее 2,4 м. Ширина коридоров не менее 1,2 м при длине 10 м; не менее 1,5 м – при длине свыше 10 м и не менее 2,4 м – при использовании их в качестве кулуаров или помещений ожидания для посетителей [5].

В соответствии методикой при построении полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития учитываются предельно допустимые значения по каждому из опасных факторов пожара, которые составляют: по повышенной температуре - 70 °С; по тепловому потоку - 1400 Вт/м^2; по потере видимости - 20 м (для случая, когда оба горизонтальных линейных размера помещения меньше 20 м, предельно допустимое расстояние по потере видимости следует принимать равным наибольшему горизонтальному линейному размеру); по пониженному содержанию кислорода - 0,226 кг/м^3; по каждому из токсичных газообразных продуктов горения: CO_2 - 0,11 кг/м^3; CO - 1,16 · 10-3 кг/м^3; HCl - 23 · 10-6 кг/м^3.

Критическое время по каждому из опасных факторов пожара определяется как время достижения этим фактором предельно допустимого значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола [3].

При расчете рассматриваются сценарии пожара, при которых реализуются наихудшие условия для обеспечения безопасности людей. В качестве сценариев с наихудшими условиями пожара следует рассматривать сценарии, характеризуемые наиболее затрудненными условиями эвакуации людей и (или) наиболее высокой динамикой нарастания ОФП.

Сценарий №1.

Пожар возникает в обеденном зале проектируемого здания на 1-м этаже, на уровне пола. Месторасположение очага пожара определяет блокирование эвакуационного выхода В2 и способствует быстрому распространению ОФП. Огонь распространяется по тканям, мебели.

При проведении расчетов рассматривалось помещение очага пожара размерами 4,3 х 15,7 х 5,3 м. Помещение закрытое. От первичного очага пламя распространяется по круговой форме по горючей нагрузке. По мере развития пожара его площадь принимает форму помещения [4].

Для каждого сценария, в соответствии с методикой, формулируется математическая модель и моделируется динамика развития пожара. При этом результатами моделирования будут являться при использовании аналитических соотношений для определения критической продолжительности пожара - значение времени блокирования путей эвакуации.

Нами было спроектировано здание кафе, магазин. Проектируемое здание двухэтажное, простой формы в плане, размером 28,76 х 9,96 м по наружным стенам. Высота помещений первого этажа в чистоте 2,5 и 5,3 м.

Необходимо рассчитать необходимое временя эвакуации людей из помещений при пожаре.

Рассмотрим участки движения людского потока из помещения магазина, кафе через 50 % проектируемых выходов непосредственно наружу.

Расчетное время эвакуации людей $t_р$ из помещения и здания определяется на основе моделирования движения людей до выхода наружу по упрошенной аналитической модели движения людского потока, приведенной [6].

Расчетное время эвакуации людей tp из помещений и здания, устанавливается по расчету времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

При расчете весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной *l*i и шириной дельта. Начальными участками являются проходы между рабочими i местами, оборудованием и т.п.

При определении расчетного времени эвакуации людей длину и ширину каждого участка пути эвакуации для проектируемых зданий принимают по проекту.

Расчетное время эвакуации из опасной зоны, вычисляют по формуле

$$t_p = t_1 + t_2 + t_н \qquad (1)$$

где: $t_р$ – время эвакуации из помещения; t_1 – время эвакуации на первом участке; t_2 - $t_н$ — время движения людского потока на каждом из следующих после первого участка пути, мин.

Время движения людского потока по первому участку пути, мин, вычисляют по формуле

$$t_1 = l_1/v_1 \qquad (2)$$

где l_1 – длина первого участка пути, м; v_1, – значение скорости движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, зависит от плотности D, м/мин.

Плотность людского потока (D_1) на первом участке пути, м^2/м^2, вычисляют по формуле

$$D_1 = \frac{N_1 f}{l_1 \delta_1} \qquad (3)$$

где N_1 – число людей на первом участке, чел.; f – средняя площадь горизонтальной проекции человека в зимней одежде, принимаемая равной - 0,125 м^2; δ_1 – ширина первого участка пути, м.

Скорость $v_н$ движения людского потока на участках пути, следующих после первого, в зависимости от значения интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути с учетом слияния потоков, которое вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле:

$$q_1 = \frac{\sum q_{i-1}.\delta_{i-1}}{\delta_i} \qquad (4)$$

где δ_i, δ_{i-1} – ширина рассматриваемого i-го и предшествующего ему участка пути, м;q_i, q_{i-1} – значения интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i-му и предшествующему участкам пути, м/мин.

Время задержки $t_з$ движения на участке *i* из-за образовавшегося скопления людей на границе с последующим участком (*i+1*) определяется по формуле:

$$t = N.f.(\frac{1}{q_{\text{при}D=0.9}.b_{i+1}} - \frac{1}{q_i.b_i}) \qquad (5)$$

где N – количество людей, чел.;

f – площадь горизонтальной проекции, м^2;

$q_{\text{при } D=0.9}$ - интенсивность движения через участок *i+1* при плотности 0,9 и более, м/мин;

b_{i+1} – ширина участка, м, при вхождении на который образовалось скопление людей;

q_{i+1} - интенсивность движения на участке *i*, м/мин;

b_i - ширина предшествующего участка *i*, м.

Таблица 1. **Расчет времени эвакуации людей из помещений при пожаре**

Плотность потока *D*, м²/м²	**Горизонтальный путь**		**Дверной проем, интенсивность *q*, м·мин⁻¹**	**Лестница вниз**		**Лестница вверх**	
	Скорость *V*, м·мин⁻¹	**Интенсивность *q*, м·мин⁻¹**		**Скорость *V*, м·мин⁻¹**	**Интенсивность *q*, м·мин⁻¹**	**Скорость *V*, м·мин⁻¹**	**Интенсивность *q*, м·мин⁻¹**
0,01	100	1	1	100	1	60	0,6
0,05	100	5	5	100	5	60	3
0,1	80	8	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12	13,4	68	13,6	40	8
0,3	47	14,1	16,5	52	16,6	32	9,6
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,6	22	11
0,6	28	16,3	19,05	24,5	14,1	18,5	10,75
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,9 и более	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9

Таблица 2. **Выход № 1,1-й путь**

Участок	**Длина участка *l*, м**	**Ширина участка δ, м**	**Площадь участка, м²**	**Количество людей на участке, N, чел.**	**Путь**	**Значение интенсив-ности, на участках q_i, м/мин**	**Расчетное время эвакуации участка tн, мин**
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	12	2	24	10	ГП	0,05	0,012
3-2	3.6	2	7,2	10	ГП	0,035	0,036
2-4	6,5	2	13	20	ГП	0,19	0,108
4	0,1	1,2	0,12	20	дверь	13,5	0,12
4-5	2,6	1.5	3,9	20	ГП	16,2	0,104
5-6	3,3	1,2	3,96	20	Л вниз	13,2	0,15
6-7	1,5	2	3.0	20	ГП	14.8	0,077
7-8	3,3	1,2	3,96	20	Л вниз	13,2	0,15
8-9	2,6	1,5	3.9	20	ГП	14,8	0,134
9	0,1	1,2	0,12	20	дверь	13,5	0,12
9-10	3,2	1,5	4,8	20	ГП	13,2	0,15
10	0,1	1,2	0,12	20	дверь	13,5	0,12
ИТОГО							1,401

Примечание: ГП – горизонтальная площадь; Л вниз – лестница вниз

Определим расчетное время выхода из участка торгового помещения через выход №1 наружу. Итого: $tp = t_1+t_2+\ldots+t_{10}$ = 1,401 минуты = 84 сек.

В качестве необходимого времени эвакуации из проектируемого здания принято наименьшее время наступления ОФП по блокированию выходов наружу, с учетом коэффициента 0,8–126,4 сек.

Соответственно tн > tр, т.е. 126.4 сек. > 84 сек. Расчет показал, что расчетное время эвакуации меньше необходимого. Что соответствует условию безопасной эвакуации людей при пожаре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации. 1997 / Собрание законодательства РФ, 1998, № 19, ст. 2069.
2. ВСН – 53-88р Госкомархитектуры. «Положение по техническому обследованию зданий». М.: Стройиздат, 1991.
3. ГОСТ Р 50982-2009 «Техника пожарная. Инструмент для проведения специальных работ на пожарах. Общие технические требования. Методы испытаний»
4. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
5. Архитектура гражданских и промышленных зданий/ Н.Н. Ким. - Москва: Стройиздат, 1987. 286 с.
6. Пожарная безопасность: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин, О.Н. Русак; под ред. Л.А. Михайлов. - М.: ИЦ Академия, 2018. - 224 с.
7. Противопожарная безопасность / С.Н. Смирнов. - М.: ДиС, 2010. - 144 с.

УДК 614.841

М. В. Вахмистров, Т. А. Евтеев, О. Н. Сонина, Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПИРОФОРНЫЕ СВОЙСТВА СТАЛЬНОЙ ВАТЫ

Изучено влияние объемной плотности и пассивации поверхности растворами поверхностно-активных веществ на пожароопасные свойства стальной ваты.

Ключевые слова: пирофорность; пожароопасность; стальная вата; объемная плотность; пассивация; ПАВ.

© Вахмистров М. В., Евтеев Т.А., Сонина О.Н., Мочалова Т.А., Сторонкина О.Е., 2025

M. V. Vakhmistrov, T. A. Evteev, O. N. Sonina, T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON PYROPHORIC PROPERTIES OF STEEL WOOL

The influence of bulk density and surface passivation with surfactant solutions on the fire hazardous properties of steel wool was studied.

Keywords: pyrophoricity; fire hazard; steel wool; bulk density; passivation; surfactants.

Пирофорность металлов − способность воспламеняться на воздухе в тонкораздробленном виде – одна из причин особых условий хранения и использования данных материалов, широко применяемых для изготовления композитных и электроконтактных изделий, в качестве легирующих добавок, при производстве экзотермических смесей, сварочных электродов, порошковой проволоки, флюсов, в строительной промышленности при производстве изделий из ячеистого бетона. К таким металлам относятся Fe, Co, Ni, Cr, Mn, Ti, V и другие.

Основными факторами, обуславливающими пирофорность металлов в тонкоизмельченном виде, считаются природа вещества и искажение кристаллической решетки металла при внедрении в неё посторонних атомов (например, окислителя) в процессе диспергации или кристаллизации. Эти аспекты, по всей видимости, играют ключевую роль и в наличии пожароопасных свойств у тончайших металлических волокон – металлической (стальной) ваты.

Стальная вата широко используется в качестве абразива для полирования и шлифовки металлических, стеклянных, деревянных поверхностей. Этот материал рекомендуется и для бережного устранения дефектов либо загрязнений при реставрационных работах, где соблюдение пожарной безопасности требует особого внимания.

Сама по себе стальная вата, не относится к пирофорным материалам и не требует особых условий хранения, применения и транспортировки. Однако её контакт с источниками электричества (контакты аккумуляторов, клеммы зарядных устройств, батареек) или открытого огня недопустим, т.к. может привести к возгоранию материала с образованием множества долгоживущих искр. Горение поддерживается и распространяется по всему объему материала за счёт окисления кислородом воздуха, который связывается с железом, образуя окалину Fe_3O_4 (двойной оксид железа (II, III) $FeO \cdot Fe_2O_3$):

$$3Fe + 2(O_2 + 3{,}76\ N_2) \rightarrow Fe_3O_4 + 7{,}52N_2$$

Основными факторами, оказывающими влияние на эффективность процесса возгорания, можно считать толщину металлических волокон и объемную плотность материала (табл. 1). Кусок металла или толстой проволоки, равный по массе/объему образцу металлической ваты, не способен гореть на воздухе по причине хорошего теплоотвода.

Таблица 1. **Классификация стальной ваты по зернистости** [1]

Торговое наименование		**Марка (зернистость)**	**Толщина нитей, мм**
Ultra Fine	Ультра Мелкая	00000#	0,010 - 0,015
Extra Fine	Экстра Мелкая	0000#	0,015 - 0,020
Super Fine	Супер Мелкая	000#	0,020 - 0,030
Very Fine	Очень Мелкая	00#	0,030 - 0,040
Fine	Мелкая	0#	0,040 - 0,060
Medium	Средняя	1#	0,060 - 0,080
Medium Coarse	Средне Грубая	2#	0,080 - 0,100
Coarse	Грубая	3#	0,100 - 1,120

Примерный химический состав стальной ваты, предлагаемой производителями на Российском рынке представлен в табл. 2.

Таблица 2. **Химический состав стальной ваты** [1]

Fe Железо, %	C Углерод, %	Mn Марганец, %	Ni Никель, %	Sn Олово, %	N Азот, %
98	0.100	0.700	0.024	0.004	0.0091
Si Кремний, %	P Фосфор, %	S Сера, %	Cr Хром, %	Mo Молибден, %	Cu Медь, %
0.090	0.055	0.014	0.030	0.008	0.034

Интенсивность горения металлической ваты определяется не только химическим составом и толщиной волокон, но и степенью ее уплотненности.

Активность металла по отношению к кислороду воздуха можно понизить за счёт пассивации его поверхности. При этом на поверхности пирофорного материала образуется защитная пленка, снижающая химическую активность металла, препятствуя доступу кислорода к его поверхности и стабилизируя процесс тепловыделения. Известен способ пассивации металлических пироформных материалов (порошков) с помощью обработки их водными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ), например, растворами моющего средства [2].

Целью данного исследования является определение влияния объемной плотности стальной ваты на её способность к возгоранию и эффективному горению, а также изучению возможности пассивации поверхности данного материала путем обработки его различными растворами ПАВ.

Методы исследования

Для оценки влияния объемной плотности образцов стальной ваты на способность к возгоранию три навески материала были взвешены с точностью

до 0,01 г. Один образец был оставлен в качестве контрольного, второй был уплотнен путем многократного сжатия до состояния упругого комка, третий распушен до получения максимального по объему образца. Образцы поджигались с помощью газовой горелки, после прекращения визуальных признаков горения и остывания повторно взвешивались.

Для оценки влияния пассивации поверхности на воспламеняемость стальной ваты, навески тщательно пропитывались растворами ПАВ разного состава: мыло для рук, средство для мытья посуды, автошампунь. Затем высушивались в сушильном шкафу при температуре 90-95 °С в течение 1 часа и при комнатной температуре в течение 1 суток, затем повторно взвешивались. Образцы подвергались воздействию газовой горелки до момента прекращения визуальных признаков горения и повторно взвешивались после остывания.

Результаты исследования и выводы

Результаты эксперимента представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Результаты эксперимента**

Условия эксперимента	Визуальные наблюдения	Изменение массы образца после воздействия пламени (Δm), г
Контрольный образец	Возгорание с образованием искр, распространяющихся по поверхности и в объеме образца	0,04
Образец с высокой объемной плотностью	Возгорание с образованием «бегущих» по поверхности образца искр, переходящее в длительное тление внутри образца	0,06
Образец с низкой объемной плотностью	Очень быстрое возгорание с образованием искр по поверхности и всему объему материала	0,02
Образец обработанный жидким мылом для рук	При первом воздействии горелки наблюдается появление очень небольшого количества белесого дыма, искры на поверхности материала отсутствуют, происходит разогрев и длительное тление внутри объема образца	0,04
Образец, обработанный средством для мытья посуды	Образец не воспламеняется, искры отсутствуют, тление внутри объема появилось только после длительного воздействия пламени горелки	0,25
Образец, обработанный автошампунем	Появление большого количества белесого дыма, быстрый разогрев образца по всему объему с переходом в пламенное горение с последующим длительным тлением	0,04

Полученные путём визуального наблюдения данные свидетельствуют о высокой степени пожарной опасности стальной ваты при контакте с источником горения. Увеличение плотности материала приводит к переходу от поверхностного, быстро развивающегося процесса с формированием множества долгоживущих искр к гетерогенному горению (тлению) внутри образца. Максимальный прирост массы при максимальной плотности образца свидетельствует о более полном протекании процессов окисления за счёт более высокой температуры процесса по причине ограниченного теплоотвода и саморазогрева внутри образца.

Нанесение растворов ПАВ на поверхность металлических волокон практически исключает образование искр на поверхности образцов, однако в случае обработки средством для рук и автошампунем наблюдается эффективное развитие и поддержание тления внутри объема материала. При использовании автошампуня, в состав которого включён органический растворитель процесс тления переходит в пламенное горение с образованием большого количества белесого дыма. Наилучший результат по снижению пожароопасных свойств стальной ваты наблюдался при использовании средства для мытья посуды, эффективно препятствующего развитию искр на поверхности и тления внутри объема образца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стальная вата оптовая и розничная продажа. URL: https://stalnaya-vata.ru/ (дата обращения 10.02.2025).
2. Сухаренко, В.И. Способ пассивации пирофорных металлических порошков: патент RU2185262C2/ В.И. Сухаренко, Л.И. Борисов, К.Б. Жогов.

УДК 614.841.413:662.766

Л. П. Вогман, Д. В. Долгих, Е. Е. Простов, Е. Н. Простов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

АНАЛИЗ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ И УСЛОВИЙ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ГОРЕНИЯ И ДЕТОНАЦИИ АЦЕТИЛЕНА В ОБОРУДОВАНИИ

Выполнен анализ пожаровзрывоопасности ацетилена и способов предотвращения пожаров и взрывов в оборудовании. Безопасная работа с ацетиленом в оборудовании может быть обеспечена созданием защитных устройств, основными из которых являются

© Вогман Л. П., Долгих Д. В., Простов Е. Е., Простов Е. Н., 2025

огнепреградители; флегматизацией среды; выбором условий транспортировки горючего вещества в жидком и газообразном состоянии.

Ключевые слова: ацетилен; термическое разложение; огнепреградитель; флегматизация; пожарная безопасность.

L. P. Vogman, D. V. Dolgikh, E. E. Prostov, E. N. Prostov

ANALYSIS OF FIRE AND EXPLOSION HAZARD AND CONDITIONS FOR PREVENTING FLAME AND DETONATION OF ACETYLENE IN THE EQUIPMENT

The analysis of the fire and explosion hazard of acetylene and methods of preventing fires and explosions in equipment is carried out. Safe operation with acetylene in the equipment can be ensured by the creation of protective devices, the main of which are fire barriers; phlegmatization of the medium; choice of conditions for transporting combustible substances in liquid and gaseous state.

Keywords: acetylene; protective device; thermal decomposition; flame arrester; phlegmatization; fire safety.

Введение

В процессе развития химической отрасли народного хозяйства и в условиях, когда приходится решать вопросы экологической безопасности и импортозамещения, все чаще возникают проблемы, связанные с обеспечением пожарной безопасности объектов защиты, в которых обращаются «экзотические» вещества и материалы, проявляющие специфические свойства пирофорности и (или) склонные к химическому самовозгоранию и, как следствие, к взрыву.

Одним из таких веществ является ацетилен [1-5]. Его получают гидролизом карбида кальция или пиролизом углеводородного сырья – метана или пропана с бутаном [1,2]. В последнем случае ацетилен получают совместно с этиленом и примесями других углеводородов. Пиролиз углеводородного сырья существенно менее энергозатратен, так как для нагрева реактора используется сгорание того же рабочего газа во внешнем контуре, но в газовом потоке продуктов концентрация самого ацетилена низка. Выделение и концентрирование индивидуального ацетилена в таком случае представляет сложную задачу.

В последние годы научная общественность стала меньше уделять внимание этому горючему газу. Уместно отметить, что причиной пожара на одном из объектов торговли в г. Химки Московской области в конце 2022 г., послужили сварочные работы с применением ацетилена. В пожаре погиб один человек, ущерб исчисляется десятками миллиардов рублей.

В [6] достаточно подробно проанализированы частные вопросы, касающиеся детализации эффектов огнепреграждения в оборудовании, флегматизации ацетилена при его разложении и в окислительной среде,

влияния подвижности горючей среды на его пожаровзрывоопасность в оборудовании.

Цель настоящей работы заключается в рассмотрении пожаровзрывоопасных свойств ацетилена, их особенностей, которые проявляются в процессе эксплуатации оборудования, а также в анализе общих представлений об условиях предотвращения горения и детонации ацетилена в оборудовании.

1. Краткая характеристика особенностей пожаровзрывоопасных свойств ацетилена

Реакцию окисления ацетилена (этина), если она идет до конца, можно представить в следующем виде: $2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O$

Однако в реальности реакция протекает значительно сложнее в зависимости от условий (состав, начальное давление, источник зажигания и др.): в процессе реакции образуются также водород, оксид углерода и углерод (сажа). Именно благодаря углероду температура горения ацетилена очень высокая и реакция может проявляться как в режиме горения, так и виде детонации.

Ацетилен является горючим взрывоопасным газом [1-5]. В [4] концентрационные пределы распространения пламени в воздухе при дефлагационном горении определены в диапазоне 2,5–81 % (об.), концентрационные пределы детонации – 4,2–50 % (об.). Имеются данные, свидетельствующие о том, что чистый ацетилен может при атмосферном давлении также детонировать. С повышением концентрации ацетилена в воздухе в закрытом объеме растет и давление взрыва. Так, при концентрации ацетилена 2,71 % в воздухе давление взрыва по сравнению с дефлаграционным горением повышается в 4 раза, а при концентрации ацетилена 13,47 % - в 8,5 раза. При концентрации в смеси 30 % C_2H_2 и более давление ровнялось 12,5 10^2-13 10^2 кПа. Давление в детонационной волне, распространяющейся при атмосферном давлении, также высокое и, например, при концентрации ацетилена 16,7 % оно достигает 22 10^2 кПа.

При замене азота воздуха на аргон и гелий нормальная скорость горения ацетилена повышается, а при замене азота воздуха диоксидом углерода резко снижается и составляет 0,39-0,41 м/с для смесей, близких к стехиометрической с концентрацией ацетилена 9-11 % (об.). Температура горения ацетилена весьма высокая и достигает 2600°С для смесей с той же концентрацией ацетилена в воздухе. Максимальное давление взрыва также высокое, равное 1009 кПа. Минимальное взрывоопасное содержание кислорода (МВСК) при разбавлении диоксидом углерода – 9 % (об.), азотом – 6,5% (об.). Данные значения МВСК для ацетилена также существенно ниже, чем для других углеводородов. Критический диаметр ($d_{кр}$) для стехиометрической смеси при атмосферном давлении составляет 0,16 мм. По данным [1] $d_{кр}$ стехиометрической смеси ацетилена с воздухом равно 0,85 мм и наряду с водородно-воздушными

(0,89 мм) и сероуглерод-воздушными (0,75 мм) смесями является минимальным в широком кругу горючих паров и газов [5].

Теплота сгорания ацетилена чистотой 99 %, по данным Пайера [7], составляет 289,03 ккал/моль. Имеются и другие данные [1,2]: теплота сгорания C_2H_2 в кислороде ровна 89 ккал/моль, в воздухе 42,2 ккал/моль, при разложении 54,2 ккал/моль. При взрыве 1 кг ацетилена тепла выделяется в 2 раза больше, чем при взрыве 1 кг тротила.

2. Особенности разложения (распада в отсутствие кислорода воздуха или при пониженном его содержании) ацетилена

Химическая ненасыщенность эндотермических соединений обусловливает их высокую реакционную способность, возможность в режиме цепного распада полимеризации и образования опасных горючих газовых смесей с другими веществами, например, с кислородом [8]. Ацетилен способен полимеризоваться уже при 300 ^{0}С. По мере протекания реакции образуются более высокомолекулярные соединения, однако при этом выделяются также метан и этилен.

Горение ацетилена при разложении с выделением большого количества тепла (основными продуктами разложения ацетилена являются водород и твердый углерод (сажа) с массовой долей от 90 до 92 %), сопровождается интенсивным свечением, обусловленным излучением нагретых частиц сажи, и при определенных условиях со взрывом. Взрывной распад ацетилена с переходом в детонацию возможен при давлении более 65 кПа. При мощности источника 200 Дж в трубе скорость пламени достигает 36 м/с. Максимальная скорость детонации (>2000 м/с) отмечена при концентрации ацетилена 10-20 % в воздухе при атмосферном давлении. Преддетонационное расстояние (преддетонацонное расстояние - расстояние от места инициирования до места, где происходит переход от горения в детонацию) эквивалентно100 диаметрам трубы. Вместе с тем следует иметь в виду, что преддетонацонное расстояние сокращается при увеличении диаметра и давления в трубопроводе. Особую опасность представляют вторичные наружные взрывы, возникающие при срабатывании мембран и других подобных устройств.

При повышении давления (выше 196 кПа), а также в твердом и жидком состоянии ацетилен взрывается от удара и при резком нагревании. Он легко реагирует с солями серебра, меди и ртути, образуя нестойкие взрывчатые ацетилениды.

Характерной особенностью пламени распада ацетилена является его низкое значение нормальной скорости горения $u_{н.}$, и в режиме адиабатического горения она не превосходит ~ 0,15 м/с. Сочетание высоких температур горения с малой скоростью распространения пламени – еще одно отличие ацетилена от разложения других горючих углеводородных газов. Поэтому для взрывного распада ацетилена величина теплового эффекта реакции разложения C_2H_2 равна не полному эффекту разложения на углерод и водород, а только лишь части

его. Этот тепловой эффект составляет от 30 до 67 % полной теплоты разложения [4].

3. Пожаровзрывобезопасность при обращении ацетилена в технологическом оборудовании

Важной особенностью распада ацетилена является большая ширина фронта пламени. В то же время минимальная энергия зажигания E_{min} взрывчатой среды, какой является ацетилен при разложении, сильно зависит от ширины фронта пламени (E_{min} пропорциональна кубу ширины фронта пламени). Поэтому для распада ацетилена требуется большой заряд тепловой или электрической энергии. Чистый ацетилен является взрывчатым веществом, однако создание в нем очага горения потребует весьма значительного импульса.

Важная роль в обеспечении пожаровзрывобезопасности технологического оборудования с ацетиленом и, в частности, для обеспечения взрывонепроницаемости электрооборудования, принадлежит огнепреградителям. Постоянство предельного значения критерия Пекле [1-2, 4-6, 9], являющееся универсальной закономерностью гашения пламени, дает возможность количественного решения задачи о выборе огнепреградителей для взрывоопасной аппаратуры в различных технологических процессах.

При медленном горении наблюдается увеличение начального давления во всем объеме оборудования, максимальное давление P_{max} зависит от скорости распространения пламени, формы и размеров оборудования. Поэтому при распаде ацетилена в режиме дефлаграционного горения без перехода в детонацию начальные параметры работы огнепреградителя при повышении давления становятся неопределенными. В этом случае огнепреградитель должен быть рассчитан на его работу при повышенном начальном давлении. При нестационарном быстром горении и при детонации определяющим безопасность оборудования является его механическая прочность.

Остановимся на особенностях работы огнепреградителей [4,10]. Большое гидравлическое сопротивление является характерной особенностью щелевых огнепреградителей. Сгорание внутри оболочки, снабженной таким огнепреградителем, сопровождается ростом давления, а это, в свою очередь, приводит к уменьшению критического диаметра. К росту давления приводит также образующийся при разложении ацетилена углерод, забивающий щель огнепреградителя. В результате огнепреградитель, который должен задерживать распространение пламени, если бы сгорание было бы изобарическим, т.е. при постоянном давлении, становится неэффективным, поскольку происходит рост гидравлического сопротивления и, соответственно, давления в системе (величина $d_{кр}$ обратно пропорциональна давлению в огнепреградителе).

Для работы с быстрогорящими смесями используются огнепреградители с достаточно малым диаметром пламягасящих каналов, отличающихся в то же время высокой газопроницаемостью. Это гарантирует целостность оболочки и исключает снижение $d_{кр}$ в процессе сгорания смеси.

Среди материалов, пригодных для изготовления огнепреградитей, особое место занимают пористые металлические пластины и трубы из керамики, металлокерамики и металловолокна, а также стеклоткань. При изготовлении огнепреградителей из этих материалов обеспечивается любой размер пламягасящих каналов для гашения пламени наиболее взрывчатых смесей. Так, для ацетилен-воздушных смесей $d_{кр}$ равно 0,5-0,6 мм при нормальном давлении. В настоящее время для ориентировочных оценок рекомендованы $d_{кр}$ = 0,85 мм для ацетилен-воздушных смесей и 0,08 мм для ацетилен-кислородных смесей [4].

Большую опасность представляет компримирование ацетилена при заполнении им баллонов, в особенности при разветвленной сети коммуникаций и множестве заполняемых емкостей. В этой связи не исключены утечки ацетилена в атмосферу. При этом при воспламенении утечек может возникнуть местный разогрев газохода, который может привести и к воспламенению ацетилена в нем.

В помещениях, в которых осуществляется заправка баллонов, их хранение и эксплуатация, помимо особого внимания к герметичности аппаратуры, необходимо применение вентиляции в сочетании с непрерывным контролем за содержанием ацетилена, концентрация которого в атмосфере не должна превышать 10% от его НКПР.

Снижения взрывоопасности ацетилена в емкостях добиваются применением инертных наполнителей в виде насадок из негорючих материалов или флегматизацией среды. Растворы ацетилена в ацетоне, которым заполняют баллоны, представляют собой одну из важнейших для практического использования флегматизирующую смесь. Мольное содержание ацетилена в растворе при этом не превышает 57 % масс., и находящиеся в баллонах растворы, даже при максимальном давлении, не могут взрываться. Взрывобезопасность газовоздушных смесей ацетилена с воздухом может быть также обеспечена флегматизацией инертными газами. При определенном содержании флегматизатора взрывное горение становится невозможным для любого парциального давления ацетилена. Такое предельное содержание флегматизатора равно ~75 % для азота, ~ 57 % для диоксида углерода и ~ 50 % для пропана.

Нельзя не отметить еще одно обстоятельство, которое может усугублять пожаровзрывоопасность ацетилена. При производстве его методом термоокислительного пиролиза и электрокрекинга в качестве побочных продуктов образуются малоустойчивые высшие ацетилены, в частности, диацетилен (C_4H_2) и винилацетилен (C_4H_4). Их содержание в смесях с ацетиленом должно быть незначительным.

По трубопроводам ацетилен транспортируется, как правило, в чистом виде. По условиям безопасности транспортирование ацетилена должно осуществляться при низких начальных давлениях, в трубопроводах малого диаметра и с низким гидравлическим сопротивлением насадки огнепреградителя. Однако выполнение данных условий маловероятно по техническим и экономическим соображениям.

Гашение пламени в потоке, как правило, происходит легче, чем в неподвижной среде. Наиболее важным параметром является начальное давление ацетилена P_0. Из условий безопасности его следует выбирать минимальным. Однако распад ацетилена может происходить и при давлении, ниже атмосферного. Оптимальным принято считать давление в ацетиленопроводе от 1,3 до 1,35 МПа. При этом следует обратить внимание на перегибы, повороты и тупики в трубопроводе, которые могут быть повреждены или деформированы при взрыве.

Скорость движения ацетилена не должна быть более 10–15 м/с, так как возможно возникновение, накопление и разряд статического электричества, а также увеличение скорости движения пламени при воспламенении ацетилена и вынос потока продуктов распада из насадки.

Энергия зажигания ацетилена, движущегося в трубопроводе при повышении давления, снижается (при скорости потока 10 м/с и давлении 1,2 МПа она составляет 280 Дж, а при давлении 1,33 МПа – 125 Дж). Однако абсолютные значения минимальной энергии зажигания в условиях низких и высоких давлений остаются большими. Скорость потока ацетилена в трубопроводе следует устанавливать исключительно из характеристики гидравлического сопротивления в огнепреградителе и механической прочности оборудования. Вместе с тем следует помнить, что, ввиду возможности большого роста давления, даже в отсутствие детонации, механическая прочность не может гарантировать его сохранность. Таким образом, безопасность ацетиленопроводов следует обеспечивать, прежде всего, исключением возможности появления источников зажигания.

Выводы

Из анализа особенностей пожаровзрывоопасных свойств ацетилена и условий обеспечения безопасной работы оборудования можно сформулировать требования, которые следует учитывать при работе с ацетиленом:

- защитные устройства - огнепреградители должны обеспечивать защиту при распаде ацетилена в различных режимах: дефлаграции, при нестационарном быстром горении, детонации;

- защитные устройства должны обладать минимальным гидравлическим сопротивлением, размеры и масса огнепреградителя должны быть оптимальными, а конструкция простой и надежной при работе по прямому и обратному направлению;

- по условиям безопасности транспортирование ацетилена должно осуществляться при низких начальных давлениях, в трубопроводах малого диаметра и с низким гидравлическим сопротивлением насадки огнепреградителя. Безопасность ацетиленопроводов следует обеспечивать, прежде всего, исключением возможности появления источников зажигания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Б.А. Физика взрыва ацетилена. М: Химия, 1969,-180 с.
2. Миллер А.С. Ацетилен, его свойства, получение и применение. Л: Химия. Т.1, 1969,-680 с.
3. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в двух частях М: Ассоциация «Пожнаука», 2000 г
4. Розловский А.И. Научные основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами. Издательство «Химия». 1972,-365 с.
5. Баратов А.Н. Горение- пожар- взрыв- безопасность. М: ВНИИПО МЧС России, 2003, -363 с.
6. Вогман Л.П., Ильичев А.В., Долгих Д.В., Аверкина Н.Б. Основы предотвращения горения и детонации ацетилена в оборудовании // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2024. № 4 (22). С. 13–21. DOI 10.37657/vniipo.avpb.2024.30.67.002. EDN FLQFOX.
7. Льюис Б., Эльбе Г. Пламя, горение и взрывы в гадах. М: Изд. «Мир», 1968,- 592 с.
8. Азатян В.В. Цепные реакции горения, взрыва и детонации. Химические методы управления. М: Объединенный институт высоких температур РАН, Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН. 2020,-360 с.
9. Зельдович Я.Б. // Журнал экспериментальной теплофизики,11,1941, С.159
10. Заказнов В.Ф., Стрижевский И.И. // Химическая промышленность. № 4, 1965,-С.285.

УДК 546.1711:006.5:621.1/7

Л. П. Вогман, Д. В. Долгих, Е. Е. Простов, Е. Н. Простов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИДКОГО АММИАКА

В работе рассмотрены условия хранения и транспортирования жидкого аммиака в промышленных масштабах, представлены мероприятия по ограничению и ликвидации проливов жидкого аммиака, локализации аварий и тушению пожаров при выбросах под давлением и проливов.

Ключевые слова: аммиак; хранение; транспортирование; предотвращение проливов; тушение.

© Вогман Л. П., Долгих Д. В., Простов Е. Е., Простов Е. Н., 2025

L. P. Vogman, D. V. Dolgikh, E. E. Prostov, E. N. Prostov

FIRE SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF STORAGE AND TRANSPORTATION OF LIQUID AMMONIA

The paper considers the conditions of storage and transportation of liquid ammonia on an industrial scale, presents measures to limit and eliminate liquid ammonia spills, localize accidents and extinguish fires during pressure releases and spills.

Keywords: ammonia; storage; transportation; spill prevention; extinguishing.

Введение

В настоящее время во многих странах мира активно ведутся работы по развитию безуглеродной энергетики по замене углеводородных топлив на водород, что связано с необходимостью снижения антропогенного воздействия на климат.

В качестве наиболее эффективных и водородоемких носителей водорода рассматривается аммиак. Из него водород получают посредством химических реакций. Так, при нормальной температуре аммиак сжижается при давлении 1,0 МПа. Его можно транспортировать по трубам, железнодорожным, автомобильным, водным транспортом и хранить в жидком виде [1, 2]. Водород из аммиака получают посредством его каталитического разложения при температуре 526-627 К и атмосферном давлении [2].

Анализ приведенных в [3,4] сведений о физико-химических и пожаровзрывоопасных свойствах аммиака свидетельствует о том, что к особенностям его можно отнести весьма высокие значения минимальной энергии зажигания, МЭЗ, равной 680 мДж (для сравнения: МЭЗ водорода в воздухе составляет 0,02 мДж, метана в воздухе 0,3 мДж) и нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР), равного 15,7 % (об.) [5]. К особенностям аммиака следует отнести сравнительно низкие значения нормальной скорости распространения пламени (0,23 $м \cdot с^{-1}$ при температуре 150 ^{0}С [3], а по данным [1] 0,07 $м \cdot с^{-1}$) и теплоты сгорания (теплота сгорания в несколько раз ниже, чем при сгорании природного газа). Энергии превращения аммиака также низкая. Для аммиака, например, тротиловый эквивалент составляет 4,1 [4]. Благодаря этим обстоятельствам при сгорании аммиачно-воздушного облака в открытом пространстве ударные волны не образуются. Это позволяет наружные установки, в которых обращается аммиак, не относить к взрывоопасным и, следовательно, категория по взрывопожарной и пожарной опасности таких наружных установок в соответствии с [6] ниже АН. Вместе с тем, в замкнутом пространстве горение аммиака [5] протекает интенсивнее, происходит быстрое, но плавное нарастание давления продуктов горения, которое в свою очередь может производить работу, например, работу перемещения [4].

В работе [7] рассмотрен пример аварии емкости (30 т) со сжиженным аммиаком, расположенной в местности с ровным ландшафтом. На основании расчета определены поле концентрации и токсидоза на этапе аварии, связанной с испарением пролитого аммиака. По значению смертельной токсидозы для аммиака, равной 150 мг мин/л, получена величина протяженности зоны смертельного поражения, равная 180 м, а по значению пороговой токсидозы 15 мг мин / л - величина протяженности зоны порогового поражения, которая составила 740 м.

Цель работы заключается в рассмотрении промышленных средств и способов хранения и транспортировки жидкого аммиака, мероприятий локализации крупных аварий, тушения пожаров, вызванных выбросами паров аммиака, и его проливов в виде криогенной жидкости.

1. Хранение аммиака

Чаще всего жидкий аммиак хранят под избыточным давлением 0,002–0,008 МПа в вертикальных резервуарах с теплоизоляцией при температуре около минус 33 °С. Для поддержания заданного рабочего давления аммиак, испарившийся под действием притока тепла, отводят потребителям или конденсируют и возвращают в резервуар. При этом используют вертикальные цилиндрические резервуары вместимостью от 10 (одностенные и двухстенные) до 30 (одностенные) тысяч тонн с коэффициентом заполнения не более 0,93.

Факельная установка газообразного аммиака обеспечивает стабильное сжигание его сбросов, а также безопасную плотность теплового потока и предотвращение попадания воздуха внутрь факела через верхний срез факельного ствола. Горючая смесь воспламеняется запальным устройством, а также дежурными горелками с запальниками, которые располагают на факельном оголовке.

При хранении аммиака особое внимание следует уделить ситуациям, которые могут привести к авариям резервуаров с этим продуктом. Изменение температуры воздуха и атмосферного давления влияет на интенсивность испарения жидкого аммиака.

При температуре воздуха ниже минус 34 °С для поддержания избыточного давления в изотермическом резервуаре 0,0015-0,002 МПа (150-200 мм вод. ст.) могут потребоваться дополнительные затраты тепла во избежание образования вакуума. При откачке жидкого аммиака давление газообразного продукта не должно быть ниже предельного давления, установленного технологическим регламентом. Продукт из опорожняемого резервуара с температурой минус 33 °С перекачивают в рабочий резервуар. При этом его можно подогревать в подогревателе до 10 °С и подавать его для раздачи в другие емкости.

2.Транспортирование аммиака

Магистральные аммиакопроводы до 355 мм диаметром прокладывают под землей на глубине 1,4 м до верха трубы и 0,5-1,4 м на переходах через водные препятствия. Для подводных и мостовых переходов используют

конструкцию «труба в трубе», в которой наружный трубопровод (кожух) выполняет функции резервной оболочки, препятствующей утечке аммиака в окружающую среду при ее повреждении. В межтрубных участках установлены газоанализаторы для определения содержания аммиака. При его обнаружении сигнал подается на пульт управления. Наружные поверхности рабочего трубопровода и кожуха покрывают изоляционным материалом. Для предотвращения коррозии внутренней поверхности кожуха межтрубное пространство заполняют инертным газом (азотом).

Для устранения небольших утечек на образовавшееся отверстие в трубопроводе устанавливают манжету без отключения газопровода.

При больших утечках аммиака место утечки изолируют закрытием клапанов секционирования и отключают насосные станции, расположенные выше аварийного участка. Одновременно осуществляются меры по локализации проливов водо-пенными составами, а газо-воздушных облаков – струями распыленной воды.

При транспортировке жидкого аммиака *железнодорожным транспортом* используют горизонтально расположенные цилиндрические цистерны с эллиптическими днищами вместимостью до ~ 40 т, наружная поверхность которых окрашена в светло-серый цвет, а днища - в зеленый цвет с окаймляющей полосой по кругу белого цвета.

В случае разгерметизации цистерны при механическом повреждении или при пожаре происходит быстрое испарение жидкого аммиака и снижение давления в ней. При обнаружении любых видов повреждения цистерны (трещины в сварных швах, сквозные повреждения обечайки, днищ, других элементов, работающих под давлением) принимаются меры по ограничению проливов и испарения жидкого аммиака, как и в случае больших утечек на газопроводах. Распылять воду для предотвращения взрыва следует вдали от цистерны и места аварии, чтобы не допустить контакта воды с охлаждающейся цистерной во избежание бурного испарения аммиака.

После окончания слива аммиака из железнодорожной цистерны останавливают компрессор и сбрасывают давление газообразного аммиака (из цистерны до 0,05 МПа, из коммуникаций полностью). В случае разгерметизации оборудования в пути следования транспортное средство должно быть выведено в сторону от дороги по направлению ветра и приняты меры по устранению утечки газа. Проливы аммиака разбавляют водой.

Для транспортировки аммиака *морским или речным транспортом* используют танкеры со сферическими, цилиндрическими и призматическими емкостями, покрытые теплоизоляционным слоем толщиной ~100 мм для снижения теплопритока грузоподъемностью от 1000 до 100 000 м^3. Емкости под аммиак должны быть рассчитаны на низкие температуры или высокое давление. В танкере-рефрижераторе температура должна быть не выше минус 43 ^{0}С.

При появлении дыма, при пожаре обеспечивается перекрытие трубопроводов подачи паров и жидкости, осуществляется непрерывный контроль за появлением аммиака в атмосфере корабля и в береговой зоне. Система КИПиА работает в дистанционном режиме управления и позволяет полностью блокировать оборудование в случае аварии или пожара.

3. Локализация выбросов под давлением и проливов из оборудования аммиака, ликвидация аварийных ситуаций и пожаров

При выбросе аммиака из оборудования под давлением образующаяся смесь продукта с воздухом может изменяться по плотности от образования газо-воздушных облаков ниже плотности воздуха до плавучести и превышения плотности воздуха в зависимости от условий выброса: давление и температура в оборудовании; размеры отверстия, через которое поступает аммиак в окружающее пространство; расположение отверстия в оборудовании (газовая или жидкая фаза). Доля первоначально испарившегося при проливе холодного жидкого аммиака примерно в 100 раз меньше, чем в случае его выброса под давлением, и обычно составляет 0,2–0,3 % общего пролива.

При утечке жидкого аммиака образуются проливы, с поверхности которых продукт испаряется благодаря градиенту температур, когда он высок, особенно бурно в первые моменты после пролива. На испарение расходуется тепло верхнего слоя почвы (подстилающей поверхности) и окружающего воздуха, причем в большей степени в начальный период это зависит от природы подстилающей поверхности. Например, по расчетам [8] удельная скорость первоначального режима испарения (кг/м^2 с) при разливе в бассейне размерами 91,5 × 91,5 м 15 000 тонн аммиака (скорость ветра 1,8 м/с, температура поверхности почвы 21 °С) для материала бута в 25 раз больше, чем для песка и в 11 раз больше, чем для средней почвы.

В результате охлаждения подстилающей поверхности ее теплопроводность снижается, и верхний слой выполняет роль теплоизолирующей прослойки, препятствующей подводу тепла от глубинных слоев грунта. Определяющим фактором становится тепло атмосферного воздуха. Изменение температуры жидкого аммиака в результате замедляется и постепенно наступает режим стационарного испарения. При этом подводимое извне количество тепла равно количеству тепла, поглощаемому при испарении пролива аммиака [8, 9]. Образующееся облако может приобретать различные формы: от летучести смесей продукта с воздухом (при атмосферном давлении и температуре кипения плотность паров аммиака 0,9 кг/м^3, а воздуха 1,2 кг/м^3) до смесей, которые плотнее воздуха. Это обусловлено содержанием капель NH_3 в смеси с влажным или сухим воздухом. При содержании капель в смеси с сухим воздухом ~ 4–8 % (масс.) смесь будет плавучей. Выше этой массы смесь становится плотнее воздуха, теряет плавучесть и начинает стелиться над подстилающей поверхностью. Для влажного воздуха предельное значение капель аммиака при переходе от плавучести облака к его резкому снижению равно ~ 16–20 % (масс.) [9].

Локализация и ликвидация проливов аммиака может быть достигнута благодаря применению следующих способов: ускорению испарения воздушными струями; уменьшению поверхности испарения аммиака с использованием приямков, поддонов, сливов в аварийные емкости; растворению в воде, применением водяных завес; нанесением водо-пенных составов для полярных жидкостей, устойчивых к разрушению.

При небольших (до 1000 кг) проливах жидкого аммиака его растворяют в воде в 20–100 раз (в зависимости от размеров и количества пролива), например, распыленной водой, орошая всю поверхность пролива.

При выбросах газовых облаков или испарении больших проливов главным способом предотвращения пожаров и достижения больших концентраций аммиака в воздухе также является применение водяных завес, создаваемых стационарными и передвижными установками. Весьма эффективным способом предотвращения и тушения пожаров при больших проливах аммиака является также применение устойчивых к разрушению водо-пенных составов, предназначенных для тушения полярных жидкостей со свойствами электролита высокой концентрации.

Выводы

Анализ выполненных исследований показывает, что локализация и ликвидация проливов аммиака может быть достигнута благодаря применению следующих способов: ускорению испарения воздушными струями; уменьшению поверхности испарения аммиака с использованием приямков, поддонов, сливов в аварийные емкости; растворению в воде, применением водяных завес; нанесением водо-пенных составов для полярных жидкостей, устойчивых к разрушению.

При выбросах газовых облаков или испарении больших проливов главным способом предотвращения пожаров и достижения больших концентраций аммиака в воздухе также является применение водяных завес, создаваемых стационарными и передвижными установками. Весьма эффективным способом предотвращения и тушения пожаров при больших проливах аммиака является также применение устойчивых к разрушению водо-пенных составов, предназначенных для тушения полярных жидкостей со свойствами электролита высокой концентрации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Ю.А., Стрижевский И.И. Хранение и транспортировка жидкого аммиака. М: Химия. 1991,-71 с.

2. Алексеева О.К., Козлов С.И., Фатеев В.Н. Транспортировка водорода // Транспорт на альтернативном топливе № 3 (21) 2011 г, С.18-24

3. Вогман Л.П. Особенности физико-химических и пожаровзрывоопасных свойств аммиака и пожарная опасность объектов защиты, в которых он используется // М: Холодильная техника, №3, 2020, С.48-54.

4. Вогман Л.П. Пожаровзрывоопасность при разгерметизации оборудования с аммиаком // Безопасность труда в промышленности. №10. 2021,- С.27-33

5. Баратов А.Н. Горение-пожар-взрыв-безопасность. М: ВНИИПО МЧС России. 2003, - 363 с

6. СП 12.13130.2009. Определение помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

7. Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах. Гостехнадзор России. ГУП «НТЦ по безопасности в промышленности». Сборник документов. Серия 27. Декларирование промышленной безопасности и оценка риска. Выпуск 2. 2001,-219 с.

8. Resplandy A.// Chimie Industrie – Genie Chimique.1969. V.102, №6, pp. 691-702.

9. Burges e.a.//15-th Symposium International Combustion. Tokio.1974. P. 283.

УДК 614.84.664

Л. П. Вогман, Г. Т. Земский, Д. В. Долгих, Е. Е. Простов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА И ХРАНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Выполнен анализ пожарной опасности технологического процесса производства растительных масел, который обусловлен обращением в нем легковоспламеняющихся, горючих твердых и жидких веществ и материалов. В качестве средств тушения проливов масел органического происхождения могут быть использованы огнетушащие пены, порошки.

Ключевые слова: растительные масла; пожарная опасность; тушение.

L. P. Vogman, G. T. Zemsky, D. V. Dolgikh, E. E. Prostov

FIRE AND EXPLOSION SAFETY IN PRODUCTION AND STORAGE OF VEGETABLE OILS

An analysis of the fire hazard of the technological process of vegetable oil production, which is caused by the handling of flammable, combustible solid and liquid substances and materials in it, has been performed. Extinguishing foams and powders can be used as extinguishing agents for oil spills of organic origin.

Keywords: vegetable oils; fire hazard; extinguishing.

Введение

Растительные масла применяются в различных отраслях промышленности: пищевой, лакокрасочной, мыловаренной, фармацевтической,

© Вогман Л. П., Земский Г. Т., Долгих Д. В., Простов Е. Е., 2025

кожевенной. Продукты переработки растительных масел применяются в производстве альтернативных топлив для дизельных двигателей.

Растительные масла можно получать из семян практически любых растений, но наибольшее применение получили около 100 семян растений, у которых накапливается более 50–70 % масла от сухой массы семян. В России пищевые масла получают из семян подсолнечника, сои, рапса, кукурузы, горчицы, хлопка, а технические из семян клещевины, льна, рыжика, конопли, тунга.

1 Пожарная опасность технологического процесса производства и хранения масел органического происхождения и ингредиентов, участвующих в технологическом процессе

Принципиальная технологическая схема производства растительных масел показана на рис. 1.

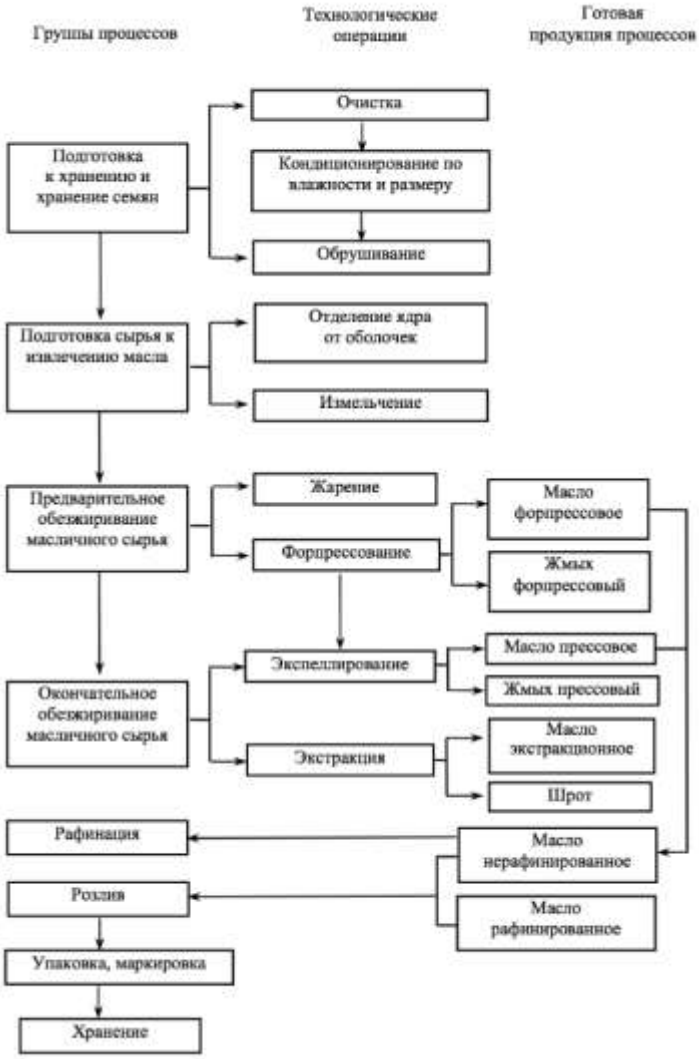


Рис. 1. Технологическая схема производства растительного масла

Как следует из рис. 1 пожаровзрывоопасность производства растительных масел обусловлена применением легковоспламеняющихся (ЛВЖ), горючих твердых и жидких веществ материалов. В нем обращаются следующие исходные вещества, полупродукты, вспомогательные материалы: семена, мятка, жмых, шрот, мицеллы, растворители.

Основными технологическими операциями в производстве масел являются экстрагирование и отжим. Наиболее пожароопасными операциями является экстрагирование, которая состоит в смешивании мятки (ошелушенных и размятых семенных ядер) с растворителем, и отгонка растворителя из образовавшейся мицеллы. Операции осуществляются при повышенных температурах и при строгой изоляции от воздуха.

Таблица 1. **Пожароопасные свойства семян растительного сырья, участвующих в технологическом процессе производства растительных масел**

Наименование материала	Свойства материала
Семена кукурузы dср = 1,45мм	$T_{св}$ = 530°С, НКПР = 500г/м^3, $P_{мах}$ = 400 кПа
Семена сои dср = 125мкм	$T_{св}$ = 460 °С, $P_{мах}$ = 810 кПа
Семена хлопка dср = 245мкм	$T_{св}$ = 480 °С, $P_{мах}$ = 770 кПа
Кукуруза дроблёная 0 – 100мкм	Q =17,5 МДж/кг.
Ядра семян подсолнечника	Q = 24,5 МДж/кг
Лузга подсолнечника	Q = 15,4 МДж/кг
Лузга овсяная	Q =17 – 20 МДж/кг, $T_{св}$= 666°С. Пыль взрывоопасна, НКПР = 22г/м^3
Лузга рисовая	Q =13,3 МДж/кг
Шрот подсолнечный	Q =12,5 – 18,4 МДж/кг; $T_{св}$ = 775°С; Пыль взрывоопасна, НКПР = 7г/м^3
Шрот соевый, влажность 6,25 %;	Q =11,0 – 18,9 МДж/кг. Пыль взрывоопасна, НКПР = 175г/м^3
Шрот соевый dср = 1,2 мм	$T_{св}$ = 440 °С. НКПР = 200 г/м^3.
Шрот рапсовый	Q = 10 ,4 МДж/кг
Шрот хлопковый	Q =17,6 МДж/кг
Шрот кокосовый, влажность 6,9 %;	Q = 9 – 12 МДж/кг; Влажность 6,9%; Тсв = 750°С, пыль взрывоопасна, НКПР =17г/м^3.
Шрот кукурузный	Q=15 – 18 МДж/кг, $T_{св}$ = 580°С, $T_{тл}$ = 480°С, взрывобезопасен.
Шрот кукурузный dср = 320 мкм	$T_{св}$ = 460 °С, НКПР = 250 г/м^3, $P_{мах}$=810 кПа.
Шрот кукурузный dср = 290 мкм	$T_{св}$ = 420 °С, НКПР = 250 г/м^3, $P_{мах}$ =850 кПа.
Шрот льняной влажностью 7,5 %,	Q = 10 – 13 МДж/кг, $T_{св}$ = 750°С. НКПР =25 г/м^3

Наименование материала	**Свойства материала**
Жмых подсолнечный влажностью 5,9 %	Q = 12,3 МДж/кг, $T_{св}$ = 725°С, пыль взрывоопасна, НКПР-23г/м^3
Жмых льняной влажностю 8,8 %,	$Q_{сг}$ = 13,7 МДж/кг, $T_{св}$ = 825°С, пыль взрывоопасна, НКПР-23г/м^3.
Жмых кукурузный	$Q_{сг}$ = 6,4 МДж/кг

Примечания: 1.Q – теплота сгорания; $T_{тл}$ – температура тления; НКПР - нижний концентрационный предел распространения пламени.

2.Теплоты сгорания Q шротов и жмыхов приведены без учёта возможных примесей масла и растворителя.

В табл. 1, 2 представлены характеристики пожарной опасности основных ингредиентов горючих веществ и материалов, участвующих в технологическом процессе производства масел органического происхождения.

В табл. 1 представлены показатели пожарной опасности семян растительного сырья и продуктов их переработки [1, 2].

Как видно из табл. 1, теплота сгорания ядер и лузги подсолнечника в сумме имеет высокое значение.

В табл. 2 представлены физико-химические и пожароопасные свойства растительных масел.

Таблица 2. **Физико-химические и пожароопасные показатели растительных масел**

Наименование масел	Плотность, ρ, кг/м^3 при 20°С	Теплота сгорания Q, МДж/кг	Температура Самовоспламенения, $T_{св}$, °С	Температура вспышки, $T_{в}$, °С	Йодное число*	Температура плавления, $T_{пл}$, °С
Арахисовое	911–926	38–40	412	225; 234 [2]	90–100	
Горчичное	918	37,6	396	296	100–110	
Какао		39–40	462	248		32–35
Кокосовое	910	37,6		216 (з.т.), 282 (о.т.)		22
Конопляное	922–932	37–38	410	119–140	140–150	
Кукурузное	920	37–38	393	254	110–130	-10
Кунжутное	916	40–43	410	236	86	
Льняное	930	32,4	438	140–300	150–180	-19
Миндальное		35–38	205	64		
Оливковое	910	38,9	380	244	131	-6
Пальмовое	920	38,9	316	216		26,6–43,4

Наименование масел	Плотность, ρ, кг/м^3 при 20°C	Теплота сгорания Q, МДж/кг	Температура Самовоспламенения, $T_{св}$, ^{o}C	Температура вспышки, $T_в$, ^{o}C	Йодное число*	Температура плавления, $T_{пл}$, ^{o}C
Подсолнечное	920 - 927	38,9	370	204–229	120–140	-19
Рапсовое		38,9			90–110	
Соевое	920	38,9	461	120–240	120–130	22
Хлопковое	921	38,9	343–380	207–240	100–110	

Примечание: йодное числа выражается количеством граммов йода, способного связываться со 100 граммами жира, оно указывает на склонность масел к самовозгоранию.

Из рассмотрения свойств растительных масел (табл. 2) следует:

- плотность масел лежит в пределах 910–930 кг/м^3, что меньше плотности воды;

- удельная низшая теплота сгорания находится в диапазоне 38–40 МДж/кг, при этом минимальное значение 32,4 МДж/кг имеет льняное масло, а наибольшее значение 40–43 МДж/кг принадлежит кунжутному маслу;

- температура самовоспламенения масел находится в диапазоне 340–410 ^{o}C, при этом наибольшими значениями характеризуются масла какао, соевое и льняное (462 ^{o}C, 461 ^{o}C и 438 ^{o}C, соответственно);

- температура вспышки паров масел превышает 61 ^{o}C, что позволяет относить масла к разряду горючих жидкостей;

- величина йодного числа. Практически можно считать, что опасными в пожарном отношении по склонности к самовозгоранию являются масла с йодным числом выше 100. Таким образом почти все растительные масла склонны к самовозгоранию и особенно при попадании на волокнистые, пористые и сыпучие вещества и материалы с большой удельной поверхностью. Многие из них приобретают исключительно высокую способность к окислению кислородом воздуха даже без нагревания;

- температура плавления масел указывает на агрегатное состояние продукта. Наиболее часто используемые в домашних условиях масла (подсолнечное, кукурузное, оливковое, хлопковое, льняное) имеют отрицательные температуры плавления и только некоторые (соевое, пальмовое, кокосовое) при охлаждении превращаются в твёрдое состояние.

Как отмечалось выше, основными технологическими и наиболее пожароопасными операциями в производстве масел являются экстрагирование и отжим. Большинство экстрагентов горючие легковоспламеняющиеся жидкости, пары которых с воздухом образуют взрывоопасные смеси.

В некоторых технологических операциях экстрагенты находятся в нагретом до кипения состоянии, поэтому при определении категории помещений по взрывопожарной опасности следует учитывать, что при

аварийном проливе кипящей жидкости она будет интенсивно испаряться и одновременно охлаждаться до температуры окружающего воздуха. Дальнейшее испарение будет происходить при постоянной температуре.

При разгерметизации сосудов с растворителем необходимо предусматривать сливные резервуары, расположение и устройство которых следует принимать аналогично [3]. Так, для технологического оборудования, содержащего растворитель и мицеллу, предусматривается система аварийного освобождения.

Семена подсолнечника надежно сохраняются только при влажности менее 7 % и температуре не выше 10 °С. При влажности 8 % и температуре 20 °С они могут храниться 1,5 месяца, при 10 °С – 4,5 месяца, при 1 °С – более 6 месяцев [13].

При сушке семян возможно самовозгорание. Во избежание этого температура семян не должна превышать 55 °С.

При самонагревании подсолнечника различают 4 стадии:

- температура семян повышается от 15 до 25 °С – цвет, запах и сыпучесть семян не меняются.

- температура повышается до 40 °С в результате дыхания семян и бурного развития микрофлоры – семена становятся дефектными, покрываются плесенью, имеют затхлый запах, горький вкус, теряет блеск, растет их кислотность, снижается всхожесть, теряется сыпучесть, и насыпь уплотняется.

- температура повышается от 40 до 55 °С – развиваются термофильные бактерии, усиливаются горький вкус и затхлый запах, оболочки темнеют, ядро желтеет, всхожесть довольно низкая, кислотность возрастает до 15–16 мг КОН на 1 г жира.

- температура повышается до 55 °С и более в результате активной деятельности термофильных бактерий и в результате развивающихся процессов кислотность возрастает до 30–35 мг КОН на 1 г жира, дефектность семян составляет 100 процентов.

При производстве и хранении растительных масел необходимо руководствоваться Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности в производстве растительных масел методом прессования и экстракции» (приказ Ростехнадзора от 08.11.2018 г. № 538).

2. Нормативные требования пожарной безопасности при хранении и производстве растительных масел

При производстве и хранении растительного сырья, применяемого для получения растительных масел, следует руководствоваться «Федеральными нормами и правилами «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» (Приказ Ростехнадзора № 331, 2020 г.). Хранение семян растительного сырья осуществляется, как правило, в складах напольного типа как насыпью (слоем

до 5 м, а с пониженной стойкостью до 1–2,5 м), так и штабелями в уложенных друг на друга мешках высотой до 10 штук. В силосах элеваторов и силосных складах допускается лишь временное размещение семян растительного сырья влажностью не более 8 %, а также в силосах в складах силосного типа, оборудованных устройствами автоматизированного дистанционного контроля температуры, при условии разработки комплекса организационно-технических мер по обеспечению безопасности эксплуатации таких объектов.

В соответствии с ГОСТ 22391-2015 «Подсолнечник. Технические условия» в складах напольного типа семян подсолнечника должны быть предусмотрены системы вентиляции и пожаротушения. При этом в складах должны соблюдаться условия хранения: температура не выше 25 ^{0}С, влажность среды не выше 60 %. В зданиях напольного хранения зерна подсолнечника в соответствии с п. 10 таблицы 1 СП 486.1311500.2020. «Системы противопожарной защиты, Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащие защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности» должна быть предусмотрена система пожарной сигнализации (независимо от площади и этажности).

В производственных помещениях, на открытых наружных установках должны предусматриваться средства автоматического газового анализа с сигнализацией предельно допустимой величины концентрации взрывоопасной парогазовой фазы - не более 20 % от НКПР. Технологическое оборудование, в котором возможно образование взрывоопасных смесей, обеспечивается системами подачи флегматизатора (азота).

Помещениях цеха экстракции, отгонки растворителя из шрота, дистилляции, насосных для перекачки растворителя должны быть оснащены газосигнализаторами довзрывных концентраций горючих газов с сигнализацией превышения 10 % уровня от НКПР. Места расположения датчиков сигнализаторов определяются в проектной документации объектов производства масел в зависимости от объемно-планировочных решений и компоновки оборудования, а также мест возможной разгерметизации оборудования.

Экстракционная установка должна оборудоваться устройствами непрерывного контроля, регистрации, сигнализации и блокировками, обеспечивающими остановку цеха при повышении концентрации паров растворителя в воздушной среде цеха до 50 % от НКПР.

Наиболее эффективными средствами тушения пожаров при проливах растительных масел являются пены, порошки общего назначения, а при выбросах под давлением масел из оборудования или утечек растворителей (экстрагентов) – объемное тушение инертными газами (азот, диоксид углерода. В [8] приводятся рекомендации по нормам расхода огнетушащих составов: воздушно-механическая пена средней кратности 0,08 л/м^2 с при времени тушения 30-60 мин; порошки общего назначения на основе бикарбоната калия

и натрия 1,5 кг/м^3; при объемном способе тушения диоксидом углерода 0,7 кг/м^3 при времени подачи газа 2 мин.

3. Выводы

Пожарная опасность технологического процесса производства растительных масел обусловлена обращением в нем легковоспламеняющихся, горючих твердых и жидких веществ, пары которых с воздухом образуют взрывоопасные смеси. Следует отметить, что высокую пожарную опасность представляют жидкие аэрозоли масел при выбросе их из технологического оборудования под давлением и при повышенных температурах. При возникновении очага горения в них происходит (по аналогии с газовыми горючими смесями) последовательное выгорание, создающее взрывную нагрузку. Это явление является мало исследованным и ему следует уделить в дальнейшем внимание, особенно в части определения доли участия во взрыве паро-аэрозольной смеси при определении категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения Справ. изд. в 2 книгах; кн. под редакцией Баратова А.Н., Корольченко А.Я. -М. Химия, 1990.

2. Земский Г.Т. Огнеопасные свойства неорганических и органических материалов. Справочник. М., 2016, -971 с.

3. Земский и др. Пожарная безопасность теплоносителей для теплогенераторов //Актуальные вопросы пожарной безопасности, 2021, №3, С. 11 – 21.

4. Акаева Т.К., Петрова С.Н. Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Иваново, 2007, – 124 с.

УДК 681.5

О. Н. Вознюк, С. С. Косицкий, М. А. Заболотских

Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения ВС РФ) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

© Вознюк О. Н., Косицкий С. С., Заболотских М. А., 2025

В статье рассматриваются основные принципиальные подходы, которые позволят проводить мониторинг, прогнозировать и предотвращать риск возникновения аварий и оптимизировать процесс эксплуатации за счёт использования комплексных интеллектуальных систем безопасности

Ключевые слова: комплексные системы безопасности; пожарные системы; автоматизация производства; искусственный интеллект.

O. N. Voznuk, S. S. Kositskiy, M. A. Zabolotskih

TECHNICAL MEANS OF ENSURING THE RELIABILITY AND SAFETY OF PROTECTION FACILITIES

The article discusses the main fundamental approaches that will allow monitoring, predicting and preventing the risk of accidents and optimizing the operation process through the use of integrated intelligent safety systems.

Keywords: fire safety; integrated security systems; fire fighting systems; automated production; artificial intelligence.

Современные требования к обеспечению безопасности промышленных объектов различного предназначения все чаще не ограничиваются классическими системами охранно-пожарной сигнализации. Для снижения рисков и обеспечения безопасности инженерных объектов используются комплексные системы безопасности.

К типичным элементам комплексных систем безопасности относят системы видеонаблюдения. Они позволяют обеспечивать контроль территории объекта, производить фото-, видеофиксацию происходящих событий и идентифицировать нарушителей. Охранные сигнализации срабатывают при несанкционированном проникновении, уведомляют о доступе без разрешения и способны ограничивать вход в определенные зоны. Системы управления доступом регулируют вход сотрудников и посетителей, а также контролируют их перемещение по территории. Пожарные системы распознают очаги возгорания, уведомляют о пожаре, запускают систему тушения и способствуют эвакуации людей. Системы контроля доступа ограничивают доступ к критически важным зонам, защищая конфиденциальную информацию, ценные материалы и оборудование. Системы оповещения информируют персонал и население о возможных угрозах или опасностях, что, в свою очередь, позволяет быстро принимать меры для предотвращения или уменьшения ущерба. Системы аварийной сигнализации мониторят состояние инженерных систем и оборудования, уведомляют о возникновении аварийных ситуаций и позволяет оперативно реагировать на них [1-4].

Нарушения в функционировании инфраструктуры объекта защиты могут быть вызваны не только природными катастрофами, но и ухудшением технического состояния объектов. Анализ статистики показывает, что многие

аварии происходят из-за недостаточно эффективных стратегий технического обслуживания.

Такие системы безопасности требуют качественного и постоянного технического обслуживания для поддержания нормального функционирующего состояния. Регулярное техническое обслуживание играет ключевую роль в предотвращение аварий, благодаря своевременному обнаружению и исправлению неисправностей, износа и дефектов оборудования. Оно также помогает минимизировать риски при проведении профилактических работ, что способствует предотвращению аварийных ситуаций. Своевременные проверки работоспособности систем безопасности, как в целом, так и её отдельных компонентов, обеспечивают её готовность к оперативной работе. За счет повышения надежности и увеличивается ресурс оборудования и продлевается его срок службы [5].

Важными задачами при проектировании оборудования, с акцентом на его надежность являются:

- применение современных средств контроля и диагностики состояния устройств; автоматизация производства;
- обеспечение требований инновационных методов организации эксплуатации электрооборудования;
- gроведение статистического контроля, который позволяет корректировать технические условия и методики испытаний;
- применение новых высококачественных материалов и надежных комплектующих изделий ведущих производителей.

Совершенствование оборудования становится особенно значимым по нескольким ключевым направлениям: управление системами безопасности на основе искусственного интеллекта, эффективное распределение энергии и улучшение систем коммутации [5-7].

Современные технологии все более активно помогают в обеспечении безопасности инженерных объектов, их мониторинг. Прогностические аналитические системы обрабатывают данные о работе оборудования и предсказывают риски аварий. Искусственный интеллект автоматизирует процессы технического обслуживания, помогает в выявлении неисправностей и оптимизации эксплуатации. Кроме того, такие технологии позволяют проводить удаленный мониторинг работы оборудования и систем безопасности, моделировать функционирование инженерных объектов, оценивать риски и оптимизировать эксплуатационные процессы.

Обеспечение безопасности инженерных объектов требует комплексного подхода. Важно использовать современные системы безопасности в комплексе с правильно организованным техническим обслуживанием на объектах с массовым пребыванием людей, спортивных сооружений, производственных объектов, АЭС, ТЭЦ, ГРЭС, взрывоопасных производств и сооружений,

объектов химической, металлургической, нефтяной и газовой промышленности и др.

Это позволит не только снизить риски возникновения чрезвычайных ситуаций, но и обеспечить безопасность людей, окружающей среды и материальных ценностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кадочникова Е.Н. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных объектов // ОБЖ: Основы безопасности жизни., 2021 г. - № 6, С. 39 - 44.

2. Кадочникова Е.Н. Обеспечение пожарной безопасности при приеме и отпуске продуктов переработки нефти // Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции, посвященной проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году и 55-летию учебного заведения Иваново, 2021. С. 73-77.

3. Кадочникова Е.Н. Оценка факторов, повышающих уровень пожарной безопасности на складах нефти и нефтепродуктов // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2021г. № 3 (10), С. 171 – 177.

4. Коробейников М.В. Автоматизированные системы обеспечения пожарной безопасности производственных объектов / М.В. Коробейников, Е.Н. Кадочникова // Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов», 2021г., ИПСА ГПС МЧС России. – С. 163 – 166.

5. Кадочникова Е.Н. Технические средства и способы предупреждения ЧС на производстве // Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций», СПСА ГПС МЧС России 2021. – С. 200 – 206.

6. Кадочникова Е.Н. Характеристика основных причин, приводящих к нарушению материального баланса технологических аппаратов // Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов», 2021 г ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России – С. 227 – 231.

7. Кадочникова Е.Н. Анализ мер защиты технологического оборудования от опасных динамических воздействий // Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов», 2021 г. ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России – С. 47 – 50.

УДК 666.9-13 : 691.335

С. В. Гергишан, А. А. Овчинников
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СРЕДСТВА ОГНЕЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ВИДЫ И ОСОБЕННОСТИ

В статье рассматриваются вопросы необходимости применения средств огнезащиты для увеличения огнестойкости строительных конструкций. Обеспечение пожарной и экологической безопасности.

Ключевые слова: пожары; огнестойкость; огнезащитные покрытия; обеспечение безопасности людей.

S. V. Gergishan, A. A. Ovchinnikov

FIRE PROTECTION PRODUCTS FOR REINFORCED CONCRETE BUILDING STRUCTURES. FEATURES AND DISADVANTAGES

The article discusses the need to use fire protection equipment to increase the fire resistance of building structures. Ensuring fire and environmental safety.

Keywords: fires; fire resistance; fire-resistant coatings; ensuring human safety.

Железобетон – строительный материал, который является негорючим, тем не менее, его необходимо защищать от воздействия высоких температур и теплового потока в условиях пожара. Пределы огнестойкости железобетонных строительных конструкций для стандартных элементов находятся в пределах R45-R90 [1]. Данные показатели являются неудовлетворительными, так как нередко, подразделения пожарной охраны на борьбу с огнем на промышленных предприятиях до наступления ликвидации пожара затрачивают больший промежуток времени, превышающий предел огнестойкости R90.

Не менее важным является и обеспечение пожарной безопасности на гражданских объектах, таких как офисы, торговые центры, больницы, объекты с ночным пребыванием людей и так далее. В связи с высоким числом единовременно находящихся на данных объектах людей, в случае пожара, проведение эвакуации и обеспечение сохранности жизни и здоровья людей, подразделениями пожарной охраны является первостепенной задачей.

По данным ГПС МЧС России в период с начала 2023 года до начала 2024 года на здания общественного назначения приходится всего 1,4 % от общего количества пожаров, а случаи летального исхода составляют 0,3 % от общего числа гибели на пожарах. Представленные данные сравнительно

© Гергишан С. В., Овчинников А. А., 2025

невелики по отношению к другим видам объектов, однако согласно статистическим данным материальный ущерб составляет от 100 тысяч до 3,5 миллионов рублей [2].

Приведем несколько примеров крупных пожаров в России на объектах общественного назначения в 2023 году.

1) 9 января в Барнауле в торговом центре "Успех" произошел пожар. Площадь возгорания составила порядка 500 метров, пожару был присвоен повышенный ранг. Погиб один из спасателей.

2) 4 мая в Якутске загорелось здание торгового центра "Илин Энэр", после чего огонь перекинулся на многоквартирный дом, находящийся по соседству с домом правительства и парламентом республики. Причиной пожара стало возгорание горючих материалов на кровле магазина в результате воздействия источника открытого огня (пламени газовой горелки) при проведении ремонтных работ. Огнем была повреждена кровля ТЦ на площади 100 квадратных метров, а также 10 квартир на общей площади 180 квадратных метров. В результате возгорания пострадал один человек, было спасено и эвакуировано свыше 20 человек, в том числе 10 детей.

3) 7 ноября в Улан-Удэ в торговом центре "Гвоздь" загорелась кровля на площади 10 тысяч квадратных метров. Огонь перекинулся на верхний этаж торгового центра, частично обрушилась крыша. Пожар был локализован на площади около 22 тысяч квадратных метров. По данным МЧС, шесть человек самостоятельно вышли на улицу, пострадавших нет [3].

Таким образом пожары на данных объектах представляют угрозу жизни, здоровья граждан и сотрудников пожарной охраны, а также несут материальный ущерб, что свидетельствует о необходимости повышения мер пожарной безопасности. Мы предлагаем метод повышения пожарной безопасности промышленных зданий и сооружений, а также объектов общественного назначения заключающийся в увеличении предела огнестойкости железобетонных строительных конструкций, за счет применения средств огнезащиты.

Стоит так же обратить внимание, что, решая вопрос огнезащиты и обеспечения сохранения целостности здания и его прочностных характеристик в случае пожара, необходимо обеспечить безопасность и не допустить проявления факторов, угрожающих жизни и здоровью людей.

Следует учитывать, что при пожаре, конструкции из железобетона, если содержание влаги в материале превышает 3,5 % могут разрушаться. Это может привести к быстрому нагреву арматуры, за счет высокой теплопроводности и впоследствии обрушению конструкции из-за разрушения защитного слоя бетона.

Среди наиболее распространённых материалов для огнезащиты можно выделить: специальные штукатурные смеси, плиты на основе базальтового волокна, вспучивающиеся и невспучивающиеся краски. [4]. Существует множество различных огнезащитных покрытий, которые содержат в своём

составе как органические, так и минеральные связующие компоненты. Эти покрытия наносятся на поверхность конструкций тонким слоем, толщина которого может варьироваться от 1 до 6 миллиметров. При воздействии температуры от 200 до 500 градусов по Цельсию покрытие начинает вспучиваться и образует пористый слой, который служит теплоизоляцией. Толщина этого слоя может достигать 3-4 сантиметров и более. Благодаря низкой теплопроводности этого слоя предотвращается быстрый нагрев защищаемых элементов [5].

В качестве наполнителей для огнезащитных покрытий используются различные материалы, такие как асбест, минеральная вата и стекловолокно. Добавление глинозёма, шамота, магнезита и молотого доменного шлака повышает огнеупорность покрытия и снижает его усадку. Это даёт дополнительное время для тушения пожара подразделениями пожарной охраны.

Современные методы защиты железобетонных конструкций от пожара имеют свои ограничения и недостатки, что влияет на безопасность и долговечность сооружений. Огнезащитные покрытия могут быть повреждены механическими воздействиями или погодными условиями, делая конструкции уязвимыми перед огнём. Огнезащита увеличивает предел огнестойкости, но влияет на массу и стоимость конструкций, что особенно важно для высотных зданий. Некоторые огнезащитные материалы содержат вредные химические вещества, что вызывает вопросы экологической безопасности. Некоторые огнезащитные покрытия имеют ограниченный срок службы и требуют обновления или замены, что влечет за собой дополнительные затраты. Для решения этих проблем проводятся исследования в области новых материалов и интегрированных систем огнезащиты [6].

Подводя итог, нужно отметить, что не смотря на большое количество различных видов огнезащиты, имеющихся в настоящее время, есть так же поле исследований в данной области, которые нам необходимо произвести для создания эффективного, экономически целесообразного и экологически безопасного средства огнезащиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. М., Ассоциация «Пожнаука», 2001. 280 с.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
3. Крупные пожары в торговых центрах в России в 2022-2024 годах : официальный сайт РИА Новости – Москва, 2024 – URL: https://ria.ru/20231107/pozhary-1907833401.html.
4. Голованов В.И., Павлов В.В., Пехотиков А.В., Булгаков А.В., Кривошапкина О.В. Экспериментальные исследования огнестойкости бетонных

конструкций с композитной арматурой // Актуальные проблемы Пожарной безопасности: материалы XXXIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году науки и технологий. Москва, 2021. С. 972-977.

5. Курбанбаев Ш.Э., Ибрагимов Б.Т., Ярбеков Ж.Б., Кулдашев И.Х Новые вспучивающиеся составы для огнезащиты строительных конструкций // Сборник материалов VII научно-практической конференции «Ройтмановские чтения». АГПС. 2019. С. 81-85.

6. Курбатов В.Л., Дайронас М.В. Е.Ю. Шумилова, Анпилов С.М. Технологические процессы в сторительстве: Учебное пособие / Курбатов В.Л., Дайронас М.В., Шумилова Е.Ю., Анпилов С.М.; – М.-В.: 2024 – 209 с.: ил.

УДК 66.0

Ж. Ф. Гессе, Т. В. Фролова, Д. Г. Снегирев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ СОЗДАНИИ СРЕДСТВ ОГНЕЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ

Представлены результаты патентного поиска огнезащитных средств для древесины, одним из компонентов которых являются фосфорсодержащие неорганические соли или фосфорная кислота. Подчеркнуто, что наличие в составе одновременно и фосфора, и азота приводит к проявлению синергического эффекта огнезащиты.

Ключевые слова: древесина; огнезащитные средства; азот; фосфор; диаммоний фосфат; моноаммоний фосфат; фосфат аммония; фосфорная кислота; сульфат аммония.

Zh. F. Gesse, T. V. Frolova, D. G. Snegirev

THE APPLICATION OF INORGANIC SUBSTANCES FOR CREATION OF FIRE PROTECTION PRODUCTS OF WOOD

The results of a patent search of fire protection agents for wood are presented. The search condition is the presence of phosphorus-containing inorganic salts or phosphoric acid in the composition of fire protection agent. It is emphasized that the presence of both phosphorus and nitrogen in the composition leads to a synergistic fire protection effect.

Keywords: wood; flame retardants; nitrogen; phosphorus; diammonium phosphate; monoammonium phosphate; ammonium phosphate; phosphoric acid ammonium sulfate.

Согласно [1], пожарная опасность веществ и материалов – состояние веществ и материалов, характеризуемое возможностью возникновения горения или взрыва веществ и материалов. Это достаточно сложное и многогранное понятие, предполагающее свою систему оценки, для которой используют ряд

© Гессе Ж. Ф., Фролова Т. В., Снегирев Д. Г., 2025

показателей в зависимости от агрегатного состояния веществ и материалов. Вопросы снижения пожарной опасности веществ и материалов в литературе обсуждались неоднократно. Чаще всего в работах объектом исследования являются текстильные [2-4], кожевенные [5-6], полимерные [7-8] и строительные [9-10] материалы. В этом списке одним из распространенных и исследуемых горючих материалов является древесина [11-12].

Для снижения пожарной опасности древесины и древесных материалов в настоящее время используется широкий перечень средств огнезащиты, в состав которых входят неорганические соли, в том числе кремний-, фосфор-, азотсодержащие и т.д. Описанные в литературе результаты исследований, проводимых в лабораториях, позволяют утверждать, что разработанные огнезащитные составы позволяют заметно снижать пожарную опасность древесины и обеспечивать сохраняемость достигнутых значений показателей пожарной опасности в течении длительного интервала времени.

В качестве примера можно привести огнезащитные средства состава карбамид или диаммонийфосфат или бишофит или пищевая сода и вода; карбамид или диаммонийфосфат или бишофит или пищевая сода и водный раствор жидкого стекла [13].

В настоящей работе проведен анализ патентов на огнезащитные средства для древесины, в состав которых входят фосфорсодержащие неорганические соли или фосфорная кислота. Некоторые из найденных огнезащитных составов приведены ниже:

– состав 1: эфир борной кислоты и аминоспирта – 50 масс. %, карбамид – 10 масс. %; диаммоний фосфат – 10 масс. %; растворитель (вода) – 30 масс. % (Патент RU 2 726 065 C1, патентообладатели: Максименко Н. А., Максименко С. А., Мельников Н. О., 2020 г.);

– состав 2: эфир борной кислоты и аминоспирта – 50 масс. %; карбамид – 5 масс. %; фосфат аммония – 5 масс. %; растворитель (вода) – 40 масс. % (Патент RU 2 726 065 C1, патентообладатели: Максименко Н. А., Максименко С. А., Мельников Н. О., 2020 г.);

– состав 3: эфир борной кислоты и аминоспирта – 60 масс. %; карбамид – 5 масс. %; моноаммоний фосфат – 15 масс. %; растворитель (вода) – 20 масс. % (Патент RU 2 726 065 C1, патентообладатели: Максименко Н. А., Максименко С. А., Мельников Н. О., 2020 г.);

– состав 4: диаммонийфосфат – 20 масс. %; аммоний сернокислый – 5 масс. %; натрий фтористый – 3 масс. %; сульфанол – 1-1,5; пара-фенилендиамин – 0,5-2,0 масс. %, вода – остальное (Патент RU 2 640 959 C1, патентообладатель: Анохин Е. А., 2018 г.);

– состав 5: вода, борная кислота, диаммоний фосфат и аминоспирт общей формулы: $(C_nH_{2n+1})_kNH_{3-(k+m)}(C_nH_{2n}OH)_m$, где: n, m=1-3, k=0-2, k+m≤3 (Патент RU 2 465 128 C2, патентообладатель: Российская федерация, от имени которой

выступает Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, 2012 г.);

– состав 6: о-фосфорная кислота – 10-20 масс. %; серебро азотнокислое – 0,0001-0,0005 масс. %; спиртоводный раствор – остальное (Патент RU 2 263 573 C1, патентообладатель: закрытое акционерное общество Научно-производственное объединение «Химсинтез», 2005 г.);

– состав 7: ортофосфорная кислота – 23-33 масс. %; крахмал – 3-10 масс. %; дициандиамид – 2-12 масс. %; карбамид – 15-30 масс. %; вода – 30-60 масс. % (Патент BY 6 707 C1, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», 2004 г.);

– состав 8: ортофосфорная кислота – 23-33 масс. %; крахмал – 3-10 масс. %; дициандиамид – 2-12 масс. %; карбамид – 15-30 масс. %; вода – 30-60 масс. % (Патент BY 6 707 C1, Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», 2004 г.) и т.д.

– состав 9: бишофит – 70-90 масс. %; ортофосфорная кислота – 0,5-3 масс. %; вода – остальное (Патент RU 2 197 374 C1, Патентообладатели: Рябов С. В., Матвеев С. А., 2003 г.);

– состав 10: бишофит – 70-90 масс. %; сульфат аммония – 7-29,5 масс. %; ортофосфорная кислота – 0,5-3 масс. % (Патент RU 2 197 374 C1, Патентообладатели: Рябов С. В., Матвеев С. А., 2003 г.);

– состав 11: аммофос – 40-60 масс. %; сульфат аммония – 40-60 масс. %; ортофосфорная кислота – 0,5-3 масс. % (Патент RU 2 206 444 C1, патентообладатели: Рябов С. В., Матвеев С. А., 2003 г.);

– состав 12: диаммонийфосфат – 12-18 масс. %; борная кислота – 4-8 масс. %; бромсодержащий органический материал – 2-4 масс. %; вода – остальное (Патент RU 2 140 402 C1, Патентообладатели: Кривцов Ю. В., Ладыгина И. Р., 1999 г.);

– состав 13: борат щелочного металла и/или аммония, и/или аммиак и борная кислота, и триполифосфат натрия и/или аммония и кислый фосфат или отдельно с компонентами в любой комбинации, в виде водного раствора, содержащего от 5 % до 35 % (масс.) активных компонентов (Патент GB2002434; заявители: KEMIRA OY, Великобритания, 1979 г.);

Следует отметить, что некоторые из указанных составов необходимо разводить водой для нанесения на древесину.

Патентный поиск выявил огнезащитные средства для древесины, содержащие в своем составе изначально горючие вещества, в том числе тетраэтоксисилан, поверхностно-активные вещества и другие соединения, используемые в качестве добавок. Обзор патентных данных показал, что знание только качественного и количественного состава огнезащитного средства не отражает особенностей его приготовления и использования, поскольку средство огнезащиты может наноситься на древесину разными способами.

Особенностью фосфатов – неорганических солей – является то, что они, входя в состав огнезащитного средства, подавляют процесс тления целлюлозы [14]. Молекулы фосфорной кислоты при температуре 213 ^{0}C теряют воду [15], а образовавшаяся пирофосфорная кислота при дальнейшем нагревании переходит в метафосфорную. Введение фосфора приводит к снижению температуры начала деструкции целлюлозы, увеличению выхода угля и воды при выделении меньшего количества летучих продуктов. Таким образом, соли фосфорной кислоты и другие ее производные под воздействием температуры способны разлагаться с образованием фосфорной кислоты, которая, благодаря своей низкой летучести, проявляет огнезащитный эффект [16].

Описанные ранее огнезащитные средства, содержащие в своем составе фосфаты или фосфорную кислоту, включают в себя, как правило, помимо растворителя – воды еще три компонента. При этом в большинстве случаев в состав огнезащитных средств для древесины, входят одновременно такие элементы, как фосфор и азот. Огнезащитное действие фосфорсодержащих соединений усиливается введением азотсодержащих соединений. Это и объясняет тот факт, что средства огнезащиты древесины, как правило, являются трех- и более компонентными. Химизм синергизма в системе «азот – фосфор» обусловлен образованием связей между азотом и фосфором в условиях термического воздействия, которые способствуют фосфорилирование и усиливают действие антипиренов как катализаторов дегидратации [17].

Механизм огнезащитного действия составов на основе солей, кислот фосфора и азотсодержащих соединений ранее в литературе изучался. Было отмечено, что величина огнезащитного эффекта связана с ростом количества теплоты, необходимой для глубокого разложения материала – $Q_п$, и, в то же время, с уменьшением количества выделяемой теплоты – $Q_в$. Как следствие, соотношение $Q_п/Q_в$ становится недостаточным для устойчивого самостоятельного горения [17, 18]. Также авторами было установлено, что при возгорании огнезащитные составы взаимодействуют с компонентами древесины. В остатке удерживается 86–95 % фосфора и 48–59 % азота от их исходного количества. Было определено, что результат от использования огнезащитного состава тем заметнее, чем выше содержание фосфора и азота в остатке.

Обобщая вышеизложенное, можно заключить, что оптимальным к использованию будет огнезащитное средство с элементным составом, включающим одновременно и фосфор, и азот. Эффективными неорганическими компонентами огнезащитного состава для древесины являются фосфорная кислота, диаммоний фосфат и фосфат. Представляется интересным оценить, каким образом влияет способ пропитки древесины составами, содержащими вышеуказанные компоненты, на ее пожарную опасность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями)

2. Шебеко А.Ю., Константинова Н.И., Цариченко С.Г. Пожарная опасность текстильных материалов на основе полиэфирных волокон для вагонов железнодорожного транспорта // Пожаровзрывобезопасность, 2020. Вып. 29 (1). С. 32-42.

3. Салихова А.Х., Сырбу С.А., Циркина О.Г., Киселев М.Р. Влияние кремнийсодержащих добавок на эффективность огнезащитной обработки текстильных материалов // Современные проблемы гражданской защиты, 2022. Вып. 2 (43). С. 91-99.

4. Константинова Н.И., Еремина Т.Ю., Николаева Е.А., Альменбаев М.М. Особенности выбора огнезащитных составов для текстильных материалов // Пожаровзрывобезопасность, 2018. Вып. 27 (9). С. 17-25.

5. Нечаева Н.Н., Гайдарова Л.Л., Андрианова Г.П., Фомина О.А. Защитное покрытие для снижения пожароопасности искусственной кожи // Пожаровзрывобезопасность, 2007. Вып. 16 (2). С. 49-52.

6. Черноусова Н.В., Матюшина В.В., Андрианова Г.П. Влияние интумесцентных систем на характеристики пожароопасности полиэфируретановых покрытий искусственных кож // Известия ЮФУ. Технические науки, 2013. № 8 (145). С. 67-71.

7. Ушков В.А., Горюнова А.В., Золотарев М.Е., Ушков М.В. Влияние фосфорсодержащих антипиренов на показатели пожарной опасности газонаполненных полимеров на основе реакционноспособных олигомеров // Пожаровзрывобезопасность, 2023. Вып. 32 (3). С. 41-53.

8. Садулаев А.И., Тихонов Э.Е. Анализ отечественных исследований по снижению пожарной опасности полимеров // Научный вестник Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», 2022. № 3. С. 21-24.

9. Салина Е.Д., Хуснутдинов И.Р. Особенности снижения пожарной опасности строительных материалов // Российская наука на пути к устойчивому развитию: междисциплинарные исследования. Материалы V Всерос. научно-практ. конф. Ставрополь, 2023. С. 245-248.

10. Муминиён А.А., Анохин Е.А., Сивенков А.Б. Снижение пожарной опасности строительных теплоизоляционных материалов // Огнезащита материалов и конструкций SPBPU FPM-2023. Сборник тезисов докладов I Межд. научно-практ. конф. Санкт-Петербург, 2023. С. 79-82.

11. Сивенков А.Б., Федотов И.О. Эффективность различных видов огнезащиты для материалов и конструкций на основе древесины // Актуальные проблемы комплексной безопасности в строительстве, тенденции развития в современных условиях. Сборник докладов Всерос. научно-практ. конф. Москва, 2023. С. 42-44.

12. Газизов А.М., Гороховский А.Г., Шишкина Е.Е., Кручинин И.Н., Мялицин А.В., Агафонов А.С. Некоторые особенности повышения огнестойкости деревянных конструкций // Системы. Методы. Технологии, 2023. № 4 (60). С. 142-146.

13. Панев Н.М. Анализ применения огнезащитных композиций для древесины и разработка методов контроля их наличия: автореф. дис. … канд. техн. наук. 05.23.05. Иваново, 2020. 21 с.

14. Балакин В.М., Полищук Е.Ю. Азот-фосфорсодержащие антипирены для древесины и древесных композиционных материалов (литературный обзор) // Пожаровзрывобезопасность, 2008. Вып. 17 (2). С. 43-51.

15. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. Л.: Химия, 1977. 376 с.

16. Weil E.D. Phosphorous flame retardant. Encyclopedia of Chemical Technology by Othmer K. 4th Ed. // J. Wiley and Sons. New York, 1993. Vol. 10. pp. 976-998.

17. Петрова Е.А. Снижение горючести материалов на основе древесины: дис. ... канд. техн. наук. 05.26.03. Москва, 2003. 132 с.

18. Леонович А.А., Шалун Г.Б. Огнезащита древесных плит слоистых пластиков. М.: Лесная промышленность, 1974. 128 с.

УДК 661.174

Р. А. Гришин[1], О. В. Козлова[1], Е. Б. Санжеева[2]
[1]Ивановский государственный химико-технологический университет
[2]ООО «БТК Текстиль»

ТЕКСТИЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ОГНЕЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Работа посвящена исследованию получения текстильных материалов с огнезащитными свойствами, используя современные полимерные препараты и наполнители в виде стеклосфер.

Ключевые слова: химическая технология, полимерно-клеевые композиции, огнезащита, стеклосфера.

R. A. Grishin, O. V. Kozlova, E. B. Sanzheeva

TECHNICAL TEXTILES WITH FIRE-RESISTANT PROPERTIES

The work is devoted to the study of obtaining textile materials with fire-retardant properties using modern polymer preparations and fillers in the form of glass spheres.

Keywords: chemical technology, polymer-adhesive compositions, fire protection, glass sphere.

Проблема придания огнезащитных свойств текстильным материалам различной природы и назначения в последние годы приобретает все большую актуальность. Это обусловлено тем, что они являются серьезным источником опасности во время пожаров, легко воспламеняется, способствует

© Гришин Р. А., Козлова О. В., Санжеева Е. Б., 2025

распространению пламени и при горении выделяют большое количество дыма и газов. Текстильные материалы имеют широкую область применения: в быту, технике, общественных зданиях, на транспорте и как специальные защитные средства. Они используются в качестве штор, драпировок, занавесей, материалов при изготовлении мягкой мебели, спальных принадлежностей, специальной защитной одежды и изделий, декоративной отделки различных по функциональному назначению помещений [1].

В последнее время отечественными предприятиями выпуск технического текстиля, а, именно, тканей, пропитанных или с покрытием полимерными композициями, а также тканей из стекловолокна значительно увеличился. В связи с повышенным спросом технического текстиля и технологий, предусматривающих получение на материалах специальных видов отделки, актуальными становятся исследования в этой области.

К современным текстильным материалам, потребность в которых велика, предъявляется ряд специальных требований в связи с применением их в жестких, иногда экстремальных условиях. Материалы такого типа должны обладать свойствами огнезащищенности, нефте-масло-водоотталкивания, биоцидности и др., а зачастую и всем комплексом перечисленных свойств.

Для получения огнестойких текстильных материалов используют прогрессивные методы обработки, усовершенствованные технологии, которые обеспечивают высокую производительность труда и высокую продуктивность. Традиционные методы технологии заменяют на новые: модификация химическими препаратами, физико-химическое воздействие. В результате появляются новые материалы с улучшенными свойствами, меняется ассортимент продукции [2].

Существует два основных направления получения текстильных материалов с пониженной пожарной опасностью:

1) получение текстильных материалов из термостойких волокон, обладающих пониженной горючестью;

2) модифицирование натуральных или химических волокон и тканей замедлителями горения, которые обеспечат снижение горючести и дымообразования токсичных продуктов горения [3].

Выбор того или иного метода в каждом конкретном случае определяется требуемой степенью огнезащиты и тем, насколько прочно сохраняются огнезащитные свойства после многократных мокрых обработок (стирок), уровнем достигаемых физико-механических свойств получаемых волокон и тканей, а также возможностями технологического и аппаратурного оформления процесса и технико-экономическими показателями.

Для снижения горючести текстильных материалов технического и одежного назначения чаще применяют второе направление, когда получение огнестойких текстильных материалов осуществляется нанесением на готовую ткань пропитку из антипиренов, применяя термическую обработку [4].

Для снижения пожарной опасности текстильных материалов используются замедлители горения различного состава, на сегодняшний день имеют широкое применение такие виды антипиренов, как: неорганические; галогенсодержащие; фосфорорганические; азотсодержащие [5].

На сегодняшний день, химики и технологи пытаются заменить галогенсодержащие замедлители горения другими, более экологически безопасными видами.

Целью нашей работы явилась разработка новых подходов для создания защитных, в том числе огнестойких материалов, получение новых сведений о свойствах таких материалов, расширение области их применения. В работе использованы стеклоткани с производства «Мегафлекс».

Для создания композиций, наносимых на стеклоткань методом поверхностного ракельного нанесения, приобретены готовые препараты для огнестойкой отделки материалов зарубежного производства, не содержащие галогенов: Нео-Флэм DS **(**прочный огнестойкий отделочный химикат для 100 % полиэстера и смесей с большим количеством полиэфира,) и Нео-Флэм CP **(**антипирен для 100 % полиэстера, наносимый с изнаночной стороны материала).

Композиции были составлены на базе отечественного полимерного препарата - Ларус-32ДС (компании ООО СВАН). Это водная сополимерная непластифицированная эмульсия на основе стирола и эфиров метакриловой кислоты; препарат способствует образованию прозрачной твердой пленки. Хорошо совмещается с наполнителями и пигментами (мел, каолин, тальк), с загустителями на основе акрилатов, эфиров целлюлозы [7]. В композицию вводим комплекс соединений (препаратов): для огнезащитных свойств – вышеназванные антипирены; для водостойкости – гидрофобизатор SF Guard C8; в качестве структурообразователей – минеральные наполнители.

Среди современных наполнителей, обладающих указанными свойствами, в последнее время большой интерес вызывают алюмосиликатные стеклосферы (АСМ), которые представляют собой застывший расплав алюмосиликатного стекла (керамики) в виде полых шариков диаметром от 5 до 250 мкм со сплошными непористыми стенками толщиной от 2 до 10 мкм, заполненных азотом или двуокисью углерода.33

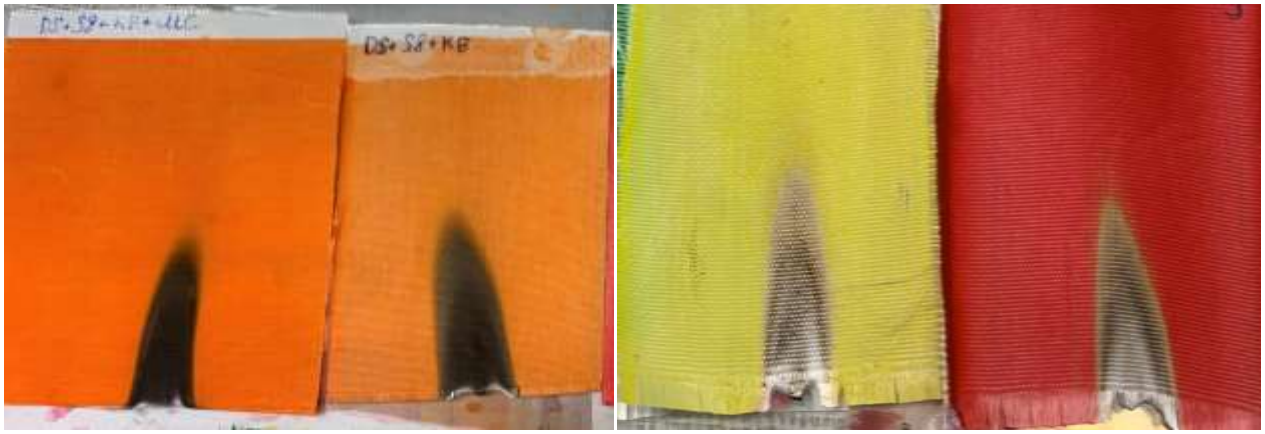
Так, модификация полиуретанов стеклосферами делает материалы только тлеющими, не способными к пламенному горению. Действие стеклосфер объясняется следующими причинами. Значительная объемная концентрация стеклосфер перекрывает наиболее крупные поры. Размеры крупных пор сравнимы с размерами стеклосфер. Это обстоятельство затрудняет проникновение газовых потоков внутрь материала, а также уменьшает объем прогретого до температуры пиролиза полиуретана. Стеклосферы, являясь частицами с малой теплопроводностью, экранируют внешний тепловой поток и поглощают значительную часть энергии горения. На поверхности стеклосфер

наблюдается интенсивное образование углерода. При пламенном горении авторами [6] замечено, что максимальная температура поверхности модифицированных ППУ уменьшается до 500 °С, то есть на 150 °С по сравнению с температурой поверхности исходного полиуретана. Подобное действие стеклосфер на температуру поверхности горящих ППУ объясняется закономерным уменьшением суммарного экзоэффекта с увеличением концентрации стеклосфер, и соответствующим уменьшением температуры отходящих газов.

В связи со сказанным представляет интерес использовать в качестве наполнителей в полимерную композицию алюмосиликатных стеклосфер. Качество огнезащитной отделки проверяли в соответствии с ГОСТ 11209-2014. Настоящий стандарт распространяется на готовые ткани из полиэфирных, арамидных и др. волокон; тканей, ткани (пряжи), предназначенных для изготовления специальной одежды для защиты от вредных и опасных производственных факторов и неблагоприятных природных условий.

Результаты проверки горения полиэфирных тканей с покрытиями не увенчались успехом – ткани не горят, но плавятся во время нахождения в пламени. Работа по получению огнезащитных материалов ориентирована на получение этого эффекта на негорючих тканях (из стекло- и арамидных волокон), имеющих полимерные функциональные покрытия. А материалы из стеклотканей, используемые в технических (строительных) целях, также следует относить к определенной группе горючести.

Предлагаемые композиции для пропитки текстильных материалов (100 % полиэфирные, стеклоткани и параарамидные) приведены в табл. 1. Пигмент введен в полимерную композицию для легкой идентификации составов с различными наполнителями. На рис. 1 приведены результаты горения предварительно пропитанных полимерами в производстве тканей (образцы 1–2, где 1 — с маршалитом, 2 – со стеклосферой) и предварительно отмытых от производственной пропитки (образцы 3–4, где 3 — с маршалитом, 4 — со стеклосферой)



1 **2** **3** **4**

Рис. 1. Горение стеклоткани с пропиткой и без нее

Определение группы трудногорючих и горючих материалов по ГОСТ 12.1.044-89 показало, что материалы, обработанные полимерными композициями с полыми стеклосферами, по характеристикам обугленного участка характеризуются как наиболее стойкими к горению и пробы классифицируется как трудногорючие.

Введение алюмосиликатных стеклосфер способствует уменьшению горения и переводит материал в категорию трудногорючего. Применение алюмосиликатных стеклосфер экономически очень выгодно, и даже небольшие по массе добавки в полимер приводят не только к экономии достаточно дорогостоящего углеводородного сырья, но и придают изготавливаемым материалам новые свойства, такие как: трудногорючесть и регулируемая пористость. Низкие звуко- и теплопроводность микросфер МС позволяет использовать и как отличный изоляционный материал для зданий и сооружений, трубопроводов.

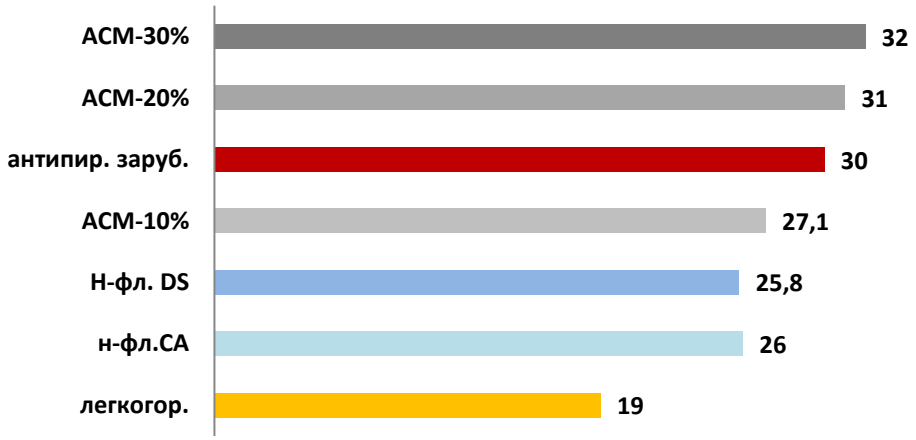


Рис. 2. Показатель кислородного индекса обработанных материалов

По данным исследования кислородного индекса обработанных текстильных материалов показано, что обработанные текстильные материалы предлагаемыми композициями обладают высокой степенью огнестойкости, поскольку КИ показывает показатели от 30 до 32 %, и чем больше концентрация стеклосфер до 30 % от количества полимерной композиции показатели КИ возрастают соответственно. Данные приведены на рис. 2.

Таким образом, можем сделать вывод, что предлагаемый способ и наполненные стеклосферами составы придания огнестойкости стеклотканям с полимерными пропитками, обеспечивает их высокую степень огнестойкости и водонепроницаемость.

Работа выполнена в рамках Государственного задания на выполнение НИР, тема № FZZW-2023-0008 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таусарова Б.Р., Абдрахменова Г.С., Биримжанова З.С. Применение полиэтиленполиамина и гидрофосфат калия для придания огнезащитных свойств целлюлозным текстильным материалам // Химический журнал Казахстана. -2016.-№2.-С.201-207.
2. Horrocks A.R., Kandola B.K., Davies P.J., Zhang S., Padbury S.A. Developments in flame retardant textiles // Polymer Degradation and Stability.-2005.-№88.-P.3–12.
3. Laoutid F., Bonnaud L., Alexandre M., Lopez-Cuesta J., Dubois P.H. New prospects in flame retardant polymer materials: from fundamentals to nanocomposites // Materials Science and Engineering.-2009.-№63.-P.100–125.
4. Yuan Xing W., Zhang P., Song L., Hu Y. Functionalization of cotton with UV- cured flame retardant coatings // 1ndustrial & Engineering Chemistry Research -2012.-№55.- P.5394-5401.
5. Visakh P., Arao Yoshihiko M. Flame Retardants // Polymer Blends, Composites and Nanocomposites. 2015. P.247.
6. Бондарева Е.А., Сиротинкин Н.В., Левечева Н.Ф. Влияние наполнителя на свойства трудногорючего теплоизоляционного материала // Пласт, массы. -№ 1.-2007.- С.26-28.
7. Данилова М.М, Радченко О.В., Козлова О.В. Оценка влияния полимерных композиций для фиксации микросфер на поверхности текстильного материала на физико-механические свойства материалов // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы: сб. материалов XXVII Междунар. науч.-практ. форума «SMARTEX-2024», 10-12 октября 2024 года. – Иваново: ИВГПУ, 2024.– С. 85-89.

УДК 66.069.85

А. П. Губанов, Н. Ю. Новичкова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БОРЬБЫ С ПЕНООБРАЗОВАНИЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Вопрос о пенообразовании в производственных процессах химической промышленности, приводящей к значительному снижению производительности и эффективности технологических установок, является актуальным в настоящее время. В большинстве случаев процессы удаления такой пены малоэффективны и времязатратны. В статье рассматриваются способы исключения пенообразования в технологических установках с целью повышения эффективности их работы.

© Губанов А. П., Новичкова Н. Ю., 2025

Ключевые слова: пена; пенообразование; промышленный процесс; технологическая установка.

A. P. Gubanov, N. Y. Novichkova

MODERN TECHNOLOGIES FOR COMBATING FOAMING IN THE PRODUCTION PROCESSES OF THE CHEMICAL INDUSTRY

The issue of foaming in the production processes of the chemical industry, which leads to a significant decrease in productivity and efficiency of technological installations, is relevant at the present time. In most cases, the processes of removing such foam are ineffective and time-consuming. The article discusses ways to eliminate foaming in technological installations in order to increase their efficiency.

Keywords: foam; foaming; industrial process; technological installation.

Пенообразование является серьезной проблемой в производственных процессах химической промышленности [1], пищевой промышленности [1], а также при восстановлении боевой готовности подразделений пожарной охраны [2-4], приводящей к значительному снижению производительности и эффективности применяемого оборудования. Однако общепринятые решения для удаления пены являются недостаточно эффективными и мало практичными, они имеют побочные эффекты и в большинстве случаев неудобны в применении и времязатратны.

Пена в производственных процессах химической промышленности является одной из основных причин сбоев в работе технологического оборудования. Пенообразование обычно приводит к значительному снижению производительности и эффективности вплоть до полной остановки всех производственных процессов, что может привести к серьезным потерям доходов.

Пена представляет собой (мета)-стабильную дисперсию пузырьков газа внутри жидкой фазы с высокой объемной долей газа [5]. Для создания пены необходимы два фундаментальных требования:

- наличие поверхностно-активных веществ на границе раздела газ/жидкость,
- образование пузырьков при проникновении газа через жидкость.

Поверхностно-активные вещества накапливаются на границе раздела газ-жидкость из-за их амфифильной природы и, следовательно, уменьшают поверхностное натяжение жидкости, создавая вязкоупругую границу раздела. Проникновение газа может происходить либо за счет перенасыщения, либо за счет механического нагнетания газа.

На стабильность и морфологические характеристики пены, а также на динамику пенообразования влияют внешние факторы, такие как скорость тепло- и массопереноса, давление, температура, а также внутренние факторы

свойств жидкости. Все эти факторы могут одновременно влиять друг на друга в отношении характеристик пены, например, высоты пены и распределения пузырьков по размерам, а также динамики образования пены, что значительно затрудняет математическое описание пены. В действительности, модели, описывающие поведение пены, как правило, являются либо полностью эмпирическими и обычно не переносятся на другие процессы, либо полностью физическими и часто не имеют достаточной точности в применяемых процессах. Однако фактическое воздействие пены на промышленный процесс крайне разнообразно и зависит от веществ, воздействующих на пену, условий процесса и используемого оборудования.

Пена в химической промышленности образуется в процессах с интенсивным взаимодействием газа и жидкости и является либо желательной, либо разрушительной [1, 6]. Например, в процессах флотации целенаправленно используется пена для отделения твердых частиц или минералов в горнодобывающей промышленности или при очистке сточных. Однако в процессах аб-/десорбции, дистилляции и реакции с использованием аб-/десорбционных, дистилляционных или барботажных колонн, а также в реакторных резервуаров или реакторах со струйным слоем может образовываться разрушающая пена.

Помимо поверхностно-активных веществ, в химических процессах также используются смеси веществ с поверхностной активностью, вызывающие пенообразование по типу Росса или эффект Марангони, вызванный массопереносом. Вспенивание по типу Росса вызвано слабым взаимодействием между растворенным веществом и растворителем при концентрациях, близких к критической точке растворения и точке образования косы. Эффект Марангони, вызванный массопереносом, возникает из-за градиентов поверхностного натяжения в процессах разделения, которые вызывают стабилизацию массопереноса жидких пленок в пенопластовых пластинках.

Согласно исследованиям, включающим около 900 исследованных случаев неисправностей колонн, пена в процессах абсорбции и дистилляции является одиннадцатой наиболее часто встречающейся неисправностью. Процессы, связанные с пенообразованием, в основном связаны с газопоглотителями (кислотными), работающими с аминами, углеводородами или другими растворителями, а также с ректификационными колоннами для перегонки сырой нефти. Известно, что процессы поглощения/десорбции особенно способствуют пенообразованию из-за высоких газовых нагрузок и циркулярной работы, что способствует накоплению поверхностно-активных веществ и разложению растворителя. Установлено, что пенообразованию в ректификационными колоннах способствуют несколько факторов, таких как твердые частицы, добавки, конденсация углеводородов, условия использования сырья и низкие температуры. Пенообразование в колоннах обычно приводит к снижению эффективности массообмена, снижению производительности и увеличению потери давления газа во всей колонне.

Пенообразованию подвержены все типы колонн, например колонны, оснащенные горизонтальными тарелками, произвольными насадками или структурированными насадками [7]. В то время как тарелки обычно способствуют пенообразованию из-за открытого проникновения газа через жидкую фазу на лотках, колонны со структурированной и произвольной насадкой сравнительно менее подвержены пенообразованию из-за установленного противоточного взаимодействия газа и жидкости с ограниченным проникновением газа.

Ректификационные колоны, оснащенные тарелками, обычно подвергаются пенообразованию на тарелках и их сливных отверстиях, а также в емкостях для предварительной промывки [7]. Чтобы свести к минимуму образование пены на поддонах, колонны обычно работают в режиме распыления, обеспечивая высокую газовую нагрузку и низкую жидкостную нагрузку. Для предотвращения вспенивания в емкостях для предварительной промывки и сливных устройствах необходимо оборудование достаточных размеров, чтобы свести к минимуму перенос пены в колонну или на другие тарелки.

На протяжении многих лет тарелки в колоннах заменялись произвольными насадками, которые успешно препятствовали образованию пены внутри колонны. Однако при определенных условиях пенообразование также может влиять на фасовку сырья, что приводит к снижению эффективности массообмена по меньшей мере на -20 % при стабильных условиях вспенивания и на -95 % при нестабильных условиях, согласно исследованиям американского инженера -химика Х. Чена и др. Чтобы уменьшить пенообразование, английский ученый Сенгер рекомендовал использовать фасовку с большим количеством пустот.

Пенообразование в колоннах со структурированными насадками обычно происходит внутри насадки, под распределителем жидкости и на воротниках насадки. Также известно, что отверстия в структурированных уплотнениях способствуют образованию пузырьков, вызывающих более высокие перепады давления.

Чтобы предотвратить пенообразование в колоннах, системный коэффициент (SF) представляет собой эмпирический линейный коэффициент, отражающий склонность жидких смесей к пенообразованию и используемый для адаптации конструкции колонны к условиям пенообразования. SF используется для расчета загрузки газа в ректификационные колонны для пропорционального снижения скорости газа и находится в диапазоне от SF=1 для систем без вспенивания до SF=0,9 для систем с легким вспениванием и SF=0,6 для систем с сильным вспениванием. Однако наиболее распространенным методом борьбы с пенообразованием в колоннах является применение антипенных средств для технологических процессов, в тоже время

чрезмерное использование антипенных средств также может способствовать пенообразованию внутри колонн.

Образование пены в барботажных колонах наблюдалось в системах с органическими соединениями, особенно в смесях этанола и воды, и ее можно в достаточной степени подавить, разработав барботажные колонны с низким соотношением сторон, которое представляет собой соотношение между высотой и диаметром колонны. Методы механического разрушения пены с применением вращающихся устройств могут быть использованы для создания барботажных колонн, чтобы преодолеть недостатки антипенных средств. Однако в случаях внезапного появления пены может потребоваться использование антипенных средств, которые, как правило, снижают задержку газа и объемный массообмен, что приводит к общему снижению производительности барботажной колонны. В любом случае, для обнаружения образования пены в пузырьковых колоннах рекомендуется использовать активные системы управления пенообразованием, включающие усовершенствованные датчики.

Резервуарные реакторы и реакторы со струйным слоем подвержены пенообразованию из-за реакций с газообразным или поверхностно-активным сырьем или продуктами. Для резервуарных реакторов, подверженных вспениванию, рекомендуется использовать полупериодные режимы работы, начиная с уменьшения объема реагента и заканчивая непрерывным добавлением реагентов для предотвращения чрезмерного вспенивания. В реакторах с струйным слоем системы вспенивания приводят к фундаментальному изменению режима потока, что приводит к более высоким потерям давления газа. Поэтому разрушение пены обычно выполняется с использованием антипенных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hannes Leuner, Christoph Gerstenberg, Kai Lechner, Christopher McHardy, Cornelia Rauh, Jens-Uwe Repke,Overcoming unwanted foam in industrial processes of the chemical and food industry – an ongoing survey, Chemical Engineering Research and Design, Volume 163, 2020, Pages 281-294.

2. Актуальные проблемы устройства пожарных автомобилей, влияющие на восстановление боеготовности подразделения пожарной охраны / А. П. Губанов, А. Д. Семенов, А. Н. Бочкарев, Д. С. Катин // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 18 апреля 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 56-60.

3. О возможности заправки пенобака пожарного автомобиля с использованием стационарного вакуумного насоса / А. Д. Семенов, И. В. Сараев, А. Г. Бубнов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 2(43). – С. 100-106.

4. Проблема увеличения времени восстановления боевой готовности подразделений пожарной охраны / А. П. Губанов // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: Материалы IX международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Москва, 19–20 марта 2024 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы, 2024. – С. 49-53.

5. Пенообразователи, применяемые в подразделениях пожарной охраны / А. П. Губанов, А. О. Борисов, В. Д. Цугунов // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов VII международной научно-практической конференции, Иваново, 17 октября 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 94-99.

6. Камолов, Д. Д. Исследование пенообразования на установках очистки газов и борьба с ним / Д. Д. Камолов // Вопросы науки и образования. – 2017. – № 1. – С. 55-56.

7. Пожарная безопасность технологических процессов. Ч. 2 Анализ пожарной опасности и защиты технологического оборудования: Учебник / С. А. Горячев, С. В. Молчанов, В. П. Назаров и др.; Под общ. ред. В. П. Назарова и В. В. Рубцова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007 – 221 с.

УДК 614.8.01

Ю. С. Занкин
Главное управление МЧС России по Красноярскому краю

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТОВ МЭС

Ввиду того, что электроэнергетика занимает одно из ведущих мест в формирование экономической и национальной безопасности государства, в настоящей статье рассмотрены основные характеристики построения магистральных электрических сетей на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: сети коммуникаций; магистральные электрические сети; электроэнергетика; волоконно-оптические линии связи; Единая технологическая сеть связи энергетики.

Yu. S. Zankin

MAIN CHARACTERISTICS OF MES FACILITIES

In view of the fact that the electric power industry occupies one of the leading positions in the formation of economic and national security of the state, this article examines the main characteristics of building backbone electric networks in the territory of the Russian Federation.

Keywords: communication networks; main electric networks; electric power industry; fiber-optic communication lines; Unified Technological Communication Network of the power industry.

© Занкин Ю. С., 2025

XXI век ознаменовался веком информатизации, которой стремится к полномасштабному переходу к глобальному информационному сообществу. РФ, как неотъемлемая часть мирового сообщества, активно развивает свою взаимосвязанную сеть коммуникаций, стремясь интегрироваться во всемирную информационную систему. В настоящее время ведомственные сети связи, используемые в сфере электроэнергетики, представляют собой неотъемлемую часть взаимоувязанной сети связи и играют ключевую роль в системах управления. Они развиваются на основе передовых телекоммуникационных и информационных технологий и фактически превратились в новую «инфокоммуникационную» отрасль. Основой для этого преобразования стала Единая технологическая сеть связи энергетики (далее по тексту – ЕТССЭ).

В целях рассмотрения основных характеристик объектов МЭС рассмотрим данный вопрос на примере МЭС Центра, который является филиалом ОАО «ФСК ЕЭС».

МЭС Центра, будучи центральным элементом единой энергетической системы России, охватывает территорию 19 субъектов РФ и обеспечивает интеграцию между объединёнными энергосистемами Северо-Запада, Средней Волги, Урала и Юга России, а также с энергосистемами Украины и Казахстана.

Филиалы предприятий магистральных электрических сетей (далее по тексту – ПМЭС), входящие в МЭС Центра, включают в себя разветвлённую инфраструктуру, состоящую из первичных и технологических, информационных и телефонных, локальных вычислительных и прочих сетей. В МЭС Центра сеть строится по «Вендорному» принципу.

На рис. 1 приведен порядок формирования ЕТССЭ в ПМЭС.

ЕТССЭ в предприятиях Магистральных электрических сетей МЭС Центра по своим принципам построения и территориальному охвату, количеству используемого оборудования, объёму работ, проводимых при её создании и эксплуатации, будет сопоставима с сетями ведущих операторов связи в соответствующих административных регионах.

ЕТССЭ МЭС Центра состоит из транспортной сети и наложенных сетей – передача данных, телефонная связь и видеоконференцсвязь.

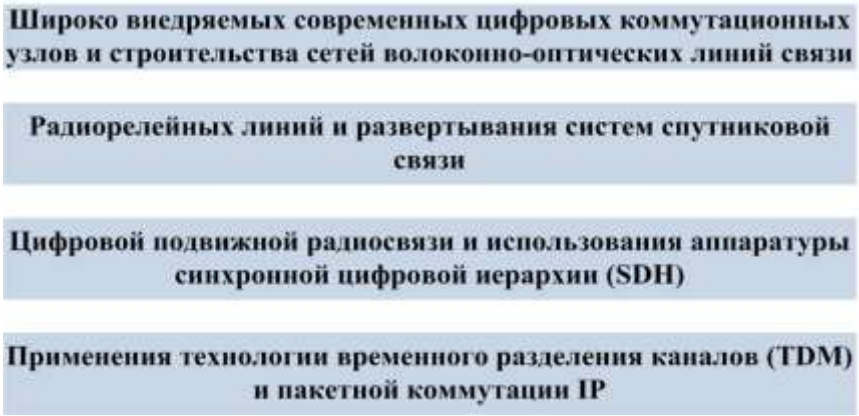


Рис. 1. Порядок формирования ЕТССЭ в ПМЭС

Состав транспортной сеть связи представлен на рис. 2.

Рис. 2. Состав транспортной сети связи

Волоконно-оптическая сеть связи представляет собой основу ЕТССЭ. Создание такой сети осуществляется путём подвески на воздушных линиях электропередачи самонесущего кабеля или встроенного в грозозащитный трос, используя технологии PDH, SDH, IP поверх SDH, а также спектрального уплотнения с разделением по длинам волн (WDM).

Наложенные ВЧ-сети по ВЛ электропередачи обеспечивают передачу примерно половины всей информации общей ЕТССЭ в МЭС Центра. Это специфический вид проводных каналов, где в качестве среды передачи сигналов используются фазные провода и тросы воздушных или жилы и оболочки кабельных линий электропередачи.

ВЧ-сети, накладываемые на линии электропередачи, обеспечивают передачу приблизительно половины всего информационного потока ЕТССЭ в МЭС Центра. Это особый вид проводных каналов, в которых в качестве среды для передачи сигналов используются фазные провода и тросы воздушных линий электропередачи, а также жилы и оболочки кабельных линий электропередачи.

По высокочастотным каналам осуществляется передача всех видов информации, необходимой для обеспечения эффективного управления функционированием электросетевого комплекса МЭС Центра как в штатном режиме, так и в условиях нештатных ситуаций.

Роль высокочастотных каналов в системе релейной защиты и противоаварийной автоматики электросетевых комплексов ПМЭС имеет существенное значение, поскольку основными типами релейной защиты для линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше являются высокочастотные защиты, включающие в себя высокочастотный канал.

Системы высокочастотной связи демонстрируют достаточный уровень надёжности и эффективности при передаче сигналов релейной защиты и противоаварийной автоматики, однако они не способны обеспечить требуемую пропускную способность для передачи данных автоматизированных систем управления технологическими процессами объекта, таких как подстанции.

Кроме того, эти системы малопригодны для передачи речевых сигналов из-за воздействия помех, вызванных коронными разрядами, особенно в условиях повышенной влажности, гололёда и налипания снега.

С учётом этих факторов, оптимальным решением для организации каналов связи нижнего уровня в системах диспетчерского и технологического управления релейной защитой и противоаварийной автоматикой являются волоконно-оптические системы передачи данных с резервированием системами высокочастотной связи для передачи сигналов релейной защиты и противоаварийной автоматики.

Спутниковая связь обеспечивает надёжное соединение с удалёнными энергообъектами, предоставляя возможность для передачи диспетчерско-технологических данных и сбора информации с автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учёта электроэнергии.

Между ОАО «ФСК ЕЭС», управлением МЭС Центра и управлениями ПМЭС созданы в требуемом объёме основные и резервные каналы для обеспечения обмена корпоративным технологическим трафиком с использованием существующих сетей и линий связи ОАО «ФСК ЕЭС», Единой цифровой сети связи электроэнергетики, а также арендованных каналов и линий связи.

В МЭС Центра на всех подстанциях, работающих на напряжении 330 – 750 киловольт, в полной мере организованы каналы для передачи необходимой информации в региональные диспетчерские управления.

В целях обеспечения действенного регулирования в сфере телекоммуникаций, структура управления выстраивается по принципу иерархии, аналогично тому, как это происходит в административной сфере.

Таким образом, вышеприведенная информация позволила сформировать общую картину устройства магистральных электрических сетей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каверин Н.В. Перспективы развития и организация эксплуатации систем связи МЭС Центра. Проблемы, пути развития: Доклад директора по ИТС филиала ОАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Центра на совещании по ВОЛС в МЭС Волги. – Самара, 2010. – 38 с.

2. Ли В.А. Информационно-технологические системы МЭС Центра: Доклад начальника службы ИТС филиала ОАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Центра на совещании в ОАО «СО ЕЭС». – М., 2009. – 35 с.

3. Мисриханов М.Ш. Наследники Дальних передач. – М.: Другая галактика, 2009. – 350 с.

4. Милашенко В.И. О ходе развития и эксплуатации систем связи Единой технологической сети связи электроэнергетики, автоматизированной системы технологического управления и инфраструктуры информационных систем: Доклад заместителя директора по ИТС филиала ОАО «ФСК ЕЭС» – МЭС Центра на совещании ИТС и СС в МЭС Сибири. – Новосибирск, 2012. – 35 с.

УДК 614.84

С. А. Иванов, С. В. Лютова
Сургутский государственный университет

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

В работе представлена динамика возникновения пожаров в нефтегазовой отрасли согласно данным Ростехнадзора, определена одна из основных причин возникновения аварийных ситуаций. Рассмотрены инновационные методы совершенствования и обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтегазовых предприятий.

Ключевые слова: нефтегазовая отрасль; пожарная безопасность; искусственный интеллект; инновационные методы пожарной защиты.

S. A. Ivanov, S. V. Lyutova

MODERN METHODS OF FIRE SAFETY IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

The paper presents the dynamics of fires in the oil and gas industry, according to Rostechnadzor data, and identifies one of the main causes of emergencies. Innovative methods of improving and ensuring fire safety at facilities of oil and gas enterprises are considered.

Keywords: oil and gas industry, fire safety, artificial intelligence, innovative fire protection methods.

В современном мире множество отраслей, которые играют важную роль в формировании общества и государства. Однако одной из ключевых является нефтегазовая отрасль, которая служит топливом не только для развития других

© Иванов С. А., Лютова С. В., 2025

отраслей, но и вносит огромный вклад в экономическую составляющую страны.

К нефтегазовой отрасли относят: объекты бурения и добычи нефти, газа и газового конденсата; объекты систем обустройства месторождения, сбора, подготовки и транспортировки углеводородов; пункты подготовки и сбора нефти и газа; площадки насосных станций; резервуарные парки; системы промысловых (межпромысловых) трубопроводов; площадки нефтегазоперерабатывающих заводов; платформы стационарные (морские); площади морского нефтеналивного комплекса, нефтяные шахты и многое другое.

Несмотря на пользу данных объектов, они несут угрозу как для человек, так и для окружающей среды, подтверждением этому является динамика аварийности и производственного травматизма со смертельным исходом за 2019-2023 годы, представленная на рисунке [3].

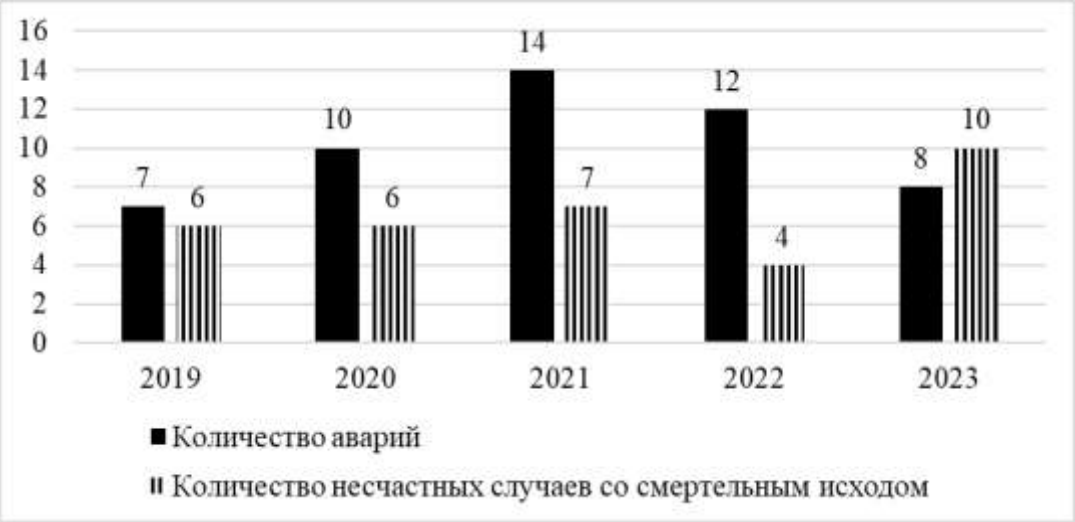


Рисунок. Динамика аварийности и производственного травматизма со смертельным исходом за 2019–2023 годы

Исходя из данных, представленных на диаграмме, можно заметить, что в 2023 году количество аварий снизилось до 8 аварий в год, когда в 2022 году было 12 аварий, но несмотря на это, заметен значительный рост несчастных случаев со смертельным исходом.

По данным годового отчета о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, было получено, что в 2023 году произошло 12 несчастных случаев, в которых пострадал 31 человек, при этом 10 несчастных случаев со смертельным исходом, в которых погибло 19 человек [3].

При этом стоит учесть, что большинство несчастных случаев связано как с несоблюдением правил пожарной безопасности работниками, так и нарушением технологии производства, что приводит к нарушению увеличению пожарной опасности.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что первостепенной задачей успешной и безопасной работы нефтегазовой отрасли, является снижение пожарной опасности. Поэтому важно рассмотреть какие существуют современные методы обеспечения пожарной безопасности.

В качестве метода совершенствования пожарной безопасности является использование инновационных технологий. Одним из примеров использования инновационных технологий в обеспечении пожарной безопасности является использование роботизированного оборудования, а именно пожарных лафетных стволов «ЭФА» [2].

Лафетные стволы с дистанционным управлением, стационарные, с расходом воды от 15 до 100 л/с, исполняются во взрывозащищенном исполнении.

Имеют маркировку взрывозащиты II Gb c IIC T4 X и применяются для защиты открытых объектов во взрывоопасных зонах и для сооружений с пожаро- и взрывоопасным производством.

Могут применяться в резервуарных парках, сливо-наливных ж/д эстакад, газоконденсатных установок, нефтяных терминалов и морских причалов, морских нефтяных платформ, складов боеприпасов и др. Лафетные стволы во взрывозащищенном исполнении комплектуются электродвигателями, электромонтажными коробками, концевыми выключателями во взрывозащищенном исполнении [1].

Ещё одним нововведением в обеспечении пожарной безопасности является использование систем обнаружения пожара на основании видео. Такие системы используют камеры высокого разрешения, оснащенными алгоритмами искусственного интеллекта, который анализирует видеоматериал и обнаруживает опасные факторы пожара, такие как повышенную температуру, пламя и искры, а также дым.

Такая установка позволяет обнаружить пожар на ранней стадии и обеспечить быстрое реагирование сотрудников службы безопасности и предотвращение возникновения чрезвычайной ситуации на участках добычи, подготовки и сбора нефтегазосодержащей жидкости, а также на нефтегазодобывающих заводах.

Помимо описанной системы для обеспечения пожарной безопасности в нефтегазовой отрасли используют интеллектуальные системы пожаротушения, которые применяют передовые датчики, аналитику и автоматизированные механизмы реагирования. Такие системы определяют размер, местоположение и тип пожара, после чего передают сигнал для запуска систем, наиболее подходящих для тушения этого пожара [4].

Сказав о применяемых инновационных мерах пожарной защиты, нельзя не отметить разрабатываемые меры, ярким представителем которых является программное обеспечение с использованием искусственного интеллекта, который позволяет предсказать каким образом будет развиваться пожар. По прогнозам разработчиков, использование таких программ не только снизят финансовые затраты, но и ускорят процессы разработки инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, а также расчетов пожарного риска [1].

Таким образом, можно сделать вывод, что в современном мире для обеспечения пожарной безопасности в нефтегазовой отрасли могут быть использованы как проверенные методы защиты, так и инновационные. В функциональные особенности которых входит использование искусственного интеллекта, позволяющего быстрее реагировать на сигнал о возникновении пожара и более эффективно бороться с ним.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерный центр пожарной робототехники «ЭФЕР» ЭФЭР – пожарные роботы и роботизированные установки пожаротушения, лафетные и ручные стволы – URL: https://firerobots.ru/

2. Некрасов Д.А. Пожарная безопасность на нефтегазовых месторождениях с модернизацией систем пожаротушения/Д. А. Некрасов. – Текст: непосредственный//Молодой ученый. – 2022. – № 51 (446). – С. 47-48.

3. Отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2023 год

4. Свидерский М.А., Пермяков В.Н. Основные тенденции и инновации в области противопожарной защиты для нефтегазовой отрасли//Вестник науки. 2023. №12 (69).

УДК 614.841.343

В. Н. Князев, М. А. Фертюк
Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, СВЯЗАННЫХ С ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОНА

В статье рассматриваются современные материалы и устройства, применяемые для обеспечения пожарной и экологической безопасности на промышленных объектах. Материал будет рассмотрен на основе целлюлозно-картонного комбината, где высок риск

© Князев В. Н., Фертюк М. А., 2025

возгорания из-за сухого картона, контактирующего с нагретыми элементами сушильных аппаратов. Предложено внедрение пожарного отсека для ограничения распространения огня.

Ключевые слова: пожарная безопасность; экологическая безопасность; целлюлозно-картонный комбинат; сушильные аппараты; пожарный отсек; производственный объект.

V. N. Knyazev, M. A. Fertyuk

THE INTRODUCTION OF MODERN DEVICES AND MATERIALS TO ENSURE THE FIRE SAFETY OF INDUSTRIAL FACILITIES RELATED TO THE PRODUCTION OF CARDBOARD AND PAPER

The article discusses modern materials and devices used to ensure fire and environmental safety at industrial facilities. The material will be considered on the basis of a pulp and cardboard mill, where there is a high risk of fire due to dry cardboard in contact with heated elements of dryers. It is proposed to introduce a fire compartment to limit the spread of fire.

Keywords: fire safety; environmental safety; pulp and cardboard mill; drying machines; fire compartment; production facility.

Введение

Целлюлозно-бумажное производство, являясь ключевым сегментом лесной промышленности, оказывает значительное влияние на экономику и окружающую среду, но при этом требует тщательного контроля и управления пожарной безопасностью из-за высоких рисков возгорания. Материалы и технологии, используемые на комбинатах, могут создавать серьезные угрозы, включая ущерб здоровью работников, повреждение оборудования и негативное воздействие на окружающую среду. Особенно проблематичны сушильные аппараты, где накопление сухого картона при контакте с горячими элементами часто приводит к возгораниям. Исследование направлено на поиск эффективных способов снижения этих рисков с использованием современных материалов, устройств и организационных решений.

Характеристика объекта исследования

Целлюлозно-картонный комбинат представляет собой промышленное предприятие, специализирующееся на производстве картона тарного типа. Одним из ключевых и финальных этапов технологического процесса является сушка целлюлозного сырья, осуществляемая в специальных сушильных аппаратах. В ходе производства картон подвергается термической обработке, что приводит к его высушиванию и накоплению сухих волокон, создающих потенциальную пожарную опасность. Сам процесс происходит в несколько этапов от предварительной выжимки до финального этапа готового продукта.

Производственный процесс включает несколько стадий (рисунок): заготовка сырья и поставка в щеподробительные цеха, сортировка древесного материала по типу дерева, размол в специализированных мельницах, варка щепы

с химическими компонентами, поэтапная промывка материала, формирование полотна, прессование и сушка смешивание с клеевым раствором. На последнем этапе влажность картона снижается до минимальных значений, что делает его легковоспламеняемым. Сушильные установки представляют собой камеры с системой циркуляции горячего воздуха, температура в которых может достигать 200 °С. В таких условиях даже небольшая искра или контакт сухого картона с перегретыми элементами оборудования способны спровоцировать возгорание.

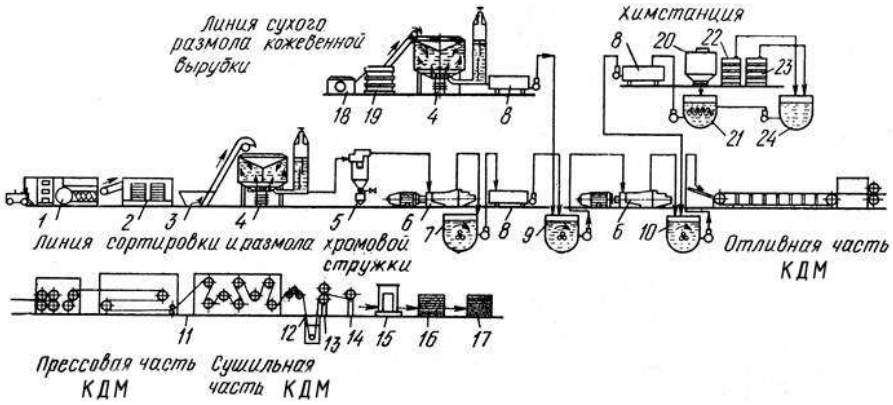


Рисунок. Схема технологического процесса

Основными причинами пожаров на объекте являются:

- высокая температура нагрева сушильных аппаратов;
- накопление пылевидных частиц и сухого картона в рабочей зоне;
- недостаточная эффективность действующих противопожарных мероприятий;
- несвоевременное выявление источников воспламенения;
- возможные нарушения технологического процесса.

Для минимизации риска предлагается внедрение пожарного отсека, который будет способствовать локализации возможных возгораний и предотвращать их распространение по производственному помещению. Такой отсек создаст барьер между зонами производства, ограничивая поступление кислорода и блокируя дальнейшее развитие огня.

Современные материалы для обеспечения пожарной безопасности

В целях снижения вероятности возгораний целесообразно использовать:

Термостойкие покрытия для оборудования, уменьшающие вероятность перегрева. Данные покрытия представляют собой специальные огнеупорные составы, выдерживающие температуры до 1000°С и предотвращающие перегрев поверхностей.

Огнезащитные пропитки для картона, препятствующие воспламенению. Такие составы содержат антипирены, которые снижают горючесть материала и предотвращают распространение пламени, но стоит учитывать, что такие пропитки могут снижать качество картона и увеличить значительно стоимость технологического процесса.

Стоит учесть, что не только возгорания могут принести вред окружающей среде, но и сам технологический процесс. Два основных направления, по которым может быть угроза экологической безопасности при учитывании бесперебойной работы без возникновения аварийного режима являются: воздушное и водное.

При производстве картона используются водные ресурсы, в частных случаях забор воды ведётся из рек. Проблема может заключаться в том, что отработанная вода может выходить в речной бассейн. Для пресечения данных ситуаций используются системы фильтрации для выброса отработанных веществ. Также присутствует угроза загрязнения воздушного пространства путем выброса через дымовые трубы отработанных газов. Для более эффективного пресечения их используется комбинированные установки, состоящие из мокрых и сухих установок.

Устройства для обеспечения экологической безопасности

В дополнение к пожарной безопасности важно учитывать экологические аспекты, поскольку возгорания могут сопровождаться выбросами вредных веществ. В этом направлении могут быть применены следующие технологии:

Фильтрующие установки для улавливания вредных выбросов при сгорании материалов. Современные системы газоочистки способны задерживать мелкие частицы и токсичные вещества, предотвращая их выброс в атмосферу. Применение флотационных ловушек для очистки водных ресурсов.

Системы мониторинга воздуха, позволяющие оперативно выявлять наличие вредных веществ в атмосфере. Такие системы используют датчики, которые анализируют состав воздуха и сигнализируют о наличии превышений предельно допустимых концентраций вредных веществ.

Каталитические нейтрализаторы, применяемые для очистки газовых выбросов. Они разрушают токсичные соединения, снижая их опасность для окружающей среды.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Внедрение предложенных решений позволит значительно повысить уровень пожарной и экологической безопасности на целлюлозно-картонном комбинате. Установка пожарного отсека в сушильных аппаратах обеспечит локализацию возгораний, а использование современных материалов снизит риск их возникновения. Дополнительное оснащение предприятия системами пожаротушения и мониторинга позволит минимизировать негативные последствия возгораний и снизить вредное воздействие на окружающую среду.

В дальнейшем требуется проведение дополнительных исследований по оптимизации конструкции пожарного отсека и подбору наиболее эффективных огнезащитных покрытий. Перспективным направлением является разработка инновационных систем раннего обнаружения пожаров, использующих искусственный интеллект и датчики анализа воздуха, что позволит прогнозировать и предотвращать возгорания на ранних стадиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оборин Э.Н. Пожарная безопасность на целлюлозно-бумажных комбинатах // Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России им. героя РФ генерала армии Е.Н. Зиничева (г. Санкт-Петербург, Россия) Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ» № 9 (78) Том 1. СЕНТЯБРЬ 2024 г.

УДК 614.84

В. Л. Ковшик, И. В. Багажков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПАСНОСТЬ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ И ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОЖАРЕ

В данной статье рассматриваются особенности применения современных полимерных и полимерсодержащих строительных материалов, их деструкцию при температурном воздействии, опасность на пожаре.

Ключевые слова: пожар; полимер; строительные материалы; деструкция; опасность; отравление; гибель; токсическое воздействие; продукты сгорания.

V. L. Kovshik, I.V. Bagazhkov

THE RISK OF THERMAL DEGRADATION OF POLYMER AND POLYMER-CONTAINING BUILDING MATERIALS IN CASE OF FIRE

This article discusses the features of the use of modern polymer and polymer-containing building materials, their destruction under temperature exposure, and the danger of fire.

Keywords: fire; polymer; building materials; destruction; danger; poisoning; death; toxic effects; combustion products.

Производство полимерных материалов для строительной индустрии представляет собой сложнейший технологический процесс, охватывающий несколько взаимосвязанных стадий, от добычи сырья до конечной обработки готовых изделий. Эта область химии, по сути, является фундаментом для создания множества современных строительных материалов, начиная от простых пластиковых труб и заканчивая высокотехнологичными композитами [3,5].

© Ковшик В. Л., Багажков И. В., 2025

Потребность строительной отрасли в полимерных материалах постоянно возрастает из-за их уникальных потребительских свойств [2]. Они обладают высокой износостойкостью, длительным сроком службы, хорошей водостойкостью, легкостью в обработке и широким спектром цветов и текстур.

Рассматривая статистику пожаров в зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, можно наблюдать, что при отсутствии средств защиты органов дыхания удушье и отравление наступает за считанные минуты. При этом решающую роль оказывают токсические продукты разложения материалов, используемых при строительстве и отделке помещений (рисунок).

Рисунок. Дымообразование на пожаре

Обстановка на пожаре особенно влияет на здоровье сотрудников пожарно-спасательных подразделений, принимающих участие в тушении и проведении аварийно-спасательных работ на пожарах, провоцирует возникновение профессиональных заболеваний. При регулярном вдыхании дыма, возникшем в результате термической деструкции полимерных составляющих, возникают желудочно-кишечные заболевания, инфаркты, болезни крови, различные аллергии, хронический бронхит, увеличивается риск онкологических заболеваний, повышается утомляемость.

Анализируя причины гибели людей на пожарах, можно констатировать негативное воздействие токсичных веществ и ядовитой пыли. Уже после ликвидации горения у людей присутствовали жалобы на кашель, выявлялись заболевания органов дыхания.

Острая сердечная недостаточность, которая является основной причиной гибели пожарных, также может быть вызвана отравлением токсичными продуктами горения. Ароматические углеводороды, являющиеся канцерогенными веществами, обуславливают повышенную заболеваемость пожарных раком желудка, головного мозга, меланомой.

Отравление диоксином вызывает тератогенный эффект — рождение детей с генетическими аномалиями. Ежегодно в мире при выполнении

служебных обязанностей погибают не менее 250–300 пожарных и десятки тысяч получают травмы той или иной степени тяжести.

В зависимости от химического строения молекул полимера при воздействии высоких температур могут происходить различные конструктивные изменения. Так, одни полимеры могут полностью деполимеризовываться - разлагаться до мономеров, другие, при длительном нагревании разрывать связи и образовывать устойчивые молекулы с пониженной молекулярной массой. Возможно так же отщепление низкомолекулярных продуктов за счет реакций боковых групп без существенного изменения исходной молекулярной массы. Такие воздействия приводят к беспорядочному сшиванию макромолекул и образованию разветвленных и сшитых структур [3, 4, 5].

Скорости радикальной полимеризации и деполимеризации возрастают с температурой. При некоторой температуре скорости полимеризации и деполимеризации могут стать равными. Это можно установить, взяв за пример один из наиболее распространенных полимеров – полистирол. При измерении вязкости растворов полистирола при полимеризации стирола и тепловой обработке полистирола при этой температуре, в какой-то момент времени значения вязкостей выравниваются, что свидетельствует об одинаковой молекулярной массе продуктов полимеризации и деструкции [2, 4].

Изучение термической деструкции или разложения полимеров в лабораторных условиях происходит при нагреве в вакууме или инертной атмосфере. Термическая деструкция обусловлена увеличением при повышении температуры вероятности сосредоточения на одной из химических связей в макромолекуле энергии, достаточной для разрыва этой связи. Большинство полимеров разрушаются при 200…300 °С, хотя известны термостойкие полимеры, например, политетрафторэтилен не изменяется заметно и при 400 °С.

Термическая деструкция протекает с участием свободных радикалов с образованием большого количества летучих продуктов, которые в некоторых случаях могут состоять практически только из мономера или смеси различных веществ. Возможно образование нелетучего остатка — частично разложившегося полимера, который в конце концов превращается в уголь. Большинство полимеров подвергаются совместному действию теплоты и кислорода, то есть термоокислительной деструкции [1, 5].

Анализируя вышесказанное можно констатировать, что процесс воздействия высокой температуры на полимерные отделочные материалы особенно актуален при крупных пожарах в зданиях жилого сектора. Именно там происходит негативное воздействие токсических продуктов сгорания на дыхательную систему человека.

Прогресс не стоит на месте, разрабатываются новые биоразлагаемые и экологически чистые полимеры, что снижает негативное воздействие на окружающую среду, и позволяет заменить традиционные материалы,

получаемые из исчерпаемых природных ресурсов. Все это делает полимерные материалы незаменимыми в современном строительстве, обеспечивая создание более прочных, долговечных и экологичных зданий и сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багажков И.В., Клюев М.В. Пожароопасность отделочных полимерных материалов, применяемых в помещениях с массовым пребыванием людей. Материалы сборника IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Актуальные вопросы естествознания: Иваново, 25 марта 2019 года / сост.: О. В. Хонгорова, М. Г. Есина. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - С. 9-13.
2. Багажков И.В., Клюев М.В. Термическая деструкция полимерных отделочных материалов. Материалы сборника V Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы естествознания» : Иваново, 24 марта 2020 г. – Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020.
3. Коршак В.В. Химия пластических масс. - М. : Химия. 1985. - 562 с.
4. Наумов А.В., Багажков И.В. Вопросы огнезащиты декоративного отделочного материала в зданиях с массовым пребыванием людей Материалы сборника XI Всероссийской научно-практической конференции, Надежность и долговечность машин и механизмов : Иваново, 16 апреля 2020 г. – Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 251-253.
5. Хохлов А.Р., Кучанов С.И. Лекции по физической химии полимеров. М.: Мир, 2000. - 192 с., ил.

УДК 627.8

А. Н. Комяков, Т. И. Чистяков, В. В. Жучков, Е. Н. Болдырев, Д. А. Петербургский
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

МАЛОБЮДЖЕТНЫЕ БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ БЕЗВОДОПРОВОДНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В статье изложены опыт и новые технические решения в области создания малобюджетных быстровозводимых гидротехнических сооружений для аккумулирования запасов воды и создания водоёмов на базе малых рек, ручьёв и временных водотоков для обеспечения безводопроводного водоснабжения в лесных массивах, удалённых населенных пунктах и производственных объектах.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение; плотина, флютбет, водоналивная эластичная рукавная ёмкость.

© Комяков А. Н., Чистяков Т. И., Жучков В. В., Болдырев Е. Н., Петербургский Д. А., 2025

A. N. Komyakov, T. I. Chistyakov, V. V. Zhuchkov, E. N. Boldyrev, D. A. Peterburgsky

LOW-BUDGET PREFABRICATED HYDRAULIC STRUCTURES FOR WATER-FREE FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY

The article describes the experience and new technical solutions in the field of creating low-cost prefabricated hydraulic structures for accumulating water reserves and creating reservoirs based on small rivers, streams and temporary watercourses to provide pipeless water supply in forests, remote settlements and industrial facilities.

Keywords: hydraulic engineering structure; dam, flutbet, water-filling elastic sleeve tank.

В России насчитывается более 2,5 миллионов рек, 95 % их которых это мелкие ручьи, длиной менее 25 км. Кроме рек и ручьёв в периоды таяния снегов и выпадения большого количества осадков образуются большое количество временных водотоков. Исторически, как крупные города, так и небольшие поселения, дачные товарищества и коттеджные посёлки строятся по берегам рек.

Учитывая сложную пожарную обстановку во многих, прежде всего в удаленных лесных регионах страны, использование водных ресурсов ручьёв, малых рек и временных водотоков для создания пожарных водоёмов является важным фактором обеспечения пожарной безопасности.

В последние годы на кафедре инженерной теплофизики и гидравлики (ИТиГ) Академии ГПС МЧС России проводятся инициативные НИР по созданию, совершенствованию конструкций и способов возведения гидротехнических сооружений (ГТС) наполняемого типа [2, 3, 7].

Отличием от серийно выпускаемых отечественными и зарубежными производителями ГТС данного типа является их малобюджетный характер и возможность их сооружения в нужном месте силами местных предприятий, органов самоуправления и заинтересованных частных лиц. Экономичность их возведения обусловлена использованием недорогих серийно выпускаемых и доступных в торговых сетях рукавных плёночных и тканых материалов, водонепроницаемых тентов, канатов, крепежных элементов, гибких трубопроводов и водопроводной арматуры. Обязательным условием создания запасов воды с использованием сооружением данного типа является наличие постоянного или временного водотока (небольшая река, ручей, поверхностные грунтовые воды) и подходящий рельеф местности.

На рис. 1 и 2 показаны опытные образцы ГТС наполняемого типа, испытанные в Щелковском учебно-опытном лесхозе Московского государственного университета леса (в н.в. – Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана) в рамках выполнения ВКР студентами Лесопромышленного факультета под руководством одного из авторов этого доклада [4, 5, 6].

Рис. 1. Опытные образца ГТС из рукавной полиэтиленовой плёнки

Рис. 2. Опытный образец ГТС из тканевого рукава с полиэтиленовым вкладышем

Опыты, проводившиеся в течение трех лет, показали, что несмотря на использование недорогих материалов бытового назначения типа рукавов парниковой пленки толщиной (100…150) мкм, все образцы ГТС успешно прошли испытания. Полного разрушения ГТС не наблюдалось. В одном из опытов из-за прокола оболочки образовалась течь, которая была успешно устранена с помощью ремкомплекта, состоящего из герметика и водостойкого скотча. Все три плотины были демонтированы после завершения опытов. Стоимость строительства каждого из опытных образцов ГТС не превышала нескольких тысяч рублей при ширине сооружения в плане около 8 м и высоте 0,6…0,7 м (в опытах использовалась рукавная полиэтиленовая пленка с шириной рукава 1,5 м).

Опыты подтвердили, что, даже при использовании недорогих плёночных рукавных материалов, можно создавать ГТС, способные обеспечивать напоры, необходимые для аккумулирования значительных запасов воды. Повышенная надежность работы сооружений данного типа может быть обеспечена

применением защитных гибких экранов над водонаполненными рукавными ёмкостями, либо помещением их во внешний тканевый рукав (рис.2) с лучшими прочностными характеристиками (особенно на прокол). Учитывая постоянное совершенствование технологий и материалов для производства рукавных ёмкостей, возможно применение однослойных оболочек для ГТС данного типа, сочетающих в себе прочность, герметичность и приемлемую цену.

В 2024 году на кафедре ИТиГ Академии ГПС МЧС России была разработана и защищена патентом на изобретение конструкция ГТС наполняемого типа с саморазвертывающимся водонепроницаемым экраном [1]

От известных конструкций ее отличает *продольное* к направлению сдвигающих усилий на сооружение *расположение* наполненных водой или другим наполнителем (например, пульпа, вода и воздух в разных сочетаниях) герметичных эластичных рукавных ёмкостей, установленных вплотную друг к другу. Это техническое решение устраняет главную проблему водоналивных ГТС с поперечным расположением ёмкостей – их перекатывание под действием давления воды со стороны верхнего бьефа.

Другим важным отличием, значительно облегчающих установку ГТС является применение закреплённого на гибком флютбете саморазвертывающегося экрана, который в рабочем положении закрывает фронтальную и верхнюю часть сооружения, увеличивая при этом напор за счёт прикрепленной к его противоположному свободному краю заполненной воздухом цилиндрической ёмкости.

На рисунке 3 показаны конструкция ГТС и фазы его монтажа. ГТС состоит из ряда (или нескольких рядов по высоте) герметичных эластичных рукавных емкостей 1, расположенных *продольно* к направлению линии действия сил давления воды на гибком основании 2 (флютбете) из водонепроницаемого материала для уменьшения фильтрации и предотвращения размывания грунта под сооружением. Для более плотного прилегания флютбета ко дну используются пригрузочные цепи 3 или другие пригрузочные материалы (камни, грунт и т.п.). Емкости оборудованы штуцерами 4 с запорной арматурой для соединения с системой заполнения.

К гибкому основанию 2 со стороны верхнего бьефа по всей ширине сооружения крепится гибкий водонепроницаемый экран 5 с одной или несколькими герметичными рукавными ёмкостями 6, заполненными воздухом, на его противоположном свободном краю.

Монтаж гидротехнического сооружения производится следующим образом. В месте установки сооружения укладывается гибкое водонепроницаемое основание 2 с заранее закрепленным на нём гибким водонепроницаемым экраном 5. Гибкое основание 2 фиксируется в русле с помощью пригрузочных цепей 3 или других пригрузочных материалов.

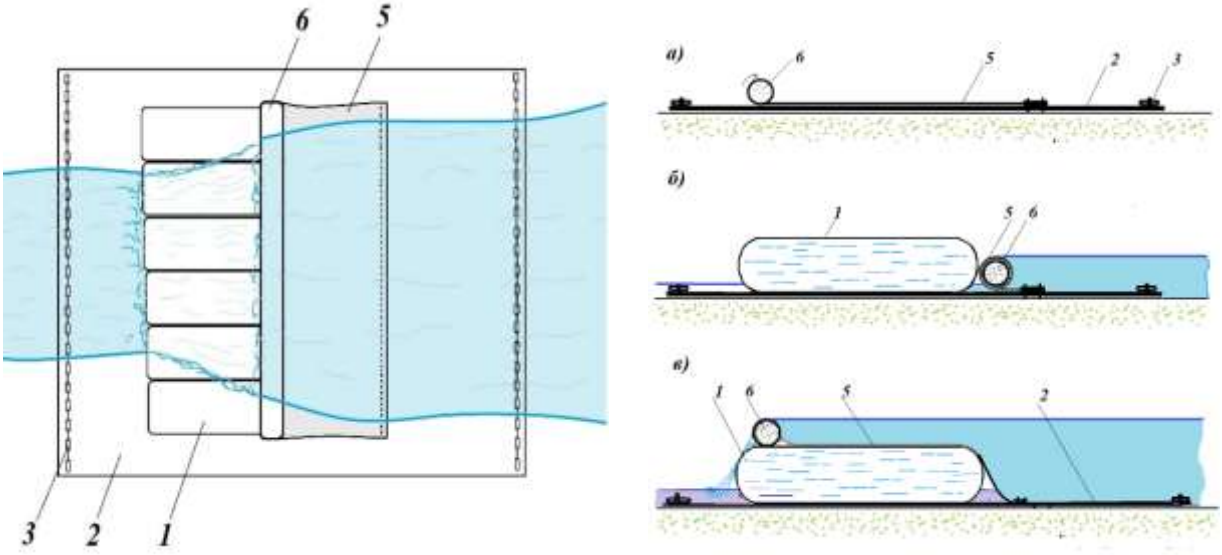


Рис. 3. Гидротехническое сооружение с саморазвертывающимся экраном:
- вид в плане (слева); – вид сбоку с фазами монтажа

После этого гибкий экран 5 полностью расправляется на основании 2 в сторону нижнего бьефа, а воздушная емкость (емкости) экрана 6 заполняется воздухом до давления, достаточного для придания цилиндрической формы. После заполнения воздушных ёмкостей 5 на них полностью наматывается экран 5 до места его крепления к гибкому основанию сооружения.

Затем на гибкое основание 2 вплотную друг к другу продольно руслу укладываются и заполняются наполнителем (водой, водой с твердыми частицами и (или) воздухом) эластичные герметичные ёмкости 1.

По мере повышения уровня воды в верхнем бьефе сооружения, воздушная ёмкость 6 экрана будет всплывать. При этом экран 5 начнет прижиматься к фронтальной части сооружения за счёт сил гидростатического давления.

После повышения уровня воды в верхнем бьефе выше верхних поверхностей герметичных ёмкостей 1, воздушная ёмкость 6 с намотанным на неё экраном под действием давления воды будет перекатываться по ёмкостям 1. При этом герметичный экран 5 будет разматываться и укладываться на верхнюю часть сооружения до полного его раскрытия.

Далее, при поступлении достаточного количества воды, уровень воды в верхнем бьефе будет повышаться до своего максимального значения, которое определяется вертикальными размерами воздушной ёмкости 4. После чего вода начнет переливаться через сооружение.

ГТС предлагаемой конструкции позволяет решить следующие задачи по сравнению с известными аналогами:

1. исключить возможность перекатывания и перемещения рукавных емкостей под действием сил гидростатического давления и энергии потока за счёт их продольного расположения;

2. производить монтаж гидротехнического сооружения без дополнительных креплений и опор, т. к. необходимая удерживающая сила создаётся весом сооружения и воды над саморазвертывающимся экраном, а также площадью контакта ГТС с основанием, которые обеспечиваются нужной для конкретных условий длиной продольно установленных рукавных ёмкостей;

3. ускорить и уменьшить трудоёмкость возведения сооружения за счёт применения саморазвертывающегося герметичного экрана;

4. повысить надежность работы сооружения за счёт применения герметичного экрана, являющегося дополнительной защитой для герметичных ёмкостей; а также за счёт того, что в случае повреждения и потери герметичность одной или некоторого числа ёмкостей, его работоспособность будет частично или полностью сохраняться за счет остальных ёмкостей.

В настоящее время авторами изобретения разработана методика расчёта основных параметров ГТС, ведется доработка его конструктивных элементов и подготовка к испытанию опытного образца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на изобретение № 2824375. Российская Федерация. Гидротехническое сооружение // Комяков А.Н., Пузач С.В., Болдырев Е.Н., Копылов А.А., Горюшкин С.С.; Патентообладатель: Академия ГПС МЧС России, при-оритет 09.01.2023; опубликовано 09.08.2024, Бюл. N 22

2. Отчет о НИР «Разработка и обоснование параметров водоналивных гидротехнических сооружений для создания пожарных водоёмов», Комяков А.Н., Болдырев Е.Н., Горюшкин С.С., АГПС МЧС России, – 2022. –34 с

3. Комяков А.Н. Применение мягких гидротехнических сооружений рукавного типа при создании пожарных водоемов и водохранилищ. Журнал «Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация», 2022. № 3, с. 36-43

4. Патент России на полезную модель № 62615. Гидротехническое сооружение [Текст]//№ 2006113210/22 Комяков А.Н., Шевелев И.Л., Евсеев А.Г. ; заявл. 20.06.2006; опубликовано 27.04.2007.

5. Патент России на полезную модель № 86601. Гидротехническое сооружение [Текст]/ Комяков А.Н., Сорокин М.А., Карпачев С.П., Шевелев И.Л.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет леса» – № 2009120448; опубликовано 10.09.2009.

6. Комяков А.Н. Оптимизация процесса доставки лесных грузов в плавучих контейнерах и и на однорейсовых судах Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2011. № 5. С. 62-65.

7. Комяков А.Н., Болдырев Е.Н., Жучков В.В., Чистяков Т.И. Применение флекситанков для повышения эффективности грузоперевозок: альтернативные варианты использования флекситанков для противопожарного водоснабжения и

устранения последствий чрезвычайных ситуаций. Журнал «Конкурентоспосоность в глобальном мире: экономика, наука, технологии». 2024. № 3. С. 151-157.

УДК 614.84

Р. А. Коркин, И. В. Багажков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГРУППОВОМУ И ИНДИВИДУАЛЬНОМУ ОСВЕЩЕНИЮ НА ПОЖАРЕ

В данной статье рассматриваются осветительные приборы, применяемые боевыми подразделениями пожарной охраны на месте пожара. Проводится анализ требований к профессиональным приборам освещения со стороны нормативно-правовой литературы.

Ключевые слова: осветительный прибор, групповой фонарь, индивидуальный фонарь, пожарный фонарь, источник света, световой поток, источник питания.

R. A. Korkin, I. V. Bagazhkov

BASIC REQUIREMENTS FOR GROUP AND INDIVIDUAL FIRE LIGHTING

This article discusses the lighting devices used by combat fire protection units at the fire site. An analysis of the requirements for professional lighting devices from the regulatory literature is carried out.

Keywords: lighting device; group lamp; individual lamp; fire lamp; light source; luminous flux; power source.

Из существующего многообразия осветительных приборов стоит выбирать те, профессиональное применение которых рекомендовано производителем. Предназначение пожарного фонаря – работа звена газодымозащитной службы (ГДЗС) при освещении помещений при проведении разведки места пожара и при тушении объектов и спасении людей [1,2]. Подобные приборы должны быть мобильными и сохранять заданное время и мощность свечения. Данное оборудование не должно повреждаться тепловым нагревом или механическими ударами, обеспечивая непрерывную подачу светового потока. Отдельные модификации выпускают с взрывозащищенным исполнением корпуса. Разумеется, соблюдение межгосударственных стандартов является обязательным требованием. Так, с июля 2025 года будет действовать новый ГОСТ 34996-2023 "Техника пожарная. Фонари пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний." Он распространяется на

© Коркин Р. А., Багажков И. В., 2025

групповые (ПГФ) и индивидуальные фонари (ПИФ), предназначенные для освещения боевых участков (секторов проведения работ) при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, устанавливает общие технические требования к фонарям и методы их испытаний. Данный нормативно-правовой документ не предъявляет требований к цветовой температуре и типу источника освещения, фокусируемому световому потоку и типу источника питания [3]. Значит, это именно те величины, которые безболезненно может менять производитель, ориентируясь на спрос своей продукции.

Фонари из прошлого века, имеющие галогеновую лампу и железоникелевый (щелочной) аккумулятор выполняли роль группового фонаря и предназначались для освещения пути следования при передвижении звена пожарных во время проведения разведки в затемненных помещениях, а также освещения при работе на пожаре (рисунок).

Рисунок. Фонарь электрический групповой пожарный (ФЭГ)

Рассматривая техническое оснащение пожарного фонаря можно сконцентрироваться на параметрах, влияние которых оказывает существенное воздействие на освещенность в сложных условиях [3,4].

Цветовая температура. Продукты сгорания на пожаре имеют сложный состав и в основном представлены в виде твердых частиц в воздухе – дыма. Практикой подтверждено, что желтый ("теплый") свет предпочтителен для использования в условиях плохой видимости (дыма, пара, снега, дождя и т.п.). Цветовая температура данного вида освещения должна колебаться в пределах 3000-3700 К. Человеческий глаз лучше всего приспособлен к яркому солнечному свету, его температура находится в пределах 4200 и 6000 К. Желтый свет менее подвержен рассеиванию и не кристаллизуется от ельчайших капель влаги. Холодные цвета сложнее воспринимаются человеческим глазом: это свет с наименьшей длиной волны, видимой человеком, и фокусируется он на небольшом расстоянии перед сетчаткой глаза.

Источник света. Наилучшее решение на сегодняшний момент мы получили в виде светодиодов, непосредственно излучающих теплый свет. Такие светодиоды существуют и доступны для использования как в обычных, так и в профессиональных фонарях. Они потребляют значительно меньше электроэнергии, чем традиционные лампы и срок службы у них значительно выше, до 100 000 часов. Есть ограничения по температурному применению.

Фокусируемый световой поток. Человеческий глаз устроен так, что видит отраженный от объектов свет. В непригодной для дыхания среде (НДС) командир звена газодымозащитной службы (ГДЗС) как, впрочем, и остальные пожарные видят свет фонаря через отражение не только от видимого объекта, но и от частиц, летающих в воздухе (дым, пар и т.п.). Чтобы глаз пожарного смог разглядеть обстановку наиболее четко, нужно сконцентрировать свет, отраженный от объекта, и убрать свет, отраженный от жидких и твердых частиц в воздухе [2,3].

Этого можно достичь двумя способами:

освещать объект под углом по отношению к линии зрения, увеличивая расстояние между фонарем и глазами – для этого правильнее разместить фонарь не на шлеме (вблизи глаз), а на груди или на наплечном ремне (вдали от глаз);

освещать объект узким лучом, чтобы убрать долю рассеиваемого света. Для этого фонарь должен обладать возможностью фокусирования исходящего луча (используется вторичная оптика – рефлектор или линза).

Тип источника питания. Данный параметр так же не регламентируется ГОСТом, но предъявляется временной интервал бесперебойной работы. Одноразовая батарея или аккумулятор? Выбор очевиден в пользу последнего. Электрохимические аккумуляторы остаются наиболее распространённым накопителем энергии (АКБ). Различные аккумуляторы использовались в первых моделях профессиональных фонарей: свинцово-кислотные, железоникелевые (щелочные), никель-кадмиевые (щелочные). Наибольшее распространение по своим параметрам получили современные перезаряжаемые Li-ионные аккумуляторы, которые помимо преимуществ не избавились от недостатков. Преимущества:

– незначительный «эффект памяти»;
– высокая емкость;
– небольшая масса;
– низкий уровень саморазряда;
– быстрый подзаряд.

Недостатки:

– высокая стоимость;
– невысокие показатели при температуре ниже 0°С;
– ограниченный срок службы.

Подводя итог вышесказанному, можно сформулировать современные технические требования к пожарному фонарю: источник света – светодиод теплого свечения, сфокусированный поток света и Li-Pol аккумулятор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багажков И.В. Организация и ведение аварийно-спасательных работ подразделениями ФПС МЧС России при пожарах и чрезвычайных ситуациях. Часть 1: учебное пособие / И.В. Багажков, А.С. Давиденко и др. - Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. - 100 с.

2. Багажков И.В. Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ. Часть 1: учебное пособие / С.Н. Никишов, А.В. Наумов, Д. Ю. Палин. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – 162 с.

3. ГОСТР 53270 - 2009 Техника пожарная. Фонари пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний.

4. Черепанов Д.А. Пожарная тактика по программе профессиональной подготовки по профессии 16781 «Пожарный». Учебное пособие / Д.А. Черепанов, А.В. Ермилов, И.В. Багажков - Иваново: ООНИ ИвИ ГПС МЧС России, 2014. - 151 с.

УДК 627.777

С. С. Косицкий, Е. А. Гришенькина, М. А. Заболотских
Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения ВС РФ) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева

МЕТОДИКИ РЕМОНТА ПОЖАРНЫХ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ СУДОВ. ПОЛИМЕРНЫЕ И КОМПОЗИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

В статье рассматриваются методики используемы при экстренных ремонтных работах на пожарных и спасательных судах, использование для ремонта судов эпоксидных и композитных покрытий.

Ключевые слова: ремонт судов; композитные покрытия; эпоксидные смолы; пробоины и трещины судов; огнестойкие полимеры.

S. S. Kositskiy, E. A. Grishenkina, M. A. Zabolotskih

METHODS OF REPAIR OF FIRE AND RESCUE-VESSELS. POLYMER AND COMPOSITE COATINGS

© Косицкий С. С., Гришенькина Е. А., Заболотских М. А., 2025

The article discusses the techniques used in emergency repair work on fire and rescue vessels. The use of epoxy and composite coatings for ship repairs.

Keywords: ship repair; composite coating; epoxy resins; holes and cracks in ships; Fire-resistant polymers.

Ремонт судов, участвующих в спасательных операциях, имеет особые требования, главным из которых является оперативность. Основными повреждениями корпусных конструкция являются усталостные и хрупкие трещины, коррозия, остаточные деформации, аварийные повреждения, в следствии посадки на мель, навалы на причалы, пожары. В этих случаях ремонтные работы проводятся в короткие сроки и в экстремальных условиях.

Один из методов экстремального ремонта судовых повреждений это мягкие пластыри, которые помогают восстановить плавучесть судна ими проводят заделку пробоин и позволяют изолировать отсек от воды, однако минусом мягкого пластыря является невозможность удерживаться на ходу, то есть при его использовании судно поддерживает плавучесть и ожидает завершения спасательной операции [1].

Также заделка пробоин и трещин осуществляется клиньями начиная с наиболее широкой части, забивая полный клин, затем по мере сужения трещины уменьшается размер клиньев. Перед применением их обматывают просмоленной паклей. Обычно для устранения повреждения нужно не менее двух человек, первый забивает клин, второй направляют его в трещину. В случаях, когда напор воды слабый с этой задачей может справиться один человек. Чтобы предотвратить расхождение концов трещин их засверливают и заделывают мастикой тонкие трещины и швы [2].

Для выполнения задач ремонта судов могут использоваться ремонтные составы на основе различных веществ и материалов. При производстве судов используются такие материалы как эпоксидные клеящиеся составы, мастики, грунтовки, шпатлевки и другие. Эти материалы имеют значительную горючесть, что является угрозой повреждения судов при выполнении поставленных им задач, в особенности при разливе жидкостей способных гореть на поверхности воды.

Чаще всего эпоксидные покрытия в ремонте используются как клеящее вещество и как лакокрасочный материал или как связующий материал. Полимерные композитные материалы на основе термореактивных связующих, к которым относятся эпоксидные смолы. При воздействии повышенных температур эпоксидные смолы становятся более хрупкими и обладают низкой термостойкостью. Характеристики эпоксидной смолы могут быть улучшены и изменены за счет добавок модификаторов, например, пластификаторы улучшают параметры гибкости смолы после ее застывания, а добавление порошка графита улучшает параметр теплопроводности. Проблему термической стабильности можно решить за счет армирования эпоксидной

матрицы. Существенную долю полимерных материалов занимают полимерные композиты [3].

Полимерные композитные материалы состоят из матрицы и наполнителя, наполнители бывают трех основных видов: дисперсные (порошки); волокнистые (волокна, микрофибры); взаимопроникающие (смеси).

Улучшение характеристик материала достигается только путем изменения морфологии и прочности сцепления между фазами [6]. Представленные наполнители в виде волокон или частиц имеют более высокие физические свойства материала чем связующее. Наполнители, по характеристикам, которые они повышают подразделяются на инертные и активные, так для повышения ударно-упругостной прочности добавляют волокнистые наполнители [4].

Полимерные композиционные материалы состоят из связующего материала и наполнителя. Наполнители бывают дисперсные (порошки), волокнистые (микрофибра), взаимопроникающие (смеси).

При действии на эпоксидные смолы соединений, содержащих подвижный атом водорода, они способны отверждаться с образованием объемных нерастворимых продуктов и эти продукты дают материалу высокие физико-технические свойства [5]. Сами смолы в этом случае получаются термопластичными веществами, а образуемые материалы при смешивании эпоксидной смолы с отвердителями и катализаторами становятся термореактивными.

Эпоксидные смолы в смеси с отвердителями образуют композиции, обладающие полезными качествами и свойствами, к числу которых относятся: высокая адгезия к поверхности материала, на которой они отвердевают; высокая механическая прочность; хорошая химостойкость и водостойкость и др.

Эпоксидные смолы имеют множество преимуществ, однако в связи с их большой реакционной способностью, которая обеспечивается эпоксидными группами, повышается их пожарная опасность, что в свою очередь также требует меры по повышению огнестойкости смол. Это обеспечивается также путем совершенствования рецептур смолы, добавок и технологий изготовления [3].

Способы получения огнестойких полимеров подразделяются на три типа: на базе физико-химических модификаций макромолекул, путем применения замедлителей горения, а также синтез малогорючих полимеров.

Методы получения огнестойких полимеров подразделяются на: ингибирование термоокислительных реакций в предпламенной зоне; насыщение летучих продуктов деструкции материала в предпламенную зону негорючими продуктами разложения; обеспечение погасания пламени в следствии выброса в предпламенную зону твердых частиц кокса; изменение свойств материала на поверхности горения.

Определенные модификаторы композитных материалов позволяют снизить пожарную опасность материалов, путем повышения термических и механических характеристик. Например, за счет связывания модификаторов с поверхностными слоями модифицируемых веществ и сшивания пространственных дефектов происходит усиление прочностных характеристик материалов, а благодаря антиокислительным свойствам ряда наполнителей, которые также позволяют замедлить деструкционные процессы за счет увеличения энергии, требующейся для разрушения структурированного образца, происходит повышение термической стойкости полимеров. Дополнительные модификаторы в структуре композита снижает уровень теплового эффекта при реакции на горение материала, и снижает потерю массы при нагреве. Это повышает прочностные характеристики композитных материалов при температурном воздействии. Определение модификаторов, приводящих к замедлению горения, в первую очередь зависит от наиболее вероятной химической природы и физического механизма, на основании которого происходит воспламенения композитных материалов [4].

Модификация рецептуры полимерного композита на основе эпоксидных смол может быть достигнута за счет варьирования содержания наполнителей различной химической природы, а также изменения характеристик используемых в качестве модификаторов материалов (дисперсность, полярность и др.).

Помимо описанных способов могут использоваться различные ремонтные комплекты на основе различных веществ и материалов. При производстве и ремонте спасательных судов применяются горючие полимерные материалы – эпоксидные клеящие составы, мастики и другие материалы на их основе, которые имеют значительную горючесть. Как следствие, существует угроза повреждения спасательных судов при авариях и пожарах разлива жидкостей, способных гореть на поверхности воды [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник / П.В. Полехин, М.А. Чебуханов, А.А. Козлов, А.Г. Фирсов, В.И. Сибирко, В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2021. - 112 с.

2. Гремин Ю.В., Любимов Е.В., Сытдыков М.Р. Особенности пожарной опасности материалов и сред, применяемых при постройке и ремонте судов //Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2010. – №. 4.

3. Винидиктова Н. С., Кудина Е. Ф., Ермолович О. А. Влияние модифицирования эпоксидной смолы на адгезионные свойства к металлу //ПОЛИКОМТРИБ-2015. – 2015. – С. 132-132.

4. Ушков В.А., Григорьева Л.С., Абрамов В.В. Горючесть эпоксидных полимеров., Вестник МГСУ. 2011. № 1-2. С. 352-356.

5. Кузьмина С. В., Прудков Е. Н. Оптимизация составов и исследование свойств эпоксидных композитов, модифицированных наноматериалами //Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – №. 2. – С. 52-57.

6. Федеральный закон № 16-ФЗ от 09.02.2007 "О транспортной безопасности".

7. Кадочникова Е.Н. Ремонтопригодность пожарных и аварийно-спасательных судов. В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 133-138.

УДК 614.84:69(075.8)

С. С. Косицкий, М. А. Заболотских, Д. Ю. Репин
Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения ВС РФ) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТРОИТЕЛЬНЫМ КОНСТРУКЦИЯМ

В статье рассмотрены основные требования пожарной безопасности, предъявляемые к строительным конструкциям. Дана оценка пожарной опасности исследуемого объекта – производственного здания и основных контролируемых параметров.

Ключевые слова: пожар; степень огнестойкости; строительные конструкции; огнестойкость; пожарная опасность.

S. S. Kositskiy, M. A. Zabolotskikh, D. Y. Repin

BASIC FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR BUILDING STRUCTURES

The article discusses the basic fire safety requirements for building structures. An assessment of the fire hazard of the object under study, an industrial building, is given and main controlled parameters is given.

Keywords: fire; degree of fire resistance; building structures; fire resistance; fire hazard.

Оценка пожарной опасности объекта представляет собой комплексный анализ характеристик веществ и материалов, задействованных в строительстве здания и технологических процессах производства. Данный анализ является обязательным требованием перед вводом объекта в эксплуатацию и входит в

© Косицкий С. С., Заболотских М. А., Репин Д. Ю., 2025

перечень плановых проверок предприятий. В современных строительных конструкциях зданий и сооружений применяются материалы с различным уровнем пожарной опасности. В данном исследовании рассматривается пример строительной конструкции, каркас которой выполнен из металла. Широкое применение металлических конструкций в современной практике обусловлено их высокой прочностью, надежностью в различных условиях эксплуатации и долговечностью, позволяющей выдерживать значительные нагрузки. Однако, металлические конструкции подвержены коррозии, что требует реализации специальных мер по защите от неё.

Пожарно-технические характеристики строительных конструкций, к которым относятся огнестойкость и пожарная опасность, регламентируются нормативными актами с целью обеспечения безопасности людей при возникновении пожара и минимизации материального ущерба. Несмотря на это, в практической реализации часто используются конструкции, потенциально представляющие угрозу для жизни и здоровья людей, способствующие распространению пожара и увеличению материального ущерба. Рост числа пожаров, жертв и масштабов материального ущерба за последние годы обусловлен не только ростом энергопотребления и пожарной нагрузки зданий, но и несоответствием оценки пожарной безопасности строительных конструкций современным требованиям. В связи с этим, как в России, так и за рубежом, уделяется повышенное внимание оценке пожарной безопасности конструктивных элементов зданий и сооружений.

Федеральный закон №123-ФЗ от 22 июля 2008 года «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 25.12.2023) (статьи 28, 52 58) устанавливает необходимость классификации строительных конструкций по огнестойкости. В документе подчеркивается, что учет предела огнестойкости при проектировании, строительстве и эксплуатации является одним из ключевых методов обеспечения защиты людей и имущества от угроз, связанных с пожаром. Использование материалов строительства и отделки, соответствующих функциональному назначению объекта, способствует повышению уровня огнестойкости всего здания. Обеспечение класса пожарной опасности сооружения должно быть реализовано посредством конструктивных решений.

Оценка соответствия строительных конструкций нормам пожарной безопасности проводится посредством сравнительного анализа. При этом сопоставляются фактические и требуемые показатели огнестойкости конструкций, а также фактические и допустимые пределы распространения огня по ним (или фактические и допустимые классы пожарной опасности).

В качестве объекта для проверки соответствия требованиям пожарной безопасности было выбрано производственный здание - цех с интегрированным административно-бытовым корпусом (АБК). Вновь строящееся здание имеет этажность: корпус цеха – 1 этаж, встроенный АБК – 3 этажа.

Обозначим следующие характеристики здания:

1) Назначение: производственное здание со вспомогательными и конторскими помещениями.

2) Размеры в плане – 144·72 м.

3) Каркас здания – металлический.

4) Площади здания условно поделены на две технологические зоны:

– зона производства;

– зона конторских помещений.

5) Категория производственного здания по ВПиПО – В, согласно ФЗ-123 от 22.07.2008 года (статья 27).

6) По функциональной пожарной опасности производственное здание принадлежит к классу Ф5.1, интегрированный АБК – Ф4.3.

Необходимая степень огнестойкости здания определяется на основе минимально допустимых требований, соответствующих его функциональному назначению. Данная степень не может быть снижена и устанавливается с учетом следующих факторов: количества этажей, класса пожарной опасности, площади пожарного отсека и характера технологических процессов, осуществляемых в здании.

Рассматриваемый корпус производственного здания предприятия представляет собой трехэтажное здание, каждый этаж которого имеет площадь 5184 м^2. Определение класса конструктивной пожарной опасности, допустимой высоты здания и площади этажа в пределах пожарного отсека для административно-бытовых зданий предприятий (включая отдельно стоящие здания, пристройки и вставки класса Ф4.3) должно осуществляться в соответствии с данными, представленными в таблице 6.1 СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».

Выбираем приближенное значение 5200 м^2 и в соответствии с площадью определяем класс конструктивной пожарной опасности С0, С1 и III степени огнестойкости по таблице 1.

Таблица 1. **Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности зданий**

Категория зданий или пожарных отсеков	Допустимая высота здания, м	Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Площадь этажа в пределах пожарного отсека зданий, м^2
				многоэтажных
В	24	III	С0, С1	5200

Определяем требуемые пределы огнестойкости и допустимые классы пожарной опасности выбранного здания в соответствии с классом конструктивной пожарной опасности согласно данным раздела «Приложение», [1]. Данные для класса конструктивной пожарной опасности здания С0, С1 представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Соответствие класса конструктивной пожарной опасности и класса пожарной опасности строительных конструкций зданий, сооружений и пожарных отсеков**

Класс конструктивной пожарной опасности здания	Класс пожарной безопасности строительных конструкций				
	Несущие стержневые элементы	Наружные стены с внешней стороны	Стены, перегородки, перекрытия и бесчердачные покрытия	Стены лестничных клеток и противопожарные преграды	Марши и площадки лестниц в лестничных клетках
С0	К0	К0	К0	К0	К0
С1	К1	К2	К2	К0	К0

Последующим этапом является определение соответствия степени огнестойкости и предела огнестойкости строительных конструкций зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков на основе данных раздела «Приложение», [1]. Данные, применимые для исследуемого здания обозначены в таблице 3.

Таблица 3. **Соответствие степени огнестойкости и предела огнестойкости строительных конструкций зданий, сооружений и пожарных отсеков**

Степень огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков	Предел огнестойкости строительных конструкций						
	Несущие стены, колонны и другие несущие элементы	Наружные ненесущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Строительные конструкции бесчердачных перекрытий		Строительные конструкции лестничных клеток	
				Настилы (в том числе с утеплителем)	Фермы, балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
III	R 45	E 15	REI 45	REI 15	R 15	REI 60	R 45

Представленные в таблице пределы огнестойкости соответствуют времени достижения одного или последовательно нескольких признаков предельных состояний: R – потеря несущей способности; E – потеря целостности; I – потеря теплоизолирующей способности вследствие

повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции до предельных значений.

Вновь используя данные раздела «Приложение», [1] можно установить требуемые показатели пожарной декоративно-отделочных, облицовочных материалов в зависимости от класса (подкласса) функциональной пожарной опасности здания, таблица 4.

Таблица 4. **Показатели пожарной опасности материалов**

Класс (подкласс) функциональной пожарной опасности здания	Этажность и высота здания	Показатели пожарной опасности, не более указанных			
		для стен и потолков		для покрытия полов	
		Вестибюли, лестничные клетки, лифтовые холлы	Общие коридоры, холлы, фойе	Вестибюли, лестничные клетки, лифтовые холлы	Общие коридоры, холлы, фойе
Ф4.3, Ф5.1	не более 9 этажей или не более 28 метров	Г1, В2, Д2, Т2	Г1, В2, Д3, Т2	В2, Д3, Т2, РП2	В2, Д3, Т3, РП2

Все строительные материалы в рассматриваемом здании не должны превышать данные параметры.

Показатели пожарной опасности материалов регламентируются следующими нормативными документами:

- горючесть: ГОСТ 30244-94;
- воспламеняемость: ГОСТ 30402-96;
- дымообразующая способность: ГОСТ 12.1.044-89;
- токсичность продуктов горения: ГОСТ 12.1.044-89;
- способность распространения пламени по поверхности: ГОСТ 30444-97.

Полученные значения не будут допускать халатного отношения при проектировании, строительстве, и эксплуатации данного производственного здания, что обеспечит безопасность людей и сведет к минимуму материальный ущерб на случай возникновения пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 25.12.2023).

2. Приказ МЧС России от 12.03.2020 г. № 151 «Об утверждении свода правил СП 2.13130 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» (ред. от 20.06.2023).

3. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (с изм. от 01.02.2011).

4. Сайт МЧС России. URL: https://www/mchs.gov.ru/ (дата обращения: 22.01.2025)

5. Пособие по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, параметров пожарной опасности материалов. Порядок проектирования огнезащиты. – Москва: ОАО «Научно-исследовательский центр «Строительство»», 2013. – 52 с.

УДК 621.87; 614.847.21; 930.85

А. А. Краснов[1], В. И. Караваев[2], К. В. Семенова[1], Т. В. Пашкова[1,3]

[1]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

[2]Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина

[3]Ивановский государственный университет

ОБ УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НАРУЖНЫХ ПОЖАРНЫХ ЛЕСТНИЦ

В работе проведён краткий анализ устройств для испытания элементов наружных пожарных лестниц. Выявлены недостатки известных устройств, предложено устройство, позволяющее повысить удобство и безопасность проведения испытаний лестниц.

Ключевые слова: испытания; лестница; устройство; пожарный.

A. A. Krasnow, V. I.Karavaev, K. V. Semenova, T. V. Pashkova

ABOUT THE DEVICE FOR TESTING OUTDOOR ELEMENTS FIRE ESCAPES

The paper provides a brief analysis of devices for testing elements of outdoor fire escapes. The disadvantages of the known devices have been identified, and a device has been proposed to increase the convenience and safety of testing ladders.

Keywords: tests; ladder; device; fireman.

Все наружные эвакуационные пожарные лестницы естественным образом располагаются вне здания, поэтому находятся постоянно под влиянием атмосферных явлений - солнца, дождя, снега и переменной температуры. Вследствие этого все элементы лестницы подвергаются постоянному износу не только в процессе эксплуатации непосредственно человеком, но и по причине коррозии. Поэтому регламентирующими документами (Лестницы пожарные

© Краснов А. А., Караваев В. И., Семенова К. В., Пашкова Т. В., 2025

наружные стационарные м ограждения крыш. Общие технические требования. Методы испытания. НПБ 245-2001. Гос. противопож. служба. МВД РФ. - 2002. – 11 с.) предусмотрены регулярные испытания всех элементов лестницы, в том числе их ступеней.

Известны устройства, например [1, 2] для проведения таких испытаний. Однако, устройства эти достаточно сложны, расположены в недостаточно удобных местах. Так, приспособление, схема которого показана на рис 1. требует бака с водой, пневматической камеры, компрессора.

Если учесть, что рассматриваемые лестницы далеко не всегда находятся в удобных местах для подъезда грузового транспорта, то, очевидно, признать такое техническое решение хорошим не представляется возможным. Схема устройства для испытания элементов лестниц, показанная на рис. 2, рекомендуется НПБ 245-2001, упомянутыми выше. Устройство содержит набор грузов, грузовую ёмкость в виде платформы, систему крепления грузовой ёмкости к испытуемому элементу лестницы, содержащую систему подъёма грузовой ёмкости, включающую лебёдку, жёстко соединённую с платформой грузовой ёмкости, систему для фиксации величины усилия нагружения испытуемого элемента лестницы в виде динамометра, и систему тросов, соединяющих одну серьгу динамометра с лебёдкой, а другую серьгу с испытуемым элементом лестницы. Платформа грузовой ёмкости снабжена жёсткой пространственной стержневой конструкцией, которая жёстко соединена с самой платформой и образует цилиндрическую кинематическую пару с подъёмным тросом.

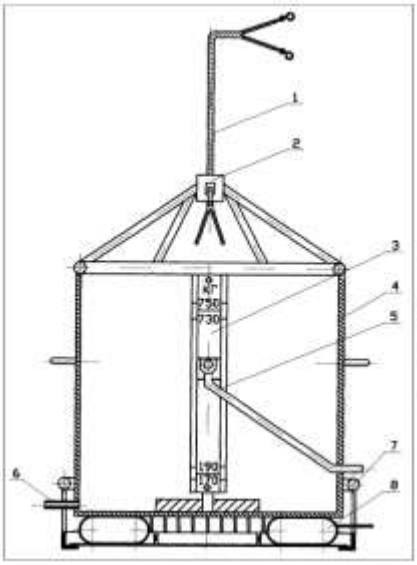


Рис. 1. Приспособление для испытаний лестниц по патенту RU 36733U1

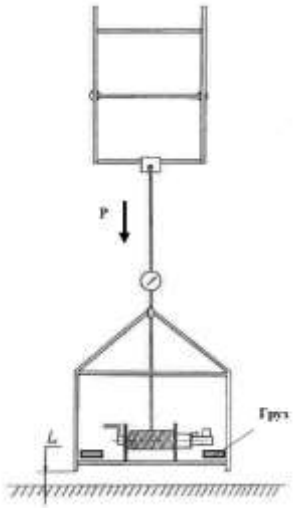


Рис. 2. Схема устройства для испытаний лестниц согласно НПБ 245-2001.

К недостаткам этого устройства относятся большие габариты грузовой ёмкости, которые снижают удобность проведение теста, так как грузовая ёмкость размещается под лестницами, под которыми пространство может быть существенно ограничено. Кроме того, несимметричное расположение грузов на платформе грузовой ёмкости могут вызывать перекосы при подъёме и колебания значительной амплитуды всей грузовой ёмкости. По условиям статических испытаний эти колебания должны быть погашены. Так как средств гашения этих колебаний в устройстве не предусмотрено, то этот процесс производится вручную на весу, что снижает безопасность процесса тестирования, согласно которому испытатель должен находиться за пределами испытуемой конструкции (п. 4.4 НПБ 245-2001).

Таким образом, и это устройство далеко от совершенства, оно не всегда удобно и безопасно для применения.

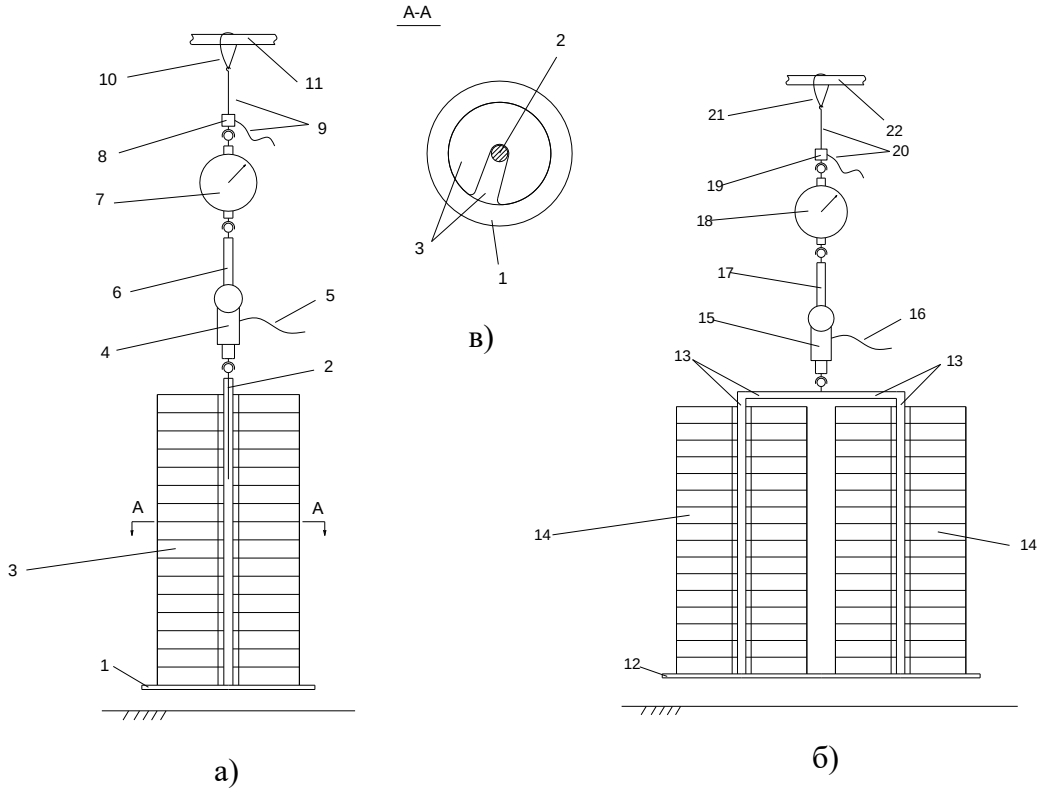


Рис. 3. Устройство для испытаний лестниц: а) одноштанговое устройство; б) двуштанговое устройство; в) поперечное сечение штанги А-А.

Для обеспечения удобства и большей безопасности обследования элементов лестниц можно предложить устройство, схема которого изображена на рис. 3. Устройство содержит (рис. 3, а, с) грузовую ёмкость, состоящую из опорной пластины 1 и жёстко связанной с ней штангой 2, на которой

закреплены компенсаторные грузы 3, и с которой связан кинематически корпус линейного привода 4, подсоединённого к электрической сети кабелем 5, а шток 6 линейного привода кинематический связан с серьгой динамометра 7, вторая серьга динамометра 7 кинематически связана с клиновым зажимом 8, который взаимодействует с гибким телом 9, кинематически связанным с гибким телом 10, закреплённым на испытуемом элементе пожарной лестницы 11.

Кроме того, устройство может содержать (рис. 3, б) грузовую ёмкость, состоящую из опорной пластины 12, жёстко связанной с двумя штангами 13, которые жёстко связаны между собой штанги и на которых закреплены компенсаторные грузы 14, и с которыми связан кинематически корпус линейного привода 15, подсоединённого к электрической сети кабелем 16, а шток 17 линейного привода кинематический связан с серьгой динамометром 18, вторая серьга динамометра 18 кинематически связана с клиновым зажимом 19, который взаимодействует с гибким телом 20, кинематически связанным с гибким телом 21, закреплённым на испытуемом элементе пожарной лестницы 22.

Устройство работает следующим образом. При включении линейного привода, состоящего из корпуса 4 и штока 6, посредством подачи электрического тока по кабелю 5 (рис. 3,а), шток 6 начинает втягиваться в корпус 4. Вследствие этого начинает уменьшаться длина цепочки – грузовая ёмкость, состоящая из штанги 2 и опорной плиты 1 – линейный привод, состоящий из корпуса 4 и штока 6 - динамометр 7 - клиновой зажим 8 - гибкие тела 8 и 10 - испытуемый элемент лестницы 11. В результате расстояние между землёй и опорной плитой 1 увеличивается от 0 до необходимого значения. При изменении направления движения штока 6 линейного привода грузовая ёмкость, состоящая из опорной плиты 1 и штанги 2 опускается на землю.

Аналогично работает вариант устройства, изображённый на рис. 3, б.

Выводы

1. Известные устройства для исследования состояния пожарных лестниц малопроизводительны, неудобны в эксплуатации, могут представлять опасность для работников.

2. Предложено устройство, которое позволяет обеспечить дополнительные удобства при обследовании пожарных лестниц, обеспечить более высокий уровень безопасности работникам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фетисов В.А. Приспособление для испытания лестниц пожарных наружных стационарных и ограждений крыш. Патент RU 36733 U1 G01N 3/00 (2000/.01) Заявка №200332309/20 от 05.11.2003. Опубл. 20.03.2004.

2. Клейменова Е.И. Устройство «Меткур» для испытания на прочность наружных стационарных пожарных лестниц и ограждений крыш и способы

испытаний, реализуемые при помощи данного устройства. Патент RU2275614C1 G01N 3/00 Заявка №2005114475/28 от 13.05.2005. Опубл. 27.04.2006 Бюл. № 12.

УДК 621.87; 614.847.21; 930.85

А. А. Краснов[1], К. В. Семенова[1], Т. В. Пашкова[1,2]
[1]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
[2]Ивановский государственный университет

ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ ХРОНОЛОГИЯ ПАТЕНТОВ СССР НА МЕТАТЕЛИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ТУШЕНИЯ НИЗОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ, ЗА ПЕРИОД 1925-1960 Г.Г.

В работе впервые представлены в хронологическом порядке метатели сыпучих материалов з 1925-1961 года, отобранные по базе патентов СССР, которые могут быть использованы при разработке оборудования для тушения лесных и ландшафтных пожаров.

Ключевые слова: пожар, грунтометатель, метатель, ландшафт, тушение.

A. A. Krasnow, K. V. Semenova, T. V. Pashkova

ILLUSTRATED CHRONOLOGY OF USSR PATENTS FOR A THROWER OF BULK MATERIALS SUITABLE FOR EXTINGUISHING GRASS-ROOTS FOREST FIRES FOR THE PERIOD 1925-1960 Y.Y.

The paper presents for the first time in chronological order a thrower of bulk materials from 1925-1961, selected on the basis of USSR patents, which can be used in the development of equipment for extinguishing forest and landscape fires.

Keywords: fire, ground thrower, thrower, landscape, extinguishing.

Как известно [1, 2] ландшафтные пожары представляют собой серьёзную угрозу и для природы и для человека с его инфраструктурой. Особенно это касается тех местностей, которые страдают от недостатка воды. Поэтому разработка технических средств для тушения лесных и степных пожаров является актуальной задачей.

Одним из таких средств тушения такого рода пожаров являются метатели сыпучих материалов, способных перемещать значительные массы грунта в зонах, прилегающих к очагам горения, с целью подавления огня, а также с целью скорейшего создания минерализованных полос, препятствующих распространению низового пожара.

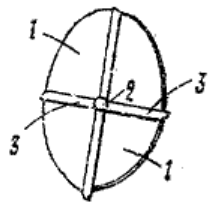
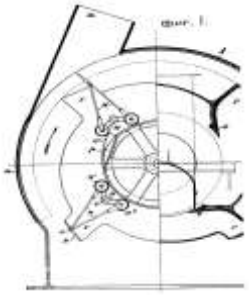
© Краснов А. А., Семенова К. В., Пашкова Т. В., 2025

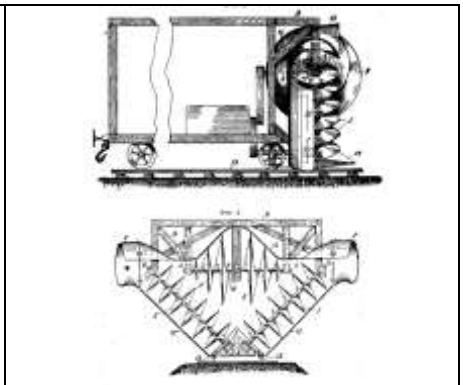
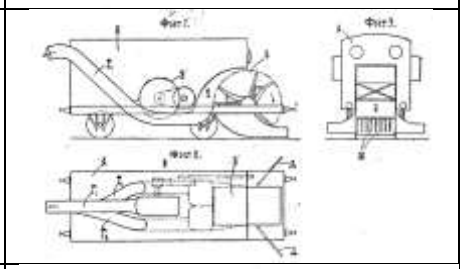
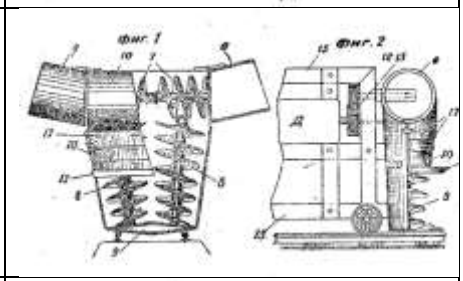
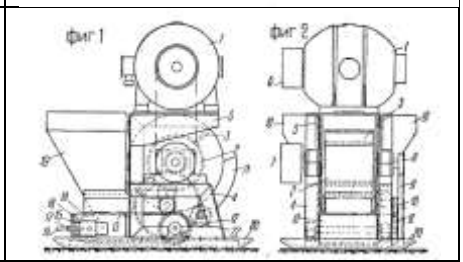
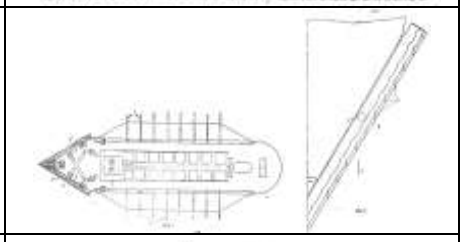
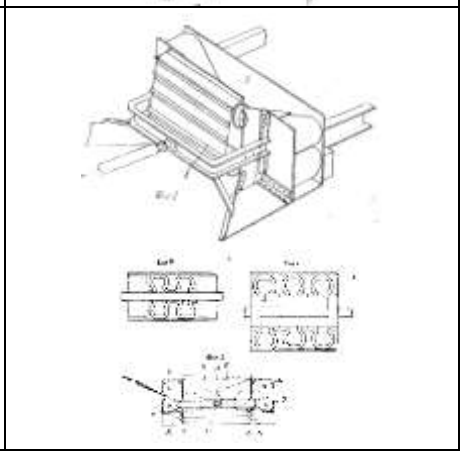
Грунты, как известно, относятся к сыпучим материалам. Поэтому, при проектировании такого рода оборудования необходимо рассматривать все типы метателей сыпучих материалов. И, очевидно, что большинство технических идей в любом направлении техники сосредоточено в патентах. Несмотря на развитие систем патентного поиска, он, поиск, всегда является задачей непростой, требующего значительных затрат времени. При этом следует иметь ввиду, что чаты с искусственным интеллектом не обучены, возможно, специально, такого рода занятию, и выдают произвольный набор нескольких патентов, с последующими извинениями на претензии.

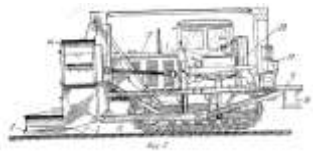
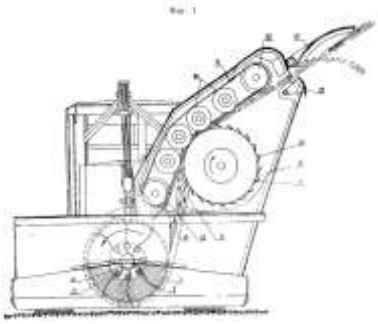
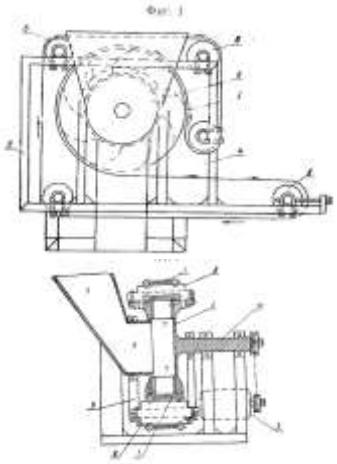
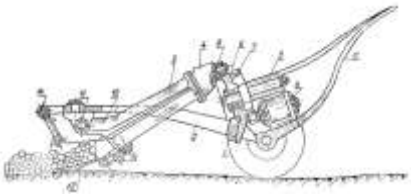
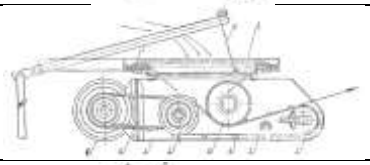
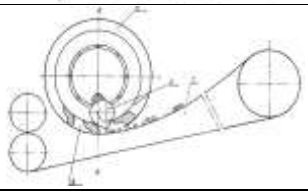
Поэтому, информация о патентах в области метания сыпучих материалов, расположенная в хронологическом порядке может позволить ускорить не только сам патентный поиск, но и поможет избежать повторения известных результатов, а возможно и натолкнёт изобретателя на новое техническое решение задачи тушения ландшафтных пожаров.

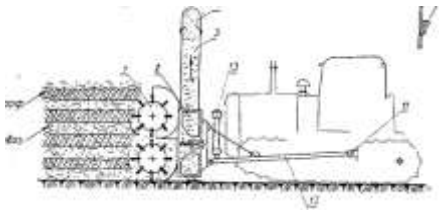
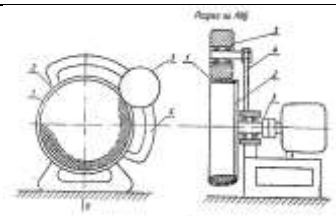
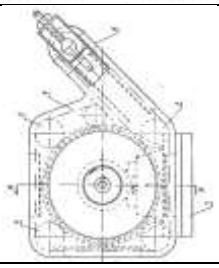
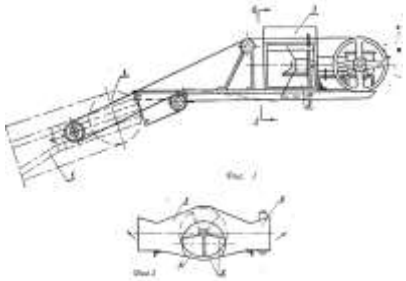
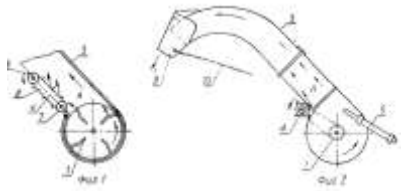
В данной работе, в таблице размещены выходные сведения авторских свидетельств с иллюстрациями, которые позволят изобретателю сразу же отбирать для своих нужд необходимое техническое решение.

Таблица. **Сводный перечень патентов СССР, выданных за период с 1925 по 1961 года**

№ п/п	Год	СССР номер А.С.	Название патента	Фигуры
1.	1925	523	Четыркин К.И. Машина для производства земляных работ. А.С. СССР № 523. Опубл. 31.08.1925 -3 с. Заявка 73892 04.08.1919	
2.	1927	2468	Орлов В.И. Центробежная метательная машина для вынутого землечерпальницею грунта. Патент СССР №2468 81d Заявл. свид. № 76500 от 1.02.1923. Опубл. 31.03.1927.	

3.	1927	8630	Кашкальд И.Д. Снегоочиститель. Патент СССР № 8630 19b,6. Опубл. 30.03.1929. Заявл. свид. №19235 от 3.09.1927.	
4.	1927	9458	Потапов М.Г. Снегоочиститель. Патент СССР №9458 19b,6. Опубл. 31.05.1929. Заявл. свид. №18981 от 25.08.1927.	
5.	1928	17303	Кашкальд И.Д. Снегоочиститель. Патент СССР №17303 19b, 6. Опубл. 30.09.1930. Завка №22869 от 23.01.1928.	
6.	1937	51352	Батурин Р.А. Ударно-вращательная метательная закладочная машина. А.С.ССР 51352 5d,14. Заявлено 17 ноября 1935г. за №180143. Опубл. 31.07.1937	
7.	1949	80330	Поляков Г.М. Землесос. А.С.СССР №80330 84d, 4 Заявка №394246 от 26.03.1949.	
8.	1948	81093	Васильев В.В., Соловьёв П.Р. Землерйно-метатель-ная машина. А.С.СССР № 81093 84d I/03, 19e I, 45a 20/03 Заявка №374418 от 5.02.1948 г.	

9.	1950	81435	Васильев В.В., Соловьёв П.Е. Землеройно-метательная машина. А.С.СССР №81435 84d, 3/00 Заявка № 393375 от 11.03.1949. Опубл. бюл.№8 за 1950 г.	
10.	1952	93417	Васильев В.В., Соловьёв П.Е. Землеройно-метательная машина. А.С.СССР №81435 84d, 1/03 Заявка № 364/444519 от 20.09.1951. Опубл. бюл.№2-3 за 1952 г.	
11.	1951	100059	Карпенко И.Т. Устройство для удаления разрыхлённого грунта, поступающего от рабочих органов землеройных машин непрерывного действия. А.С.СССР №100059 31с, 6/01, 84dб 5/02 Заявка №1282/449355 от 28.12.1951	
12.	1956	107324	Агафонов А.А., Агафонова Р.П. Погрухочное устройство для кусковых и сыпучих материалов. А.С.СССР№107324 Кл.81е, 84, 84d, l/05. Заявка №556698 от 15.08.1956.	
13.	1958	108502	Дехтярев А.П., Виноградов С.М. Метатель для транспортирования породы. А.С.СССР №108502 5d, 15/19 Заявка №553532 от 14.06.1956. Опубл. Бюл.№4 от 1958 г.	
14.	1956	109724	Бендерский Ш.К., Сушков М.Ф., Вацуро А.М. Зернометатель. А.С.СССР №109724 81е, 118 Заявка №561034 от 20.11.1956.	
15.	1957	113313	Агафонов А.А. Погрузочное устройство для кусковых и сыпучих материалов. А.С.СССР №113313 81е, 84 Заявка №585211 от 26.10.1957	

16.	1957	114424	Ибрагимов Д.С. Устройство для послойно-поверхностной добычи торфа на удобрение. А.С.СССР №114424 Заявка №568070 от 4.03.1957.	
17.	1956	114442	Козак З.Н. Устройство для переброски (транспортировки) сыпучих материалов. А.С. СССР № 114442. Заявка 13770/576459 06.02.1956	
18.	1959	121700	Осипов А.И. Метательная машина. А.С.СССР №121700 81е, 84 Заявка № 611394/22 от 10.11. 1958. Опубл. Бюл.№15 от 1959 г.	
19.	1959	123087	Очеретин Д.Я. Устройство для погрузки зерна в железнодорожные вагоны. А.С.СССР №123087 81еб117б 45еб 30/04. Заявка №1779-11522/473969/27 от 1.10.1953. Опубл. Бюл. № 19 от 1959 г.	
20.	1960	128846	Ибрагимов Д.С. Устройство для послойно-поверхностной добычи торфа на удобрение. А.С.СССР №128846 10с, 1, 45b, 6/20 Заявка №641117/22 от 13.10.1959. Обубл. Бюл.№11 от 1960 г.	

В таблице представлены в хронологическом порядке патенты только за сравнительно небольшой отрезок времени. Дальнейшая публикация хронологических материалов по этой тематике будет продолжена в следующих работах.

Выводы. Впервые представлены в хронологическом порядке патенты СССР в области метателей сыпучих материалов, пригодных для анализа на предмет применения в качестве пожарных грунтометателей, за период 1925 по 1960 годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валдайский Н.П., Вонский С.М., Чукичев А.Н. Тушение лесных низовых пожаров способом метания грунта: Методич. рекомендации. Л.: ЛенНИИЛХ, 1977. 34 с.

2. Федорченко И.С. Обоснование параметров рабочего органа грунтомёта для выполнения работ в лесном хозяйстве. Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Красноярск. – 2013. – 23 с.

УДК 66.091.2:614.841.41

А. А. Краснов, С. А. Сырбу, О. Г. Циркина, К. В. Семенова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕРЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТКАНЕЙ

В статье рассмотрены вопросы измерения коэффициента теплопроводности тканей, обоснована актуальность данного исследования, представлены результаты теплофизических исследований тканей. Рассматривается вопрос об оценке возможности применения измерителя теплопроводности ИПТ-МГ4-250 для определения теплофизических параметров текстильных тканей. Обоснована способность прибора к измерению теплофизических параметров тканей, показано, что прибор в состоянии обеспечить результаты измерений, сравнимые с результатами, опубликованные в известных источниках информации.

Ключевые слова: текстильные ткани; теплопроводность; измерение; тепловое сопротивление.

A. A. Krasnow, S. A. Syrbu, O. G. Tsirkina, K. V. Semenova

ON THE ISSUE OF MEASURING THE COEFFICIENT THERMAL CONDUCTIVITY OF TISSUES

The article discusses the issues of measuring the thermal conductivity coefficient of tissues, substantiates the relevance of this study, and presents the results of thermophysical studies of tissues. The issue of evaluating the possibility of using the IPT-MG4-250 thermal conductivity meter to determine the thermophysical parameters of textile fabrics is being considered. The ability of the device to measure thermophysical parameters of tissues is substantiated, it is shown that the device is able to provide measurement results comparable to the results published in well-known information sources.

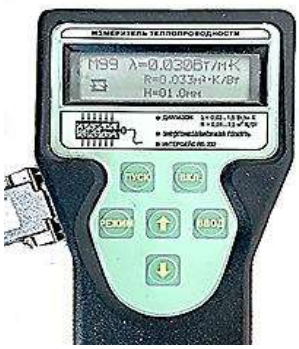
Keywords: textile fabrics, thermal conductivity, measurement, thermal resistance.

© Краснов А. А., Сырбу С. А., Циркина О. Г., Семенова К. В., 2025

Согласно исследованиям [1, 2, 3], разработка любого типа одежды, будь то гражданской или специальной (например, для работы в условиях пожаров), с необходимыми теплозащитными свойствами невозможна без учета теплофизических характеристик используемых текстильных материалов, в частности тканей. Поэтому неудивительно, что исследования теплофизических свойств текстильных тканей были начаты почти два века назад. Уже в 1877 году Дж. Шухмайстер (Schuhmeister J.) [4], применяя методы, аналогичные тем, которые использовал Йозеф Стефан (Jo. Stefan) для газов, а также вслед за Ж. Пекле (J. Péclet) [5], провел измерения теплопроводности тканей и продемонстрировал, что теплопроводность текстильных материалов выше, чем у воздуха. Дальнейшие исследования С. Бакстера (S. Baxter) [5], а также и других более современных исследователей подтверждают этот результат [6-11].

В ходе многочисленных исследований теплофизических свойств текстильных материалов был разработан ряд методов для определения термических характеристик тканей. Наиболее распространенными из них стали методы стационарного и регулярного режимов, которые применялись в различных устройствах [12-19]. Кроме того, были сформулированы требования к отбору образцов тканей для испытаний, которые легли в основу нормативной документации. Каждый из методов и устройств для определения теплофизических параметров текстильных материалов имеет свои достоинства и преимущества. Однако общим недостатком большинства устройств, описанных в упомянутых источниках, является длительность процедуры измерения, которая также включает необходимость дополнительных вычислений. В связи с этим разработка устройств, способных повысить скорость оценки теплофизических характеристик текстильных тканей, остается актуальной задачей.

а)



б)

Рисунок. а) Измеритель теплопроводности ИПТ-МГ4-250**,**
б) Увеличенное изображение электронного блока с монитором.

Для решения этой задачи были проведены исследования, направленные на оценку возможности применения устройства «ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ИПТ-МГ4-250» для измерения теплофизических характеристик текстильных тканей (рисунок).

Этот прибор представляет собой стационарное устройство [20], состоящее из нагревателя-преобразователя и электронного блока, которое позволяет определять теплопроводность и тепловое сопротивление материалов с погрешностью не более 5 %. В основе работы прибора лежит метод стационарного режима: нагревательные элементы создают стационарный тепловой поток, направленный перпендикулярно к поверхности образца материала. Датчики теплового потока фиксируют сигналы, которые обрабатываются встроенным программным обеспечением, а результаты измерений выводятся на дисплей электронного блока.

Для проверки возможности использования прибора ИПТ-МГ4-250 были выбраны пять образцов тканей, толщина δ которых определялась методом, заимствованным в [12], под нагрузкой 2,5 кПа микрометром с точностью 0,01 мм. Выбор величины нагрузки, как и в [12], диктовался параметрами прибора-измерителя. Эксперимент проводился в условия, которые описаны в инструкции по эксплуатации прибора в [20].

Образцы изготавливались в виде прямоугольного параллелепипеда, лицевые грани которого имеют форму квадрата со стороной, 250×250 мм; толщина образцов составляла 0,5; 0,6; 0,8; 0,9 и 1,1 мм в зависимости от вида ткани. Температура холодильника ($T_х$) устанавливалась равной 10 ˚С, а температура нагревателя ($T_н$) - 25 ˚С. Результаты измерений сведены в таблицу.

Таблица. **Параметры исследуемых текстильных материалов и результаты измерения коэффициентов теплопроводности и теплового опротивления**

№ п/п	Наименование материала	Состав материала	δ, мм	λ, Вт/(м·К)	R, м^2·К/Вт
1	Авизент	100% ХВ	0,80	0,016	0,062
2	Льняная ткань	100% ЛНВ	1,00	0,032	0,051
3	Брезент	45% ХВ+55% ЛНВ	0,70	0,033	0,030
4	Саржа	80% ХВ+20% ПЭФ	0,50	0,031	0,028
5	Гобелен	95% ХВ+5% МетН	1,10	0,063	0,033

Анализ результатов измерений показал, что значения коэффициентов теплопроводности и теплового сопротивления образцов тканей соответствуют теплофизическим параметрам, указанным в известных литературных источниках и полученным с использованием других устройств [1, 2, 3, 9, 11, 12]. Это подтверждает возможность применения измерителя ИПТ-МГ4-250 для определения теплофизических характеристик, таких как коэффициент теплопроводности и тепловое сопротивление, текстильных тканей.

Выводы. Предварительные исследования возможности использования прибора ИПТ-МГ4-250 для определения теплофизических параметров тканей показывают перспективность работы в этом направлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кукин Г.Н., Соловьёв А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия): Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Легпромбытиздат. - 1992. - 272 с.

2. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение. - М.:КолосС. - 2011. - 360 с.

3. Бессонова Н.Г., Жихарев А.П. Теплофизические свойства материалов для изделий лёгкой промышленности: монография. - М.:ИИЦ МГУДТ. - 2007. - 118 с.

4. Schuhmeister J. Versuche über das Wäfmeleitungsvermögen der Baumwolle, schafwolle und Seide. Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie herausgegeben unter mitwirkung befreundeter physiker von J. C. Poggendorff. - Leipzig: Verlag von J. A. Barth. - 1877. - S. 613.

5. Baxter S. The thermal conductivity of textiles// Proc. Phys. Soc. - 1946. - P.105-118.

6. Sale P.D.; Hedrick A.F. Measurement of heat insulation and related properties of blankets// Journal of the Franklin Institute. - 1924. - V.198(6). - №6. - P.827-829.

7. Black C. P., Matthew J. A. - The physical properties of fabrics in relation to clothing. Part III - heat insulation by fabrics used as body clothing// Journal of the Textile Institute Transactions. - 1934. - №25. - P.249 - 276.

8. Peirce F.T., Rees W.H. The transmission of heat through textile fabrics. Part II.// Journal of the Textile Institute Transactions. - 1946. - №37. - P.181 - 204.

9. Morris G. J. Thermal properties of textile materials// Journal of the Textile Institute Transactions. - 1953. - № 44(3). - P.449 - 476.

10. Morris M.A. Thermal Insulation of Single and Multiple Layers of Fabrics// Journal of the Textile Institute Transactions. - 1955. - № 25(9). - P.766 - 773.

11. Lizák P., Mojumdar S.C. Thermal properties of textile fabrics//J.Therm Anal Calorim. – 2013. - №112. – P.1095-1100.

12. Шарпар Н.М., Жмакин Л.И., Маркова К.А. Экспериментальное исследование теплопроводности текстильных материалов, входящих в состав одежды силовых структур и специальных ведомств // Научный журнал «Костюмология». – 2020. - №4 (https://kostumologiya.ru)

13. Параманчук В.В., Ольшанский В.И. Теплофизические свойства многослойных теплоизоляционных материалов// Вестник Витебского гос. технол. ун-та. - 2017. - №27. - С.87-93.

14. Bhattacharjee D., Kothari V.K. Heat transfer through woven textiles// International Journal of Heat and Mass Transfer. - 2009. - №52. - P. 2155–2160.

15. Вьюшин В.Д., Герасимов М.Н., Гусев В.А. Теплофизические свойства тканей // Тепломассообмен в промышленных установках. Иваново, ИГЭУ, 1972. Т.1 С.33 – 37.

16. Жмакин Л.И., Козырев И.В., Кирокосян К.А., Черных М.В. Экспериментальное исследование теплопроводности тканей, используемых для рабочей одежды // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2009. № 2 (315). С.16-18.

17. Безшапошникова В.И., Пулина К.И., Александрова Т.В., Загоруйко М.В. Разработка методики определения теплофизических свойств текстильных материалов и пакетов одежды// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - 2012. - №6(342). - С.29-32.

18. Жмакин Л.И., Козырев И.В., Кирокосян К.А Исследование теплопроводности текстильных материалов для формы пожарных// Химия волокон. - 2006. - Т.38. - № 2. - С. 118-120.

19. Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. Модифицированный нестационарный метод измерения теплопроводности// Международный косыгинский форум. МНТС Романков.-2024. - Т. 2. - С.142-145.

20. Руководство по эксплуатации Э 12.102.010 РЭ «Измеритель теплопроводности ИТП-МГ4»: Челябинск. 45 с.

УДК 614.841.41

Н. Н. Кузнецова, Н. Л. Сафонова
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского
и Ю. А. Гагарина»

ОСОБЕННОСТИ ПОДСЛОЙНОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

В статье описан подслойный способ тушения пожаров в резервуарах хранения нефти и нефтепродуктов. Разговор о горючих веществах, следовательно, поднимается вопрос о принятии специальных мер безопасности. Также показана необходимость доработки и усовершенствования рассматриваемых методов тушения.

Ключевые слова: нефтепродукты; подслойный метод; тушение; резервуар; пожар; пена; безопасность.

N. N. Kuznetsova, N. L. Safonova

FEATURES OF SUBLAYER FIRE EXTINGUISHING

The article describes a sublayer method of extinguishing fires in oil and petroleum products storage tanks. Talking about combustible substances, therefore, raises the issue of taking special safety measures. It also shows the need to refine and improve the considered extinguishing methods.

Keywords: petroleum products; sublayer method; extinguishing; reservoir; fire; foam; safety.

© Кузнецова Н. Н., Сафонова Н. Л., 2025

Одними из точек повышенной угрозы возгорания являются площади хранения типа резервуарного для нефтесодержащих продуктов. Основная причина воспламенения в таких местах – человеческая халатность. Несмотря на строгое соблюдение регламентов, возгорания случаются. В России на площадях парков хранения нефтепродуктов 5-7 раз ежегодно возникают пожары. Для минимизации возможного возгорания в таких местах необходимо принятие специальных мер безопасности.

Ситуация при тушении горящих нефтепродуктов наиболее опасна и сложна тем, что носит затяжной характер и может продлиться несколько дней [1].

Особенности тушения пожаров на таких предприятиях связаны с необходимостью снижения уровня кислорода и одновременным снижением концентрации паров. Существует два основных отработанных путей доставки пены - через нижние слои и через поверхность. Свод правил СП 21-104-98 регламентирует нормативы по проектированию защиты резервуарных парков.

Подслойный способ тушения заключается в изоляционной самозатягивающейся пленке, образующейся на поверхности продуктов горения. Пена в этом случае используется низкой кратности, на основе составов с фтором, пенообразователи образуют пленку. При попадании на площадь возгорания, пена образует на поверхности пленку толщиной 5–10 см, которая сохраняется в течение нескольких часов [2]. Она останавливает доступ кислорода, это дает возможность понизить температуру жидкости.

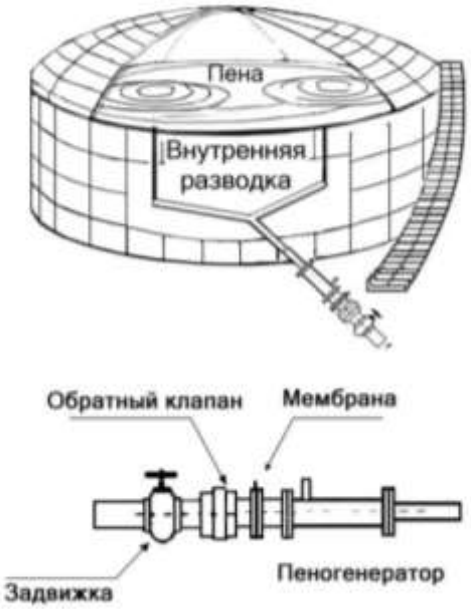


Рис. 1. Принцип организации процесса подслойного тушения резервуара

Система подслойного тушения работает по принципу подачи пены снизу резервуара. Здесь необходимы для работы пеногенераторы, которые направляют фторсодержащие, пленкообразующие вещества под высоким давлением. Алгоритм процесса подслойного пожаротушения можно разложить на следующие моменты:

- Внизу, на дне емкости, установлены трубы, так называемые пенопроводы, по которым поступает пена. Это средство для тушения пожара попадает в резервуар через внутренние насадки.
- Воспламенение приводит к повышению температуры верхнего слоя резервуара, которая приближается к температуре кипения. Нижние же пласты нагреваются намного медленнее. Пена «поднимается» на горящую поверхность нефтепродукта, формируя некий заградительный слой. Тмпература начинает падать через две минуты после закачки пены в емкость, также затихает и интенсивность огня.
- Равномерно распределенный слой пены предохраняет от возможности вторичного воспламенения в ближайшие несколько часов.

Преимуществами подслойного тушения можно выделить:

- надежность и высокая скорость ликвидации горения ЛВЖ в емкостях;
- низкий уровень риска взрыва паровоздушной смеси;
- отсутствие необходимсоти подрыва крышки резервуара.

В сравнении с поверхностным методом ликвидации возгорания мест с емкостями, заполненными нефтепродуктами, подслойный метод имеет определенные преимущества.

Во-первых, возможность автоматического начала тушения; в случае взрывов смесей для всех пеновводов и пеногенераторов обеспечена защита от повреждений.

Во-вторых, при таком способе тушения значительно снижена угроза повреждения оборудования или травмирования людей во время выхода горящих нефтепродуктов при закипании. Так как техника и персонал находятся за обвалованием.

Известны также несколько способов подслойного тушения пожаров в хранилищах нефтепродуктов.

Так, первый способ этого вида пожаротушения в емкостях предусматривает подачу пены снизу резервуара, но для того, чтобы не происходил контакт пены и кипящей жидкостью, пену распределяют через специальный мешок (рукав), который периодически отходит и всплывает вверх над поверхностью горящего нефтепродукта. Однако, этот способ имеет недостаток: мешок может утратить эластичность и в итоге разрывается и не всплывает на поверхность, как необходимо, и пена в итоге смешивается с нефтепродуктом, эффективность, таким образом, утрачивается [2].

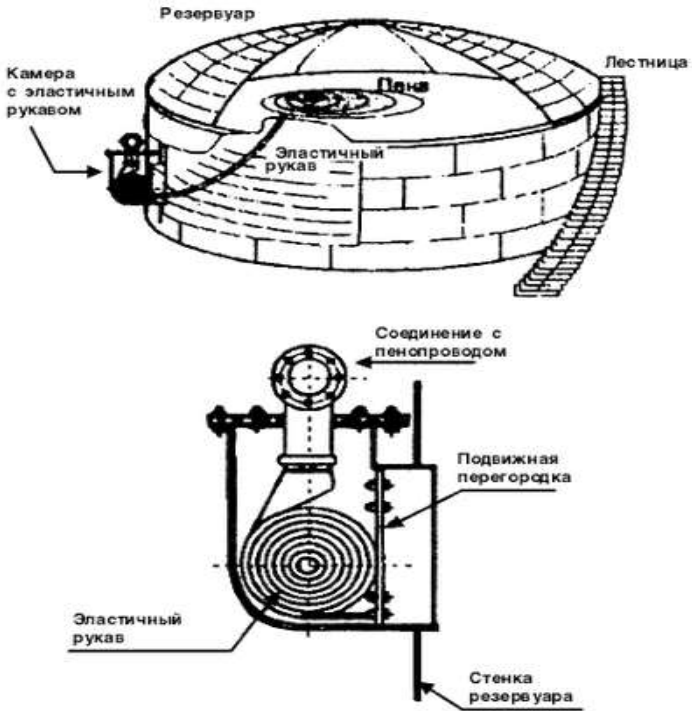


Рис. 2. Стационарная установка пожаротушения для подачи пены в основание резервуара через эластичный рукав на поверхность горючего

Другим способом организуется подача в нижнюю часть резервуара жидкого хладагента (диоксида углерода, или азота, или смеси инертных газов) вместе с нефтепродуктом через установленные на дне резервуара форсунки.

Однако, данный способ имеет также существенный недостаток, заключающийся в низкой огнетушащей эффективности для емкостей диаметром более 3 м. В таких резервуарах горючее выносится в виде дисперсии, поэтому происходит такой момент, что пламя вздымается над резервуаром, но пожар не тушится.

Существует также третий способ, когда в резервуар подают раствор пенообразователя и воздух раздельно, причем раствор распыляют на струи воздуха, которые формируются в насадках.

Одновременно с подачей газа подается распыленный пенообразующий раствор. В таком процессе получается высокой устойчивости пена, когда стекающая в межпузырьковых пленках жидкость попадает в поднимающиеся на поверхность пузырьки газа. Таким образом, обеспечивается постоянная возобновляемость пены, обладающей высокой однородностью геометрических характеристик, за счет постоянного размера пузырей. Следовательно, в этом способе-устройстве основным огнетушащим средством является пена, получаемая в процессе барботирования воздуха через слой углеводорода.

Однако, и данный способ имеет существенный недостаток –низкую огнетушащую способность, так как скорость образования пены недостаточна.

Увеличить ее возможно, но снова происходит эффективное тушение лишь в резервуарах малого диаметра, не более 3 м [3].

Для повышения огнетушащей эффективности, что определяется временем тушения пламени, рассматривается способ, когда процесс образования пены удваивается, расщепляется на две стадии. Первая стадия - образование пены на дне резервуара и вторая - пенообразование после подъема пены, при воздействии теплового потока от факела пламени и при соприкосновении с разогретой металлической стенкой резервуара.

Таким образом, обеспечение пожарной безопасности вертикальных стальных резервуаров на нефтеперерабатывающих предприятиях пока остается и сегодня главной задачей. Только усовершенствование и доработка уже действующей системы подслойного тушения пожаров сможет решить все перечисленные выше проблемы и сделать производственные объекты немного безопаснее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сучков В.П. Актуальные проблемы обеспечения устойчивости к возникновению и развитию пожара технологий хранения нефти и нефтепродуктов. Тематический обзор. М.: ЦНИИТэнефтехим,1995.68 с.
2. Шароварников А.Ф., Молчанов В.П., Воевода С.С., Шароварников С.А. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. Москва, 2007. 380 с.
3. Стрелкова Е.В., Боякова Е.Н., Потеряев Ю.К. Определение возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварии на нефтеперерабатывающем промышленном объекте // Экология энергетика экономика (вып.X), Безопасность в чрезвычайных ситуациях. СПб.: Изд-во Менделеев, 2006. 244 с.

УДК 614.841

С. В. Куликов
Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЖАРОВ

В процессе производственной деятельности человека и его жизнедеятельности могут иметь место негативные воздействия, приводящие к возникновению пожаров. Выявление таких воздействий и принятие мер по нивелированию последствий могут помочь в предотвращении чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: пожарная безопасность; производство; сенсоры; видеонаблюдение.

© Куликов С. В., 2025

S. V. Kulikov

FIRE FORECASTING TECHNOLOGIES

In the process of human production and vital activity, negative impacts may occur, leading to fires. Identifying such impacts and taking mitigation measures can help prevent emergencies.

Keywords: fire safety; manufacturing; sensors; video surveillance.

Производственные предприятия, обладая сложными технологическими процессами, представляют собой потенциальный риск возникновения пожаров. Обнаружение и предотвращение возгораний на ранних стадиях имеют решающее значение для обеспечения безопасности на производстве, а также для защиты жизни и имущества. Внедрение современных технологий мониторинга и прогнозирования пожаров открывает новые горизонты для повышения уровня безопасности на производственных площадках.

Одной из важнейших задач является обеспечение безопасности граждан, защиты производственных объектов. При этом особого внимания требуют, как критически важные и сложные объекты:

- предприятия нефтегазовой отрасли;
- организации сбора и утилизации отходов;
- деревообрабатывающие производства;
- логистические центры, склады, хранилища и другие [5].

Для таких объектов необходима техническая реализация непрерывного контроля технологического процесса и оборудования, с автоматической защитой и блокировкой систем управления, а также раннее обнаружение и тушение пожаров [2].

Для этого при проектировании или внедрении системы противопожарной защиты должно применяться современное оборудование с комплексным подходом, которое включает формирование подсистем предупреждения, мониторинга и отслеживания возможных аварийных ситуаций.

Интеллектуальные системы видеонаблюдения применяются с камерами с функцией распознавания образов и анализа данных в реальном времени способны не только быстро обнаруживать признаки пожара, но и осуществлять автоматическую реакцию на потенциальные угрозы. Это позволяет значительно сократить время реагирования служебных подразделений и снизить риск масштабных бедствий [1].

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА): используются для инспекции объектов, осмотра труднодоступных зон, мониторинга температурного режима и контроля за пожароопасными зонами. БПЛА могут быть оснащены тепловизионными камерами и другими датчиками, что позволяет обнаруживать пожар на ранней стадии.

БПЛА оперативно проводит круглосуточный мониторинг объектов и местности - возможность съемки как днем, так и ночью при плохой видимости - камера зафиксирует все в отличном качестве. Создание электронных карт местности с возможностью отрисовки в 3D формате - на выходе вы получаете объемную детализированную картинку, а также аналитические данные.

Интеллектуальные системы анализа данных становятся важным инструментом в борьбе с пожарами, обеспечивая более высокий уровень безопасности на производственных объектах. Они собирают и обрабатывают данные в реальном времени, что позволяет не только выявлять аномалии, но и оперативно реагировать на потенциальные угрозы. Использование сенсоров для мониторинга температуры, уровня дымовых частиц и других параметров позволяет системе быстро идентифицировать условия, способствующие возникновению пожара.

В дополнение к этому, алгоритмы машинного обучения способны анализировать исторические данные о пожарах. Эти данные могут включать информацию о времени, месте и условиях, способствовавших возникновению происшествий. На основе этого анализа системы могут создавать прогнозы возникновения пожаров в будущем, что дает возможность предпринимать превентивные меры. Например, если система определяет риск в определенной зоне, она может рекомендовать усиленные охранные меры или временное прекращение деятельности опасных производств.

Таким образом, сочетание технологий анализа данных и машинного обучения открывает новые горизонты в области предотвращения пожаров. Это не только повышает безопасность на производстве, но и снижает экономические потери, связанные с последствиями возгораний. Применение таких технологий становится стандартом для современных производственных предприятий, стремящихся обеспечить надежную защиту своих активов и сотрудников.

Системы искусственного интеллекта (ИИ) могут анализировать данные о работе оборудования, погодных условиях, профилактических мероприятиях и т.д. для выявления факторов, увеличивающих риск возникновения пожара.

ИИ-алгоритмы анализируют данные о прошлых пожарах, включая местоположение, время, причины и масштабы пожаров. На основе анализа данных, система ИИ может предсказывать потенциальные зоны повышенного риска возникновения пожара. Используя модели, ИИ может оценивать вероятное распространение огня и определять лучшие стратегии для предотвращения его дальнейшего развития [4].

Новые технологии намного более продвинутые и имеют множество плюсов:

- снижение времени реагирования и минимализация ущерба от пожара;
- своевременное оповещение о пожаре позволяет сотрудникам предпринять необходимые меры для своей безопасности;
- более точная оценка рисков и разработка эффективных планов действий в случае пожара;

- раннее обнаружение пожара и быстрое реагирование позволяют свести к минимуму ущерб от пожара;
- применение искусственного интеллекта и дополнительного оборудования помогает автоматизировать рабочий процесс и предотвратить возникновение ЧС.

Одним из методов является системы раннего обнаружения пожара. Классическими, но не менее эффективными системами являются детекторы дыма и тепла. Детекторы реагируют на наличие дыма в воздухе и на резкое повышение температуры.

Так же используют тепловизионные камеры. Такие камеры оснащены датчиками, чувствительными к инфракрасному излучению, что позволяет обнаруживать пожар даже на ранней стадии, когда еще нет видимого пламени и дыма [3].

Еще одним распространенным оборудованием являются датчики с сенсором газа. Они используются на объектах с повышенным риском возникновения пожара, связанного с утечкой горючих газов. Сенсоры реагируют на значительное изменение концентрации газов в воздухе и посылают сигнал тревоги на пульт управления.

Кроме того, современные системы видеонаблюдения интегрируются с другими технологиями, такими как искусственный интеллект и машинное обучение. Эти технологии позволяют не только фиксировать инциденты, но и обучаться на основе больших объемов данных, что повышает их точность и надежность. Например, анализируя в реальном времени, система может отличать легкий дым от теней или движущихся объектов, минимизируя количество ложных срабатываний.

Также важно отметить, что видеоаналитика может служить не только средством предотвращения чрезвычайных ситуаций, но и инструментом для последующего анализа инцидентов. Запись событий, предшествовавших пожару, может помочь расследовать причины его возникновения и избежать их в будущем. Компании могут использовать эту информацию для изменения своих процедур безопасности и повышения общего уровня защиты.

Одним из методов является прогнозирование погодных условий: погодные факторы, такие как температура, влажность, ветер, играют важную роль в распространении пожара или возникновению других чрезвычайных ситуаций. Использование метеорологических данных позволяет прогнозировать риск возникновения пожара и принимать превентивные меры.

На предприятиях применяются различные системы мониторинга, которые используются и по сей день.

Таким образом, внедрение новых технологий мониторинга и прогнозирования пожаров на производственных объектах – это необходимый шаг для повышения безопасности и сохранения жизни и имущества. Важно создавать современные информационные системы и обучать специалистов

работать с ними. Это позволит своевременно обнаружить и предотвратить пожары на производственных предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева Е.И. Применение компьютерных технологий в подготовке специалистов противопожарной службы // Безопасность жизнедеятельности: проблемы и решения: материалы международной научно-практической конференции. – Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2017. - 380-384 с.

2. Пожарная безопасность: современные вызовы. проблемы и пути решения. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Сост.: А.В. Зыков, Н.В. Федорова, О.Е. Евсеева. Санкт-Петербург, 2021.

3. Гуляева С.В., Хорзова Л.И., Щербак И.Д. Внедрение новых технологий для мониторинга и прогнозирования пожаров на промышленных объектах // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: сборник материалов Международной научно-практической конференции. 2023. - 54-57 с.

4. Овсяник А. И., Аглиуллин Р. И., Шихалев Д. В., Старцев В. И. Современные информационные технологии для подготовки специалистов в области пожарной безопасности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2012. № 2. – 36-42 с.

5. Скрипник И.Л., Воронин С.В. Обеспечение безопасности населения от воздействия опасных экологических факторов и используемые при этом средства защиты // Периодический теоретический и научно-практический журнал. Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Том 23, № 3 – 2018.- 53-57 с. «Конверт», - 2018. - 17-19 с.

УДК 621.8

Т. Н. Логачева, В. П. Зарубин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТРАБОТАННЫМИ МАСЛАМИ В ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ЧАСТЯХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Материал статьи затрагивает вопрос замены отработанных смазочных материалов пожарной техники с точки зрения улучшения экологической безопасности. Рассматриваются существующие мероприятия по утилизации отработанных масел и предлагается ряд действий, для пожарно-спасательных частей, которые могут минимизировать отрицательное воздействие нефтепродуктов на окружающую среду.

Ключевые слова: отработанные масла; переработка отработанных масел; отопление на отработанном масле.

© Логачева Т. Н., Зарубин В. П., 2025

T. N. Logacheva, V. P. Zarubin

PROPOSALS ON WASTE OIL MANAGEMENT IN FIRE AND RESCUE UNITS TO REDUCE THE NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT

The article deals with the issue of replacing used lubricants of fire fighting equipment from the point of view of improving environmental safety. The existing measures for the disposal of used oils are being considered and a number of actions are proposed for fire and rescue units that can minimize the negative impact of the use of petroleum products on the environment.

Keywords: waste oils; waste oil recycling; waste oil heating.

Современный мир невозможно представить без машин и механизмов предназначенных для решения обширных производственных и бытовых задач. Для нормальной работы узлов и агрегатов мобильных и стационарных машин предусмотрено применение смазочных материалов. Ежегодно химическая промышленность производит более 50 миллионов тонн моторных масел для удовлетворения потребности машиностроения и транспорта. Малая часть произведенного масла идет на вторичную переработку, все остальное масло либо сжигается, либо утилизируется с нарушениями загрязняя почву, водоемы, атмосферу.

Проблема утилизации отработанных нефтепродуктов является мировой и касается каждого человека. Один литр масла, попавшего в почву, загрязняет от ста до тысячи кубических метров грунтовых вод и приводит к гибели большого количества живых организмов и растений. Попадая в открытые водоемы, масленая пленка покрывает обширные водные поверхности и отравляет все живое. Проблема актуальна и требует принятия решительных мер на всех уровнях, начиная от больших предприятий по производству и переработки нефтепродуктов и заканчивая частными лицами, использующими масла для своих автомобилей.

В настоящее время ведется работа по сбору отработанных материалов, их переработке, повторному использованию или безопасной утилизации. Однако процент регенерированных масел очень невысок и составляет только 4 % от объема годового потребления.

Рассмотрев существующие способы переработки и повторного использования отработанных смазочных материалов стоит обратить внимание на использование отработки в качестве топлива. В этом случае, применяя специальные, относительно безопасные для экологии, системы сжигания можно получить большое количество тепловой энергии, которую можно использовать для обогрева помещений.

В частности, использование отработанного масла в качестве топлива можно рассмотреть для отопления помещений пожарно-спасательных частей.

Учитывая, что вопрос утилизации отработанного моторного и трансмиссионного масла пожарных автомобилей стоит достаточно остро, использование его в качестве топлива решит ряд проблемных вопросов, связанных со сбором, хранением и транспортированием отработки. Проведение технического обслуживания пожарных автомобилей предусматривает своевременную замену отработанных смазочных материалов для обеспечения работоспособного состояния узлов и агрегатов техники. В результате проведения работ по обслуживанию в пожарно-спасательных частях собирают большое количество отработки. Это собранное масло можно использовать для отопления.

Для расчета возможности применения отработки в качестве топлива необходимо учесть возможность замены имеющегося отопления помещений пожарно-спасательных частей, размеры отапливаемых площадей, температурные показатели, количество собранного масла для отопления, возможность доставки дополнительного масла из соседних подразделений.

Учитывая производительность энергии в 40 МДж от сжигания одного литра масла можно отметить, что современное топливное оборудование, работающее на жидком топливе предназначено для обогрева площадей от 300 квадратных метров. Низкая себестоимость отработанного масла по сравнению с газовым и твердым видами топлива позволяет значительно экономить на отоплении, а простота конструкции жидкостных отопительных приборов с высокой отказоустойчивостью позволяет использовать различные виды отработанных масел.

Важно отметить, что применение отработанных масел в качестве топлива позволяет получить не только прямую финансовую выгоду, выражающуюся в экономии на покупке новых энергоносителей. Также это экономит расходы на охрану окружающей среды и здоровья человека за счёт снижения техногенных аварий, связанных с транспортировкой и утилизацией опасных нефтяных отходов.

Вопрос отопления помещений пожарно-спасательных частей отработанным маслом является актуальным по причине того, что в настоящее время есть части, которые не используют центральное отопление, а обогрев помещений организован от котлов на твердом и дизельном топливе. Ежегодно, в таких подразделениях, выделяются значительные средства на приобретение дров, угля и дизельного топлива. В случае переоборудования котельных, установка новых котлов компенсируется минимальными затратами на приобретение отработанного масла. На данный момент, финансовая выгода между отработанным маслом и дизельным топливом для отопления составляет 37 рублей с одного литра.

В части, касающейся пожарно-спасательных частей сбор отработанного масла, предлагается организовать в пределах отряда, при проведении замены моторного или трансмиссионного масла согласно регламенту работ по техническому обслуживанию пожарных автомобилей. Складирование

отработки организовать на топливных складах частей, в которых предлагается провести замену твердотопливных и дизельных котлов на котлы, работающие на отработанном масле. Предварительный расчет затрат на переоборудование котельных, транспортные расходы и экономию средств на приобретении топлива проведенный на примере Главное управление МЧС России по Краснодарскому краю показал возможность проведения переоборудования и переход на отработанное масло в качестве топлива.

Годовой расход моторного и трансмиссионного масла для мобильных средств пожаротушения Главного управления МЧС России по Краснодарскому составляет 9,97 тонн. Площадь помещений, отапливаемых котлами на твердом топливе, составляет 463 м^2. Стоимость «масляного» котла для отопления таких площадей находится в диапазоне от 150 000 до 200 000 рублей (рисунок).

Рисунок. Автоматический котел на отработанном масле Сивера-50

Учитывая расход топлива в таких котлах, их мощность, максимально отапливаемую площадь, продолжительность отопительного сезона в указанном районе и среднюю годовую температуру в отопительном сезоне можно сделать заключение о том, что для отопления помещений одной пожарно-спасательной части достаточно 2160 литров отработанного масла. А исходя из общего количества отработанного масла, можно сделать вывод, что количества отработки полученного от автомобилей Главного управления МЧС России по Краснодарскому краю хватит на отопление 4 подразделений с помещениями площадью до 500 м^2.

Предложенные мероприятия можно применить для эффективного обращения с отработанными смазочными среди большинства пожарно-спасательных частей Главных управлений МЧС России. Это позволит не только экономить средства на приобретении топлива, но и положительно отразится на экологическом вопросе по обращению с отработанными смазочными материалами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17479.1-2015 Масла моторные. Классификация и обозначение

2. Кузнецов М. А. Современные смазочные материалы, применяемые в машиностроении / М. А. Кузнецов, К. С. Зуйкова, В. П. Зарубин // Надежность и долговечность машин и механизмов : сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2017. – С. 319-323.

3. Зарубин В. П. К вопросу сбора отработанных технических жидкостей в пожарно-спасательных частях / В. П. Зарубин, С. Э. Кузяева // Пожарная и аварийная безопасность: Сборник материалов XII международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны, Иваново, 29–30 ноября 2017 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2017. – С. 290-291.

4. Антамохин, А. С. Разработка конструкции устройства для проведения работ по замене смазочных материалов в узлах и агрегатах пожарной техники / А. С. Антамохин, В. П. Зарубин // Актуальные вопросы эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов : Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Химки, 19–20 декабря 2022 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС РФ имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2022. – С. 3-9.

5. Макулов, Д. М. Подбор оборудования для замены масел и смазок в пожарных автомобилях / Д. М. Макулов, В. П. Зарубин, И. А. Легкова // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 18 апреля 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2024. – С. 464-468.

УДК 621.316

Г. Н. Малашенков, Е. Д. Морщинов, А. Л. Холостов
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

ОСНОВНЫЕ ОШИБКИ ПОДКЛЮЧЕНИЯ УЗО

Рассмотрены основные ошибки подключения УЗО в электрических сетях промышленных и гражданских объектов, приводящие к снижению электро- и пожарной безопасности.

Ключевые слова: устройства защитного отключения; дифференциальный ток; повреждение изоляции.

G. N. Malashenkov, E. D. Morshinov, A. L. Holostov

MAIN ERRORS IN THE CONNECTION OF RCDs

© Малашенков Г. Н., Морщинов Е. Д., Холостов А. Л., 2025

The article discusses the main errors in the connection of residual current devices (RCDs) in electrical networks of industrial and civilian facilities, which lead to a reduction in electrical and fire safety.

Keywords: residual current devices; differential current; insulation damage.

Устройства защитного отключения (УЗО) предназначены, в первую очередь, для защиты людей и животных от поражения электрическим током при повреждении изоляции или при случайном прикосновении к неизолированным токоведущим частям электрооборудования, а также для защиты от возгорания при устойчивых однофазных замыканиях на землю. УЗО обеспечивают отключение электрической сети при наличии дифференциальных переменных токов и/или дифференциальных пульсирующих постоянных токов, независимо от того, подаются ли они внезапно или их величина медленно увеличивается [1]. Максимальное время отключения для УЗО без выдержки времени при переменном дифференциальном токе не должно превышать 0,3 с. [2, 3]. Неправильная установка данного аппарата защиты может привести к снижению уровня электробезопасности и пожарной безопасности объекта защиты.

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся ошибки подключения УЗО в электроустановках промышленных и гражданских объектов, которые допускают не только самостройщики, но и опытные проектировщики.

В первую очередь, рассмотрим ошибки, которые встречаются при проектировании. При установке УЗО последовательно, для соблюдения требований селективности, выбор номиналов УЗО производится аналогично выбору автоматов или плавких предохранителей, что в корне неправильно. Например, на первом участке (ближе к источнику питания) ставится УЗО с номинальным отключающим дифференциальным током 100 мА, на втором участке (допустим, на вводе в квартиру) – с током 30 мА, на отводящих групповых линиях, защищающие отдельные потребители – 10 мА. Про время срабатывания забывают. При таком подходе может произойти следующая ситуация. Допустим, при прикосновении человека к электроустановке по образовавшейся цепи потечет ток утечки 150 мА. В этом случае может произойти срабатывание УЗО, как на первом, так и на втором или третьем участке, даже возможно срабатывание всех трех устройств одновременно. Условие селективности не соблюдается.

Согласно действующим нормам, при установке УЗО последовательно должны выполняться требования селективности. При двух- и многоступенчатой схемах УЗО, расположенное ближе к источнику питания, должно иметь уставку и время срабатывания не менее, чем в 3 раза большие, чем у УЗО, расположенного ближе к потребителю (п. 7.1.73. ПУЭ [4]).

Для соблюдения данного требования необходима установка УЗО с задержкой срабатывания по времени, т. е. УЗО в маркировке должно иметь индекс «S» - селективное.

Следующая ошибка, которая встречается, это установка УЗО для электроприемников, отключение которых может привести к ситуациям, опасным для потребителей (п. 7.1.81. [4]). К таким ситуациям относится отключение систем обеспечения пожарной безопасности объекта защиты: пожарной сигнализации, систем оповещения и управления эвакуацией, вентиляторов дымоудаления и подпора воздуха, насосов противопожарного водоснабжения и т. д.

Теперь рассмотрим ошибки, которые встречаются, как правило, при монтаже электроустановки.

1. Соединение общей нулевой шины с нулевым рабочим проводом в зоне действия УЗО. УЗО без нагрузки включается, но при этом кнопка «Тест» не работает, т. е. при ее нажатии УЗО не отключается. В связи с этим можно сделать ошибочные выводы о том, что неисправно именно УЗО, а на самом деле закралась ошибка в схеме подключения.

2. Соединение нулевых рабочих проводников соседних УЗО.

3. Защитные (земля) проводник и нулевой рабочий соединены вместе или с заземленными элементами в зоне действия УЗО.

4. Перепутаны нулевые рабочие проводники от разных УЗО.

5. Подключение нуля сверху, а не снизу.

6. «Неполнофазное» подключение. При таком подключении фазный проводник подключают правильно, а нулевой рабочий пропускают мимо и подсоединяют сразу на нулевую шину. В этом случае кнопка «Тест» будет работать исправно. Без нагрузки УЗО будет включаться. Срабатывание происходит сразу при включении любой нагрузки.

Помните, что правильный выбор и монтаж аппаратов защиты, таких как УЗО, оградит вас от ложных срабатываний и повысит уровень электро- и пожарной безопасности вашего объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ IEC/TR 60755-2017 Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования. – М.: Стандартинформ. 2018.

2. ГОСТ 31603-2012 (IEC 61540:1997) Устройства защитного отключения переносные бытового и аналогичного назначения, управляемые дифференциальным током, без встроенной защиты от сверхтоков (УЗО-ДП). Общие требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ 2013.

3. ГОСТ IEC 61008-1-2020 Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2020.

4. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.5, 7.6, 7.10. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 176 с.

УДК 621.316

Г. Н. Малашенков, Е. Д. Морщинов, А. Л. Холостов
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ИЛИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТОКА?

Проведен анализ нормативной документации, осуществлена попытка разобраться, чем отличается устройство защитного отключения от выключателя дифференциального тока.

Ключевые слова: устройства защитного отключения; дифференциальный ток; ток утечки.

G. N. Malashenkov, E. D. Morshinov, A. L. Holostov

RESIDUAL CURRENT DEVICE OR DIFFERENTIAL CIRCUIT BREAKER?

An analysis of regulatory documentation has been carried out, and an attempt has been made to understand the difference between a residual current device and a differential circuit breaker.

Keywords: residual current device; differential current; leakage current.

На данный момент времени в нормативно-технической литературе используются два термина: устройство защитного отключения (УЗО) [1, 2, 3, 4] и выключатель дифференциального тока (ВДТ) [5, 6]. Профессионалам понятно, что речь идет об одном и том же приборе. Давайте попробуем разобраться, что это за устройства. В недавнем прошлом были хорошо известны аппараты защиты, которые называются УЗО. Также хорошо был известен принцип их работы и ситуации, в которых они применяются. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) седьмого издания [4] определяют, где и в каких случаях должны применяться УЗО. Заметим попутно, что в ПУЭ не дается определения выключателя дифференциального тока, и везде используется аббревиатура УЗО. Многие могут возразить, что ПУЭ - старый нормативный документ - наследие советской эпохи, и на него не следует ориентироваться. В современной практике уже давно используется понятие - выключатель дифференциального тока.

© Малашенков Г. Н., Морщинов Е. Д., Холостов А. Л., 2025

Так когда же и почему в Российской Федерации появилось название ВДТ? Впервые термин ВДТ был применен в ГОСТ Р 51326.1-99 «Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний», который далее был заменен на ГОСТ IEC 61008-1-2012 «Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний». Отметим также, что на данный момент эти ГОСТы не действуют. Сейчас актуальны ГОСТ IEC 61008-1-2020 [5] и ГОСТ IEC 61009-1-2020 [6].

Таким образом, если не с конца девяностых, то, по крайней мере, с середины 2010 г. мы используем термин ВДТ.

Но в 2022 г. законодатель подкидывает нам новую дилемму – появляется на свет новый ГОСТ IEC 61543-2022 [3] с датой введения 01.01.2023 г. И что мы видим? Возврат в прошлое, опять на обложке применяется термин УЗО, а не ВДТ. Хотя следует отметить, что во введении сказано: «… В настоящее время стандарт применяют… - в отношении автоматических выключателей, управляемых дифференциальным током, … без встроенной защиты от сверх токов (ВДТ); … - в отношении автоматических выключателей, управляемых дифференциальным током, … со встроенной защитой от сверх токов (АВДТ)».

На данный момент ГОСТы [1, 2, 3] и ПУЭ [4] действуют, в них используется термин УЗО. Поэтому мы вправе применять данное название. Также действуют ГОСТы [5, 6], в которых указан термин ВДТ (АВДТ).

Очевидно, что при имеющихся на рынке и активно применяющихся электротехнических устройствах, изготовленных зарубежными и отечественными производителями, в сопроводительных документах будут использоваться и соответствующие термины.

Из всего изложенного выше напрашивается вывод, что в настоящее время можно применять и термин «устройство защитного отключения», и термин «выключатель дифференциального тока».

На наш взгляд в сложившейся ситуации будет правильным применение термина «устройство защитного отключения» в тех случаях, когда при рассмотрении функций этих устройств идет обращение к нормативным документам [1, 2, 3, 4], и, соответственно, целесообразно использовать термин «выключатель дифференциального тока» (автоматический выключатель дифференциального тока», когда упоминаются документы [5, 6]. При взаимном использовании этих документов будет нелишним привести пояснения об имеющихся формулировках одного и того же устройства в используемых документах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ IEC/TR 60755-2017 Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования. – М.: Стандартинформ. 2018.

2. ГОСТ 31603-2012 (IEC 61540:1997) Устройства защитного отключения переносные бытового и аналогичного назначения, управляемые дифференциальным током, без встроенной защиты от сверхтоков (УЗО-ДП). Общие требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ 2013.

3. ГОСТ IEC 61543-2022 Устройства защитного отключения, управляемые дифференциальным током (УЗО-Д), бытового и аналогичного назначения. Электромагнитная совместимость. – М.: Российский институт стандартизации, 2022.

4. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Главы 1.1, 1.2, 1.7, 1.9. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.5, 7.6, 7.10. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 176 с.

5. ГОСТ IEC 61008-1-2020 Выключатели автоматические, управляемые дифференциальным током, бытового и аналогичного назначения без встроенной защиты от сверхтоков. Часть 1. Общие требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2020.

6. ГОСТ IEC 61009-1-2020 Выключатели автоматические, срабатывающие от остаточного тока, со встроенной защитой от тока перегрузки, бытовые и аналогичного назначения. Часть 1. Общие правила. – М.: Стандартинформ, 2020.

УДК 378

И. О. Малик, Е. А. Орлов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ДЫМОСОСЫ, ИХ ПРИМЕНЕНИЕ НА ПОЖАРЕ

Статья посвящена анализу роли пожарных дымососов в формировании зоны равных давлений (нейтральной зоны) и управлении задымлением при тушении пожаров. Рассмотрены механизмы воздействия дымососов на распределение давления, температуру и концентрацию токсичных газов, а также риски, связанные с их некорректным использованием. Результаты исследования подчеркивают необходимость комплексного подхода к интеграции дымососов в системы пожарной безопасности.

Ключевые слова: тактическая вентиляция; пожарные дымососы; зоны равных давлений.

I. O. Malik, E. A. Orlov

SMOKE EXHAUSTERS, THEIR USE IN FIRES

© Малик И. О., Орлов Е. А., 2025

The article is devoted to the analysis of the role of fire smoke pumps in the formation of a zone of equal pressure (neutral zone) and smoke control during fire extinguishing. The mechanisms of the effect of smoke pumps on pressure distribution, temperature and concentration of toxic gases, as well as the risks associated with their incorrect use, are considered. The results of the study emphasize the need for an integrated approach to the integration of smoke pumps into fire safety systems.

Keywords: tactical ventilation; fire vents; equal pressure zones.

Современные пожары в зданиях и сооружениях характеризуются интенсивным выделением дыма и токсичных газов, что создает угрозу для жизни людей, затрудняет эвакуацию и работу пожарных подразделений. В таких условиях критическое значение приобретают технологии активного управления задымлением, среди которых особое место занимают пожарные дымососы. Эти устройства предназначены для принудительного удаления дыма, снижения температуры и восстановления видимости, однако их применение сопряжено с комплексом физических и инженерных challenges, требующих глубокого анализа.

Главная задача дымососов – формирование контролируемой зоны равных давлений (нейтральной зоны), где внутреннее и внешнее давление уравновешивается, предотвращая распространение дыма. Однако эффективность этого процесса зависит от множества факторов: мощности оборудования, архитектурных особенностей здания, координации с системами приточной вентиляции. Неверное использование дымососов может привести к обратному эффекту.

Работа дымососа на пожаре оказывает значительное влияние на формирование зоны равных давлений (нейтральной зоны) в здании. Зона равных давлений — это область, где давление внутри здания равно давлению снаружи, что предотвращает распространение дыма и огня через эту зону. Вот основные аспекты влияния дымососа:

1. Создание зоны равных давлений:

- дымосос, принудительно удаляя дым и горячие газы из здания, снижает давление (создает разрежение) внутри помещений. Это способствует формированию зоны равных давлений на определенном уровне (обычно на высоте, где давление внутри и снаружи здания выравнивается);

- если дымосос работает эффективно, зона равных давлений стабилизируется, что помогает контролировать распространение дыма и улучшает видимость для пожарных. При правильной работе дымососа зона становится барьером: выше нее дым поднимается и удаляется, ниже – чистый воздух поступает через проемы.

2. Снижение температуры и задымленности:

- удаление горячих газов и дыма снижает температуру внутри здания, что уменьшает риск распространения пожара и облегчает условия для эвакуации людей и работы пожарных;

- это также снижает концентрацию токсичных газов, что важно для безопасности людей.

3. Влияние на распределение давления:

- если дымосос работает слишком интенсивно, это может привести к чрезмерному снижению давления внутри здания, что вызовет подсасывание воздуха через открытые проемы (окна, двери). Это может способствовать распространению огня.

- Неправильное использование дымососа может сместить зону равных давлений в нежелательное место, например, на уровень эвакуационных путей, что затруднит спасение людей.

- Также стоит учитывать архитектуру здания: высоту полков, количество этажей, расположение вентиляционных шахт и окон влияют на распределение давления. Например, в зданиях с атриумами зона равных давлений может смещаться вверх.

4. Координация с другими системами:

- для эффективного управления зоной равных давлений важно координировать работу дымососа с другими системами, такими как приточная вентиляция. Это помогает поддерживать баланс давления и предотвращает неконтролируемое распространение дыма.

5. Риски при неправильном использовании:

- если дымосос используется без учета особенностей здания или пожара, это может привести к ухудшению ситуации, например, к усилению горения из-за притока свежего воздуха;

-установка удаление дыма без контроля притока воздуха увеличивает подачу кислорода к очагу. Пример: открытые окна на нижних этажах + работающий дымосос = «эффект печки».

Реальный пример грамотного и эффективного использования дымососа: Сообщение о пожаре поступило на пункт связи районной части в 16 часов 41 минуту. По заявке, горит квартира, в соседних квартирах находятся люди.

Прибыв к месту вызова в 16 часов 49 минут во главе караула районной части в составе отделений на АЦ и АГ начальник караула (РТП-1), передал информацию, что происходит обильное выделение дыма с окон 4, 5 и 6 этажей в разных частях здания, происходит самостоятельная эвакуация людей из здания, отдал команду отделениям на проведение боевого развёртывания. К месту пожара прибыли АЦ и АЛ соседних подразделений.

В ходе проведения разведки один из жильцов сообщил РТП-1, что в квартире на 6 этаже находятся трое детей. РТП-1 выбрал решающим направлением спасение людей и направил два звена ГДЗС на поиск детей в указанную квартиру, одно звено ГДЗС на проверку соседних квартир на наличие людей.

В ходе дальнейшей разведки был установлено, что пожар происходит в квартире на 4 этаже, жильцы которой, покидая горящую квартиру, оставили дверь открытой, в результате чего лестничная клетка и вышележащие этажи оказались задымлены, самостоятельная эвакуация людей от горящего этажа и выше была невозможна.

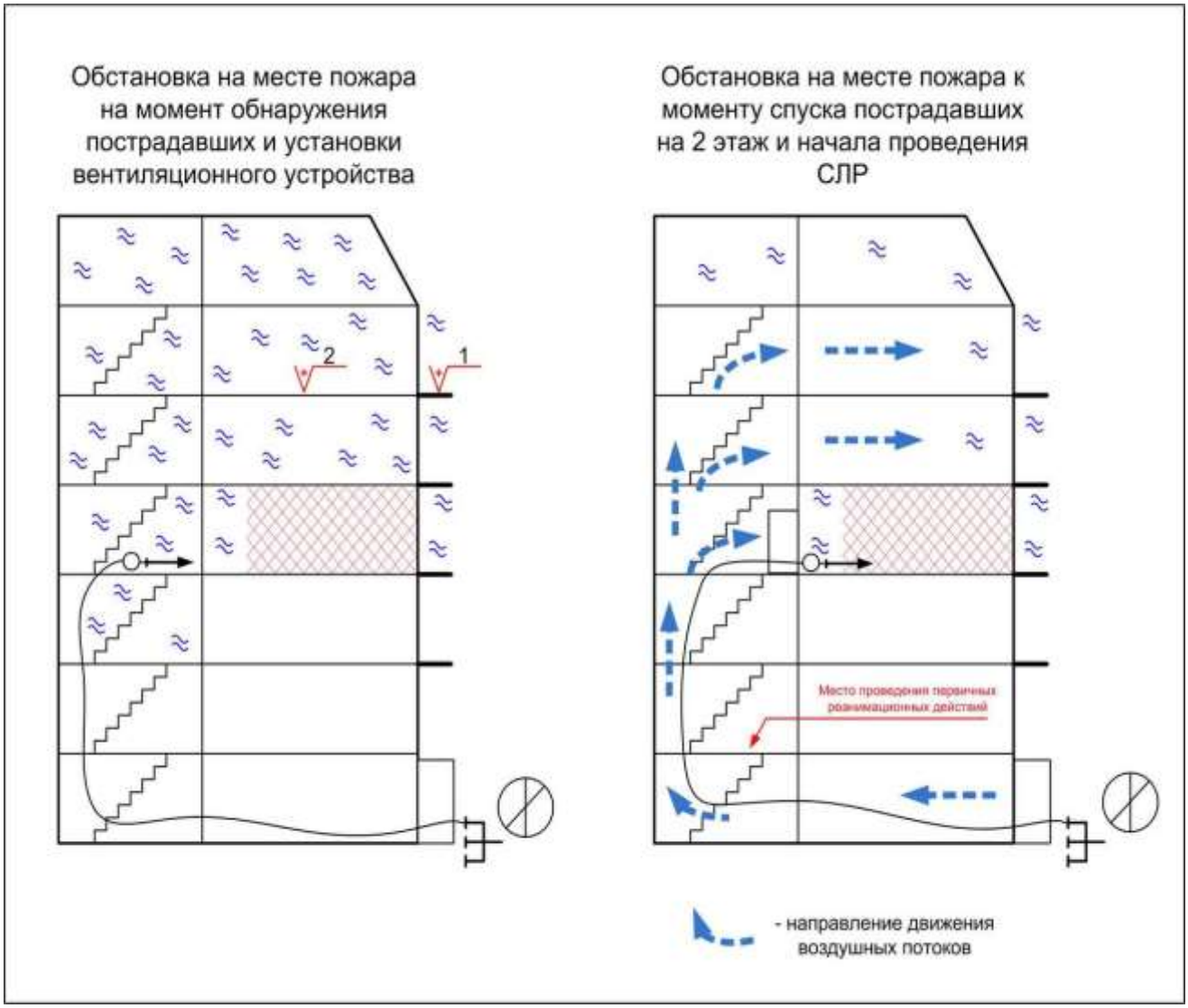
В 16 часов 55 мин звенья ГДЗС, попав в квартиру на 6 этаже, обнаружили двух детей без признаков сознания. Еще один ребенок был найден в сознании на карнизе квартиры, куда он вылез, спасаясь от задымления. Старший расчёта АГ районной части, действуя в условиях оправданного риска, принимает решение установить вентиляционное устройство для удаления продуктов сгорания из лестничной клетки и этажей выше горящего, о чем отдает соответствующие распоряжения. В это же время звеньями ГДЗС принимаются меры по обеспечению детей в квартире на 6 этаже воздухом при помощи спасательных устройств капюшонного типа и их спасению путём вывода/выноса на свежий воздух.

К 17 часам 10 мин дети были вынесены на свежий воздух и, получив информацию о том, что проезд машин СМП к месту пожара затруднён из-за дорожной обстановки, старший расчёта АГ районной части отдает команду на проведение сердечно-легочной реанимации двум находящимся без сознания пострадавшим детям.

В 17 часов 15 мин пострадавшие были переданы прибывшим экипажам СМП.

Результаты:

- спасено 3 человека, двум из которых проводилась СЛР силами пожарных расчётов;
- к моменту выноса пострадавших из квартиры на 6 этаже на лестничную клетку в подъезде была оптически прозрачная среда, что значительно облегчило дальнейший спуск пострадавших и позволило начать скорейшее проведение реанимационных действий, обеспечило возможность самостоятельной эвакуации людей с верхних этажей;
- была ликвидирована угроза выхода тепловых потоков, дыма и других опасных факторов пожара на пути эвакуации;
- были обеспечены условия, позволившие звену тушения в кратчайшие сроки обеспечить локализацию и ликвидацию пожара.



Таким образом, работа дымососа играет ключевую роль в управлении дымом и давлением на пожаре, способствует многократному увеличению тактических возможностей пожарных подразделений, на вооружении которых находится дымосос, а также обученным личным составам, так как в обратном случае технология призванная спасать, может усугубить ситуацию.

УДК 614.841.34

С. А. Мирошниченко[1], А. В. Мордвинова[1,2]
[1]ФГБУ ВНИИПО МЧС России
[2]ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

К ВОПРОСУ О НОРМИРОВАНИИ ПРОТИВОПОЖАРНОГО РАССТОЯНИЯ ОТ НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ДО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ И НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье рассмотрены действующие нормативные требования пожарной безопасности к размещению наружных установок с легковоспламеняющимися жидкостями, горючими жидкостями и газами на территории нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.

Ключевые слова: наружная установка; нормы пожарной безопасности; противопожарное расстояние; обеспечение пожарной безопасности.

C. A. Miroshnichenko, A. V. Mordvinova

TO THE ISSUE OF STANDARDIZATION OF FIRE DISTANCE FROM OUTDOOR INSTALLATIONS TO BUILDINGS AND STRUCTURES OF OIL REFINING AND PETROCHEMICAL INDUSTRY

The article considers the current normative requirements of fire safety to the placement of outdoor installations with flammable liquids, combustible liquids and gases on the territory of oil refining and petrochemical enterprises.

Keywords: outdoor installation; fire distance; fire safety; fire safety standards.

На сегодняшний день нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность играют важнейшую роль в экономическом развитии Российской Федерации. Нефтепереработка и нефтехимия занимают лидирующие позиции в соответствующем производстве, однако в процессе эксплуатации производственных объектов данной отрасли могут возникнуть аварийные ситуации, связанные с пожарами и/или взрывами.

Статистические данные показывают, что одной из наиболее вероятных причин возникновения пожара и/или взрыва на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности является разгерметизация технологического оборудования и трубопроводов, размещаемых на наружных установок с легковоспламеняющимися жидкостями, горючими жидкостями и газами (далее – ЛВЖ, ГЖ и ГГ) ввиду наличия в них большого количества фланцевых соединений, сварных швов, переходников,

© Мирошниченко С. А., Мордвинова А. В., 2025

запорной арматуры и т.п. В связи с чем представляется целесообразным рассмотреть нормативные требования к размещению наружных установок относительно производственных зданий и сооружений на территории рассматриваемых объектов защиты.

Под наружной установкой (далее - НУ) понимается комплекс аппаратов и технологического оборудования, расположенных вне зданий и сооружений [1].

Следует отметить, что противопожарные расстояния между НУ, зданиями и сооружениями должны определяться по действующим нормативным правовым актам и нормативным документам в области пожарной безопасности после соответствующей классификации проектируемого объекта защиты, которая должна быть произведена проектной организацией на стадии подготовки проектной документации.

Кроме того, данные расстояния зависят от многих факторов, а именно: уровня пожарной опасности объекта, типа и конструктивных особенностей НУ, параметров и степени пожарной опасности технологических процессов, количества и вида обращающихся в установках горючих веществ и материалов, уровня оснащения объекта средствами противопожарной защиты и др.

Требования к размещению НУ на территории нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий устанавливаются СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям». При этом следует различать непосредственно связанные со зданиями (помещениями) НУ (технологическое оборудование и аппараты, или комплекс аппаратов) и наружные установки, не связанные с конкретным зданием (помещением), но участвующие в осуществлении технологического процесса предприятия в целом. Для НУ, непосредственно связанных с каким-то оборудованием, размещенным в здании, максимальное значение расстояния до этого здания может быть ограничено технологией процесса, в связи с чем такие случаи имеют отдельные нормативные требования.

Так, в соответствии с пунктом 6.10.5.31:

наружные установки с ЛВЖ, ГЖ и ГГ, которые непосредственно связанны с помещениями категории А и Б по пожарной и взрывопожарной опасности, следует размещать у противопожарной стены без проемов или же на расстоянии не менее 4 метров в случае наличия проемов в противопожарной стене;

при размещении наружной установки с ЛВЖ, ГЖ и ГГ до проемов стен помещений категорий В1-В4, Г и Д по пожарной и взрывопожарной опасности противопожарное расстояние между ними должно составлять не менее 10 метров. В тех случаях, когда расстояние составляет менее 10 метров, проемы стен помещений следует заполнять стеклоблоками или армированным стеклом.

Анализ нормативных документов в области пожарной безопасности показал, что требование по заполнению проемов стен стеклоблоками или армированным стеклом в случае, указанном выше, впервые было введено более 40 лет назад и по настоящее время не претерпело серьезных изменений.

Однако прогресс не стоит на месте, и на протяжении данного временного периода появлялось огромное количество новых строительных материалов, не только не уступающих, но и превосходящих в свойствах стеклоблоки и армированное стекло. В связи с чем, по мнению некоторых специалистов научных, проектных и экспертных организаций, в данном требовании вместо указания конкретных строительных материалов целесообразнее указать характеристику - предел огнестойкости, которому они должны соответствовать. Это позволило бы расширить круг выбора тех строительных материалов, которые могут быть использованы при заполнении проемов стен помещений, в зависимости от степени огнестойкости здания.

С другой же стороны, эффективность применения стеклоблоков и армированного стекла в качестве строительных материалов для заполнения проемов стен доказана на практике. Поэтому их применение представляется более простым и традиционным вариантом.

В пункте 6.10.5.30 СП 4.13130 перечислен ряд условий, при соблюдении которых допускается примыкание наружной установки к одной из стен здания категорий А и Б по пожарной и взрывопожарной опасности без противопожарного разрыва.

При установлении минимальных противопожарных расстояний между зданиями, сооружениями и НУ, расположенными на отдельной площадке и непосредственно несвязанных с помещениями категории А и Б, следует руководствоваться таблицей 40 СП 4.13130.

В случае если между зданием и связанной с ним НУ необходимо устройство проезда для пожарной техники следует выполнять требования раздела 8.2 СП 4.13130.

Следует отметить, что рассматриваемым сводом правил установлено, что расстояние от наружных установок, не содержащих ЛВЖ, ГЖ и ГГ, не нормируется.

Таким образом, с учетом всего выше изложенного показано, что свод правил [2] содержит исчерпывающий перечень нормативных требований по пожарной безопасности к размещению наружных установок относительно зданий и сооружений на территории нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий, соблюдение которых при проектировании рассмотренных объектов защиты позволит минимизировать масштабы аварии, что, в свою очередь, позволит снизить количество человеческих жертв и уменьшить материальный ущерб в случае возникновения аварийной ситуации, связанной с пожарами и/или взрывами.

При этом, вынужденные отступления от нормативных требований, в том числе сокращение минимальных противопожарных расстояний допустимы при соответствующем обосновании в проекте на основе положений ч. 1 ст. 6 Федерального закона [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».

УДК 66.021.3

И. В. Муратов[1], А. И. Ларина[1], С. В. Натареев[1,2]
[1]Ивановский государственный химико-технологический университет
[2]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАВНОВЕСИЕ ПРОЦЕССА ИОНООБМЕННОЙ ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА СУЛЬФОКАТИОНИТЕ

В работе рассматривается процесс ионообменной очистки воды от ионов тяжелых металлов на сильнокислотном катионите Дауэкс 50×8. В ходе проведения экспериментальных исследований определены концентрационные константы, величины абсолютной и избыточной адсорбции.

Ключевые слова: равновесие; ионы тяжелых металлов; катионит.

I. V. Muratov, A. I. Larina, S. V. Natareev

EQUILIBRIUM OF THE ION EXCHANGE WATER PURIFICATION PROCESS FROM HEAVY METAL IONS ON SULFOCATIONITE

The paper examines the process of ion-exchange purification of water from heavy metal ions on the strongly acidic cationite Dowex 50×8. During the experimental studies, concentration constants, absolute and excess adsorption values were determined.

Keywords: equilibrium; heavy metal ions; cation exchange.

© Муратов И. В., Ларина А. И., Натареев С. В., 2025

В чрезвычайных ситуациях, вызванных опасными природными явлениями, авариями на промышленных предприятиях и иными факторами, рекомендуется предусмотреть мероприятия по доставке воды малыми емкостями, авто - и железнодорожными цистернами в соответствии с нормами, приведенными в [1]. В условиях отсутствия воды требуемого качества ее можно очистить с помощью мобильных систем, в состав которых входят ионообменные аппараты. Для их расчета необходимо иметь надежные данные об обменной емкости ионита, их механической и химической стойкости, скорости ионного обмена и других параметрах процесса. Равновесие ионного обмена рассматривает вопросы перераспределения ионов между раствором электролита и ионитом при завершении процесса. Состояние равновесия при ионном обмене обычно изображается графически в виде изотермы равновесия, полученной при постоянной температуре в системе ионит-раствор. Изотерма связывает между собой количество ионов, участвующих в процессе, в фазах ионита и раствора.

Для анализа межфазного равновесия разработаны метод избытка Гиббса [2] и метод полного содержания [3]. Первый из них позволяет провести строгий термодинамический анализ изменений свойств адсорбционной системы в целом на основе экспериментально определяемых избыточных величин адсорбции. Метод Гиббса не учитывает реальное строение адсорбционной фазы и не дает возможности проведения анализа распределения адсорбата между адсорбционной и объемной фазами. В связи с этим современные представления о процессе адсорбции в основном построены в рамках метода полного содержания, предполагающего разделение адсорбционной системы на две фазы, описание свойств последних с использованием абсолютных концентраций компонентов в каждой из равновесных фаз.

Для ионообменных высокомолекулярных соединений, ограниченно набухающих в растворах электролитов, характерно наличие в фазе ионита свободно диффундирующих (подвижных) и связанных с функциональными группами (неподвижных) ионов [4]. При адсорбции из растворов значение избыточной адсорбции определяют экспериментально. Наиболее часто используется следующая формула:

$$\Gamma = \frac{(C_0 - C_p)V}{\overline{V}}, \qquad (1)$$

где C_0 – концентрация компонента в исходном растворе, моль-экв·л$^{-1}$; C_p - концентрация компонента в равновесном растворе, моль-экв·л$^{-1}$; V - объем исходного раствора, л; $\overline{V}$ - объем набухшего адсорбента, л.

По экспериментально измеренным значениям величин адсорбции можно получить и проанализировать соотношения для расчета абсолютных (полных) величин адсорбции. Уравнение связи между абсолютной и избыточной адсорбцией для сорбируемых ионов может быть записано так

$$a = \Gamma + \overline{C}\,. \qquad (2)$$

Здесь а и Г – значения абсолютной и избыточной адсорбции соответственно, моль-экв·л$^{-1}$; $\overline{C}$ - концентрация подвижных ионов в ионите моль-экв·л$^{-1}$. Значение $\overline{C}$ определяем по формуле:

$$\overline{C} = \frac{\omega C_p}{\overline{V}}, \qquad (3)$$

где ω - объем раствора в набухшем адсорбенте, л.

Целью настоящей работы явилось изучение равновесных закономерностей процесса ионообменной сорбции ионов Ni^{2+}, Zn^{2+} и Cd^{2+} в гетерофазной системе водный раствор сульфата металла - катионит Дауэкс 50 (Na-форма).

Исследование равновесия ионного обмена на катионите проводили в статических условиях [5]. Для проведения опытов серию одинаковых навесок катионита в А–форме помещали в колбы и заливали их исследуемым раствором с постоянной ионной силой, но различной концентрацией замещающих ионов Б. Затем колбы закрывали пробками и встряхивали до достижения равновесия в системе катионит–раствор. После установления равновесия катионит отделяли от раствора и определяли ионный состав в обеих фазах. По найденным равновесным концентрациям ионов А и Б в растворе и катионите строили изотерму ионного обмена.

При изучении равновесия ионного обмена объем раствора составлял 100 мл, а масса каждой навески катионита – 1 г. Начальная концентрация тяжелых металлов в растворе изменялась в пределах от 0,01 до 0,1 моль-экв/л. Результаты исследования равновесия ионообменной сорбции ионов тяжелых металлов приведены на рисунке.

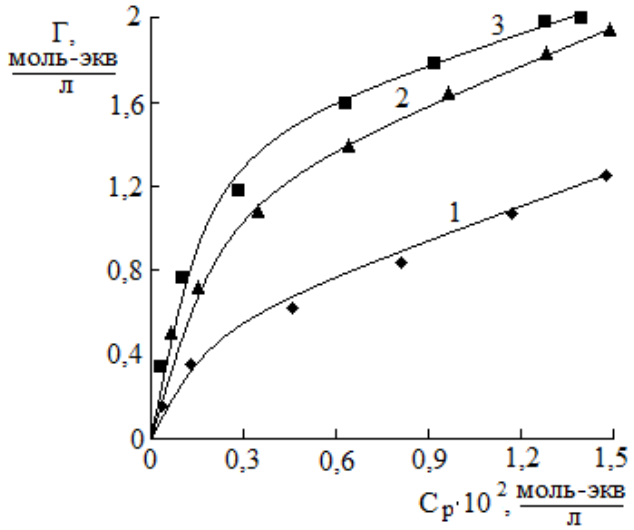


Рисунок. Изотермы сорбции ионов Ni^{2+} (1), Zn^{2+} (2) и Cd^{2+} (3) катионитом Дауэкс 50×8 (Na-форма) из водных растворов сульфатов металлов

Для описания равновесия в изученных ионообменных системах было использовано уравнение Никольского, которое для обмена двухвалентных ионов на одновалентные может быть записано в виде [5]:

$$K_c = \frac{(C_0 - C_p)^2 a}{(a_0 - a)^2 C_p}, \qquad (4)$$

где K_c – концентрационная константа равновесия.

Из уравнения (4) с учетом формул (1) и (2) найдем абсолютную адсорбцию сорбируемого вещества:

$$\Gamma = \frac{\omega C_p}{\overline{V}} + \frac{(C_0 - C_p)^2}{2C_p K_c} + a_0 \pm \sqrt{\left[\frac{(C_0 - C_p)^2}{2C_p K_c} + a_0\right]^2 - a_0^2}\,. \qquad (5)$$

В расчетах по уравнению (5) из физической сущности ионообменного процесса следует перед квадратным корнем использовать только знак минус.

Обменная емкость ионита в уравнении (4) характеризуется числом моль-экв ионогенных групп, содержащихся в 1 мл набухшего ионита. Значение a_0 является стандартным показателем, которое определяют в лабораторных условиях по известной методике [6] и указывают в паспорте на готовую продукцию.

Обработка экспериментально найденных изотерм ионного обмена методом наименьших квадратов позволила определить концентрационные константы в уравнении Никольского (4), значения которых приведены в таблице. Среднеквадратичное отклонение не превышало 5 %.

Найденные экспериментально значения абсолютной и избыточной адсорбции ионов тяжелых металлов для катионита Дауэкс 50×8 при условии полной отработки обменной емкости ионита приведены в таблице.

Таблица. **Значения K_c, Г, $\overline{C}$ и а для ионообменной сорбции катионов тяжелых металлов**

	Сорбируемый ион		
	Ni^{2+}	Zn^{2+}	Cd^{2+}
K_c	1,38	1,15	1,07
Г	2,001	1,998	1,996
$\overline{C}$	0,012	0,016	0,030
а	2,013	2,014	2,026

Полученные равновесные характеристики ионообменной сорбции ионов Ni^{2+}, Zn^{2+} и Cd^{2+} на катионите Дауэкс 50×8 могут быть использованы в инженерной практике для расчета процесса очистки водных растворов и сточных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях и работы пунктов временного размещения пострадавшего населения // МЧС России. Москва, 2022. 23 с.

2. Гиббс Дж. В. Термодинамика. Статистическая механика. Серия: Классические науки. М.: Наука, 1982. 584 с.

3. Лопаткин А.А. Теоретические основы физической адсорбции. М.: Изд-во МГУ. 1983. 344 с.

4. Гельферих Ф.М. Иониты. М.: ИЛ. 1962. 364 с.

5. Практикум по ионному обмену: Учебное пособие / В.Ф. Селеменев, Г.В. Славинская, В.Ю. Хохлов [и др.]. Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 2004. 160 с.

6. Полянский Н.Г., Горбунов Г.В., Полянская Н.Л. Методы исследования ионитов. М.: Химия. 1976. 208 с.

УДК 614.84.31

О. В. Надточий, А. Г. Фирсов, М. В. Загуменнова
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОГЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

Статья посвящена использованию антипиренов для обеспечения пожарной безопасности объектов защиты. Приведена история создания, научное развитие, основные виды, свойства и характеристики антипиренов. В качестве перспективного направления развития огнетушащих составов по защите объектов рассмотрена возможность использования гидрогелей. Авторами приведен обзор использования гидрогелей для защиты объектов от пожара, их основные характеристики и механизм защиты от опасных факторов пожара. Даны рекомендации по дальнейшему использованию гидрогелей для обеспечения пожарной безопасности различных объектов защиты.

Ключевые слова: антипирен; огнезащитный состав; гидрогель; пожар; пожарная безопасность; объект защиты.

© Надточий О. В., Фирсов А. Г., Загуменнова М. В., 2025

O. V. Nadtochiy, A. G. Firsov, M. V. Zagumennova

USE OF HYDROGELS TO ENSURE FIRE SAFETY OF PROTECTED FACILITIES

The article is devoted to the use of flame retardants to ensure fire safety of protected objects. The history of creation, scientific development, main types, properties and characteristics of flame retardants are given. As a promising direction for the development of fire extinguishing compounds for the protection of objects, the possibility of using hydrogels is considered. The authors provide an overview of the use of hydrogels to protect objects from fire, their main characteristics and the mechanism of protection against fire hazards. Recommendations are given for the further use of hydrogels to ensure fire safety of various objects of protection.

Keywords: flame retardant, flame retardant, hydrogel, fire, fire safety, object of protection.

Издавна на Руси защита зданий и сооружений от огня осуществлялась обработкой поверхностей деревянных конструкций глиной или известью. Сегодня для снижения интенсивности (замедления) горения используются специальные вещества и их смеси, которые называются антипиренами. В зависимости от своих физико-химических свойств они оказывают огнезащитное воздействие на разные горючие материалы [1].

Начиная с 30-х годов прошлого века для борьбы с пожарами и их последствиями на вновь созданную Центральную научно-исследовательскую лабораторию НКВД СССР – ныне ФГБУ ВНИИПО МЧС России (далее – институт) были возложены научные изыскания, связанные с разработкой специальных химических огнезащитных составов обеспечивающих огнезащиту деревянных строительных конструкций. Специалистами института под руководством химика Таубкина С.И. был разработан широкий спектр огнезащитных составов на основе суперфосфата, глины, извести и др. веществ и материалов. Высокая надежность полученных ими огнезащитных составов была подтверждена в период Великой Отечественной войны [1].

Наиболее активные исследования по созданию новых видов антипиренов относятся уже к послевоенному периоду развития России. Учитывая, что большое количество зданий в тот период проектировалось и возводилось с использованием деревянных строительных конструкций, то для их огнезащиты были предложены методы глубокой пропитки древесины огнезащитными составами при высокой температуре под давлением (в автоклавах) и обработкой поверхностными средствами. В качестве огнезащитной пропитки использовалась смесь из фтористого натрия (77,5 %), сернокислого (14 %) и фосфорнокислого (6 %) аммония и фтористого натрия (2,5 %), обеспечивающая огнезащиту древесины в течение 30 лет. В 50–60-х годах на их основе были разработаны следующие огнезащитные составы: ДСК-П, ППЛ, ФАМ, СК-Л и МХС. Для защиты древесностружечных плит применялись огнезащитные составы, содержащие фенолформальдегидные смолы, мочевиноформальдегидные смолы [2].

В дальнейшем интенсивное развитие энергетики потребовало создание специальных антипиренов по защите электрокабельной продукции. Группой ученых института под руководством канд. техн. наук Колгановой М. Н. осуществляется разработка специальных огнезащитных вспучивающихся красок позволяющих защищать не только деревянные и металлические конструкции, но и электрические кабели. Надо отметить, что полученные исследователями составы не только не уступали зарубежным аналогам, но и по отдельным параметрам превосходили их. В 70-х годах специалистами института для защиты деревянных и металлических конструкций на основе мочевиноформальдегидной смолы, фосфорнокислого аммония, дициандиамида и веществ, содержащих кремний и титан, были разработаны огнезащитные вспучивающиеся краски нового поколения: Пиролан-64, Альберт ДС, ДС-463.

Практика использования вспучивающихся красок для защиты различных строительных конструкций и электрических кабелей от огня показала их высокую эффективность и надежность. Поэтому исследования по совершенствованию огнезащитных вспучивающихся покрытий продолжились. В 80-х годах для защиты от огня на основе антипирена факкор было разработано новое огнезащитное покрытие ВПМ-3. Данный состав характеризовался пониженной растворимостью, полимерным строением и интенсивным поглощением тепла в интервале от 200 °С до 412 °С. Это позволяло использовать его не только как просто огнезащитное покрытие, а также в материалах подлежащих термической обработке при высоких температурах. Однако данный состав не получил широкого распространения вследствие небольшого объема выпускаемого отечественной промышленностью антипирена факкор и его высокой стоимости. Проводились и др. исследования, связанные с поиском новых типов антипиренов, работающих при более высоких температурах. Например, эксперименты по использованию мелема (триаминогептазин) и вспучивающегося графита, устойчивых к термическому разложению при температуре более 700°С. Результаты исследований были поистине революционными и в дальнейшем позволили разработать вспучивающиеся покрытия, обеспечивающие более высокий предел огнестойкости металлических конструкций.

В этот же период проводятся исследования, связанные с разработкой вспучивающихся огнезащитных составов на основе жидкого натриевого стекла. Полученные составы позволили увеличить предел огнестойкости железобетонных плит с внешним армированием до 0,75 ч.

Другое не менее важное направление исследований, где использовались антипирены, связано с защитой различных текстильных материалов. Для их пропитки использовались составы МС, ФД и ОП, полученные на основе солей диаммонийфосфата и сульфата аммония, дициандиамида и фосфорной кислоты. Однако данные составы характеризовались повышенной гигроскопичностью, оставляли на тканях следы обработки в виде пятен и

делали структуру ткани ломкой. В дальнейшем в ходе длительных и кропотливых научных исследований учеными было предложено изготавливать ковровые синтетические изделия из полипропиленовых, полиамидных или полиэфирных волокон, а для их защиты использовать специальные антипирены (замедлители горения) встроенные в волокна. Обработанные таким образом ковровые покрытия сохраняли свои огнезащитные свойства в течение 1,5–2 лет эксплуатации. Однако универсального огнезащитного состава для их обработки создать не удалось, поэтому для каждого типа коврового покрытия использовался свой индивидуальный состав замедлителя горения.

Поиск новых типов антипиренов и сегодня остается важной научной задачей, связанной с обеспечением пожарной безопасности объектов защиты. Развитие современных технологий дает возможность получения новых порой неожиданных решений в вопросах обеспечения пожарной безопасности. Одним из таких достаточно перспективных на взгляд авторов решений является – гидрогель. Его создание связано с возможностью получения более высоких и гарантированных урожаев различных сельскохозяйственных культур на непригодных для земледелия почвах. Полученные в ходе исследований гидрогели существенно изменили сельскохозяйственные технологии. В России первые опыты по их получению и использованию были осуществлены в конце 50-х годов в Узбекистане при выращивании хлопка. Сегодня разные типы гидрогелей активно применяются не только в сельском хозяйстве, но и в медицине, фармакологии, пищевой промышленности и быту [3].

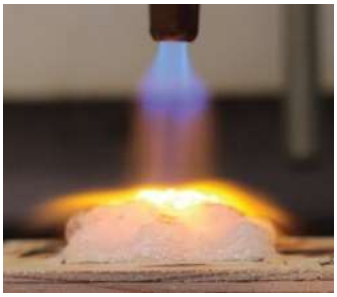
В упрощенном виде гидрогель представляет собой трехмерную сетку из гидрофильных полимеров, способную впитывать большое количество воды и не растворяться в ней [4]. Гидрогели бывают природного происхождения и искусственного. Искусственные гели созданы на основе полимеров. Они впитывают в себя большой объем воды, который в 100 раз больше их собственного веса. В итоге получается вещество, состоящее из сгустка пузырьков, внутри которых заключена вода, окруженная полимерной пленкой.

Сегодня такие гидрогели уже начинают использовать в целях защиты от воздействия огня. Это связано с тем, что вода обладает высокой теплоемкостью и для разрушения пузырьков гидрогеля требуется тепловой энергии значительно больше, чем для разрушения пузырьков с воздухом в воздушно-механической пене высокой кратности, создаваемой специальными устройствами (пеногенераторами). Исследования, проведенные зарубежными учеными, показали, что гидрогели хорошо держатся даже на вертикальной поверхности, успешно работают при температуре до 1 900°С и обеспечивают защиту от огня от 30 до 60 мин. При испарении воды их гранул огнезащитные свойства гидрогеля теряются, но могут быть восстановлены путем его увлажнения [5]. Таким образом, гидрогели способные осуществлять охлаждение и изоляцию строительных конструкций и материалов могут использоваться в качестве антипиренов. Однако срок действия большинства гидрогелей из-за процесса естественного испарения влаги сильно ограничен по

времени. В зависимости от химической структуры гидрогели могут сохранять свои защитные свойства в течение 6 – 36 ч.

Западные коллеги успешно используют гидрогели для тушения лесных пожаров, а также для защиты зданий и сооружений в местах возможного перехода огня от природных пожаров. Это широко практикуется в США и Канаде [6, 7]. Многолетние исследования ученых из Стэндфордского университета позволили получить вспучивающийся гидрогель с длительным сроком сохранения его огнезащитных свойств [8, 9]. Дополнительно в качестве антипирена был использован кремнезем. Общий механизм действия данного вида гидрогеля заключается в следующем. При воздействии высокой температуры пламени на огнезащитный состав происходит испарение влаги из структурных слоев гидрогеля, а затем от температурных воздействий происходит вспучивание мелких частиц кремнезема (см. рисунок).

нанесение гидрогеля



процесс нагрева

результат испытаний

Рисунок. Результаты испытаний гидрогеля с использованием кремнезема

Аналогичные исследования проводятся и в России. Так, например, разработчики одной из отечественных фирм предлагают для борьбы с пожарами гелеобразующий огнетушащий порошок «Гидропласт» [10]. Данный состав предназначен для тушения пожаров класса «А». Также он может быть использован в качестве дополнительной защиты личного состава оперативных подразделений пожарной охраны и в качестве огнетушащего заряда в воздушно-эмульсионных огнетушителях ОВЭ-10, порошковых огнетушителей ОП, а также модульных и автоматических установках пожаротушения. По данным производителя предлагаемый «Гидропласт» в 15 раз больше, чем др. огнетушащие вещества увеличивает охлаждение защищаемой поверхности, создает пленочное изоляционное покрытие, почти в 2 раза снижет время тушения и уменьшает расход воды на тушение пожара.

В целом надо отметить, что использование гидрогелей в качестве антипиренов для защиты строительных конструкций, ценного имущества и огнетушащих средств имеет большой перспективный потенциал. По мнению авторов, определенные виды гидрогелей уже в настоящее время могут быть использованы также при тушении резервуаров с нефтепродуктами,

транспортных средств, различных объектов защиты, а в пожароопасный период года превентивно применяться для защиты лесных насаждений от пожара и зданий и сооружений. Учитывая, что гидрогели экологически безопасные для природы они также могут применяться в качестве дополнительной защиты личного состава при тушении пожара. Для дальнейшего развития направления необходимо проводить более глубокие комплексные исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная безопасность. Энциклопедия. 5-е изд., испр. и доп. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2017. 582 с.

2. История разработки и применения огнезащитных составов – Огнезащита материалов и конструкций. Электронный ресурс // URL: https://bstudy.net/867258/tehnika/istoriya_razrabotki_primeneniya_ognezaschitnyh_sostavov#3043 (дата обращения – 27.01.2025).

3. *Моргачева А.А.* Гидрогели на основе модифицированного поливинилового спирта и модифицированного 2-гидроксиэтилкрахмала. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. М.: 2018. Электронный ресурс // URL: https://diss.muctr.ru/media/dissertations/2018/12 (дата обращения – 27.01.2025).

4. Большая Российская энциклопедия. Электронный ресурс // URL: https://bigenc.ru/c/gidrogel-c324b7 (дата обращения – 28.01.2025).

5. Огнезащитный гель – Википедия. Электронный ресурс // URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.d57f2ad5-67966cfe-5a001998-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki (дата обращения – 28.01.2025).

6. Защита от лесных пожаров – передовые решения с использованием «термоактивируемых биомиметических гидрогелей» – Securities.io Электронный ресурс // URL: https://www.securities.io/ru/ (дата обращения – 28.01.2025).

7. Ученые разработали гель, делающий человека неуязвимым для огня – РИА Новости, 08.09.2010. Электронный ресурс // URL: https://ria.ru/20100909/273756522.html?ysclid (дата обращения – 28.01.2025).

8. Advanced Materials: Созданы гели, которые защитят дома во время лесных пожаров. Электронный ресурс // URL: https://innovanews.ru/info/news/safety/advanced-materials-sozdany-geli-kotorye-zashhitjat-doma-vo-vremja-lesnykh-pozharov/ (дата обращения – 28.01.2025).

9. Гидроаэрогель: новая защита от пожаров / Хабр Электронный ресурс // URL: https://habr.com/ru/companies/ua-hosting/ (дата обращения – 28.01.2025).

10. Гидрогель «Гидропласт» для пожаротушения / Биополимеры – Тампомеханика. Электронный ресурс // URL: https://www.bio.tampomechanika.ru/catalog-bio/ (дата обращения – 28.01.2025).

УДК 621.8

М. А. Несирханов, В. П. Зарубин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

В статье рассматривается вопрос проведения технического обслуживания пожарных рукавов. Особое внимание уделяется технологии подготовки рукавов к хранению и качественной обработке для сохранения работоспособности и прочностных характеристик. Предлагается конструкция приспособления для проведения операции талькирования пожарных рукавов.

Ключевые слова: пожарный рукав; техническое обслуживание пожарных рукавов; талькирование пожарных рукавов.

M. A. Nesirkhanov, V. P. Zarubin

DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR MAINTENANCE OF FIRE HOSES

The article discusses the issue of maintenance of fire hoses. Special attention is paid to the technology of preparing hoses for storage and high-quality processing to maintain working capacity and strength characteristics. The design of the device for carrying out the operation of talcation of fire hoses is proposed.

Keywords: fire hose; maintenance of fire hoses; talcation of fire hoses.

Подача огнетушащего вещества для тушения пожара невозможна без применения гибких трубопроводов – пожарных рукавов. В зависимости от боевой задачи использование рукавов может быть разным. Задействованными могут быть рукава различного типа и в разных количествах. Есть типы рукавов, которые используют достаточно часто, а есть рукава, которые эксплуатируются по назначению достаточно редко. Но не зависимо от востребованности всем рукавам необходимо уделять должное внимание. Суть этого внимания заключается в проведении ряда мероприятий по поддержанию пожарных рукавов в исправном, работоспособном состоянии. Стоит отметить, что только качественное проведение всех мероприятий положительно отражается на состоянии пожарных рукавов. Допущение отклонений от технологии обслуживания или упразднение одного из этапов негативно сказывается на состоянии гибких трубопроводов.

К техническому обслуживанию рукавов после использования относится: отмачивание; мойка; сушка; талькирование; ремонт; испытание. Выполнение всех видов работ гарантирует сохранение работоспособности рукавов на

© Несирханов М. А., Зарубин В. П., 2025

протяжении всего срока эксплуатации. Проведенный анализ рукавных хозяйств пожарно-спасательных частей позволяет сделать заключение о том, что не везде есть возможность качественного проведения комплекса работ по обслуживанию рукавов. Очень частой причиной отклонения от регламента выполняемых работ является отсутствие специализированного оборудования для обслуживания рукавов. Из-за высокой стоимости специального оборудования в пожарно-спасательных частях пытаются найти альтернативу используя самостоятельно изготовленные приспособления и механизмы для выполнения операций технического обслуживания рукавов. На операции мойки и сушки рукавов, как самые необходимые и постоянно проводимые, в пожарно-спасательных частях обращают особое внимание и проводят каждый раз после использования рукавов. Но есть и такие работы которые в силу определенных обстоятельств выполняют достаточно редко. В частности, к ним можно отнести талькирование пожарных рукавов при организации хранения. Проведение указанной операции возможно лишь при помощи специального оборудования. Стоимость оборудования, выпускаемого отечественной и зарубежной промышленностью достаточно высокая и не все пожарно-спасательные части, могут приобрести его.

Для решения проблемного вопроса по талькированию пожарных рукавов предлагается конструкция установки, в которой основным рабочим элементом является баллон для дыхательного аппарата со сжатым воздухом. Общий вид установки представлен на рисунке 1.

Основным элементом установки для талькирования пожарных рукавов является баллон 1 для дыхательного аппарата со сжатым воздухом для пожарных (рисунок). Баллон 1 устанавливается на раму 2 и фиксируется к ней резиновыми лентами. Такой тип крепления обладает достаточной надежностью и возможностью быстрой замены баллона после его отработки. По средствам стандартной резьбы баллон 1 подсоединяется к трубопроводу 3 подводящего воздух к соединительным головкам 4 для пожарных рукавов с заглушками. Установка имеет три типоразмера соединительных головок для возможного подсоединения пожарных рукавов диаметром 51 мм, 77 мм, 150 мм. Для обеспечения установке необходимой мобильности она оснащена парой колес 5 и стойкой упорной 6 для обеспечения надежного устойчивого положения в момент работы. Удобство перекатывания установки обеспечивается наличием ручки 7.

Простота конструкции установки, отсутствие сложных нестандартных деталей дает возможность проводить изготовление и сборку установки на ремонтных участках пожарно-спасательных частей. В случае наличия такой установки в пожарно-спасательной части, качество проведения технического обслуживания рукавов значительно улучшается. Время на проведение операции сокращается. Срок службы рукавов увеличивается.

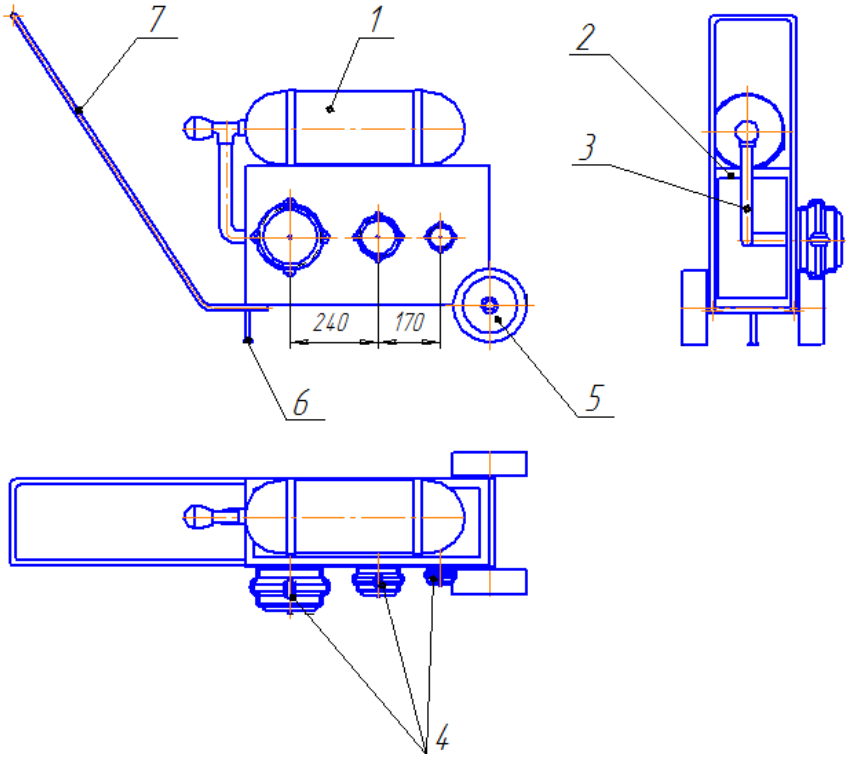


Рисунок. Общий вид установки для талькирования пожарных рукавов
1 – баллон для дыхательного аппарата со сжатым воздухом для пожарных;
2 – рама сварная; 3 – трубопровод; 4 – головки соединительные для пожарных рукавов с заглушками; 5 – колесо; 6 – стойка упорная; 7 – ручка

Порядок проведения операции талькирования с помощью предлагаемой установки заключается в следующем. Перед запуском установки в работу на отведенное место рамы 2 (рис.) устанавливается баллон 1 для дыхательного аппарата со сжатым воздухом для пожарных. Баллон должен быть заправлен согласно регламенту. Баллон фиксируется прижимными лентами и гибким шлангом подсоединяется к трубопроводу 3. Рукав, требующий обслуживания, раскатывается от установки во всю дину. Со стороны ближайшей к установке в рукав засыпается порция талька. После этого, рукав подсоединяется к соединительной головке соответствующего диаметра. Свободные соединительные головки перекрываются заглушками. Вентиль баллона плавно открывается, воздух вдувается в рукав через трубопровод 3 и распределяет тальк по его внутренней поверхности. Время завершения проведения талькирования контролируется визуально. По завершению талькирования вентиль баллона закрывается, рукав отсоединяется и скатывается согласно требованиям по обслуживанию и хранению рукавов. На место обслуженного рукава подсоединяется следующий. В случае необходимости проведения обслуживания рукава другого диаметра соединительная головка закрывается заглушкой.

Предлагаемая установка решает проблемный вопрос проведения технического обслуживания пожарных рукавов, в частности талькирования, в полном объеме. Ее применение можно рекомендовать во всех пожарно-спасательных подразделениях. Компактная в размерах, простая в изготовлении, мобильная, универсальная, с высокой производительностью, спроектированная установка для талькирования пожарных рукавов составит конкуренцию существующим промышленным установкам, а в некоторых случаях может полностью их заменить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черепанов, Д. П. Разработка технических решений для организации сушки пожарных рукавов / Д. П. Черепанов, И. А. Легкова, В. П. Зарубин // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 29–30 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2018. – С. 555-556.

2. Антамохин, А. С. Разработка конструкции для сушки пожарных рукавов / А. С. Антамохин, В. П. Зарубин // Надежность и долговечность машин и механизмов: Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 14 апреля 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2022. – С. 303-307.

3. Обзор оборудования для сушки пожарных рукавов / М. Р. Казаков, В. П. Зарубин, И. А. Легкова, И. О. Гусев // Надежность и долговечность машин и механизмов: Сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 18 апреля 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2024. – С. 73-77.

4. Шеберстов, М. С. Предложение по модернизации башенных сушилок для сушки пожарных рукавов / М. С. Шеберстов, В. П. Зарубин, И. А. Легкова // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 29–30 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2018. – С. 564-565.

УДК 614.841

А. А. Осмоловская
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ МЕБЕЛЬНЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ ТКАНЕЙ

В статье рассматриваются различные виды мебельных тканей, а также факторы, влияющие на скорость распространения пламени по поверхности данных тканей.

Ключевые слова: мебельные ткани, пожарная опасность, пожар, скорость распространения пламени.

A. A. Osmolovskaya

FIRE HAZARD OF FURNITURE FINISHING FABRICS

The article discusses various types of furniture fabrics, as well as factors affecting the rate of flame propagation over the surface of these fabrics.

Keywords: furniture fabrics, fire hazard, fire, flame propagation rate.

Мебельные ткани – специальные материалы, используемые для отделки мягких элементов кресел, диванов, а также других предметов интерьера. Существуют множество видов мебельных тканей по различным основаниям. По способу производства мебельные ткани классифицируются на тканные (гобелен, жаккард), то есть полученные путем переплетения натуральных или искусственных нитей, а также нетканые (флок, некоторые виды замши), то есть полученные путем соединения волокон в материале иными способами. По составу мебельные обивочные ткани подразделяются на натуральные, синтетические и искусственные. Рассмотрим более подробно некоторые виды мебельных отделочных тканей.

1) Жаккард – это ткани, изготовленные путем простого переплетения нитей, в этом случае ткани получают без рисунка, или с нанесением на поверхность ткани рисунка. Такая ткань имеет высокую плотность и длительный срок службы, отличается оригинальными орнаментами с вариантами крупного и мелкого рисунка.
2) Рогожка – это ткань с грубым плетением из толстых нитей. При производстве ткани рогожка применяется двойное или тройное переплетение нитей, благодаря чему фактура получается в шахматном порядке. В состав материала входят натуральные и искусственные компоненты. Такая ткань обладает высокой износостойкостью, а также простотой в уходе.

© Осмоловская А. А., 2025

3) Велюр – ткань с ворсовой поверхностью, которая имеет более короткий ворс, чем бархат. В состав данной ткани входят натуральные и синтетические волокна. Велюр имеет такие преимущества, как мягкость и долговечность, а также обладает высокими теплоизоляционными свойствами.
4) Шенилл – вид ткани, который получается путём скручивания плотных нитей, состоящими из хлопка, акрила или полиэстера в равных долях. В состав данной ткани входят натуральные и искусственные волокна. Шенилл обладает такими качествами, как высокая износоустойчивость и прочность.
5) Флок – вид ткани, который изготавливается с применением электростатического метода, с помощью которого на тканевую канву с нанесенным клеевым слоем напыляется ворс. Данная ткань не требует сложного ухода, имеет высокую стойкость перед воздействием солнечных лучей, а также обладает водоотталкивающими свойствами.
6) Искусственная кожа – вид ткани с односторонним монолитным или пористым ПВХ покрытием. Данная ткань обладает высокой стойкостью к внешним повреждениям.
7) Вельвет – это хлопчатобумажная ткань с густым ворсом и продольными рубчиками на лицевой стороне. Данная ткань имеет высокую износостойкость, является эластичной, а также подвержена механическим воздействиям.

Для определения характера поведения текстильных материалов при взаимодействии с открытым пламенем и объектами, имеющими повышенную температуру, необходимо знать их показатели пожарной опасности, к которым относятся – группа горючести, воспламеняемость, скорость распространения горения и др. [3].

Большинство мебельных тканей являются горючими материалами, они быстро распространяют пламя по поверхности, обладают высокой дымообразующей способностью и выделяют токсичные продукты горения [2]. При воздействии источника зажигания мебельные ткани, имеющие в своем составе синтетические волокна, расплавляются, образуя горящие капли, а волокна спекаются. В реальных условиях пожара данная особенность материалов может способствовать распространению горения и увеличению площади пожара. Мебельные ткани, имеющие в своем составе натуральные волокна, являются более термически устойчивыми и после воздействия источника зажигания сохраняют свою структуру [1].

На поведение мебельных отделочных тканей влияет процентное соотношение натуральных и синтетических волокон в составе. Если провести сравнение линейных скоростей распространения по поверхности тканей из смеси волокон, можно отметить некоторое увеличение их численного значения в зависимости от увеличения содержания полиэфира.

На линейную скорость распространения пламени влияет плотность материала. С увеличением плотности текстильных материалов скорость распространения пламени снижается. Плотные ткани с тройным плетением нитей распространяют пламя по поверхности практически в два раза медленнее, чем хлопчатобумажная ткань. Целлюлозные волокна выполняют роль каркаса для термопластичного полиэфира, поэтому при воспламенении ткани из смеси волокон отчетливо наблюдается прохождение фронта пламени и некоторое увеличение линейной скорости его распространения у тканей в направлении нити полиэфирной составляющей.

В современном мире можно найти множество различных видов мебели, в том числе с разной обивкой. Мебельные ткани представлены в различных оттенках, структурах, плотностях, но несмотря на всю красоту и изящность текстильных материалов и изделий из них, они представляют большую опасность при возникновении пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осмоловская А.А., Сторонкина О.Е., Мочалова Т.А. Анализ поведения текстильных материалов при высокотемпературном воздействии// Современные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 3(52). – С. 46-52. – EDN DVUXLM.
2. Сторонкина О.Е., Мочалова Т.А. Исследование пожароопасных характеристик обивочных мебельных тканей // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов VII международной научно-практической конференции, Иваново, 17 октября 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 412-414. – EDN DOQWUI.
3. Сторонкина О. Е., Мочалова Т.А. Оценка пожароопасных показателей интерьерных тканей // Современные проблемы гражданской защиты. – 2021. – № 2(39). – С. 96-101. – EDN CZERFR.

УДК 537.226.4:532.783

Т. В. Пашкова[1,2], А. И. Александров[2], А. А. Краснов[1]
[1]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
[2]Ивановский государственный университет

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПИРОАКТИВНЫХ ПЛЕНОК ЛЕНГМЮРА-БЛОДЖЕТТ НА ОСНОВЕ НЕКОТОРЫХ ФЕНИЛБЕНЗОАТОВ И БИФЕНИЛОВ

© Пашкова Т. В., Александров А. И., Краснов А. А., 2025

Проведены спектральные и рентгеновскиее исследования исследования пленок Ленгмюра-Блоджетт на основе смесей хирального бифенила и ахирального фенилбензоата, полимеризованных ультрафиолетовым излучением. Установлено, что полимеризация происходит только для пленки с большим содержанием хирального компонента. Показано, что эта пленка Ленгмюра-Блоджетт может обладать пироэлектрическими свойствами. Таким образом, показана возможность использования технологии Ленгмюра-Блоджетт с целью получения наноразмерных пироактивных полимерных пленок для использования в датчиках температуры

Ключевые слова: пленки Ленгмюра-Блоджетт; фенилбензоаты; бифенилы; сегнетоэлектрические фазы; УФ полимеризация; спектральный анализ; рентгенография; пироэлектрические датчики.

T. V. Pashkova, A. I. Alexandrov, A. A. Krasnow

PREPARATION AND STUDY OF PYROACTIVE LANGMUIR-BLODGETT FILMS BASED ON SOME PHENYLBENZOATES AND BIPHENYLS

Spectral and X-ray studies of Langmuir-Blodgett films based on mixtures of chiral biphenyl and achiral phenyl benzoate polymerized by ultraviolet radiation have been carried out. It has been established that polymerization occurs only for films with a high content of the chiral component. It is shown that this Langmuir-Blodgett film can have pyroelectric properties. Thus, the possibility of using Langmuir-Blodgett technology to produce nanoscale pyroactive polymer films for use in temperature sensors is shown.

Keywords: Langmuir-Blodgett films; phenylbenzoates; biphenyls; ferroelectric phases; UV polymerization; spectral analysis; radiography; pyroelectric sensors.

Введение

Пироэлектрические датчики практически повсеместно являются необходимым элементом контроля температуры для обеспечения пожарной безопасности объектов, [1-5]. Известно, что полимерные пироактивные датчики обладают рядом преимуществ перед керамиками вследствие высокой прочности, гибкости и невостприимчивости к влаге [6]. Ранее было показано, что тонкие пленки на основе гребнеобразных сополимеров, содержащие ахиральные фенилбензоаты и хиральные бифенилы в качестве боковых фрагментов, обладают сегнетоэлектрическими свойствами и, следовательно, могут быть использованы как активные элементы полимерных ироэлектрических датчиков, [7]. Для получения тонких пленок весьма привлекательной является технология Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ), поскольку позволяет создавать наноразмерные мультислоевые пленки высокой степени упорядоченности без использования высоких температур, давлений и вакуума, и поэтому оказывается экономически выгодной, [8,9,10]. Получение пленок Ленгмюра-Блоджетт пироактивных материалов ранее было проведено для сегнетоэлектрического сополимера винилиденфторида с трифторэтиленом, [11]. В настоящей работе анализируется возможность получения пироактивных полимерных наноразмерных пленок по технологии Ленгмюра-Блоджетт, сформированных из монослоев на основе низкомолекулярных ахиральных фенилбензоатов и хиральных бифенилов.

Методическая часть

В работе методом спектрального анализа исследована структура мультислоевых пленок, сформированных по технологии Ленгмюра-Блоджетт из УФ полимеризованных монослоев смесей жидкокристаллических ахиральных бензоатов и хиральных бифенилов с различным сочетанием хирального компонента (МИХ0, МИХ25, МИХ50 и МИХ75), (цифры указывают процентное содержание хирального бифенила в смеси)). Химические формулы мономеров следующие:

Фенилбензоат – $CO\text{-}C_7H_{15}–O–C_6H_4–O–(CO)$ $–C_6H_4–O–C_6H_{12}–O–(CO)$ – $CH=CH_2$;

Бифенил - $C_6H_{13}–O–C_6H_4–C_6H_4–O–(CO)$ $–(CH_2)_2–C(CH_3)$ $–CH_2–O–(CO)$ – $CH=CH_2$.

Монослои смесей и пленки были получены на установке Ленгмюра-Блоджетт, созданной в лаборатории структурного анализа кафедры экспериментальной и технической физики Ивановского государственного университета, [12]. Перенос плавающих монослоев на твердую подложку осуществлялся методом горизонтального лифта (методом Шефера). Полимеризацию пленок мономеров проводили ультрафиолетовым (УФ) облучением (излучение ртутной лампы) в течение 45 минут. Спектры поглощения растворов исследуемых соединений и пленок на их основе получены на спектрофотометре СФ-56. Рентгеновские исследования пленок проводили на рентгеновской установке УРС2.00 с рентгеновской трубкой БСВ24 с медным анодом при напряжении 36 кВ и анодном токе 30 mA. Использовалось фильтрованное излучение $\lambda_{CuK\alpha}$ = 1,542 Å. Регистрация дифракционных картин осуществлялась координатным детектором РКД-1. Углы дифракции ϑ и периоды идентичности d рассчитывали по формулам

$$\theta = \tfrac{1}{2} arctg(\tfrac{D}{2R} \quad (1) \qquad \text{и} \qquad d\sin\theta = n\lambda \quad (2)$$

Здесь D – расстояние между дифракционными максимумами, R – расстояние образец- детектор.

Результаты и обсуждение

Структура низкомолекулярных смесей и сополимеров на их основе в объемном состоянии была исследована ранее [13]. В ходе проведенных исследований установлено, что и сополимеры, и смеси образуют сегнетоэлектрические смектические фазы в температурном интервале существования упорядоченных фаз, что говорит о возможности возникновения пироэлектрического эффекта в этих соединениях. Пиро-и пьезоэлектрические измерения дали положительный результат только в отношении двух сополимеров CPL25 и CPL75, [14]. Поэтому исследовали пленки Ленгмюра-Блоджетт, сформированные на основе смесей с содержанием хирального компонента 25 и 75% и затем полимеризованные ультрафиолетовым

облучением, как наиболее перспективные для получения полимерных пироактивных пленок. Пленки Лентгмюра-Блоджетт формировали из монослоев смесей МИХ25 и МИХ75 в конденсированной фазе. Толщина пленок составляла 20 монослоев. Спектральные исследования полученных пленок до и после УФ облучения позволили установить, что полимеризованной оказалась только пленка на основе МИХ75, поскольку в спектре поглощения этой пленки появляется максимум на длине волны 420 нм, в то время как спектры поглощения мономерных пленок и УФ облученной пленки на основе МИХ25 практически идентичны, рисунок. По-видимому, в структуре ЛБ пленке смеси МИХ25 присутствует элемент перекрытия концевых групп молекул в соседних слоях, что препятствует полимеризации пленки.

Подтверждением сказанного служат и результаты проведенных дифракционных исследований сополимеров на основе этих смесей в объемной фазе и ЛБ пленок до и после УФ облучения, таблица. Сравнение с длиной мономерных молекул показало, что во всех случаях формируется бислоевая структура. Структурные параметры пленок на основе МИХ25 до и после облучения практически одинаковы, в то время как для облученной пленки МИХ75 слоевые периоды близки к соответствующим периодам сополимера CPL75 и превосходят периоды мономерной ЛБ пленки. Ранее было показано, что пленки на основе сегнетоэлектрических сополимеров наследуют структуру и свойства объемной фазы, [7]. Кроме того, полученные ранее ЛБ пленки на основе несобственного сегнетоэлектрического полимера дают пироэлектрический отклик, [11]. Следовательно, УФ полимеризованная пленка Ленгмюра-Блоджетт на основе смеси МИХ75 также обладает пироэлектрическими свойствами и может использоваться как пироактивный элемент температурных датчиков.

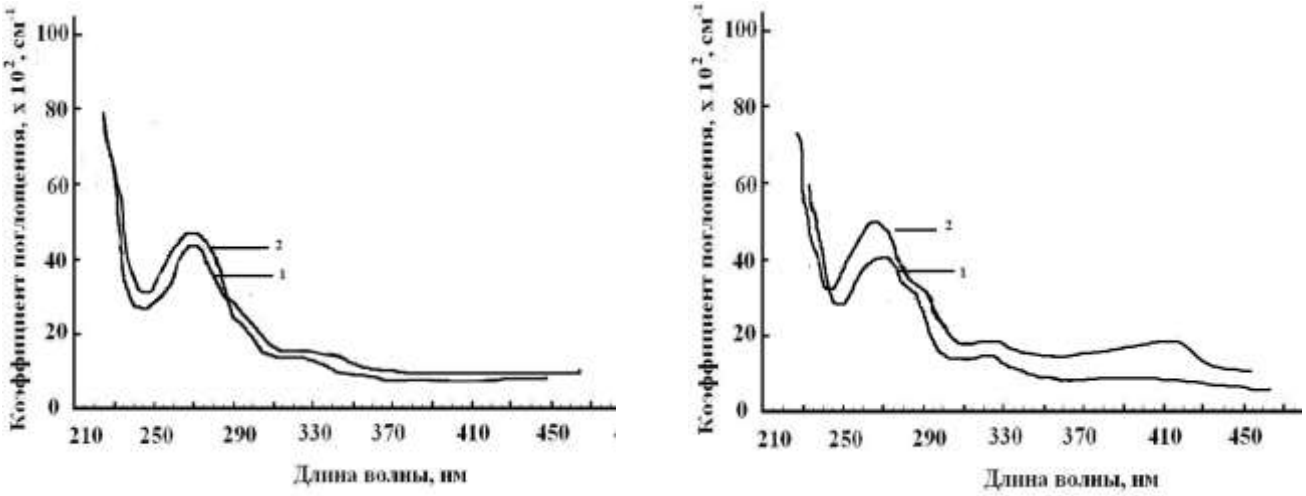


Рисунок. Спектры поглощения ЛБ пленок, сформированных из смесей мономеров (а), и б – подвергнутых УФ облучению. Здесь 1 – МИХ25, 2- МИХ75.

Таблица. **Структурные параметры исследуемых соединений**

	N	МИХ25		МИХ75		CPL75
		Мономерная	Уф облученная	Мономерная	Уф полимеризованная	Объемный образец
$d \pm \Delta d$,Å	1	$58{,}3 \pm 0{,}8$	$58{,}1 \pm 0{,}8$	$58{,}0 \pm 0{,}8$	$62{,}2 \pm 0{,}8$	$60{,}1 \pm 0{,}8$
	2	$28{,}8 \pm 0{,}7$	$28{,}8 \pm 0{,}7$	$28{,}4 \pm 0{,}7$	$30{,}3 \pm 0{,}7$	$30{,}1 \pm 0{,}7$

Заключение

Таким образом, в ходе проведенных исследований

- установлено, что при УФ облучении ЛБ пленки на основе хирального бифенила и ахирального фенилбензоата с содержанием хирального компонента 75% происходит полимеризация пленки;

- параметры структуры УФ полимеризованной пленки на основе МИХ75 совпадают с параметрами структуры сегнетоэлектрического сополимера CPL75. Следовательно, УФ полимеризованная ЛБ пленка также может обладать пироэлектрическими свойствами;

- В ЛБ пленке с малым (25 %) содержанием хирального компонента УФ полимеризация не происходит, что связано с перекрыванием концевых групп молекул мономераов в соседних слоях.

- показана возможность использования технологии Ленгмюра-Блоджетт с целью получения наноразмерных пироактивных полимерных пленок для использования в датчиках температуры;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новик В.К., Гаврилова Н.Д., Фельдман Н. Б. Пироэлектрические преобразователи. – М.: Сов. радио, 1979. 176 с.
2. Лущейкин Г.А. Полимерные пьезоэлектрики. – М.: Химия, 1990. 176 с.
3. Chatigny J. Victor. Piezo film yieids novel transducers. – Electronics week, 1984. – № 17. Pp. 89-98.
4. Косоротов В.Ф., Кременчугский Л.С., Самойлов В.Б. и др. Пироэлектрический эффект и его практическое применение. – Киев: Наукова думка, 1989. 223 с.
5. Гаврилов Н.Д., Новик В К. Современные проблемы пироэлектрического материаловедения / Сегнето- и пьезоэлектрики в ускорении научно-техничесного прогресса: Материалы Всесоюзн. конф. – М.: МДНТП, 1987. С.22-29.
6. Ванеев Г.Г. Пироэлектрический преобразователь на полимерных сегнетоэлектриках. Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. Сер. “Машиностроение”. 2006. №2 89-98.
7. Пашкова Т.В., Александров А.И. О возможности использования пленок ждидкокристаллических сополимеров на основе некоторых фенилбензоатов и

бифенилов в качестве элементов пироактивных датчиков. Естественные науки и пожаробезопасность: проблемы и перспективы исследований. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Иваново. 21 марта 2024 года. С.86-90.

8. 8Alexandrov A.I., Pashkova T.V., Dronov V.M., Kurnosov A.V., Pelevin A.V. Layered structure of some mesogenic monomers and polymers in thin films and bulk samples Mol.Cryst. Liq Cryst. 1999. V.330. Pp. 75-86

9. Alexandrov A.I., Pashkova T.V., Dronov V.M., Galyametdinov Yu.G. Structure Investigation of Mesogenic Complex of Dysprosium: Bulk Samples and Langmuir-Blodgett Films Mol. Materials, 2001, vol.14, N 3, p. 263-274

10. Блинов Л.М. Ленгмюровские пленки. Успехи физических наук, 1988. Т. 155, Вып. 3, с.433- 480

11. Александров А.И., Дронов В.М., Пашкова Т.В., Сорокин А.В. Структурные исследования пленок Ленгмюра-Блоджеттпироактивных материалов. Материалы IX Международного симпозиума «Тонкие пленки в электронике», Плес, 15-19 сентября 1998. С.15-20.

12. Alexandrov A.I., Pashkova T.V., Dronov V.M., Kurnosov A.V., Pelevin A.V. Layered structure of some mesogenic monomers and polymers in thin films and bulk samples Mol.Cryst. Liq Cryst. 1999. V.330. Pp. 75-86

13. Александров А.И., Пашкова Т.В Исследование структуры мезогенных гомо- и сополимеров на основе некоторых хиральных и ахиральных акрилатов. Жидкие кристаллы и их практическое использование. 2023 Т.23, №4, с.82-93.

14. Александров А.И. Особенности структурной организации мезогенов в объемных образцах и пленках Ленгмюра-Блоджет. Автореферат на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Москва. 2007. С.42.

УДК 547.2; 544.03; 536.46; 691.1; 699.812

А. Б. Перевозникова[1], В. В. Богданова[2], О. И. Кобец[2], А. С. Платонов[3], О. Н. Бурая[2]

[1]Белорусский государственный университет

[2]Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»

[3]Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ ОГНЕЗАЩИТНОГО ТЕРМОВСПЕНИВАЕМОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННОГО СВЯЗУЮЩЕГО

© Перевозникова А. Б., Богданова В. В., Кобец О. И., Платонов А. С., Бурая О. Н., 2025

С применением метода математического планирования эксперимента разработана оптимальная рецептура огнезащитного термовспенивающегося композита категории «трудногорючий» с улучшенными термическими свойствами и механической прочностью продуктов прогрева, который может быть использован в составе пассивной огнезащиты строительных конструкций.

Ключевые слова: огнезащитные термовспенивающиеся композиты; метод математического планирования эксперимента; горючесть; механическая прочность; коэффициент вспенивания.

A. B. Perevoznikova, V. V. Bogdanova, O. I. Kobets, A. S. Platonov, O. N. Buraya

OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF A FIRE-PROTECTIVE INTUMESCENT COMPOSITE BASED ON A WATER-DISPERSIVE BINDING AGENT

Using the method of mathematical experimental planning, an optimal formulation of a fire-protective intumescent composite of the “hard-to-burn” category with improved thermal properties and mechanical strength of heating products has been developed. The composite with the adjusted formulation can be used as part of passive fire protection of building structures.

Keywords: fire-protective intumescent composites; method of mathematical experimental planning; flammability; mechanical strength; foaming coefficient.

В настоящее время для пассивной огнезащиты различных строительных конструкций широко применяются покрытия на основе огнезащитных термовспениваемых композитов (ОТВК). Для металлоконструкций в строительной отрасли чаще всего используют ОТВК на основе полимерных и/или сополимерных связующих, таких как полиуретановые, фенолформальдегидные смолы, акриловые, стирол-акриловые, поливинилацетатные дисперсии [1]. При термическом воздействии ОТВК образует как термоизолирующие вспененные структуры, препятствующие нагреванию защищаемой металлической конструкции до критической температуры (500 °С), так и газообразные ингибиторы горения, снижающие температуру пламенной зоны.

Ранее нами были проведены исследования по изучению влияния природы пленкообразователя на термоизолирующие свойства водно-дисперсионных ОТВК, где установлена более высокая эффективность композита на основе стирол-акрилового связующего по сравнению с этилен-винилацетатным ОТВК [2].

В данной работе с привлечением метода математического планирования эксперимента определяли оптимальные соотношения основных компонентов стирол-акрилового огнезащитного термовспениваемого композита (связующего, вспенивающего и газококсообразующего агентов) и их влияние

на характеристики горючести, термические свойства и механическую прочность пенококса.

Рецептура оптимизируемого состава (базового ОТВК) включала следующие основные компоненты: водно-дисперсионное сополимерное стирол-акриловое связующее (САС), терморасширяющийся графит (ТРГ), огнезамедлительная газо-коксообразующая система (ГКС – смесь из полифосфата аммония, полигликоля и металлокарбонатного природного минерала), в соотношении, мас. %, 40,2 : 13,3 : 46,5, По результатам испытаний горючести по ГОСТ 12.1.044 – 89 базовый ОТВК (образец размером 1×10 см) классифицировался как «горючий средней воспламеняемости» [3].

Определение характеристик горючести ОТВК проводили в соответствии с ГОСТ 12.1.044 – 89, п.4.3 по методу керамической трубы [3]. В ходе отжига в пламени горелки фиксировали максимальную температуру T_{max} и время ее достижения τ. После испытания определяли максимальное приращение температуры и потерю массы образца.

Максимальное приращение температуры ΔT рассчитывали по формуле (1):

$$\Delta T = T_{\max} - T_0 \tag{1}$$

где T_{max} – максимальная температура газообразных продуктов горения исследуемого материала, °С; T_0 – начальная температура испытания, равная 200°С.

Потерю массы образца Δm в процентах вычисляли по формуле:

$$\Delta m = \frac{m_0 - m}{m_0} \cdot 100\% \tag{2}$$

где m_0 – масса образца до испытания, г; m – масса образца после испытания, г.

Коэффициент объемного вспенивания K_V определяли по формуле (3):

$$K_V = \frac{V}{V_0}, \tag{3}$$

где V – объем вспененного образца после термического воздействия, V_0 – исходный объем образца.

Относительную деформацию сжатия ε рассчитывали по формуле (4):

$$\varepsilon = \frac{h_0 - h}{h_0} \cdot 100\% \tag{4}$$

где h_0 – высота вспененного при 500°С образца до воздействия нагрузки, h – высота пенококса после воздействия нагрузки.

В ходе комплексного термического анализа исследуемых ОТВК (дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), термогравиметрии (ТГ); прибор марки Netzsch STA 449C, при скорости подъема температуры 10 °С/мин в интервале температур 30 – 900 °С в атмосфере O_2/N_2 (80/20)) определяли суммарное тепловыделение Σ Q (Дж/г) по площади комплексных пиков экзотермических эффектов; высоту наибольшего экзотермического пика ПСТВ – пиковую скорость тепловыделения (мВт/мг); температуры эндотермического и максимального экзотермического эффектов (T_{min}, T_{max}, ºС); максимальную потерю массы (Δm_{max}, %) и ее температурный интервал (Т, ºС); остаточную массу продуктов термолиза ОТВК ($m_{ост}$, %).

Для поиска оптимального рецептурного состава ОТВК использовали регрессионную модель полнофакторного эксперимента (ПФЭ), примененную нами ранее для оптимизации огнезащитных свойств композита на основе полиолефинового термопластичного связующего [4]. В качестве варьируемых факторов ПФЭ принимали содержание (масс.%) основных компонентов композиции: САС — x_1; ТРГ — x_2; ГКС — x_3. Численные экспериментальные значения этих компонентов в базовой рецептуре ОТВК составляли (масс.%): $x_1 = 40{,}2$; $x_2 = 13{,}3$; $x_3 = 46{,}5$. Так как между тремя выбранными факторами существовала условная взаимосвязь $x_1 + x_2 + x_3 = 100$ % и, следовательно, $x_3 = 100\ \% - x_1 - x_2$, поэтому для расчетов использовали двухфакторную модель эксперимента для факторов x_1 и x_2. Функциями отклика огнестойких свойств были выбраны два показателя согласно ГОСТ 12.1.044-89: потеря массы образца (Δm, %) и максимальное приращение температуры (ΔT, °С), значения которых должны быть менее 60 % и 60 °С, соответственно [3]. Для характеристики физико-механических свойств продуктов прогрева (500 °С, 10 мин) функциями отклика выбраны относительная деформация сжатия (ε, %), которая согласно проведенным ранее экспериментам должна составлять не более 10 %, и коэффициент объемного вспенивания (K_V), который должен быть не менее 10 согласно ГОСТ Р 12.3.047–98 [5]. Исходя из этого, функциями отклика системы (y, w, q, z) являются: $y = \Delta m$, % (< 60%), $w = \Delta T$, °С (< 60 °С), $q = \varepsilon$, % (< 10 %), $z = K_V$ (≥ 10). Для нахождения оптимального соотношения компонентов ОТВК были проведены эксперименты для семи планов ПФЭ. В таблице 1 представлены данные для исходного и конечного планов ПФЭ (№ 1 и № 7).

При сопоставлении результатов начальных испытаний с конечными данными были выявлены следующие тенденции во взаимосвязи свойств и состава ОТВК: смещение характеристик потери массы и максимального приращения температуры в сторону меньших значений происходит при снижении в рецептуре композиции количества компонентов САС и ТРГ. При этом при удовлетворительных значениях K_V одновременно происходит

уменьшение показателя относительной деформации сжатия, что свидетельствует об улучшении прочности пенококса.

В ходе математического планирования эксперимента найдена адекватная регрессионная модель, позволяющая определить оптимальный состав ОТВК и получить композиционные материалы, удовлетворяющие стандартным требованиям. Оптимальный состав ОТВК расположен в достаточно малой окрестности точки $(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3)$ = (26,0; 8,8; 65,2).

Содержание компонентов скорректированного ОТВК, отобранного для дальнейших исследований, мас.%: 25 % САС, 9,3 % ТРГ и 65,7 % ГКС. Для скорректированной рецептуры ОТВК показатели по потере массы улучшены на 14 %, а по максимальному приращению температуры и относительной деформации сжатия – в 1,8 и 3,2 раза, соответственно. В отличие от базового состава оптимизированный ОТВК характеризуется как «трудногорючий материал».

Таблица 1. **Экспериментальные значения откликов системы при варьировании значений факторов ПФЭ**

№ опыта	Значения факторов, мас. %			Значения откликов системы серии опытов			
	САС (x_1)	ТРГ (x_2)	ГКС (x_3)	y_i / $\bar{y}$ (Δm, %)	w_i / $\bar{w}$ (ΔT, °C)	q_i / $\bar{q}$ (ε, %)	z_i / $\bar{z}$ (K_V)
План № 1 с центром в точке $(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3)$=(40,2; 13,3; 46,5) и Δx_1=5, Δx_2=6							
1	45,2	19,3	35,5	64; 63,8; 64,1 / 64,0	66; 61; 47 / 58	24,3; 18,9; 23,1 / 22,1	37,7; 32,6; 21,1 / 30,5
2	45,2	7,3	47,5	66,9; 66,9; 65,9 / 66,6	54; 63; 59 / 58,7	9,1; 2,0; 1,0; / 4,0	11,5; 12,1; 10,0 / 11,2
3	35,2	19,3	45,5	59,1; 57,5; 55,7 / 57,4	48; 42; 52 / 47,3	23,3; 26,5; 23,5 / 24,4	37,3; 31,6; 51,2 / 40,0
4	35,2	7,3	57,5	59,7; 60; 62,1 / 60,6	53; 57; 63 / 57,7	1,8; 3,6; 2,6 / 2,6	11,1; 12,2; 12,3 / 11,9
Центр плана	40,2	13,3	46,5	66,2; 65,1; 57; 62; 60,2; 61,8 / 62,1	28; 54; 23; 51; 82; 57 / 49,2	10,3; 8,4; 9,4 / 9,3	26,0; 25,6; 27,0 / 26,2
План № 7 с центром в точке $(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3)$ = (26,0; 8,8; 65,2) и Δx_1=1, Δx_2=0,5							
1	27,0	9,3	63,7	54,3; 54,4; 55,2 / 54,6	29; 32; 25 / 28,7	7,9; 4,6; 5,8 / 6,1	20,2; 21,2; 23,7 / 21,7
2	27,0	8,3	64,7	55,1; 53,9; 54,6 / 54,5	35; 25; 37 / 32,3	1,8; 3,4; 1,9 / 2,4	14,0; 15,1; 14,6 / 14,6
3	25,0	9,3	65,7	53,7; 53,1; 53,1 / 53,3	29; 26 ; 27 / 27,3	2,1; 4,3; 2,2 / 2,9	17,5; 17,0; 17,1 / 17,2
4	25,0	8,3	66,7	52,7; 52,9; 52,6 / 52,7	23; 31; 27 / 27,0	7,2; 5,9; 2,8 / 5,3	16,5; 15,4; 14,5 / 15,5

Результаты комплексного термического анализа базового ОТВК 1 и оптимизированного ОТВК 2 представлены в таблице 2. По данным ДСК в сравнении с ОТВК 1 оптимизированный ОТВК 2 характеризуется на 28 % более низким суммарным тепловыделением и на 36 % меньшей высотой максимального экзотермического пика (меньшее значение ПСТВ). Согласно ТГ для оптимизированного ОТВК 2 зафиксировано на 19 % более низкое значение максимальной потери массы и в 2 раза бóльшая остаточная масса пенококса.

Таблица 2. **Результаты комплексного термического анализа образцов ОТВК**

Обозначение ОТВК	ДСК				ТГ	
	ΣQ, Дж/г	ПСТВ, мВт/мг	T_{min}, °C	T_{max}, °C	Δm_{max}, % (T, °C)	$m_{ост}$, %
ОТВК 1	6442	6,22	185	364	33,77 (280 – 405)	17,50
ОТВК 2	4646	4,00	190	366	27,37 (278 – 415)	35,23

Таким образом, с помощью метода математического планирования эксперимента определено оптимальное соотношение основных компонентов трудногорючего ОТВК 2 с улучшенными характеристиками огнестойкости, механической прочности пенококса и термическими свойствами. Огнезащитный композит с оптимизированной рецептурой и свойствами может быть использован в составе пассивной огнезащиты строительных конструкций. Полученные экспериментальные данные математического планирования эксперимента могут применяться для направленной разработки эффективных огнезащитных термовспенивающихся композиционных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремина, Т.Ю. Исследование изменений свойств огнезащитных покрытий интумесцентного типа методом термомеханического анализа / Т.Ю. Еремина, С.В. Уткин // Пожаровзрывобезопасность. – 2024. – Т. 33, № 2. – С. 32–41. DOI:10.22227/0869-7493.2024.33.02.32-41.

2. Богданова, В.В. Влияние природы пленкообразующих агентов на термозащитные свойства вспениваемых композиций / В.В. Богданова, О.И. Кобец, О.Н. Бурая, А.Б. Перевозникова // Горение и взрыв. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 37–46. DOI:10.30826/CE22150105.

3. ГОСТ 12.1.044 – 89. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: межгосударственный стандарт. / Введ. 01.01.1991, с изменением № 1 от 01.04.2000. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 135 с.

4. Богданова, В.В. Оптимизация огнестойких и термоизолирующих свойств вспениваемых композитов с привлечением математического планирования

эксперимента / В.В. Богданова, О.И. Кобец, А.С. Платонов, А.Б. Перевозникова // Горение и взрыв. – 2023. – Т. 16, № 3. – С. 62–72. DOI: 10.30826/CE23160306.

5. ГОСТ 12.3.047 – 98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля: государственный стандарт Российской Федерации. / Введ. 03.08.1998. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 1988. – 89 с.

УДК 614.8

В. А. Пешакова

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

ПОКАЗАТЕЛЬ ПОЖАРНОГО РИСКА, КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

Показатели пожарного риска – важный фактор обеспеченности пожарной безопасности объекта, так как он является мерой возможности реализации пожарной опасности объекта защиты её последствий для людей и материальных ценностей. Для выявления показателя пожарного риска производится расчёт пожарного риска.

Расчёт пожарного риска – это анализ воздействия на людей поражающих факторов пожара, и эффективности мер, принятых для уменьшения вероятности их появления.

Существуют разные виды пожарного риска: допустимый, индивидуальный, социальный. Целью установления величины пожарного риска является определить пригодность для эксплуатации объекта защиты с точки зрения пожарной безопасности, несмотря на некоторые управление от принятых норм.

Ключевые слова: пожарный риск; расчет; показатель обеспеченности; пожарная безопасность.

V. A. Peshakova

FIRE RISK INDICATOR AS AN IMPORTANT FACTOR IN ENSURING THE FIRE SAFETY OF THE FACILITY

Fire risk indicators are an important factor in ensuring the fire safety of an object, as it is a measure of the possibility of realizing the fire danger of an object and protecting its consequences for people and property. To identify the fire risk indicator, the fire risk is calculated.

Fire risk calculation is an analysis of the impact of fire-damaging factors on people, and the effectiveness of measures taken to reduce the likelihood of their occurrence.

There are different types of fire risk: acceptable, individual, and social. The purpose of determining the magnitude of the fire risk is to determine the suitability for operation of the object of protection from the point of view of fire safety, despite some deviations from accepted standards.

Keywords: fire risk; calculation; safety indicator; fire safety.

© Пешакова В. А., 2025

Введение

Одна из основных задач МЧС России – защита населения и территории от чрезвычайных ситуаций (ЧС) и обеспечение пожарной безопасности. Для реализации этой задачи производятся расчёты рисков, в качестве неблагоприятного события, как правило рассматривается степень опасности для жизни людей.

Оценка риска – общий процесс анализа риска и оценивания риска. Оценка величины риска есть процесс присвоения значений вероятности и последствий риска.

Оценивание риска – процесс сравнения присвоенных на предыдущем этапе значений с критериями риска с целью определения его значимости. Управление риском заключается в анализе риска, получении ответов на вопрос, как снизить риск путем выбора управляющих действий, их осуществления и контроля с целью сокращения гибели людей или ущерба их здоровью, урона имуществу и вреда окружающей среде [1].

Основные методы, используемые при оценке риска приставлены в (таблица).

Таблица. **Перечень наиболее распространенных методов, которые используются при анализе риска**

Метод	Описание и применение
Основные методы	
Анализ «дерева событий»	Совокупность приемов идентификации опасности и анализа частот, в которых используется индуктивный подход с целью перевода различных инициирующих событий в возможные исходы
Анализ видов и последствий отказов; анализ видов, последствий и критичности отказов	Совокупность приемов идентификации главных источников опасности и анализа частот, с помощью которых анализируются все аварийные состояния данной единицы оборудования на предмет их влияния как на другие компоненты, так и на систему в целом
Анализ «дерева неисправностей»	Совокупность приемов идентификации опасности и анализа частот нежелательного события, с помощью которых определяются все пути его реализации. Используется графическое изображение
Исследование опасности и связанных с ней проблем	Совокупность приемов идентификации фундаментальной опасности, при помощи которых оценивается каждая система с целью обнаружения того, могут ли происходить отклонения от назначения конструкции и какие последствия это может повлечь

Метод	Описание и применение
Анализ влияния человеческого фактора	Совокупность приемов анализа частот в области воздействия людей на показатели работ системы, при помощи которых определяется влияние ошибок человека на надежность

Методология

Опасные явления, происходящие в природе, техносфере и обществе сопровождаются формированием негативных факторов, воздействующих при некоторых условиях на людей, экономические объекты, общество, государство и приводящие к ущербу.

Потенциальная опасность объектов техносферы проявляются в случае их аварий. Исходным событием для аварий являются аварийные ситуации сочетание условий и обстоятельств, создающие аварийные воздействия на объекты.

Аварии на опасных производственных объектах вызываются внешними и внутренними причинами, а также их неблагоприятным сочетанием.

Внутренние причины: отказы технических систем, влияющих на безопасность, ошибочные действия персонала, пожары и т.п.

Внешние причины: опасные природные явления (землетрясения, молнии, наводнения), техногенные (аварии на соседних объектах), социальные (акты технологического терроризма).

В качестве объекта воздействия негативных факторов чрезвычайной ситуации рассматривают персонал предприятия и население, проживающее на прилегающей территории (оценка индивидуального риска для заданных условий профессиональной деятельности персонала и населения), объекты социального назначения, жизнедеятельности населения и жилые объекты.

Составляют модели для оценки вероятности реализации негативного события и стоимостного выражения различных ущербов для потенциально опасного объекта весьма затруднительно ввиду отсутствия точных статистических данных по аналогичным объектам и ввиду их индивидуальности. Поэтому, на стадии идентификации причин возникновения ЧС и анализа их сценариев, используем метод качественного анализа, основанный на установлении категорий вероятности, а затем присвоения каждой категории определенного рейтинга.

Для расчета индивидуального, коллективного и потенциального риска при воздействии потенциального риска при воздействии поражающих факторов ЧС, возникшей в результате аварии, используем метод количественного анализа [2, 3].

В интересах обеспечения сравнимости степени риска для жизнедеятельности территорий, объектов техносферы, видов деятельности, причин (источников опасности) используется показатель риска. Риск определяется как возможность реализации опасности чего-либо, возможностью

наступления события с отрицательными последствиями, т.е. характеризуется совокупностью двух свойств:

- возможностью причинения вреда;
- неоднозначностью наступления события.

При обосновании мероприятий по предупреждению аварий, катастроф и смягчению их последствий за риск обычно принимают интегральный показатель, включающий как вероятность наступления нежелательного события, так и связанный с ним ущерб.

Оценка риска состоит в его количественном измерении, т.е. определение возможных последствий его реализации для различных групп населения и организаций. Целью оценки риска является взвешивание риска в интересах выработки решений, направленных на его снижение. Оценка риска включает: оценку вероятностей неблагоприятных событий, определение структуры возможного ущерба, построение законов распределения ущербов [3, 4, 5].

Вывод

Мероприятия по снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций и смягчению их последствий на территории объекта должны быть направлены на: наблюдение и контроль за состоянием окружающей среды на территории объекта защиты; наблюдение и контроль за обстановкой на потенциально опасных объектах и на прилегающих к ним территориях; планирование и выполнение мер по предупреждению ЧС, обеспечению безопасности и защиты населения и персонала объекта, сокращению возможных потерь и ущерба, а также по повышению устойчивости функционирования организаций в чрезвычайных ситуациях; создание и восполнение резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций; осуществление целевых видов страхования, руководящий состав и персонал предприятий и учреждений должен быть практически обучен применению средств пожаротушения; разработан план эвакуации из очага пожара [6, 7, 8, 9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон № 123-ФЗ. // Российская газета. Федеральный выпуск No 4720 от 01.08.2008.
2. Бобровский С.А., Яковлев Е.И. Защита от статического электричества в нефтяной промышленности. М.: Недра, 1983. — 160 с.
3. Горовых О. Г., Оразбаев А. Р. Определение времени релаксации объемного электростатического заряда, вносимого в резервуары с поступающей диэлектрической углеводородной жидкостью //Herald of Polotsk State University. Series C, Fundamental sciences. — 2015. — С. 66-70.
4. Foygel M., Morris R. D. , Anez D., French S., Sobolev V. L. Theoretical and computational studies of carbon nanotube composites and suspensions: Electrical and

thermal conductivity //Physical Review B. — 2005. — Т. 71. — №. 10. — С. 104201. DOI: 10.1103/PhysRevB.71.104201.

5. Baby T., Ramaprabhu S. Investigation of thermal and electrical conductivity of graphene based nanofluids // Journal of Applied Physics. — 2010. — Vol. 108, No. 12. – P. 124308. DOI: 10.1063/1.3516289.

6. Kole M., Dey T. K. Investigation of thermal conductivity, viscosity, and electrical conductivity of graphene based nanofluids //Journal of Applied Physics. — 2013. — Т. 113. — №. 8. — С. 084307. DOI: 10.1063/1.4793581.

7. Панин Ю. В., Прилепо Ю. П., Торба Ж. Н., Чуйко А. Г. Исследование электрической проводимости в спиртовых суспензиях многослойных углеродных нанотрубок // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2012. — Т. 8. — №. 2. — С. 70-72.

8. Иванов А. В., Ивахнюк Г. К., Медведева Л. В. Методы управления свойствами углеводородных жидкостей в задачах обеспечения пожарной безопасности // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. Т. 26, № 9. — С. 30-37. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.09.30-37.

9. Особенности обеспечения пожарной безопасности на объектах защиты / С. А. Турсенев, Б. С. Лимонов, Г. Л. Шидловский [и др.] // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 14 апреля 2020 года / Составители Т.В. Мусиенко, В.А. Онов, Н.В. Федорова. Том 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 53-54. – EDN JOWPIJ.

УДК 614.8

В. А. Пешакова, Н. В. Каменецкая

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

ПРИМЕНЕНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПАНЕЛЕЙ – FIPRO, FIPRO MS В КАЧЕСТВЕ КОНСТРУКТИВНО-ОТДЕЛОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В КОРАБЛЕСТРОЕНИИ

Применение огнезащитных панелей «Fipro» в качестве конструкционно-отделочного материала для формирования перегородок жилых и общественных помещениях отвечает растущим требованиям применения высокотехнологичных и инновационных материалов. Применение огнезащитных панелей – FIPRO, FIPRO MS обусловлено соответствию высоким требованиям пожарной, звуковой и экологической безопасности.

© Пешакова В. А. Каменецкая Н. В., 2025

Огнестойкие панели FIPRO представляют собой легкие, негорючие и не содержащие асбеста и силикатов плиты, изготовленные на основе вспученного вермикулита и неорганических связующих. В статье описан опыт применения панелей «Fipro», проведен сравнительный анализ использования различных плит при строительстве.

Ключевые слова: огнеупорные материалы; негорючие плиты; отделочные материалы, строительство.

V. A. Peshakova, N. V. Kamenetskaya

THE USE OF FIRE–RESISTANT PANELS - FIPRO, FIPRO MS AS A STRUCTURAL AND FINISHING MATERIAL FOR RESIDENTIAL AND PUBLIC SPACES IN SHIPBUILDING

The use of fire-retardant panels "Fipro" as a structural and finishing material for the formation of partitions in residential and public premises meets the growing requirements for the use of high-tech and innovative materials. The use of fire–retardant panels - FIPRO, FIPRO MS is due to compliance with high requirements of fire, sound and environmental safety.

Fire-resistant FIPRO panels are lightweight, non-flammable and asbestos and silicate-free plates made on the basis of expanded vermiculite and inorganic binders. The article describes the experience of using Fipro panels, a comparative analysis of the use of various plates in construction is carried out.

Keywords: refractory materials; non-combustible plates; finishing materials; construction.

Введение

Обороноспособность Российской федерации во многом зависит от уровня оснащенности Военно-Морского Флота России (ВМФ РФ). Оборудование должно соответствовать достаточному уровню обеспечения пожарной безопасности.

Каждый проект преображается, если при его отделке использованы высокотехнологичные и инновационные материалы.

К элементам отделки судовых помещений относят плиточные или композитные (модульные панели) из конструктивных, изоляционных и декоративно-отделочных материалов, формирующие зашивку и отделку помещений, включая поверхности борта, переборок, подволока и палубы.

Отделка помещений выполняется из листовых материалов (слоистого пластика, металлопласта, стальных оцинкованных листов и негорючих конструкционно-отделочных плит).

На предприятиях кораблестроения, на строящихся заказах были применены в качестве конструкционно – отделочного материала для формирования перегородок жилых, а также общественных помещений плиты «Минпласт В-700» ТУ5.967-11876-2004, производитель ОАО «Минпласт» г. Петрозаводск [1].

Обеспечение пожарной безопасности на суднах

Опыт строительства основных заказов для ВМФ РФ показал, что готовые щиты из плит «Минпласт В-700» ТУ5.967-11876-2004 самопроизвольно разрушаются (происходит растрескивание среднего слоя) как в деревообрабатывающем цехе, так и непосредственно на заказах. Качество материала «Минпласт В-700» чрезвычайно низкое, материал нестабилен.

Неоднократно проводились испытания каютных выгородок, сформированных на заказе как опытно-штатные из материалов «Минпласт В-700», «Максипласт-ПМ» и «Fipro». На каютные выгородки были закреплены койки, с установленным на них грузом. По итогам испытаний щиты из материала «Минпласт В-700» растрескались по торцам (утрачивая былую прочность), трещины глубокие по внутреннему слою материала с одной или с двух сторон, щиты восстановлению не подлежат, необходима замена плит. Щиты из материала «Максипласт-ПМ» также растрескались по торцам. Появились волосяные трещины. Один из щитов растрескался по внутреннему слою материала. Оценить целостность щитов в дальнейшем не представлялась возможность. Щиты из материала «Fipro» в результате испытаний зарекомендовали себя как более прочные [2,3].

Описание писание материала

В итоге было принято решение: в качестве конструкционно-отделочного материала, на заказах применять огнестойкие плиты «Fipro» компании Mineralka d.o.o. (Словения), облицованные ламинированными панелями MAX компании FunderMax (Австрия) с клеем MEKOL 1001/M компании MITOL (Словения) (плотность 800 кг/м3, ламинированные панели толщиной 1,5 мм, цвет 0157, матовые, общая толщина плиты «Fipro» 22 мм). Эксклюзивным представителем компании FIPRO AG (Швейцария) в настоящее время на территории Российской Федерации поставщиком является ООО «Морские Комплексные Системы» г. Санкт-Петербург, который разработал ТУ 5767-001-98603262-2012 на вермикулитовые плиты «Fipro», «Fipro MS». ТУ 5767-001-98603262-2012 согласованы с ОАО «ЦКБ МТ «Рубин», ОАО «Невское ПКБ» и с 1 ЦНИИ МО РФ.

Результаты испытаний представленных образцов модифицированных плит «Минпласт-В» показали нестабильность характеристик материала и неравномерность распределения прочностных характеристик модифицированных плит «Минпласт». Из представленных образцов на 15 % были выявлены видимые трещины внутреннего слоя.

Разброс показателя прочности адгезионной (когезионной) связи среднего слоя с внешними слоями при отрыве на разных образцах составляет более 50 %.

Применение огнезащитных панелей – FIPRO, FIPRO MS обусловлено соответствию высоким требованиям пожарной, звуковой и экологической безопасности [4, 5, 6].

Огнестойкие панели FIPRO представляют собой легкие, негорючие и не содержащие асбеста и силикатов плиты, изготовленные на основе вспученного вермикулита и неорганических связующих. Изготовленные без добавления органики, панели отвечают самым строгим требованиям противопожарной защиты и классифицируются как негорючие по немецкому стандарту DIN 4102 и ГОСТ 30244-94, класс пожарной опасности КМ0. Абсолютно безвредны и безопасны, без дымовых и токсичных выделений в случае возникновения пожара, не проводят электричество.

Панели FIPRO химически нейтральны, не имеют щелочных примесей, не подвержены коррозии и легко обрабатываются обычным деревообрабатывающим инструментом, не деформируются при низкой температуре и повышенной влажности, обладают постоянной теплоотдачей. Материал не содержит никаких волокон. Плиты устойчивы к грибкам и бактериям [7].

1 ЦНИИ МО РФ допускает применение плит конструкционно-отделочных на основе вермикулита типа «Fipro» для изготовления переборок, потолков, дверей и мебели внутренних обитаемых помещений заказов, при значении насыщенности 2,0 кв.м/куб.м и температуре до 60°С [8, 9, 10, 11].

При применении плит «Fipro» экономия денежных средств происходит благодаря отсутствию ремонта и переделок (материал стабилен, качественный), а также исключаются затраты на изготовление и монтаж подкрепляющих (укрепляющих) деталей и профилей. (см. табл. 1).

Таблица. ***Сравнительная характеристика конструкционно-отделочных плит***

Наименование материала (плита)	Плотность среднего слоя, кг/м^3	Горючесть,	Коэфф-т теплопроводности при (298) К, Вт/(мК), не более	Прочность адгезионной связи плиты с внешними слоями При отрыве При сдвиге
Минпласт В-700	700+/-50	Медленно распространяет пламя по поверхности	0,14	0,5 0,3
Максипласт-ПМ	640+/-10	негорючие	-	0,5 0,3
Fipro (S=23)	800+/-50	негорючие	0,17	0,5 0,3
Fipro MS (S=14)	800+/-50	негорючие	0,15	0,5 0,3

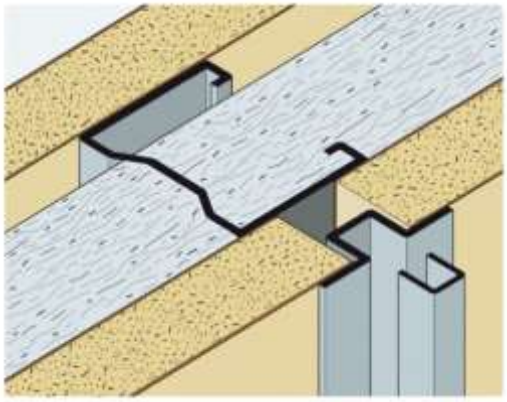


Рисунок. Строение негорючей плиты «Fipro»

Вывод

Негорючие плиты «Fipro» (рисунок) хорошо выполняют свою задачу, обеспечивая пожарную безопасность на суднах. Они полностью отвечают нормам в сфере пожаробезопасности. Другие преимущества негорючих плит «Fipro»: невосприимчивость к влаге; снижение сметы на отделочные работы (это происходит за счёт относительно недорогой стоимости изделия); оперативность отделочных работ; простота в обслуживании.

Кроме того, негорючие панели отличаются широкой палитрой цветовых вариаций, что даёт возможность выбрать наиболее подходящий цвет или цветовое сочетание для оформления кают и палуб. Данный факт благоприятно влияет на психологическое состояние экипажа судна, так как личный состав сам выбирает наиболее успокаивающие оттенки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пешакова В.А. Трудновоспламеняемые сертификационные ткани, применяемые в кораблестроении / В. А. Пешакова, Н. В. Каменецкая // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, Иваново, 23 ноября 2023 года. – Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России», 2023. – С. 821-825. – EDN GGQSQF.

2. Грибов Л.А Квантовая химия. / Л.А. Грибов, С.П. Муштакова. – М.: Гардарика, 1999.- 390 с.

3. Турсенев С. А. Современное состояние и предложения по перспективному составу и техническим требованиям многоцелевых робототехнических комплексов для проведения подводных работ особого назначения / С. А. Турсенев, В. А. Родионов, В. А. Пешакова // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика - регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в Арктическом регионе: Материалы международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 28 октября 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский

университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 132-136. – EDN JPHKNE.

4. Бобровский С.А., Яковлев Е.И. Защита от статического электричества в нефтяной промышленности. М.: Недра, 1983. — 160 с.

5. Горовых О. Г., Оразбаев А. Р. Определение времени релаксации объемного электростатического заряда, вносимого в резервуары с поступающей диэлектрической углеводородной жидкостью //Herald of Polotsk State University. Series C, Fundamental sciences. — 2015. — С. 66-70.

6. Foygel M., Morris R. D. , Anez D., French S., Sobolev V. L. Theoretical and computational studies of carbon nanotube composites and suspensions: Electrical and thermal conductivity //Physical Review B. — 2005. — Т. 71. — №. 10. — С. 104201. DOI: 10.1103/PhysRevB.71.104201.

7. Baby T., Ramaprabhu S. Investigation of thermal and electrical conductivity of graphene based nanofluids // Journal of Applied Physics. — 2010. — Vol. 108, No. 12. – P. 124308. DOI: 10.1063/1.3516289.

8. Kole M., Dey T. K. Investigation of thermal conductivity, viscosity, and electrical conductivity of graphene based nanofluids //Journal of Applied Physics. — 2013. — Т. 113. — №. 8. — С. 084307. DOI: 10.1063/1.4793581.

9. Панин Ю. В., Прилепо Ю. П., Торба Ж. Н., Чуйко А. Г. Исследование электрической проводимости в спиртовых суспензиях многослойных углеродных нанотрубок // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2012. — Т. 8. — №. 2. — С. 70-72.

10. Иванов А. В., Ивахнюк Г. К., Медведева Л. В. Методы управления свойствами углеводородных жидкостей в задачах обеспечения пожарной безопасности // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. Т. 26, № 9. — С. 30-37. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.09.30-37.

11. Особенности обеспечения пожарной безопасности на объектах защиты / С. А. Турсенев, Б. С. Лимонов, Г. Л. Шидловский [и др.] // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 14 апреля 2020 года / Составители Т.В. Мусиенко, В.А. Онов, Н.В. Федорова. Том 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 53-54. – EDN JOWPIJ.

УДК 378

А. А. Покровский, Н. А. Кропотова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РОЛЬ ИММЕРСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ

В статье рассмотрена роль иммерсивных технологий по оценке рисков, которые в отличие от традиционных методов позволяют спрогнозировать обстановку с ландшафтными пожарами на основе баз данных нескольких ведомств. Для формирования прогноза необходимы данные о влиянии нескольких факторов, позволяющих оценить обстановку в их связи с метеорологическими прогнозами. Актуализирована роль применения иммерсивных технологий для предотвращения ландшафтных (природных) пожаров.

Ключевые слова: иммерсивные технологии; оценка рисков; прогнозирование рисков; предупреждение пожароопасной обстановки; риск ландшафтных пожаров.

A. A. Pokrovsky, N. A. Kropotova

THE ROLE OF IMMERSIVE TECHNOLOGIES IN ASSESSING LANDSCAPE FIRE RISKS

The article examines the role of immersive technologies for risk assessment, which, unlike traditional methods, allow forecasting the situation with landscape fires based on the databases of several departments. To form a forecast, data on the influence of several factors is required to assess the situation in their connection with meteorological forecasts. The role of using immersive technologies to prevent landscape (natural) fires is updated.

Keywords: immersive technologies; risk assessment; risk forecasting; fire hazard prevention; landscape fire risk.

Защита от ландшафтных пожаров – одна из важнейших составляющих пожарной безопасности России. Каждый год данные пожары уничтожают леса, материальные ценности, историческое наследие и народное достояние страны. Пожароопасный период начинается с весеннего периода и заканчивается с приходом зимы. В различных регионах России он наступает по-разному, но регулируется, как правило, ростом среднесуточной температуры. Ландшафтные пожары наносят колоссальный ущерб населению, окружающей среде и экономике в целом. В этой связи борьба с ландшафтными пожарами становится одной из приоритетных задач в развитии парка техники и оснащении спасательных формирований и подразделений пожарной охраны нашей страны образцами современной техники, отвечающей высоким требованиям. Также немаловажным остается факт экономической целесообразности внедрений

© Покровский А. А., Кропотова Н. А., 2025

образцов новой техники или же переоборудование и усовершенствование техники, стоящей на вооружении.

Статистика ландшафтных (природных) пожаров необходима для того, чтобы получить полную количественную информацию для оценки угроз и уровня противопожарной защиты на объектах различного назначения в климатических и природных зонах.

Рассмотрим более подробно статистику по ландшафтным пожарам в России за последние пять лет [1, 2], рис. 1.

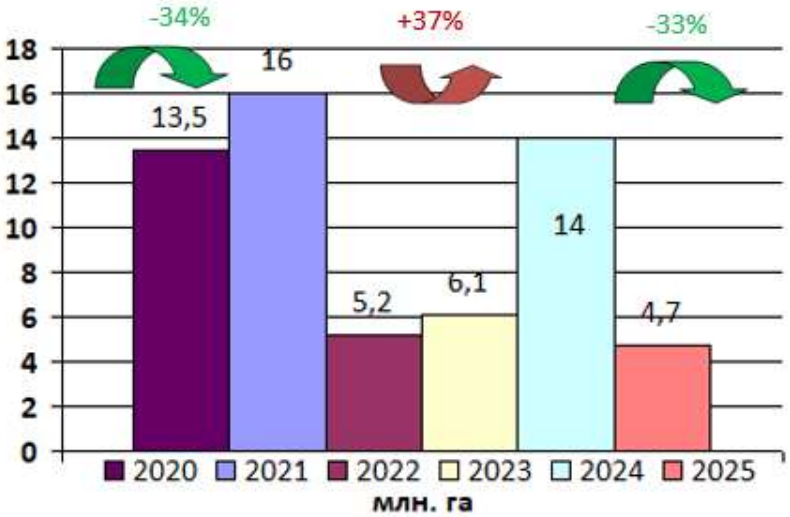


Рис. 1. Статистические данные по территории России, охваченной пожарами за период 2020-2024 гг. и прогноз Рослесхоза на 2025 г. [3]

Ландшафтные пожары могут возникать по разным причинам:

1) антропогенное воздействие: палы сухой травы, горящие спички или брошенные окурки человеком, оставленное на природе стекло (чаще стеклянные бутылки), которое отражает солнечную энергию создавая эффект линзы для возникновения источника возгорания высохшей растительности;

2) природные причины: удары молнии, особую опасность представляют сухие молнии (когда дождь не идет, а молния ударяет – сухие грозовые разряды), самовозгорание торфа.

За последние четыре года (2021-2024 гг.) Рослесхоз делает акцент на то, что источниками весенних пожаров являются люди, а точнее их пожарная некомпетентность, к которой можно отнести не затушенные костры, стеклянный мусор и непотушенные сигареты.

Для борьбы с возникающей весенней огненной катастрофой и для исключения влияния антропогенного фактора как источника бедственной стихии вводится противопожарный режим. Ландшафтные пожары и борьба с ними становятся обсуждаемой темой на совещаниях при Президенте Российской Федерации, где отмечается необходимость менять ситуацию в корне.

2022 год стал переломным и решающим в борьбе с лесными пожарами. Президентом страны подписан Указ о борьбе с лесными пожарами [4] и ужесточение ответственности [5], поручив Правительству России совместно с губернаторами сократить их площадь к 2030 году на 50 % относительно уровня 2021 года.

Данные статистики по пожарам из различных ведомств таких как Минприроды РФ, Рослесхоз и МЧС России разнятся. По данным МЧС РФ, к крупным лесным пожарам относят пожары площадью более 200 гектаров (в Европейской части России – более 25 гектаров), рис. 2.

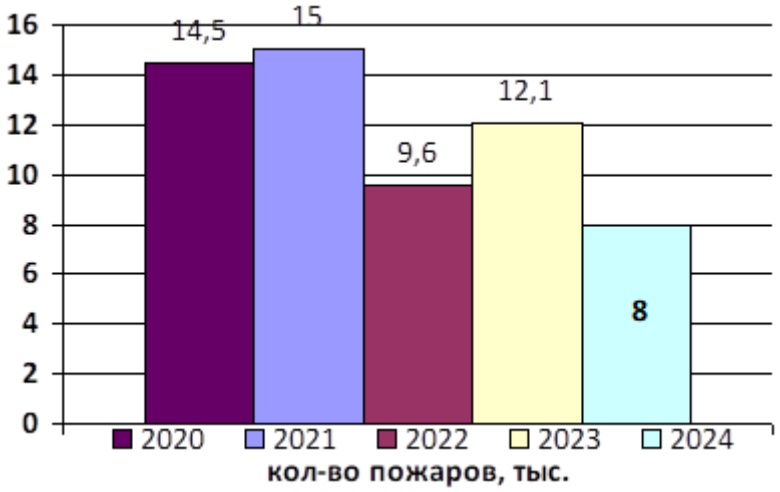


Рис. 2. Статистические данные по количеству ландшафтных пожаров за период 2020–2024 гг.

Аналитический обзор статистических данных [1, 2] показал:

1) за последние 10 лет пожары стали в 7 раз масштабнее: сравним период 1992-2023 гг. площадь одного пожара составляла в среднем 50 га, то в 2014-2024 – составляет в среднем около 350 га;

2) площадь пожаров в 3 раза больше реального лесовосстановления: 23 % российского леса сдано в аренду крупным арендаторам, которые на первое место ставят прибыль, не заботясь о восстановлении нарушенного ландшафта;

3) масштабы лесовосстановления сократились на 42 % по сравнению с 1990 годом.

Минприроды Российской Федерации, Рослесхоз и МЧС России владеют базами данных по России в целом и отдельным взятым регионам:

– ландшафтная карта с учетом изменений – вырубка и посадка, а также преобладанием конкретных пород деревьев и кустарников;

– статистические данные пожаров, оценивающие точечные нагрузки на отдельно взятые регионы и объекты;

– метеорологическая карта, позволяющая оценить климатическую обстановку и прогнозируемую обстановку на 5–10 дней.

Объединяя эти данные с помощью иммерсивных технологий возможно получать оперативные данные не только для конкретного объекта, но и прогнозировать обстановку за счет изменений окружающей среды или выхода ситуации из-под контроля и дальнейшее ее развитие на уровне региона, области, края. Устройства, используемые при применении иммерсивных технологий AR/VR/MR работают, собирая информацию из реального мира. Сбор данных является неотъемлемым аспектом работы иммерсивных технологий. Устройства собирают данные об обстановке, сравнивая их с имеющимися базами данных, дают прогноз в пределах определенности. Инновационные технологии действуют в ситуации повышенной неопределенности [4]. Современный подход к стратегическому управлению рисками в области пожарной и техносферной безопасности заключается в том, что неопределенность исхода содержит массу угроз и сопутствующих факторов, которые могут спровоцировать возможность их роста. Поэтому, если говорить о практическом использовании иммерсивных технологий для оценки пожарной и техносферной безопасности, то риски возрастают, а это является следствием идентификации опасностей и последующей оценки.

Повышая культуру безопасности населения, внедряя инновационные системы мониторинга ландшафтных пожаров, мобильные средства повышенной проходимости для пожаротушения возникших источников способно переломить ситуацию с природными пожарами [5]. Исследование проблем, связанных с ландшафтными пожарами, оснащенности имеющейся техники для осуществления тушения пожаров в подразделениях пожарной охраны, позволит выявить обоснованные выводы для их разрешения в концепции по разработке новой техники с упором на ее многовариантность, обеспечивающую многоцелевое использование, мобильность и эффективность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Печальная статистика лесных пожаров в России за 2023 год [Электронный ресурс] URL: https://dzen.ru/a/ZFvelWJHU3WeIHso (дата обращения 08.08.2024).

2. Лесные пожары в России [Электронный ресурс] URL: https://www.kommersant.ru/doc/6186404 (дата обращения 15.01.2025).

3. Гуреева Ю. Рослесхоз: в 2025 году лесные пожары не должны превысить 4,7 млн гектаров год // Российская газета, 07.01.2025. [Электронный ресурс] URL: https://rg.ru/2025/01/07/rosleshoz-v-2025-godu-lesnye-pozhary-ne-dolzhny-prevysit-47-mln-gektarov.html (дата обращения 13.02.2025).

4. Горовой А.А., Григорьев И.В. Анализ рисков инновационных проектов, построенных на основе иммерсивных технологий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и Экологический менеджмент», № 1, 2023. С. 64-72.

5. Покровский А.А., Киселев В.В., Пучков П.В., Сидоров А.А. Анализ конструкций мобильных устройств для тушения ландшафтных пожаров // Современные проблемы гражданской защиты. - 2024. - №3 (55). - с. 53-61.

УДК 677.071+677.077

Н. П. Пророкова
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРИДАНИЮ ВОЛОКНИСТЫМ МАТЕРИАЛАМ СПЕЦИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Статья посвящена основным направлениям исследований, проводимых в ИХР РАН, задачей которых является придание волокнистым материалам специальных свойств, важных для обеспечения безопасности жизнедеятельности людей и окружающей среды. Рассматриваются новые способы поверхностной и объемной модификации волокнистых материалов для получения изделий, обладающих пониженной электризуемостью и горючестью, биоцидностью, гидрофобностью и т.д.

Ключевые слова: волокнистые материалы; поверхностная модификация; объемная модификация; специальные свойства.

N. P. Prorokova

NEW APPROACHES TO GIVING FIBROUS MATERIALS SPECIAL PROPERTIES TO ENSURE THE SAFETY OF HUMAN AND THE ENVIRONMENT

The article is devoted to the main directions of research conducted at the ISC RAS, the goal of which is to impart special properties to fibrous materials that are important for ensuring the safety of human life and the environmental safety. New methods of surface and volume modification of fibrous materials to obtain products with reduced electrification and flammability, biocidality, hydrophobicity, etc. are considered.

Keywords: fibrous materials; surface modification; volume modification; special properties.

В ИХР РАН в течение многих лет проводятся исследования, направленные на придание натуральным и химическим волокнистым материалам специальных свойств, важных для безопасной жизнедеятельности человека и снижения экологической нагрузки на окружающую среду. К ним относятся, например, пониженная электризуемость химических волокон, гидрофобность, хемостойкость, бактерицидность и бактериостатичность, огнезащищенность. Объектами модификации являются как волокна, так и ткани, трикотаж, нетканые материалы, готовые изделия. Ряд процессов модификации термопластичных химических волокон и нитей реализуется на стадии получения их из расплава.

© Пророкова Н. П., 2025

В частности, разработан ряд способов объемного модифицирования полипропиленовых нитей и волокон в процессе их формования, основанных на введении в расплав небольших количеств стабилизированных различными способами биологически активных металлсодержащих наноразмерных частиц. Для предотвращении образования агрегатов наночастиц, наличие которых может ухудшить физико-механические характеристики волокнистых материалов и препятствовать безобрывному формования волокон и нитей, использовали разные методы стабилизации наночастиц. К ним относятся классический метод, предусматривающий использование поверхностно-активных веществ [1], и нетривиальный – иммобилизация наночастиц в полиолефиновой матрице в процессе синтеза [2–4]. Новые способы объемного модифицирования обеспечивают повышение прочности нитей, придание им биоцидных или бактериостатических свойств. Особенно важно отметить существенное снижение поверхностного электрического сопротивления полипропиленовых волокон и нитей. Оно свидетельствует о том, что в процессах переработки и при эксплуатации на синтетическом волокнистом материале не происходит накопления зарядов статического электричества, которые могли бы стать причиной возгорания.

Предложен принципиально новый способ поверхностного модифицирования термопластичных нитей на стадии формования из расплава, заключающийся в формировании на их поверхности устойчивого ультратонкого покрытия на основе фторопласта. Образование такого покрытия обеспечивает придание дешевым термопластичным нитям свойств, присущих чрезвычайно дорогостоящим нитям из фторопласта – экстремально высокую устойчивость к действию кислот, щелочей и окислителей, очень низкий коэффициент трения [5, 6].

Предложен новый подход к поверхностному модифицированию текстильной термопластичной нити стабилизированными металлсодержащими наночастицами, заключающийся в их фиксации на волокнистом материале за счет внедрения в структуру устойчивого фторопластового покрытия [7, 8]. О формировании последнего упоминалось выше. Хотя количество вводимых в покрытие металлсодержащих наночастиц невелико и ограничено их совместимостью с фторопластом, такое модифицирование обеспечивает придание нитям бактериостатических свойств и значительное снижение их поверхностного электрического сопротивления.

Разработаны оригинальные способы придания синтетическим волокнистым материалам и пленкам биоцидных свойств путем введения атомов фтора в структуру поверхностно локализованных макромолекул полипропилена. Эти способы реализуются с помощью прямого газового фторирования [9] и фторирования посредством обработки плазмой низкого давления, генерированной в среде фторсодержащего газа [10].

Интересным направлением, развиваемым в ИХР РАН, является также придание повышенной гидрофобности синтетическим волокнистым материалам за счет использования новых видов низкомолекулярного политетрафторэтилена [11]. Оно реализуется путем формирования на поверхности отдельных волокон, образующих ткань, фторопластового покрытия, которое обладает очень низкой поверхностной энергией. Покрытие образуется либо низкомолекулярной фракцией ультрадисперсного политетрафторэтиленового порошка «Форум» (разработка Института химии ДВО РАН), нанесенного из среды сверхкритического диоксида углерода, либо теломерами тетрафторэтилена (разработка ФИЦ Проблем химической и медицинской химии РАН, г. Черноголовка), нанесенного из раствора телогена.

В ИХР РАН разработана серия серебросодержащих препаратов «Нанотекс», обладающих антимикробными, антигрибковыми и вирулицидными свойствами, а также способы их нанесения на ткани. Особенностью данных препаратов, в отличие от ионов серебра, является высокий уровень антимикробных свойств, сохраняющийся после многократных стирок. Разработаны технологии периодических способов обработки готовых изделий (чулочно-носочные изделия, перчатки, нижнее белье и т.д.) и непрерывных процессов обработки (пряжа, ткани, нетканые материалы и т.д.). Способы широко апробированы в производстве.

В 2024 г. на предприятии «НЬЮФАРМ» с использованием препарата Нанотекс выпущена опытно-промышленная партия перевязочных средств «Поле боя». Повязки были испытаны в условиях амбулаторного хирургического отделения на добровольцах. Было сделано заключение, что пакет антимикробный перевязочный индивидуальный «Поле боя» можно эффективно использовать при лечении ран любой этиологии.

На базе Института химии растворов им. Г. А. Крестова РАН ООО «Апотекс», г. Иваново, выпускает в промышленных масштабах экологически безопасные замедлители горения Тезагран и Термотекс на основе отечественного сырья и препараты для огне-, термо-, биозащиты полимерных материалов. Все препараты являются композиционными. На их основе можно получать многоцелевые составы мультифункциональной направленности.

С их использованием производятся огне-, термо- биозащитные технические ткани, нетканые материалы, трикотаж из натуральных и синтетических волокон, а также пластики и древесина с высокими показателями защитных свойств. Такие технические материалы могут быть использованы в жестких экстремальных условиях и востребованы в газовой, нефтяной отраслях, а также сфере ОПК: костюмы военнослужащих, тенты, полога для военной техники, шлейфы для защиты электрокабелей, в транспортной инфраструктуре, в том числе морских судах.

ИХР РАН многие исследования проводит в содружестве с другими институтами и предприятиями, количество которых расширяется. Мы всегда открыты к сотрудничеству!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю. Полипропиленовая нить, модифицированная стабилизированными наночастицами меди // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2024. - № 5. – С. 108 - 115.

2. Prorokova N.P., Vavilova S.Yu., Biryukova M.I., Yurkov G.Yu., Buznik V.M. Modification of polypropylene filaments with metal containing nanoparticles immobilized in a polyethylene matrix // Nanotechnol. Russ. – 2014. – V. 9. – P. 533-540.

3. Prorokova N.P., Vavilova S.Yu., Kuznetsov O.Yu., Buznik V.M. Antimicrobial properties of polypropylene yarn modified by metal nanoparticles stabilized by polyethylene // Nanotechnol. Russ. – 2015. – V. 10. – P. 732-740.

4. Prorokova N.P., Vavilova S.Yu., Biryukova M.I., Yurkov G.Yu., Buznik V.M. Polypropylene threads modified by iron-containing nanoparticles stabilized in polyethylene // Fibre Chem. – 2016. – V. 47 – P. 384-388.

5. Prorokova N.P., Vavilova S.Y., BouznikV.M. A novel technique for coating polypropylene yarns with polytetrafluoroethylene // J. Fluorine Chem. – 2017. – V. 204. – P. 50 - 58.

6. Prorokova N.P., Vavilova S.Yu. Bulk and surface modification of polypropylene filaments at the stage of their formation from a melt // Fibre Chem. – 2018. – V. 50. – P. 233-238.

7. Prorokova N., Vavilova S. Properties of polypropylene yarns with a polytetrafluoroethylene coating containing stabilized magnetite particles // Coatings. – 2021. – V. 11. – 830.

8. Пророкова Н.П., Вавилова С.Ю., Бузник В.М. Новый подход к поверхностному модифицированию комплексных полипропиленовых нитей и пленок // Химич. Технология. – 2024 – Т. 25, № 11. – С. 413 – 423.

9. Prorokova N.P., Istratkin V.A., Kumeeva T.Yu., Vavilova S.Yu., Kharitonov A.P., Bouznik V.M. Improvement of polypropylene nonwoven fabric antibacterial properties by the direct fluorination // RSC Advances. – 2015. - V. 5. - 44545.

10. Пророкова Н.П., Кумеева Т.Ю., Вавилова С.Ю., Холодков И.В., Кузнецов О.Ю., Бузник В.М. Придание полипропиленовому нетканому материалу антимикробных свойств с помощью плазменного фторирования // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2025. - Том 74, № 3. – С. 834 -845.

11. Prorokova N.P., Kumeeva T.Yu., Kholodkov I.V. Wear-Resistant Hydrophobic Coatings from Low Molecular Weight Polytetrafluoroethylene Formed on a Polyester Fabric // Coatings. - 2022. - V.12. – 1334.

УДК 621.315.614.64

О. В. Рева, В. В. Коваль, Е. Д. Чашев
Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

ПРИДАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ УПАКОВОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ НА ОСНОВЕ СУЛЬФАТНОЙ ХВОЙНОЙ НЕБЕЛЕНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

В статье представлены результаты исследования огнезащитной эффективности ряда неорганических замедлителей горения для пропиточной огнезащитной обработки бумажных материалов на основе сульфатной хвойной небеленой целлюлозы. Установлено, что обработка малотоксичными неорганическими соединениями значительно повышает термо- и огнестойкость бумаги технического назначения, снижая скорость распространения пламени в 1,5 – 2,4 раз и образование дыма. Результаты исследования демонстрируют перспективность применения неорганических соединений для создания экологически безопасных и эффективных огнестойких материалов на основе технической целлюлозы.

Ключевые слова: сульфатная целлюлоза; небеленая целлюлоза; огнестойкость; нетоксичные антипирены; бумага технического назначения; картон.

O. V. Reva, V. V. Koval, E. D. Chashev

IMPARTING FIRE RESISTANCE TO PACKAGING MATERIALS BASED ON UNBLEACHED CONIFEROUS SULFATE CELLULOSE

The article presents the results of the research of flame retardant efficiency of a number of inorganic retardants for impregnation flame retardant treatment of paper materials based on unbleached coniferous sulfate cellulose. It is established that treatment with low-toxic inorganic compounds significantly increases the thermal and fire resistance of technical paper, reducing the rate of flame propagation in 1.5 – 2.4 times and the formation of smoke. The results of the study demonstrate the prospects of using inorganic compounds to create environmentally safe and effective fire-resistant materials based on technical pulp.

Keywords: kraft pulp; unbleached pulp; fire resistance; non-toxic flame retardants; technical paper; paperboard.

В настоящее время целлюлозная продукция на основе волокнистых полуфабрикатов прочно вошла в обиход человека, причем не только при производстве специальных видов бумажной продукции (кабельная, телефонная, конденсаторная бумаги, а также различные виды печатных бумаг), но и при производстве упаковки, которая хорошо защищает различные грузы от повреждений и намокания, и после использования легко утилизируется, выдерживая порядка 10 циклов повторной переработки.

© Рева О. В., Коваль В. В., Чашев Е. Д., 2025

Основными видами упаковки из бумаги и картона являются: мешочная и оберточная. В настоящее время мировой объем производства мешочной бумаги составляет 4,0–4,5 млн т/год или 15 млрд. мешков, а уровень использования мощностей – 60 %. Спрос на эту продукцию за последние полвека характеризуется пиком в начале 1970-х годов, постепенным спадом в последующие два десятилетия и периодом стабилизации, который начался в середине 1990-х годов и продолжается по настоящее время.

Причиной спада послужили два фактора – замена бумажных мешков на полиэтиленовые и переход к перевозке сыпучих материалов, в частности цемента, в специальных емкостях (силосах), загружаемых насыпью или навалом.

Возможность нового подъема производства мешочной бумаги и сокращение потребительского спроса на полиэтиленовые мешки прогнозируется из-за наличия у последних ряда существенных недостатков. Один из них – длительный период саморазложения полиэтилена и превращение отработанных мешков в источник образования трудно перерабатываемых отходов, для ликвидации которых требуются дополнительные капитальные вложения. Кроме того, стоимость полиэтилена взаимосвязана с мировыми ценами на нефть, в условиях их роста экономическая эффективность замены бумажных мешков полиэтиленовыми падает.

Мировой объем производства мешочной бумаги между основными ее потребителями распределяется в следующем соотношении: розничная торговля (изготовление пакетов) – 43 %, производство многослойных мешков – 38 %, обертка готовых изделий – 19 % [1].

Стоит отметить, что мешочная бумага должна иметь высокие значения показателей сопротивления раздиранию, удлинения при разрыве, сопротивления излому и продавливанию, что предъявляет особые требования к технологии получения и необходимость применения вспомогательных упрочняющих добавок [2-5]. Придание же мешочной бумаге устойчивости к горению изучено значительно меньше, поскольку огнезащитные составы для волокнистых материалов чаще всего применимы для строительных конструкций из древесины или натуральных тканей, используемых в местах массового пребывания людей или для защитной одежды, но данное направление исследований, является актуальным в области снижения пожарных рисков при транспортировке или хранении ценных товаров.

Основными технологиями получения придания огнестойкости целлюлозным материалам, в том числе бумаге и картону, являются:

– пропитка растворами антипиренов;

– нанесение огнезащитных покрытий;

– внесение замедлителя горения на стадии формовки с получением композитных материалов.

Несмотря на то, что в основе всех изделий находится целлюлоза, в структуре, составе и технологии производства материалов на ее основе имеются очень существенные различия, что требует и различного подхода к огнезащите изделий разного назначения. На первом этапе исследований нами была предпринята пропиточная обработка готовой бумаги растворами ряда неорганических соединений, известных как замедлители горения, для определения природы и оптимальной концентрации реагента, эффективного по отношению к огнезащите технической бумаги. Было установлено, что наибольшая огнестойкость достигается в случаях пропитки бумаги 10 % растворами $Na_4B_2O_7$, $(NH_4)_3PO_4$ и Na_2CO_3, после чего скорость горения целлюлозного материала замедляется в 4–5 раз и после 3–5 с пламенного горения он затухает [6].

Следующим этапом стала попытка введения показавших себя наилучшим образом на первом этапе исследований антипиренов $Na_4B_2O_7$, $(NH_4)_3PO_4$ и Na_2CO_3, в полужидкую массу в процессе изготовления мешочной бумаги. Данное решение было принято в связи с тем, что данный способ более прост в аппаратурном исполнении и, соответственно, менее затратен. Кроме того, предполагалось данным методом увеличить содержание замедлителя горения в готовой бумаге, которое при пропиточной обработке составляет 8–19 % от массы целлюлозы.

Растворы замедлителей горения вводились в водную суспензию, полученную из сульфатной небеленой хвойной целлюлозы, в количестве 10 % от массы сухого волокна, которая далее выливалась на сито (по технологии формования крафтовой бумаги). Полученные влажные образцы бумаги (отливки), массой 120 г/м^2, подвергали прессованию валиком и высушивали в сушильном шкафу Экрос ES-4620 при температуре 105±2 ^{o}C, контролируемой микропроцессором, до остаточной влажности 4–7 %. После окончания процесса сушки и термостатирования 1 сутки при комнатной температуре, проводили огневые испытания полос бумаги шириной 5 см по СТБ 11.03.02-2010 [7] для текстильных изделий, так как для бумаги нормативные документы по огневым испытаниям отсутствуют, а данный тип технической бумаги по физико-механическим свойствам наиболее приближен к тонким тканям или рыхлым нетканым материалам типа «спанбонд».

При проведении огневых испытаний выяснилось, что требуемая огнестойкость целлюлозного материала не достигается ни в одном из вариантов обработки; все исследуемые образцы прогорают по всей длине (22 см). Однако скорость горения существенно различается для бумаги с добавками различной природы, таблица.

Таблица. **Результаты огневых испытаний мешочной бумаги после добавления антипиренов в массу**

Антипирен	Скорость горения, см/с
Без обработки	2,44
$Na_4B_2O_7$	1,01
Na_2CO_3	1,37
NH_4Cl	1,30
$(NH_4)_3PO_4$	1,07

Таким образом, наибольшее замедление скорости горения бумаги происходит при добавлении в массу раствора Na_2CO_3, однако в целом введение антипиренов в бумажную массу не способствует значительному увеличению ее стойкости к горению и не приводит к самозатуханию в отличие от поверхностной обработки [6]. Вероятно, несмотря на использование истинных растворов электролитов, в процессе огнезащитной обработки в жидкой фазе не происходит диффузии ионов в волокно. По всей вероятности, огнезащита обеспечивается закреплением (механическим или/и химическим) антипирена только на поверхности волокон; в связи с чем дальнейшие исследования предполагается проводить с применением комплексных составов повышенной концентрации пропиточным или спрейным методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология целлюлозно-бумажного производства: в 3 т. / редкол.: П. Осипов (гл. ред.) [и др.]. – СПб.: Политехника, 2005. – Т.2: Производство бумаги и картона. Ч.2: Технология производства и обработки бумаги и картона. / В. Комаров [и др.]. – 2005. – 425 с.

2. Карпунин И. И. Щелочная варка древесины в присутствии хинона и его влияние на качество целевого продукта, используемого для производства упаковки / И. И. Карпунин // Наука и техника. − 2017. – Т. 16. − № 5. – С. 432−436.

3. Шань Д. Ш. Варка древесины сосны в присутствии гидразина / Д. Ш. Шань, Г. А. Пазухина // Бумажная промышленность. − 1988. – № 7. – С. 19−20.

4. Пенкин А. А. Применение карбонатных наполнителей, модифицированных катионным крахмалом, в технологии бумаги для печати / А. А. Пенкин // Труды БГТУ. – 2011. − № 4. – С. 290−293.

5. Чубис П. А. Исследование влияния композиционного состава мешочной бумаги на ее свойства / Чубис П. А., Шишаков Е. П., Шпак С. И., Коваль В. В. // Труды БГТУ. − 2015. − № 4. – С. 165-170.

6. Чашев Е. Д. Огнезащитная обработка крафтовой целлюлозной упаковки / Е. Д. Чашев, С. С. Дорош, О. В. Рева, В. В. Коваль // Проблемы экологии и экологической безопасности. Создание новых полимерных материалов : материалы Междунар. заоч. науч.-практ. конф. посв. Всемирному дню охраны окр. среды, 5

июня 2024 г. / Ун-т. гражд. защиты; редкол.: А. Н. Камлюк [и др.]. – Минск: УГЗ 2024. – С. 44−46.

7. СТБ 11.03.02-2010 Средства огнезащитные. Общие технические требования и методы испытаний.

УДК 614.844

В. А. Сальников, В. А. Антипов
Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЖАРНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ДЕТЕКТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРНЕТА

В научной работе рассмотрен вариант симбиоза роботизированных детекторов и коммуникаций сети интернет. Данная тема актуализирована систематически высокой вероятностью возгорания объектов защиты и частных домов. В следствии этого по принципу объединения нескольких моделей детекторов и введённой в них системы передвижения, которая позволяет многократно повысить профилактику пожара.

Ключевые слова: пожарный детектор; роботизация; интернет.

V. A. Salnikov, V. A. Antipov

THE USE OF FIRE-FIGHTING ROBOTIC DETECTORS USING THE INTERNET

The article discusses the problem of using robotic detectors using the Internet. This problem is systematically justified by the high probability of fire protection facilities and private homes. As a result, according to the principle of symbiosis of several detector models and the movement system introduced into them, which makes it possible to significantly increase fire prevention.

Keywords: fire detector, robotics, Internet.

В данной статье будет рассмотрено новое устройство обнаружения пожара в городских условиях, которое наиболее эффективно подходит под такие объекты как офисное здание, супермаркет, школа и т. д. Масштабные пожары все чаще освещаются в новостных СМИ. Эти события могут нанести необратимый ущерб, что стимулирует поиск эффективных решений для предотвращения и тушения пожаров. Перспективным решением является роботизированная система, с использованием интернета, которая стала

© Сальников В. А., Антипов В. А., 2025

осуществима благодаря симбиозу роботизированного и использующего интернет датчика (рис. 1) и платформой для передвижения.

Робот для обнаружения пожара и/или поиска и спасения должен быстро перемещаться при поиске на большой площади. Для этого был взят модуль тепловизионной камеры, который способен выборочно получать изображения с очень большим полем зрения (FOV) (степень наблюдаемого мира, которую может захватить камера, оптический прибор или даже человеческий глаз) - панорамный вид - или изображения с узким полем зрения с одной точки обзора со скоростью видео (рис. 2).

Рис. 1. Роботизированный датчик

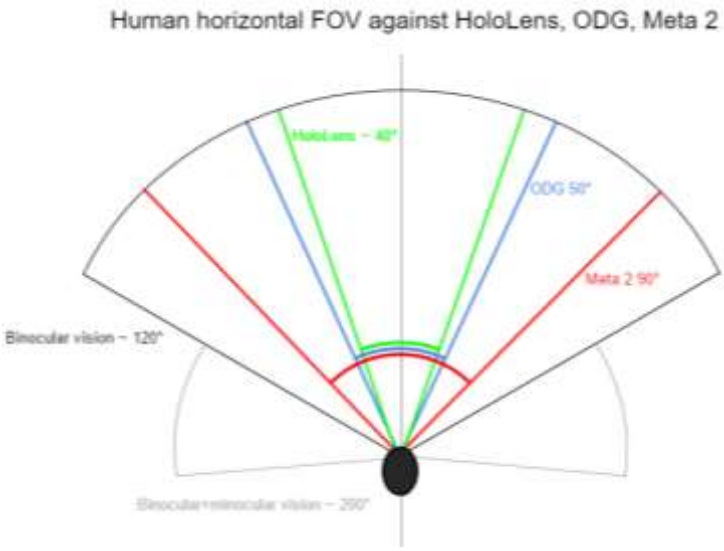


Рис. 2. FOV

Также был взят алгоритм обработки изображений и управления устройством для быстрого и точного обнаружения пожара, которое может обнаруживать очаги возгорания с помощью Интернета IoT (Internet of Things – это система, которая объединяет разные устройства в общую сеть и позволяет им собирать, анализировать, обрабатывать и передавать данные другим объектам через программное обеспечение, приложения или технические устройства). Этот ранний прототип инструмента обнаружения возгорания способен определять очаги возгорания на торфяниках с помощью датчиков

пожара, датчиков температуры, серводвигателей, зуммеров и камер наблюдения, управляемых микроконтроллером WEMOS ESP8266 (Плата построена на базе 32 разрядного микроконтроллера с большей тактовой частотой и оснащена встроенным WiFi) (рис. 3).

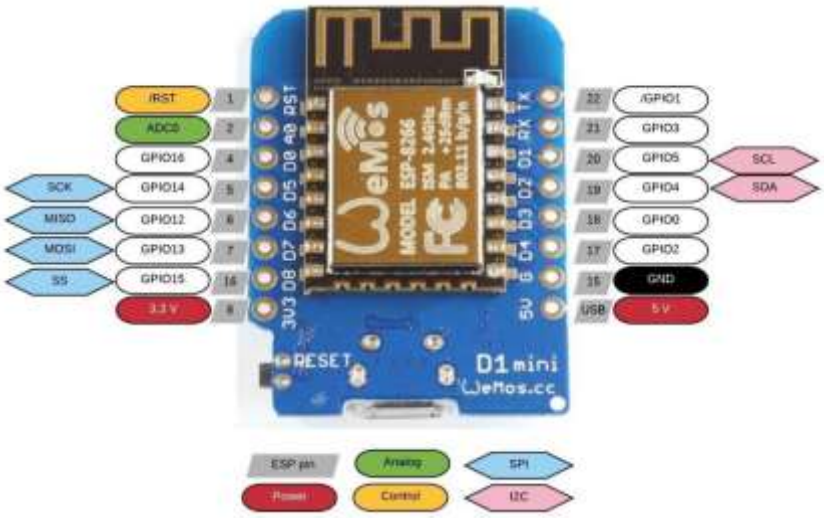


Рис. 3 WEMOS ESP8266

На основе эксперимента проводимого с использованием прототипа устройства обнаружения возгорания с подключением к IoT, которые могут ускорить мониторинг очагов возгорания, а также использование тепловизионной камеры, может свести к минимуму ложные предупреждения от устройств обнаружения возгорания. Разработанное устройство было испытано в закрытых помещениях, и была оценена осуществимость устройства. А именно: в ходе проведённого эксперимента роботизированный детектор, смог почти сразу обнаружить возгорание, подать сигнал об эвакуации уведомив всех через мобильные устройства, а также отправил сигнал о пожаре в главный пункт управления.

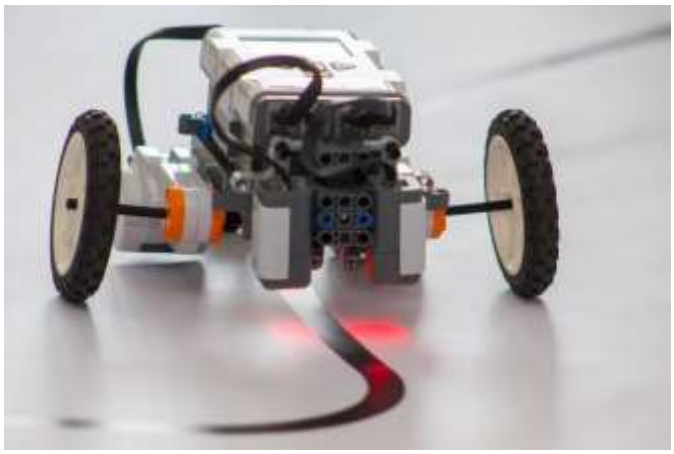


Рис. 4. Роботизированный датчик

Роботизированный датчик (рис. 4) уже не является новинкой, но его компоновка с интернетом, даёт новую ступень в данной сфере деятельности и в крайней степени является полезным для многих объектов защиты.

К сожалению, имеются недостатки, такие как: высокая стоимость и в случае отключения электроэнергии, отсутствие возможности продолжения функционирования. Для предотвращения данных проблем можно прибегнуть к замене некоторых деталей на более дешёвую альтернативу, а также была разработана возможность переключения датчиков на резервное электропитание.

Для более высокой эффективности использование интернета будет подразумеваться, как использование сети Wi-Fi, обеспечивающее оповещение мобильных устройств в режиме реального времени и возможность проверять состояние или отключать сигналы тревоги издалека. Установка системы включает в себя подключение базовой станции к Wi-Fi и синхронизацию беспроводных детекторов дыма с базовой станцией. Само перемещение же роботизированного детектора будет обеспечиваться за счёт его возможности передвигаться под потолком, путём крепления рельс позволяющих роботу перемещаться и видеть всё что окружает его на 360 гр.

Это может вызвать затруднённое перемещение в кабинеты и прочие проходы которые могут быть огорожены дверьми, но именно для этого у него имеется возможность связи с другими детекторами. Что позволяет ему охватывать всю площадь, где установлен сектор его патрулирования и не только. Стоит также заметить, что его маршрут для постоянного патрулирования будет закольцован, для осуществления постоянной разведки пожара.

Данная технология особенно эффективна в просторных помещениях и длинных коридорах, так как его патрулирование будет постоянным, стоит добавить, что не мало важна скорость перемещения данного детектора. Исходя из расчётов, можно увидеть, что его скорость 5 км/ч, или около 100 м/мин. Что составляет обычную скорость человека пешком. Это скорость говорит о том, что в случае каких-либо архитектурных строений, имеющих площадь более 5 км^2, советуется ставить второй датчик, поставить обычный датчик, через который будет иметься возможность связи с роботизированной установкой, или разработать возможность в более быстром перемещении, (установить электромотор, позволяющий ему передвигаться на основе электромобиля, который будет проходить путь по своеобразным рельсам, позволяющим СПС (система противопожарной сигнализации) передвигаться над потолком, при этом не проваливаясь вниз, под собственным весом). что даст возможность для более эффективного патрулирования закреплённого сектора.

Не менее важным фактором является то, что само перемещение не должно быть затруднительным для робота и при этом было бесшумным, для более комфортного сосуществования. Одним из главных преимуществ данной

технологии является возможность замены одним таким роботизированным извещателем, сразу множества извещателей, что даёт в определённой степени экономическую выгоду, зависящую от площади патрулируемого сектора, а также полномасштабный контроль на всей территории, где есть пожарные извещатели и видео камеры, через которые роботизированная система сможет получать информацию обо всех секторах.

Таким образом разработанное устройство имеет большой диапазон применений на различных объектах защиты. Его специфика позволяет ему заменить собой определённое количество других датчиков в зависимости от заданного ему плана патрулирования, а также благодаря встроенной тепловизионной камере определять очаги возгорания и за счёт подключения к интернету, он может передавать через Wi-Fi сигналы на мобильные устройства о возникновении пожара и необходимости в эвакуации. А также способен подключаться к другим датчикам и получать от них информацию в местах недоступных для него, после чего передавать её на пульт управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ // «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». ст. 8, 83.

2. Свод правил 486.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности.

3. Синилов В. Г. Системы охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации: учебник для нач. проф. образования // 2010. М.: Издательский центр "Академия".

4. В. В. Теребнев, Н.С. Артемьев, Д.А. Корольченко Противопожарная защита и тушение пожаров. // Книга 2. Промышленные здания и сооружения М.: Пожнаука, 2006. С. 35-40.

5. Научная статья «Разработка систем обнаружения пожара в интеллектуальном здании» // 1240-development-of-fire-detection-systems-in-the-intelligent-building.

6. Научная статья «Применение интернет вещей в системе пожаротушения на кухне» // applsci-09-03520.

7. Интернет источник // Wi-Fi извещатель пожарный дымовой SECURIC от Securic.

УДК 614.849

С. В. Смекалин, С. В.Таволжанский
Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ

Статья посвящена вопросам обеспечения пожарной безопасности на промышленных объектах, для обеспечения безопасности работников.

Ключевые слова: пожарная безопасность; здания и сооружения; степень огнестойкости; огнестойкость; классификация пожарной опасности.

S. V. Smekalin, S. V. Tavolzhansky

ENSURING FIRE SAFETY AT INDUSTRIAL FACILITIES FOR THE SAFETY OF WORKERS

The article is devoted to issues of ensuring fire safety at industrial facilities to ensure the safety of workers.

Keywords: fire safety; buildings and structures; degree of fire resistance; fire resistance; fire hazard classification.

Пожарная безопасность объекта защиты независимо от функционального назначения должна как исключать возможность возникновения пожара, так и обеспечить безопасность находящихся там людей в случае его возникновения.

Пожарная безопасность должна обеспечиваться на всех этапах существования объекта защиты при:

-строительстве;

-эксплуатации;

-реконструкции;

-ремонте или аварийной ситуации.

Соответствие требованиям пожарной безопасности является основным аспектом в проектировании и эксплуатации производственных зданий.

Здания и сооружения, предназначенные для производственной деятельности, имеют специфические требования в области пожарной безопасности. Они должны соответствовать требованиям Федерального закона

© Смекалин С. В., Таволжанский С. В., 2025

от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и другим нормативно-правовым актам.

Функциональная пожарная опасность на производственных, лабораторных объектах и в мастерских оценивается в зависимости от рисков, связанных с возможностью возникновения пожара. Эти риски зависят от характера производственной деятельности, а также условий хранения и применения различных веществ, материалов и оборудования. Кроме того, важными факторами являются особенности их эксплуатации и технического обслуживания.

Своевременное выполнение предъявляемых требований пожарной безопасности на территории производственных объектов даст возможность предотвратить возникновение пожаров защитить жизни людей и имущество.

Согласно статье 52 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», защита людей и имущества от воздействия опасных факторов, связанных с пожаром, а также минимизация последствий этого воздействия достигается за счет применения специально разработанных объемно-планировочных решений и средств, которые способствуют сдерживанию распространения огня за пределами его источника. Кроме того, используются основные строительные конструкции, обладающие заданными пределами огнестойкости и соответствующие различным классам пожарной опасности.

Пожарная секция - часть пожарного отсека, выделенная противопожарными преградами и (или) зоной, свободной от пожарной нагрузки.

Пожарный отсек - часть здания или сооружения, выделенная противопожарными стенами и (или) противопожарными перекрытиями 1-го типа.

Степень огнестойкости объекта характеризует способность объекта в целом сопротивляться воздействию пожара и распространению его опасных факторов.

Огнестойкость представляет собой международный параметр, относящийся к пожарной безопасности зданий, который регламентируется в строительной документации и нормативных актов. Этот термин лежит в основе классификации объектов и их конструктивных элементов с точки зрения пожарной безопасности.

Огнестойкость объектов в общем определяют с помощью понятия «степени огнестойкости». Эта степень для производственных зданий, строительных конструкций и пожарных отсеков служит классификационной характеристикой, которая устанавливается на основе пределов огнестойкости материалов и конструкций, используемых при их возведении.

Предел огнестойкости элементов конструкции производственных зданий представляет собой временной интервал (в часах или минутах), начинающийся с момента начала огневого испытания в стандартных температурных условиях

и заканчивающийся достижением одним или несколькими нормируемыми предельными состояниями для данной конструкции. Эти параметры регулируются Федеральным законом № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Нормируемые предельные состояния, которые также применимы к промышленным зданиям:

потеря несущей способности (обозначение согласно нормам «R») — включает в себя обрушение, утрату устойчивости и деформации, превышающие допустимые значения;

потеря целостности (обозначение в нормативах «E») — отмечается при возникновении сквозных трещин или отверстий в конструкциях и их соединениях, что может способствовать распространению огня в соседние помещения;

потеря теплоизоляционных свойств (обозначение в нормах «I») — связана с перегревом, когда температура на неотапливаемой поверхности конструкции в среднем превышает 160 градусов по Цельсию или достигает 190 градусов по Цельсию или в любой точке этой поверхности по сравнению с температурой до нагрева, или до 220 градусов независимо от начальной температуры конструкции;

потеря теплоизоляционных свойств из-за достижения предельного значения плотности теплового потока на регулируемом расстоянии от неотапливаемой поверхности конструкции;

дымогазонепроницаемость.

Фактическая степень огнестойкости всего здания определяется реальными пределами огнестойкости конструктивных элементов, принятых в проекте, и должен соответствовать минимально установленным требованиям. Если фактические показатели огнестойкости конструкции не соответствуют необходимым, требуется увеличить их до нормативного уровня. Для достижения этого повышения используются различные методы огнезащиты.

Таким образом, крайне важно понимать реальные параметры пределов огнестойкости различных конструктивных элементов, применяемых в проектных решениях для различных систем строительства, а также способы повышения их огнестойкости.

Класс конструктивной пожарной опасности для производственного объекта (обозначается С0, С1, С2, С3 в соответствии с Федеральным законом 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и СНиП 21–01–97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений») определяется в зависимости от участия строительных конструкций в распространении пожара и образовании его опасных факторов.

Это связано с тем, что различные строительные конструкции в здании ведут себя по-разному под воздействием пожарной нагрузки: они могут гореть, подвергаться повреждениям от огня, проводить тепло и т.д.

Классификация конструктивной пожарной опасности зданий определяет необходимые (нормативные) категории пожарной опасности различных строительных элементов (обозначаются как К0, К1, К2, К3 в соответствии с Федеральным законом № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и СНиП 21–01–97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»):

К0 – конструкции, не представляющие пожарной опасности;

К1 – конструкции с низкой пожарной опасностью;

К2 – конструкции со средней пожарной опасностью;

К3 – конструкции с высокой пожарной опасностью.

Классификация пожарной опасности строительных элементов применяется к следующим компонентам производственных зданий: колоннам, ригелям, фермам, балкам, аркам, рамам и соединениям, наружным и внутренним стенам, перегородкам, перекрытиям, покрытиям, стенам лестничных клеток, противопожарным преградам, а также марширующим участкам и площадкам лестниц.

В статье 87 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ указаны требования к уровню огнестойкости зданий, сооружений и пожарных отсеков. Уровень огнестойкости должен определяться в зависимости от этажности, класса функциональной пожарной опасности, площади пожарного отсека, а также от пожарной опасности тех процессов, которые в них происходят, включая производственные здания.

Также изложены минимальные требования к огнестойкости строительных конструкций, которые обязаны соответствовать установленным уровням огнестойкости для зданий, сооружений и пожарных отсеков. Важно, чтобы уровень огнестойкости самих зданий, сооружений и пожарных отсеков совпадал с огнестойкостью используемых строительных конструкций.

Установлены границы огнестойкости для заполнений проемов, таких как двери, ворота, окна и люки, а также для фонарей, включая зенитные, и других прозрачных участков покрытий. Исключение составляют заполнения проемов в противопожарных преградах.

В незадымляемых лестничных клетках типа Н1 возможно проектирование лестничных площадок и маршей с пределом огнестойкости R15 и классом пожарной опасности К0.

Определение класса конструктивной пожарной опасности для производственных зданий, сооружений и пожарных отсеков должно основываться на этажности, классе функциональной пожарной опасности, площади пожарного отсека и характере технологических процессов, происходящих в нем.

Класс пожарной опасности строительных конструкций должен соответствовать установленному классу конструктивной пожарной опасности для зданий, сооружений и пожарных отсеков. Следует соблюдать соотношение между классом конструктивной пожарной опасности зданий и классом пожарной опасности применяемых строительных материалов.

Риск возникновения пожара из-за заполнения проемов в защитных конструкциях зданий и сооружений (таких как двери, ворота, окна и люки) не подвергается нормированию, за исключением случаев, когда речь идет о проемах в противопожарных преградах.

Для зданий и сооружений, относящихся к классу функциональной пожарной опасности Ф1.1, требуется использование систем внешнего утепления, соответствующих классу пожарной опасности К0.

Параметры огнестойкости и классы пожарной опасности строительных элементов должны определяться в ходе стандартных испытаний, проведенных по методологиям, прописанным в нормативных актах по пожарной безопасности.

Параметры огнестойкости и классы пожарной опасности конструкций, подобным по форме, материалам и конструктивным исполнением тем, что уже проходили огневые испытания, могут устанавливаться с помощью расчетно-аналитического подхода согласно нормативным документам по пожарной безопасности.

В производственных зданиях и сооружениях I - III степеней огнестойкости запрещено применение отделочных материалов для наружных стен из групп горючести Г2 - Г4, а фасадные системы должны противостоять распространению горения.

В статье 88 этого Федерального закона говорится о необходимом разделении частей зданий, сооружений, а также пожарных отсеков между собой с помощью оградительных конструкций, которые должны соответствовать установленным пределам огнестойкости и классам конструктивной пожарной безопасности.

Такое разделение также касается помещений различных классов функциональной пожарной опасности. Требования к таким оградительным элементам и типам противопожарных барьеров определяются на основе классов функциональной пожарной опасности конкретных помещений, уровня пожарной нагрузки, степени огнестойкости, а также класса конструктивной пожарной безопасности зданий, сооружений и пожарных отсеков.

В данной статье Федерального закона рассматриваются пределы огнестойкости и виды строительных конструкций, которые выполняют функции противопожарных преград, а также соответствующие им типы заполнений проемов и тамбур-шлюзов.

Противопожарные стены должны возводиться от фундамента до крыши здания или сооружения, либо до противопожарных перекрытий первого типа.

Они призваны предотвратить распространение огня в смежные пожарные отсеки, включая ситуации, когда происходит обрушение конструкций со стороны очага возгорания. Участки, где противопожарные стены, перекрытия и перегородки соединяются с другими ограждающими конструкциями, должны обладать уровнем огнестойкости не ниже, чем у соединяемых преград.

Конструктивное исполнение стыков противопожарных стен с другими стенами зданий должно исключать возможность обхода этих преград огнем.

Окна в противопожарных барьерах должны быть неподвижными, а двери и ворота, обеспечивающие защиту от пожара, должны быть снабжены механизмами для самозакрывания. Противопожарные двери, ворота, шторы, люки и клапаны, которые могут оставаться открытыми, должны быть оборудованы устройствами, которые автоматически закроют их в случае возникновения пожара.

Общая площадь проемов в противопожарных барьерах не должна превышать 25 процентов от их общей площади.

В противопожарных преградах, которые разделяют помещения категорий (А) и (Б) от пространств иной категории, а также коридоров, лестничных клеток и холлов лифтов, необходимо организовать тамбур-шлюзы с постоянной подачей воздуха. Использование общих тамбур-шлюзов для двух или более смежных помещений категорий (А) и (Б) не разрешается.

В проемах противопожарных преград, которые не могут закрываться противопожарными дверями или воротами, для сообщения между смежными помещениями категории (В) или (Г) и помещениями категории (Д) должно быть предусмотрено устройство открытых тамбуров, оборудованных установками автоматического пожаротушения, или должны быть установлены вместо дверей и ворот противопожарные шторы, экраны.

Ограждающие конструкции этих тамбуров должны быть противопожарными.

Эти тамбуры должны быть оснащены системами автоматического пожаротушения или заменены противопожарными шторами и экранами. Конструкции ограждений таких тамбуров должны быть выдержаны в пожарной безопасности.

Противопожарные шторы и экраны должны быть изготовлены из материалов, относящихся к группе горючести НГ.

Запрещается проходить сквозь противопожарные стены и перекрытия первого типа с помощью каналов, шахт и трубопроводов для транспортировки горючих газов, пылевых смесей, жидкостей и других веществ.

В местах, где происходит пересечение противопожарных преград каналами, шахтами и трубопроводами (за исключением систем противодымной защиты), необходимо предусматривать автоматические устройства для предотвращения распространения огня.

На подземных этажах зданий доступ к лифтам должен осуществляться через тамбур-шлюзы первого типа с избыточным давлением воздуха в случае пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
4. Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
5. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479. «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

УДК 614.841.48

А. О. Смирнов
Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина

ОСОБЕННОСТИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

В статье рассмотрены особенности тушения электромобилей и приведены рекомендации в соответствии с ними. Дан краткий обзор причин возгораний. Представлен подробный обзор методов тушения электромобилей. Проведён анализ представленной информации, сделаны выводы.

Ключевые слова: особенности тушения электромобилей; способы тушения электромобилей.

A. O. Smirnov

FIRE EXTINGUISHING FEATURES OF ELECTRIC VEHICLES

The article discusses the features of extinguishing electric vehicles and provides recommendations in accordance with them. A brief overview of the causes of fires is given. A detailed overview of methods for extinguishing electric vehicles is provided. The analysis of the presented information was carried out and conclusions were done.

Keywords: features of extinguishing electric vehicles; methods of extinguishing electric vehicles**.**

© Смирнов А. О., 2025

Введение

В последние годы в развитых странах возрастает спрос на электромобили. Для их комфортной эксплуатации постепенно создаются необходимые условия, некоторые страны стимулируют своих граждан к приобретению таких машин различными льготами. Их использование по сравнению с традиционными машинами наносит существенно меньший вред окружающей среде. Но при всех преимуществах электромобилей их возгорание представляет собой огромную проблему для пожарных, так как её решение требует большого количества ресурсов, поскольку нет единых стандартов изготовления данного вида транспорта. Также сложность тушения создаёт отсутствие прямого доступа к месту возгорания из-за герметичности аккумуляторной батареи. В данной статье рассмотрены особенности и способы тушения электромобилей.

Особенности пожаротушения электромобилей

Электромобиль (рис. 1) - автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от независимого источника электроэнергии.

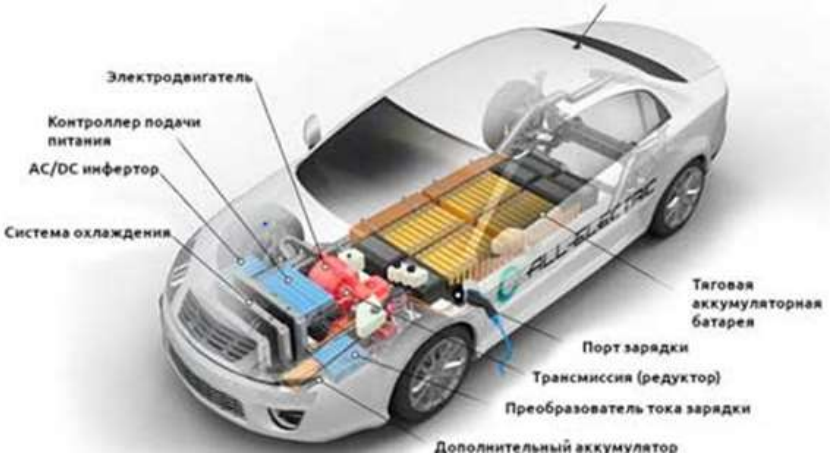


Рис. 1. Устройство электромобиля

Основные причины возгорания электромобилей:
- экстремальные температуры, высокая влажность;
- дефекты в конструкции батареи;
- неисправность во время зарядки;
- повреждение аккумулятора и ДТП;
- повторное возгорание после тушения;
- внешние источники.

Все виды повреждений, в конечном счёте, приводят к короткому замыканию в аккумуляторе, которое возникает, когда анод и катод, разделенные пористым полимерным сепаратором, взаимодействуют друг с другом.

Возгорание в аккумуляторной батарее происходит постепенно, и пассажирам, как правило, удается спастись.

Первой особенностью является отсутствие единого стандарта по производству электромобилей. Это усложняет задачу из-за сильного различия конструкции электромобилей разных марок, сложно сходу определить расположение батареи. При этом аккумулятора находится в прочном, в значительной степени водонепроницаемом корпусе, который имеет защиту и интегрируется в конструкцию автомобиля, что не позволяет огнетушащему веществу проникнуть непосредственно в аккумулятор и делает внешнее охлаждение большим количеством воды малоэффективным.

Следующая особенность заключается в возможности повторного возгорания, без видимых причин спустя значительное время после тушения. Поэтому чтобы исключить повторные возгорания, после ликвидации пожара рекомендуется отправить автомобиль на 48-часовой карантин в специально подготовленном месте, исключающем нахождение поблизости легковоспламеняющихся предметов и поверхностей, а также других машин.

Ещё одна особенность представляет собой угрозу поражением электрическим током, поэтому следует проводить тушение с соблюдением правил техники безопасности, то есть необходимо заземлять пожарные автомобили и пожарные стволы, а также использовать диэлектрические боты и перчатки, и в случае, если во время возгорания, электромобиль подключён к зарядной станции, сначала следует её обесточить.

Заключительной особенностью тушения электромобилей является то, что во время горения аккумуляторной батареи производятся токсичные пары – оксиды лития, никеля, углерода, меди и кобальта, что может привести к поражению дыхательных путей. Поэтому каждый пожарный должен использовать средства индивидуальной защиты органов дыхания. Кроме того, в этом случае необходимо принять меры, чтобы в зоне тушения не находились люди.

Существующие на данный момент способы тушения электромобилей:

1. Использование пожарного контейнера. Горящий электромобиль помещают в контейнер и наполняют водой, где он стоит до прекращения пожара. Этот метод редко используется, поскольку он содержит серьёзные недостатки, такие как: необходимость очищения загрязнённой воды, повреждение неповреждённых элементов батареи и высокую стоимость контейнера.

2. Охлаждение водой. Суть метода заключается в том, что горящий электромобиль тушат большим количеством воды (около 11 тысяч литров воды) с целью охлаждения аккумулятора. Недостатками данного метода являются потребление большого количества воды, выделение водорода в случае с тушением литий-ионных аккумуляторов, а также попадание загрязнённой воды в окружающую среду.

3. Применение ствола-пробойника. Ствол-пробойник вводится в корпус аккумуляторной батареи после чего по нему поступает вода в горящие элементы. Данный способ расходует небольшое количество воды и быстро справляется с возгоранием, но при этом требует специальной подготовки перед применением.

4. Люк для доступа пожарных. Некоторые компании производители оснащают свои электромобили специальным люком для доступа пожарных. Интересная концепция, разработанная в сотрудничестве с пожарными, состоит из двух термочувствительных компонентов, один из которых находится на шасси, а другой – на корпусе батареи. В случае пожара эти элементы плавятся, и образуется отверстие для доступа к батарее. Пожарные могут использовать это отверстие для подачи воды напрямую в батарею, тем самым обеспечив тушение пожара в течение короткого времени небольшим количеством воды. К сожалению, не все компании производители оснащают таким люком свои электромобили.

5. Противопожарное полотно. Противопожарное полотно используется для тушения пожара на начальной стадии и для подавления образующегося дыма. Противопожарное полотно может также предотвратить распространение огня на другие транспортные средства. Применение полотна в развитой фазе пожара нецелесообразно.

Рис. 2. Пример тушения электромобиля большим количеством воды

Заключение

По статистике электромобили более надежные, чем автомобили с двигателем внутреннего сгорания. Это доказывают данные агрегатора страховых компаний AutoinsuranceEZ, в которых говорится, что на 100 тысяч, проданных электромобилей приходится в среднем 25 возгораний, а у традиционных автомобилей с двигателем внутреннего сгорания этот показатель составляет более 1500 возгораний на 100 тысяч проданных машин. Наиболее перспективным направлением в области тушения электромобилей является разработка стандартов производства электромобилей с люком для доступа пожарных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. https://firefinder.ru/statyi/osobennosti-pozharov-elektromobilej-i-sposoby-ih-tusheniya/
2. https://www.ktbe.ru/blog/osobennosti-goreniya-i-tusheniya-elektromobiley/
3. https://firefinder.ru/statyi/sravnenie-sposobov-tusheniya-pozharov-elektromobilej/?ysclid=m7kbctnx1p795659912
4. https://motor.ru/thumb/1280x720/filters:quality(75)/imgs/2020/07/31/18/4029550/a4f9ea4c205865b66e53682cbed5df94255f6572.jpg
5. https://fireman.club/wp-content/uploads/2023/07/plan-konspekt-tushenie-elektromobilej.jpg

УДК 614.841.332

Н. В Смирнов, В. В. Булгаков, Т. С. Зубань, О. И. Молчадский, Н. Б. Аверкина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

К ВОПРОСУ О ГОРЮЧЕСТИ МАТЕРИАЛОВ КОНСТРУКТИВНОЙ ОГНЕЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В статье представлены отдельные результаты исследований горючести материалов, используемых в качестве конструктивной огнезащиты строительных конструкций. Представлены экспериментальные данные по определению теплофизических характеристик (низшей рабочей теплоты сгорания, теплоемкости и коэффициента теплопроводности, полученных с помощью термоаналитических методов испытаний в сравнении с древесиной сосны).

Ключевые слова: средства огнезащиты; конструктивная огнезащита; горючесть материалов; теплофизические параметры; огнезащитная обработка; теплота сгорания.

N. V. Smirnov, V.V. Bulgakov, T. S. Zuban, O. I. Molchadskij, N. B. Averkina

TO THE ISSUE OF THE FLAMMABILITY OF MATERIALS FOR STRUCTURAL FIRE PROTECTION OF BUILDING STRUCTURES

The article presents separate results of studies on the flammability of materials used as structural fire protection for building structures. Experimental data on the determination of thermo physical characteristics (the lowest working heat of combustion, heat capacity and coefficient of thermal conductivity obtained using thermoanalytical test methods in comparison with pine wood) are presented.

Keywords: fire protection means; structural fire protection; combustibility of materials; thermo physical parameters, fireproofing treatment; heat of combustion.

© Смирнов Н. В, Булгаков В. В., Зубань Т. С., Молчадский О. И., Аверкина Н. Б., 2025

Современное строительство зданий (сооружений) различного функционального назначения трудно представить без применения средств огнезащиты (СО) конструкций, изделий. Однако, важнейшим аспектом процесса огнезащитной обработки объектов огнезащиты (металла, древесины и материалов на ее основе, полимерных, текстильных материалов, кабельной продукции и проходок) является корректное и грамотное применение СО, обеспечивающее требуемые действующими нормативными документами показатели огнестойкости и пожарной опасности. Данный аспект характеризуется обязательным обеспечением выполнения следующих основных условий: наличие полного комплекта нормативно-технической документации на объект огнезащиты и СО, корректные и наиболее полные результаты стандартных и иных испытаний СО на огнезащитную эффективность (огнестойкость и пожарную опасность), квалифицированное нанесение (монтаж) средств огнезащиты).

Указанным условиям в настоящее время, как правило, удовлетворяет конструктивная огнезащита строительных конструкций, выполненных с применением плитных или иных специальных строительных материалов (минераловатные маты, гипсокартонные, асбосилитовые, вермикулитовые, фиброцементные, цементно-стружечные листы и др.). Необходимость применения конструктивного способа огнезащиты в строительстве регламентируется п. 5.4.3 СП 2.13130.2020 [1].

Для строительных материалов, входящих в состав конструктивной огнезащиты, наиболее важными эксплуатационными характеристиками являются горючесть, плотность, теплопроводность, теплоемкость. Указанные показатели могут определяться экспериментально по методикам, изложенным в [2, 3]. Кроме того, горючесть материалов (изделий), входящих в состав конструктивной огнезащиты, может определяться аналитически с использованием подхода, представленного в работах [4, 5] и др., для чего, в свою очередь, необходимо знать величины коэффициента теплопроводности λ, теплоемкости С, низшей теплоты сгорания $Q^{р}_{н}$, коэффициента полноты горения η, температуры воспламенения $T_{в}$ (если материал не относится к группе негорючих), т.е. прогноз горючести материала базируется на результатах оценки количества теплоты, выделенного материалом при горении, количества подведенного тепла, необходимого для воспламенения материала. В таблице представлены экспериментальные данные, полученные с помощью термоаналитических (ТА) методов исследований [5].

Таблица. **Теплофизические параметры, полученные методами ТА**

№ п/п	Наименование материала	$Q^{р}_{н}$, МДж·кг$^{-1}$	λ, Вт · м$^{-1}$·К$^{-1}$	$C_{р}$, кДж·кг$^{-1}$ ·К$^{-1}$
1.	Плиты вермикулитовые	0	0,145	1,8 (при температуре 420° С)
2.	Огнезащитный материал	13,3	0,044	14,2 (при температуре 420° С)
3.	Древесина сосны	15,8	0,076	3,4 (при температуре 140° С)

В таблице представлены экспериментальные данные образцов материалов, используемых в качестве конструктивной огнезащиты, в сравнении с древесиной сосны.

Имеются случаи, когда на практике в качестве конструктивной огнезащиты необходимо применять материалы, не способные воспламеняться и гореть при температуре 1000° С и выше. Следует отметить, что по методике ГОСТ 30244-94 группа негорючих материалов определяется при температуре 750° С. Таким образом, негорючие жаропрочные материалы могут иметь свою специфичную область применения (например, при возможных углеводородных пожарах) для огнезащиты конструкций REI 90 и более.

Как видно из таблицы, одним из показателей, характеризующих пожарную опасность материалов, является их теплота сгорания. Для негорючих материалов, составляющих конструктивную огнезащиту, характерны значения $Q^{р}_{н,} \leq 2{,}0$ МДж·кг$^{-1}$.

Для определения показателей пожарной опасности, термоаналитических, теплофизических и кинетических характеристик подобных материалов весьма перспективно создавать экспериментальные стенды (комплексы), в состав которых входят термоаналитические, термомеханические, ИК-спектроскопические, хромато-масс-спектрометрические приборы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты Обеспечение огнестойкости объектов защиты».

2. ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные Методы испытаний на горючесть».

3. ГОСТ Р 56025-2014. «Материалы строительные. Метод определения теплоты сгорания».

4. Некоторые актуальные аспекты обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений /А.В. Зубань, В.В. Булгаков, А.В. Булгаков//Сборник под общ. ред. д.т.н., профессора, академика НАНПБ Н.В. Смирнова. – М.: ФГБУ ВНИИПО, 2024. – 315 с.

5. Смирнов Н.В. Прогнозирование пожарной опасности материалов: дис. д-ра техн. наук. – М., 2002. – 273 с.

УДК 544.588

С. А. Смирнов, Т. Г. Шикова, И. В. Холодков, А. С. Поспелов, И. И. Сажин
Ивановский государственный химико-технологический университет

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ПЛЕНОК ПВДФ В РАЗРЯДАХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

В статье приведены результаты поляризации пленок ПВДФ в тлеющем, барьерном и коронном разрядах. Показано, что наибольшее значение пьезокоэффициента d_{33} достигается при обработке в коронном разряде без нагрева образа. При хранении поляризованного образца пьезоэлектрические свойства снижаются, но спустя почти 3 месяца значение коэффициента d_{33} составляет более 60% от величины, полученной сразу после обработки. На основе результатов измерения поверхностного потенциала образцов предложен механизм поляризации пленок ПВДФ в коронном разряде.

Ключевые слова: поливинилиденфторид, ПВДФ, пьезоэлектрические свойства, пьезокоэффициент, коронный разряд, тлеющий разряд, барьерный разряд.

S. A. Smirnov, T. G. Shikova, I. V. Kholodkov, A. S. Pospelov, I. I. Sazhin

POLARIZATION OF PVDF FILMS IN VARIOUS TYPES OF DISCHARGES

The article presents the results of polarization of PVDF films in glow, barrier, and corona discharges. It is shown that the highest value of the piezoelectric effect d_{33} is achieved when processing in a corona discharge without heating the image. When storing a polarized sample, the piezoelectric properties decrease, but after almost 3 months, the value of the d_{33} coefficient is more than 60% of the value obtained immediately after processing. Based on the results of measuring the surface potential of the samples, a mechanism for polarization of PVDF films in a corona discharge is proposed.

Keywords: polyvinylidene fluoride, PVDF, piezoelectric properties, piezoelectric effect, corona discharge, glow discharge, barrier discharge.

Введение

Высокий уровень современной техногенной нагрузки на окружающую среду приводит к необходимости применения систем контроля, обеспечивающих газовую и пожарную безопасность промышленных предприятий, транспорта и объектов ЖКХ. Источниками информации в таких системах являются газовые датчики, газосигнализаторы и пожарные извещатели. Основу таких систем составляет широкая номенклатура газовых и

© Смирнов С. А., Шикова Т. Г., Холодков И. В., Поспелов А. С., Сажин И. И., 2025

других сенсоров, технологически совместимых с микроэлектронными средствами обработки данных. Одним из перспективных материалов, используемых для создания таких сенсоров является полимерный сегнетоэлектрик поливинилиденфторид (ПВДФ). На его основе работают датчики давления [1], влажности, скорости потока, тактильные датчики [2]. Свойства ПВДФ определяются его составом и структурой: это аморфно-кристаллический полимер, имеющий разные кристаллические фазы, из которых основными являются α и β полиморфные модификации. Пьезо- и пироэлектрическими свойствами обладает β фаза. Для проявления выраженных пьезоэлектрических свойств необходимо провести поляризацию пленок, при которой происходит ориентирование диполей кристаллитов. Поляризацию пленок можно проводить в разрядах различного типа, которые характеризуются разными значениями потоков и энергии заряженных частиц. Целью данной работы было исследование влияния обработки в барьерном, тлеющем и коронном разрядах на пьезоэлектрические свойства пленки ПВДФ.

Методики экспериментальных исследований

Объектами исследования являлись одноосновытянутые неполяризованная (Unpoled) и поляризованная (Poled) пленки гомополимера ПВДФ фирмы PolyK, США, толщиной 28 мкм.

Поляризацию пленок проводили в импульсном коронном разряде в воздухе (напряжение на отрицательном ионизирующем электроде 30 кВ, импульсный ионный ток 15 мкА, скважность 10). Образец размером 50×30 мм размещался на подогреваемом заземленном электроде на расстоянии 15 мм от ионизирующего лезвия. Обработка проводилась в течение 10 или 20 минут. Температура заземленного электрода с образцом регулировалась подогревателем и контролировалась термопарой.

Для поляризации пленки ПВДФ использовали тлеющий разряд постоянного тока, создаваемый в реакторе, схема которого приведена в работе [3]. Обработка проводилась в течение 10 мин при токе разряда 20 мА и давлении 50 Па. В качестве плазмообразующего газа использовался чистый CF_4, объемный расход которого составлял 10 см^3/с.

Обработку в барьерном разряде атмосферного давления проводили при следующих параметрах: U = 3,5 кВ, I = 160 мА, f = 9,5 кГц, зазор между обрабатываемым материалом и электродами составлял 5 мм, время обработки 10 или 20 минут.

Измерение пьезокоэффициента d_{33} проводили на приборе YE2730A (Sinocera Piezotronics, КНР) при калиброванной нагрузке 0,25 Н и частоте 110 Гц в 10 точках. Электроды из нержавеющей стали толщиной ~40-50 мкм наносили методом магнетронного распыления в разряде аргона.

Экспериментальные результаты

Разряды, используемые для поляризации пленок ПВДФ в данной работе, характеризуются разной напряженностью электрического поля, что приводит к разной энергии заряженных частиц, воздействующих на поверхность образца. Тлеющий разряд низкого давления характеризуется невысокой температурой и напряженностью электрического поля (до 100 В/см), но очень высокой однородностью потоков активных частиц на обрабатываемую поверхность, находящуюся в положительном столбе разряда. В коронном разряде благодаря очень высоким напряженностям поля более 30кВ/см заряженными частицами достигается самая высокая энергия, но из-за асимметрии электродов наблюдается неоднородность свойств обрабатываемой поверхности. Барьерный разряд при атмосферном давлении характеризуется высокими напряженностью электрического поля (10 кВ/см) и плотностью потоков высокоэнергетичных частиц на обрабатываемую поверхность. Рекомбинация и дезактивация этих активных частиц приводит к большому тепловыделению на образце.

Измерение пьезокоэффициента d_{33} у исходных и обработанных пленок ПВДФ показало, что воздействие барьерного и тлеющего разрядов лишь незначительно увеличивает пьезокоэффициент по сравнению с необработанным образцом (табл. 1). Это говорит о небольшой ориентации диполей пленки после обработки в этих разрядах. При увеличении времени обработки в барьерном разряде до 10 мин достигаемый эффект полностью исчезает, что может быть связано с разрушением ориентированной структуры при длительном воздействии. Наилучший эффект поляризации наблюдается при воздействии коронного разряда. Измерения пьезокоэффициента d_{33} пленок проводили без напыления проводящих электродов.

Таблица 1. **Результаты измерений пьезокоэффициента d_{33} пленок ПВДФ обработанных в различных разрядах**

Условия обработки пленки	исходный	Барьерный разряд, 2 мин	Барьерный разряд, 5 мин	Барьерный разряд, 10 мин	Тлеющий разряд, 10 мин	Коронный разряд, 10 мин
d_{33}, пКл/Н	2,8±0,4	4,9±0,1	5,1±0,1	3,0±0,3	4,5±0,1	21,8±2,5

Поляризация в тлеющем разряде проводилась в атмосфере CF_4. Выбор тетрафторметана в качестве плазмообразующего газа обусловлен более высокими, по сравнению с кислородом, скоростями прилипания электронов к атомам фтора и радикалам CF_3, что в результате позволяет получить более высокие плотности потоков отрицательных ионов на обрабатываемую поверхность. Но так как напряженность электрического поля в этом разряде на 2-3 порядка ниже, чем в коронном, заряженные частицы не приобретают энергии, достаточной для формирования заметного числа электретных состояний [4].

В коронном разряде благодаря самой высокой из рассматриваемых разрядов напряженности электрического поля заряженные частицы приобретают очень высокую энергию и инжектируются в приповерхностный слой полимера, что облегчает ориентацию диполей кристаллитов образца.

Результаты, приведенные в табл. 1, также показывают, что при обработке в коронном разряде наблюдается самый большой разброс значений пьезокоэффициента по поверхности образца, что подтверждает неоднородность свойств полимера при этом способе поляризации.

В табл. 2 представлены результаты исследования стабильности во времени эффекта, получаемого при обработке пленки в коронном разряде, при хранении образца в условиях атмосферы. С течением времени пьезокоэффициент d_{33} снижается, но даже спустя почти 3 месяца, его величина более чем в 5 раз выше, чем у неполяризованного образца.

С целью исследования влияния температуры образца на эффективность поляризации пленок в коронном разряде был проведен эксперимент при различной температуре подложкодержателя. В табл. 3 приведены усреднённые по 10 измерениям значения пьезокоэффициента d_{33}, полученные на разных сторонах пленок после обработки в коронном разряде в течение 10 мин. После поляризации на образцы с обеих сторон методом магнетронного распыления была нанесена пленка нержавеющей стали толщиной ~40-50 нм. Приведенные результаты показывают, что наилучший эффект поляризации наблюдается при обработке пленок без нагрева подложкодержателя.

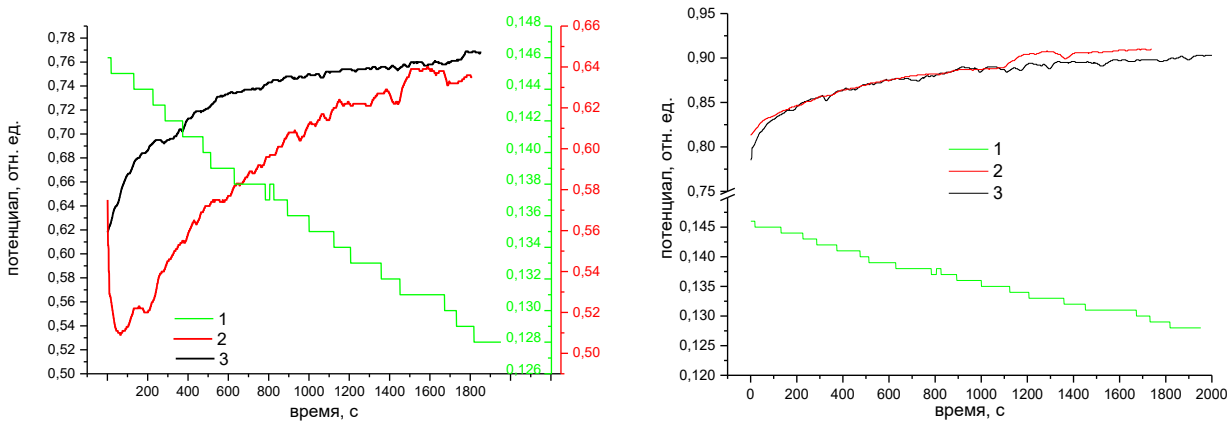
Таблица 2. **Влияние времени хранения пленок ПВДФ после обработки в коронном разряде на величину пьезокоэффициента d_{33}**

Условия обработки пленки	исходный	Коронный разряд, сразу	Коронный разряд, 1 день	Коронный разряд, 1 неделя	Коронный разряд, 30 дней	Коронный разряд, 90 дней
d_{33}, пКл/Н	2,8±0,4	24±0,5	21±2,5	16±3	15±3	14,8±2,5

Таблица 3. **Пьезокоэффициент d_{33} пленок ПВДФ, обработанных в коронном разряде при различной температуре подложкодержателя**

Условия обработки пленки	Unpoled	Poled	Коронный разряд, 21 °C	Коронный разряд, 45 °C	Коронный разряд, 60 °C	Коронный разряд, 75 °C
d_{33}, пКл/Н	3,8±0,5	46±7	38±5	31±3	27±1	24±3
d_{33}, пКл/Н	3,8±0,5	-36±3	-28±1	-26±3	-21±1	-15±2

На рисунке приведены результаты измерения поверхностного потенциала пленок ПВДФ. В нашем случае с течением времени происходит релаксация поверхностного заряда с обеих сторон поляризованной пленки (рис. 1 а, б).



а) б)

Рисунок. Результаты измерения поверхностного потенциала пленок ПВДФ, обработанных в тлеющем разряде (1), коронном разряде (2) и коронном разряде с подогревом подложкодержателя до 75°С (3) а) и б) - разные стороны пленки

Можно предположить, что основным механизмом поляризации ПВДФ (образования в объеме пленки короноэлектретов) является бомбардировка поверхности пленки ионами, ускоренными полем коронного разряда и создающими в приповерхностном слое структурные дефекты с большим поверхностным зарядом. Заряды, инжектированные из коронного разряда на поверхностные ловушки диэлектрика, могут иметь различный знак (гомозаряды и гетерозаряды). Разность гетеро- и гомозарядов определяет результирующий заряд поверхности электрета. Преобладанием того или иного заряда объясняется инверсия его изменения на поверхности во времени. Гомозаряды сохраняются в течение более длительного времени по сравнению с гетерозарядами. Поверхностная плотность зарядов, наблюдающаяся у различных электретов может составлять10^{-6}–10^{-4} Кл/м^2. При напряженности поляризующего поля менее 0,5 МВ/м, как правило, обнаруживается только гетерозаряд, при полях более 1 МВ/м – гомозаряд. Время жизни электретов в нормальных условиях может достигать нескольких лет и быстро уменьшаться с повышением температуры и влажности окружающей среды. При нагревании происходит освобождение носителей заряда, захваченных ловушками, а также нейтрализация объемных зарядов за счет электропроводности материала. Для диэлектриков с очень высоким удельным сопротивлением релаксация зарядов, локализованных на глубоких ловушках, происходит очень медленно.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (шифр научной темы FSFN-2024-0014).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. А. Борисёнок, В. Г. Симаков, В. Г. Куропаткин, В. А. Брагунец, В. А. Волгин, В. Н. Ромаев, В. В. Тукмаков, В. А. Кручинин, А. А. Лебедева, Д. Р. Гончарова, М. В. Жерноклетов ПВДФ-датчик динамического давления // Приборы и техника эксперимента, 2008, №4, с. 113-121.
2. Gulnur Kalimuldina, Nursultan Turdakyn, Ingkar Abay, Alisher Medeubayev, Arailym Nurpeissova, Desmond Adair and Zhumabay Bakenov // A Review of Piezoelectric PVDF Film by Electrospinning and Its Applications // Sensors 2020, 20, 5214
3. И. В. Холодков, В. П. Кудрякова, И. М. Смирнова, Н. В. Холодкова Использование тлеющего разряда постоянного тока для улучшения гидрофобных характеристик поверхности полимерных материалов // Естественные науки и пожаробезопасность: проблемы и перспективы исследований: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 21 марта 2024 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024, с.114-119.
4. A. A. Rychkov, M. Yu. Yablokov, A. E. Kuznetsov, A. B. Gil’man, and A. A. Kuznetsov The Electret Properties of Tetrafluoroethylene–Hexafluoropropylene Copolymer Films Modified in Glow Discharge // High Energy Chemistry, 2010, Vol. 44, No. 4, pp. 347–350

УДК 66.0

Д. Г. Снегирев, Е. П. Гришина, Ж. Ф. Гессе
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ ТИПА ПВС

Представлены результаты анализа литературы по потребности в электрических кабелях на период до 2027 года. Описан химический состав и пожарная опасность электрического кабеля типа ПВС. Дана оценка поведению полимерного изолирующего покрытия в условиях воздействия температуры.

Ключевые слова: электрический кабель; жила; полимерное изолирующее покрытие; поливинилхлорид; диоктилфталат; диоктилтерефталат; диизононилфталат; кислородный индекс.

D. G. Snegirev, E. P. Grishina, Zh. F. Gesse

CHEMICAL COMPOSITION AND FIRE HAZARD PVS TYPE ELECTRIC CABLE

© Снегирев Д. Г., Гришина Е. П., Гессе Ж. Ф., 2025

The results of the literature analysis on the demand for electrical cables for the period up to 2027 are presented. The chemical composition and fire hazard of an electrical cable of the PVS type are described. An assessment of the behavior of a polymer insulating coating under the influence of temperature is given.

Keywords: electric cable; core; polymer insulating coating; polyvinyl chloride; dioctyl phthalate; dioctyl terephthalate; diisononyl phthalate; oxygen index.

Надежное и эффективное обеспечение энергоснабжения в промышленности и сельском хозяйстве невозможно без использования электрических кабелей различных типов. Основными факторами, стимулирующими постоянный спрос на этот вид продукции, являются:

1) увеличение потребности в электроэнергии;
2) развитие инфраструктуры;
3) инновации в технологиях.

По ранее сделанным прогнозам специалистов производство электрических кабелей на напряжение не более 1 кВ в России к 2025 году должно было составить около 5 200 000 км, а к 2027 году – вырасти до 5 419 148 км [1].

Широкое использование электрооборудования в жилых, общественных зданиях и промышленных объектах обусловило высокую потребность в различных типах электрических кабелей. Большой процент в имеющемся ассортименте составляют 2-х жильные кабели из меди типа ПВС (рис. 1), характеризующиеся высокими техническими характеристиками, эластичностью и минимальным удельным сопротивлением.

Каждая медная жила создает путь для электрического тока, имеет отдельную и общую изоляцию, состоящую из поливинилхлорида (ПВХ). Отдельная изоляция создает диэлектрический промежуток, позволяющий минимизировать перегрев кабеля.

Рис. 1. Двухжильный медный электрический кабель ПВС

Выбор типа кабеля обусловлен условиями его использования. Расчет сечения жил кабеля должен соответствовать нагрузкам. Недостаточная площадь сечения жилы резко повышает нагрузку на кабель, что приводит к его перегреву и возникновению аварийной ситуации [2].

ПВХ – горючее вещество с температурой воспламенения аэрогеля 390°С, температурой разложения 140°С и теплотой сгорания 18000-20700 кДж/кг [3]. Структурная формула молекулы поливинилхлорида приведена ниже:

$$(-\ CH_2 - CHCl\ -)_n$$

При термическом разложении ПВХ происходит выделение значительного количества хлороводорода – токсичного вещества, относящегося к третьему классу опасности и приводящего к отеку легких.

Однако при этом поливинилхлорид обладает важным для промышленного использования свойством: при ограниченном доступе кислорода его горение прекращается. Необходимо отметить, что введение пластификаторов пониженной пожарной опасности, позволяющих придать полимеру эластичность, может способствовать распространению пламени.

С целью повышения устойчивости к термическому воздействию при создании полимерной композиции для получения изоляции применяют следующие меры:

– дозировка пластификатора;

– применение термостойких пластификаторов;

– применение в полимерной композиции антипиренов.

В качестве термостойких пластификаторов в производстве широко используются пластификаторы марки ДОФ (диоктилфталат), ДОТФ (диоктилтерефталат) и ДИНФ (диизононилфталат).

К показателям пожарной опасности полимерных материалов относится кислородный индекс (КИ), показывающий долю кислорода, при котором поддерживается устойчивое самостоятельное горение полимера. Содержание кислорода в воздухе составляет ~ 21 %, поэтому, если горение испытываемого материала происходит при КИ >> 21 %, то он считается трудногорючим.

Специфика практического использования электрокабелей такова, что при возникновении аварийной ситуации полимерная изоляция часто находится под постоянным термическим воздействием. Поэтому материал должен быть устойчив к постоянному термическому воздействию и иметь высокое значение кислородного индекса (для поливинилхлорида КИ = 49 % [4]).

В требованиях пожарной безопасности к кабельным изделиям [5] понятие огнестойкости понимается как параметр, характеризующий работоспособность кабельного изделия, т.е. его способность продолжать выполнять заданные функции при воздействии и после воздействия источника пламени в течение заданного периода времени. В марке кабеля необходимо указывать его пожаробезопасность. Так, электрокабели, не допускающие распространения пламени при групповой прокладке (кабели

расположены друг к другу ближе 30 см) имеют в маркировке обозначение «нг». Полимерная изоляция кабеля не должна способствовать распространению пламени (рис. 2).

Рис. 2. ПВХ изоляция электрокабеля после термического воздействия

При исследовании пожарной опасности электрических кабелей с изоляционным покрытием из ПВХ особый интерес представляет изучение температуры и скорости разложения полимера, а также влияние на эти параметры медной жилы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обзор российского рынка проводов и кабелей на напряжение не более 1 кВ. Август 2023. Прогноз развития до 2027 года. Режим доступа: https://agroan.ru/.
2. СтройТехснабжение. Режим доступа: https://sts-kabel.ru/.
3. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. -2-е изд. перераб. и доп.- М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. 1. – 713 с.; Ч. 2. – 774 с.
4. ПВХ пониженной пожарной опасности для кабелей. Режим доступа: https://www.elec.ru/publications/.
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности».

УДК 614.841.1

Г. А. Соколик, С. Л. Лейнова, С. Ф. Свирщевский, С. Я. Рубинчик
Белорусский государственный университет

КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В данной статье рассмотрены вопросы пожарной безопасности теплоизоляционных материалов и изделий, применяемых на территории Республики Беларусь, и приведена их

© Соколик Г. А., Лейнова С. Л., Свирщевский С. Ф., Рубинчик С. Я., 2025

классификация. Оценена токсическая опасность продуктов используемых горения. Показано, что наибольшее распространение получили утеплители на основе пенополистирола, однако его высокая токсичность при термическом воздействии требует тщательного контроля при использовании.

Ключевые слова: пожарная безопасность; токсичность продуктов горения; вутренняя отделка помещений; теплоизоляционные материалы

G. Sokolik, S. Leinova, S. Svirshevsky, S. Rubinchik

CLASSIFICATION OF MATERIALS USED AS THERMAL INSULATION IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

This article examines the fire safety issues of thermal insulation materials and products used in the Republic of Belarus and provides their classification. The toxic hazard of combustion products used is assessed. It is shown that the most widely used insulation materials are polystyrene foam, however, its high toxicity under thermal exposure requires careful monitoring during use.

Keywords: fire safety; toxicity of combustion products; interior decoration; thermal insulation materials.

Пожарная безопасность зданий и сооружений является одной из ключевых составляющих их эксплуатации, и теплоизоляционные материалы играют при этом важную роль. В современных условиях существует широкий спектр утеплителей - теплоизоляционных материалов и изделий на их основе, которые обладают различными физико-химическими свойствами и, соответственно, различной степенью пожарной опасности.

Пожарная опасность материалов и изделий, используемых в качестве утеплителей, определяется на основании различных показателей, в том числе, и по токсичности продуктов горения, образующихся при воздействии при воздействии высоких температур [1,2]. Оценка пожарной опасности теплоизоляционных материалов и изделий на их основе проводится в соответствии с установленными нормативными документами.

Важно учитывать, что при возгорании все утеплители, которые не являются не горючими, могут значительно влиять на скорость распространения огня, а также на уровень опасности для людей, находящихся в здании.

Материалы и изделия на их основе, используемые в качестве теплоизоляционных на территории Республики Беларусь за период 2003-2024 г., были поделены на группы и подгруппы в соответствии с их основным (базовым) составом, физико-химическими свойствами и технологией изготовления, как показано в таблице.

Таблица. **Классификация теплоизоляционных материалов**

<table>
<tr><th colspan="2">Неорганические теплоизоляционные материалы</th><th colspan="3">Органические теплоизоляционные материалы</th></tr>
<tr><td>Материалы и изделия на основе минеральных и стеклянных волокон</td><td>Материалы на основе полых стеклянных и керамических микросфер</td><td>Газонаполненные пластмассы</td><td>Утеплитель из полиэфирных (полиэстеровых) волокон</td><td>Эковата из целлюлозных волокон</td></tr>
<tr><td>плиты из минеральной ваты</td><td rowspan="8">покрытие керамическое (жидкое), покрытие керамическое (твердое), покрытие стеклокерамическое</td><td>пено-полистирол</td><td rowspan="8">полиэфирные волокна нетканые</td><td rowspan="8">вата целлюлозная (рыхлая)</td></tr>
<tr><td>изделия на основе стекловолокна</td><td>пенополиуретан</td></tr>
<tr><td>маты прошивные из минеральной ваты</td><td>пенопласты из полиизоцианурата</td></tr>
<tr><td>маты вертикально-слоистые из минеральной ваты</td><td>фенолформальдегидные пенопласты</td></tr>
<tr><td rowspan="2">панели металлические трехслойные с утеплителем из минераловатных плит</td><td>карбамидно-формальдегидные пенопласты</td></tr>
<tr><td>поливинилхлоридные пенопласты</td></tr>
<tr><td rowspan="2">цилиндры и полуцилиндры из минеральной ваты на синтетическом связующем</td><td>пенополиэтилен</td></tr>
<tr><td>вспененный каучук</td></tr>
</table>

В классификации, представленной в таблице, все применяемые материалы предлагается поделить на две основные группы. В группу 1 включены теплоизоляционные материалы и изделия, изготовленные на основе неорганических веществ, в группу 2 − теплоизоляционные материалы и изделия, изготовленные на основе органических веществ.

Предлагаемая классификация учитывает все типы материалов, для которых был проведен контроль пожарной опасности в указанный отрезок времени, в том числе, определена токсическая опасность продуктов их горения.

Показатели токсичности продуктов горения определялись в соответствии с [1, 2]. В соответствии с данными нормативными документами, все материалы на основании установленных значений показателей токсичности продуктов их

горения делятся на малоопасные, умереннопасные, высокоопасные и чрезвычайно опасные.

Классификация, представленная в таблице, согласуется с классификацией теплоизоляционных материалов, предложенной в [3, 4].

Основные базовые вещества, использованные для изготовления материалов группы 1, включают минеральные и стеклянные волокна, такие как базальтовая и каменная вата, стеклянное штапельное волокно и стеклянные керамические микросферы. Для материалов группы 2 в качестве базовых веществ использовались пенополистирол, пенополиуретан, полиизоцианурат, карбамидно-формальдегидные смолы, поливинилхлорид, пенополиэтилен, каучук, полиэфирные и целлюлозные волокна.

Надо отметить, что помимо основного (базового) вещества, в составе всех, так называемых, «неорганических» теплоизоляционных материалов и изделий, содержались органические соединения, придающие им определенные физико-химические и другие свойства.

Среди всех применяемых теплоизоляционных материалов наибольшая доля приходилась на материалы и изделия, базовым веществом в которых был пенополистирол. Доля таких материалов составляла 62 % от всех использованных для теплоизоляции материалов на территории Республики Беларусь.

Пенополистирол обеспечивает эффективную теплоизоляцию при утеплении стен внутри дома. Он представляет собой твердый аморфный продукт плотностью около 1,05 г/см^3. Использование данного материала и изделий на его основе постоянно растет, поскольку он хорошо удерживает тепло и не пропускает влагу.

Среди исследованных материалов и изделий на данной основе были выделены пенополистирольные плиты, пенополистирольные гранулы и лента, плиты металлические трехслойные с утеплителем из полистирола, плиты полистиролбетонные.

Наибольшее распространение среди всех теплоизоляционных материалов и изделий на основе пенополистирола получили пенополистирольные плиты различной толщины. Их доля составляет 87 % от всей продукции с такой основой.

Пенополистирольные гранулы для заполнения и лента из пенополиполистирола составили 1 %, плиты металлические трехслойные с утеплителем из полистирола – 5 %, плиты полистиролбетонные – 7 % от всех материалов и изделий с указанным базовым веществом.

Основной недостаток плит из пенополистирола – сильная горючесть вследствие содержания в нем горючего парообразователя (изопентана). Применением для полимеризации хлорпроизводных стирола (моно- и дихлорстирола и др.) или введением антипиренов можно уменьшить горючесть

пенополистирола, которые, в свою очередь, ухудшают эксплуатационные и санитарно-гигиенические свойства исходного полимера.

Оценка токсической опасности продуктов горения плит пенополистирольных показала, что 85 % из них по данному показателю были высокоопасные и только 15 % – умеренноопасные.

Все гранулы и лента были отнесены к высокоопасным, среди плит металлические трехслойных с утеплителем из полистирола – 33 % были отнесены к высокоопасным, а остальные – к малоопасным, все плиты пенопополистиролбетонные были отнесены к малооопасным.

Проведенная классификация теплоизоляционных материалов и изделий на их основе, используемых на территории Республики Беларусь показала, что, несмотря на большое разнообразие используемой для утепления продукции, наиболее широкое распространение получило использование в качестве теплоизоляции пенополистирола.

Надо отметить, что 84 % всех материалов и изделий на основе пенополистирола по токсичности продуктов горения относились к высокоопасным. Принимая во внимание высокую токсическую опасность газов, образующихся при возгорании их основного базового вещества, контроль токсичности продуктов горения таких материалов должен быть особенно тщательным. Решение о возможности их использования для утепления каждого конкретного помещения необходимо принимать на основании полученных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84). Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – Введ. 01.01.91. – Переиздание ноябрь 2011 г. с Изменением № 1, утвержденным в июле 2000 г . – 104 с.

2. ГОСТ 12.1.044-2018. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – Введ. 01.12.19. – 208 с.

3. Теплоизоляционные материалы. Методические указания.− Н.Новгород: ННГАСУ, 2014.−25 с.

4. Минераловатные теплоизоляционные материалы и изделия. Учебное пособие – М.: Мир науки, 2024. – Режим доступа: https://izd-mn.com/PDF/22MNNPU24.pdf.

УДК 699 812.2

Н. А. Таратанов, Ю. С. Глазепа
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

В статье рассмотрены вопросы пожарной опасности литий-ионных аккумуляторов и способы их тушения. Перечислены основные причины возгорания литий-ионных аккумуляторов. Приведены основные огнетушащие составы, применяемые для тушения литий-ионных аккумуляторов.

Ключевые слова: литий-ионный; аккумулятор; пожарная безопасность; перезаряд; короткое замыкание; самовоспламенение; пожар; опасность.

N. A. Taratanov, Yu. S. Glazepa

THEORETICAL FOUNDATIONS OF LITHIUM-ION BATTERY FIRE HAZARD

The article examines the fire hazard of lithium-ion batteries and methods for extinguishing them. The main causes of lithium-ion battery fires are listed. The main fire extinguishing agents used to extinguish lithium-ion batteries are given.

Keywords: lithium-ion; battery; fire safety; overcharging; short circuit; self-ignition; fire; danger.

По данным различных источников, в мире ежегодно производятся миллиарды литий-ионных аккумуляторов. Точное количество сложно назвать из-за постоянного роста рынка и различий в методиках подсчета, но вот общие тенденции и оценки:

Рынок литий-ионных аккумуляторов стремительно растет, в основном благодаря спросу на электромобили, накопители энергии и портативную электронику. Ожидается, что в ближайшие годы рост производства только ускорится.

Основные производители литий-ионных аккумуляторов находятся в Азии (Китай, Южная Корея, Япония), но наращивают производство и в Европе и Северной Америке [1, 2].

Разные исследования рынка дают разные цифры, но большинство сходятся во мнении, что речь идет о сотнях миллиардов ячеек в год. Например, некоторые аналитики прогнозируют, что к 2030 году годовой объем производства литий-ионных аккумуляторов превысит несколько тераватт-часов

© Таратанов Н. А., Глазепа Ю. С., 2025

(ТВтч), что соответствует производству огромного количества отдельных ячеек [3].

Удельная энергия литий-ионных аккумуляторов варьируется в зависимости от их химического состава, конструкции и назначения, а их примерный диапазон варьируется в следующих пределах: [2, 4].

Типичные потребительские Li-ion аккумуляторы (смартфоны, ноутбуки и т.д.): 150-250 Вт·ч/кг.

Li-ion аккумуляторы для электромобилей: 200-300 Вт·ч/кг (современные модели могут достигать и более высоких значений).

Экспериментальные или продвинутые Li-ion аккумуляторы: 300 Вт·ч/кг и выше (в лабораториях разрабатываются аккумуляторы с еще более высокой удельной энергией).

Важно отметить, что удельная энергия – это только один из важных параметров аккумулятора, который не только характеризует технологичность, но и представляет собой косвенный показатель потенциальной опасности.

Следует отметить, что увеличение риска самовозгорания литий-ионных аккумуляторов косвенно связано с попытками производителей батарей увеличить их емкость и сократить время полной зарядки.

Возгорание литий-ионных аккумуляторов представляет собой серьезную проблему, и она возникает из-за ряда взаимосвязанных факторов. К основным причинам самовозгорания литий-ионных аккумуляторов следует отнести следующие.

Тепловой разгон (Thermal Runaway): это основная причина возгорания. Тепловой разгон – это цепная реакция, при которой повышение температуры внутри аккумулятора приводит к еще большему выделению тепла, что в свою очередь ускоряет химические реакции внутри аккумулятора и приводит к дальнейшему повышению температуры. В конечном итоге, это может привести к воспламенению.

Внутреннее короткое замыкание: Это может произойти из-за: [3, 5]

- дефектов производства: Загрязнение материалов, некачественная сборка, микроскопические металлические частицы внутри аккумулятора.

- механических повреждений: Вмятины, проколы, раздавливание аккумулятора.

- дендритов лития: при зарядке и разрядке ионы лития перемещаются между электродами. При определенных условиях на поверхности анода могут образовываться дендриты лития (металлические наросты), которые могут прорасти через сепаратор и вызвать короткое замыкание.

- глубокого разряда: Неправильное использование зарядного устройства или разряд аккумулятора до критически низкого напряжения может повредить его и вызвать короткое замыкание.

Внешнее короткое замыкание: это происходит, когда положительный и отрицательный полюса аккумулятора случайно соединяются проводящим материалом вне корпуса аккумулятора (например, металлическим предметом).

- перегрев: эксплуатация аккумулятора при высоких температурах может ускорить процессы деградации и увеличить риск теплового разгона.
- перезаряд: зарядка аккумулятора выше его номинального напряжения может привести к повреждению электролита, выделению газа и повышению температуры.
- дефекты конструкции: недостаточная толщина сепаратора (мембраны, разделяющей электроды), плохое качество материалов, недостаточно эффективная система охлаждения.
- старение аккумулятора: с течением времени внутренние компоненты аккумулятора деградируют, что увеличивает риск короткого замыкания и теплового разгона.

Меры предосторожности для предотвращения возгорания:

- использование качественных аккумуляторов от известных производителей;
- использование сертифицированных зарядных устройств;
- избегание механических повреждений аккумулятора;
- избегание экстремальных температур (как высоких, так и низких);
- регулярная проверка состояния аккумулятора;
- правильная утилизация отработанных аккумуляторов.

Для тушения литий-ионных аккумуляторов могут применятся огнетушащие порошки, водные растворы, углекислый газ, аэрозоли и химические пены. Какой именно способ и какое количество огнетушащего вещества потребуется, зависит от размера аккумулятора, типа его элементов, способа хранения и того, где он используется.

Применяемые для тушения сухие порошки в основном делятся на порошок ABCE, ABC, BCE, порошок D и порошок BC. Порошок ABCE предназначен для ликвидации всех классов возгораний, включая горение включенного в сеть электрооборудования. Компоненты порошка ABC в основном состоят из дигидрофосфата аммония и сульфата аммония и предназначены для тушения твердых, жидких, газообразных средств и электроустановок. Основным компонентом порошка D является хлорид натрия (NaCl). Порошок может потушить горение металла (например, такого, как литий) [6].

Основным компонентом порошка BC является бикарбонат натрия ($NaHCO_3$). BC порошок может потушить пожар через продукт разложения (углекислый газ) бикарбоната натрия. Порошок BCE для подавления очагов горения жидкостей, газообразных веществ, работающих электроустановок. Возможность прекращения повышения температуры является одним из основных индикатором для оценки действия огнетушащего средства, температура на поверхности батареи в процессе тушения очень высока. Из представленных порошков ABC порошок подходит для тушения пожара, но только одной батареи, но не подходит для батарейного модуля.

Также тушение может производиться следующим образом: обработать очаг возгорания порошком Lith-X, огнетушителем класса D либо сухим хлоридом лития или графитовым порошком.

Выводы

1. Возгорание литий-ионных аккумуляторов – это сложный процесс, который может быть вызван множеством факторов. Понимание этих факторов и принятие соответствующих мер предосторожности поможет снизить риск возгорания.

2. Огнетушащий порошок специального назначения – это единственная огнетушащая среда, которая позволяет эффективно тушить пожары металлов, не вызывая при этом бурной химической реакции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бредихин П.О. Исследование пожарной опасности портативных аккумуляторов и автономных зарядных устройств для питания бытовой электроники и мобильных устройств / П.О. Бредихин, Н.А. Таратанов // В сборнике: Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности. сборник материалов Дней науки с международным участием, посвященных 90-летию Гражданской обороны России. В 2-х частях. Екатеринбург, 2022. С. 25-28.

2. Таратанов Н.А. Пожарная опасность электрических гироскутеров / Н.А. Таратанов, Е.В. Карасев // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции. Иваново, 2021. С. 365-368.

3. Харламенков А.С. Пожарная опасность применения литий-ионных аккумуляторов в России / Харламенков А.С. // Пожаровзрывобезопасность. 2022. Т. 31. № 3. С. 96-102.

4. Орлов О.И. Пожарная опасность литий-ионных аккумуляторов / Орлов О.И., Комельков В.А., Сорокин Д.В. // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 4 (49). С. 177-189.

5. Сперанский А.А. Определение огнетушащей эффективности азота при возгорании литий-ионных аккумуляторов / А.А. Сперанский, Д.А. Лобов, С.В. Мамагин // Безопасность жизнедеятельности. 2019. № 8 (224). С. 32-35.

6. Казаков А.В. Разработка методики тушения металлов и металлосодержащих соединений передвижными порошковыми огнетушителями с зарядом огнетушащего порошка специального назначения / А.В. Казаков, Р.А. Емельянов, Д.В. Бухтояров, А.В. Попов // Пожарная безопасность. 2024. № 4 (117). С. 44-50.

УДК 614.84

А. С. Трунов
Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

СИГНАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ ПРОБУЖДЕНИЯ СПЯЩИХ И ГЛУХОНЕМЫХ ЛЮДЕЙ

В данной статье рассмотрена проблема пробуждения глухонемых и людей с проблемой слуха, при срабатывании пожарной сигнализации. Так как в силу тех или иных проблем со слухом (в следствии возраста, или инвалидности, будь то приобретённая или врождённая), люди имеют повышенный риск попасть под воздействие опасных факторов пожара.

Ключевые слова: пожарная сигнализация; инвалиды; глухонемые.

A. S. Trunov

AN ALARM SYSTEM FOR WALKING SLEEPING AND HARD OF HEARING PEOPLE

This article discusses the problem of waking up the deaf and dumb and people with hearing problems when a fire alarm is triggered. Because of certain hearing problems (due to age or disability, whether acquired or congenital), people have an increased risk of being exposed to fire hazards.

Keywords: fire alarm system; disabled; deaf and dumb.

Такая проблема, как пожары, давно являются одной лидирующих причин гибели людей. Как правило гибель людей связана с человеческим фактором и несчастным случаем, но как быть с людьми, которые могут даже не услышать звука срабатывания пожарной сигнализации, как им находящимся в преклонном возрасте не оказаться на грани смерти. Именно в этих целях была разработана сигнализация для людей с плохим слухом и глухонемых людей. Также было учтено возможное сильное задымление (плотный дым (рис. 1)) в здании.

Рис. 1. Сильное задымление

© Трунов А. С., 2025

Стоит учесть, множество факторов при разработке данных устройств и принципов их работы. Так, к примеру, для реагирования глухонемого человека (людей преклонного возраста, детей и др.) на раздражительный фактор, необходим достаточный для этого импульс, который позволит человеку пробудиться от сна, но в то же время, он не должен причинить человеку травму или какую-либо боль, а также представлять угрозу для окружающих [1].

Например, вибрационное устройство (рис. 2), направленное на пробуждение глухого или слабослышащего человека, называется вибрационной подушкой. Вибрационная система может быть установлена под матрасом или в подушке, а их вибрация должна быть в среднем диапазоне с возможность регулирования для подбора наиболее оптимального режима. Вибрационные подушки должны вибрировать с частотой в диапазоне 25 - 150 Гц.

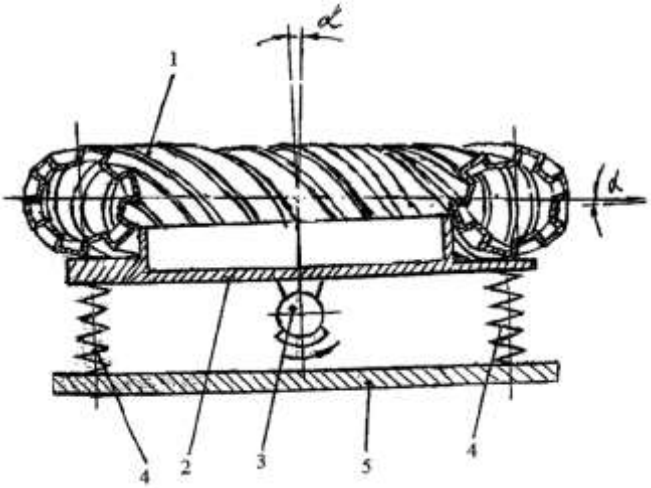


Рис. 2. Вибрационное устройство

Пиковое ускорение должно быть более 4 Дж в направлении, перпендикулярном плоскости основного использования, при нагрузке 100 Дж и не менее 15 % этого ускорения в направлении, перпендикулярном вышеупомянутому. В каждый неактивный период ускорение должно быть менее 15 % максимального ускорения в течение активного периода не менее 1 с. Низкочастотные системы оповещения (рис. 3), предназначенные для использования в спальне, должны создавать уровень звукового давления не менее 75 дБА на расстоянии 1 м, но не более 110 дБА [2].

Рис. 3. Звуковая система оповещения

NFPA 72 - это кодекс, применяемый к системам пожарной сигнализации, системам сигнализации диспетчерских пунктов, системам оповещения о чрезвычайных ситуациях для населения, оборудованию для обнаружения и оповещения о пожаре и угарном газе, а также системам экстренной связи.

Согласно кодексу, уровень звукового давления звуковых оповещателей не должен превышать 110 дБА на минимальном расстоянии слышимости. Сигнал эвакуации должен быть синхронизирован в пределах зоны оповещения. Звуковой сигнал должен иметь форму временной трехчастотной модели. В спальных зонах уровень звукового давления звуковых приборов должен быть не менее чем на 15 дБА выше среднего уровня окружающего звука, на 5 дБА выше максимального уровня звука или не менее чем на 75 дБА, в зависимости от того, что больше [3]. Уровень звука следует измерять у подушки. Звуковое устройство, предназначенное для пробуждения жильцов, должно издавать низкочастотный сигнал тревоги с основной частотой 520 Гц ± 10 %. Низкочастотное звуковое устройство также должно быть указано для создания этой частоты. Для визуальных оповещателей частота мигания должна быть в пределах 1–2 Гц. Цвет должен быть чистым или номинальным белым, для более лучшей видимости в задымлённых помещениях, также рядом с оповещателями должен находиться указатель в направлении выхода, так как только проснувшемуся человеку может быть сложно сориентироваться в каком направлении эвакуироваться, особенно если дело касается пожилых людей, или детей. Визуальное оповещающее устройство должно располагаться на расстоянии не более 4,9 м от подушки [4]. Тактильные устройства разрешены, если они используются в дополнение к звуковым и/или визуальным оповещающим устройствам. Оповещающие устройства в спальных комнатах или гостевых комнатах должны состоять из низкочастотного сигнала тревоги, как указано выше, если у жильца лёгкая или тяжёлая потеря слуха и если это предписано законами, кодексами или стандартами, или если это предоставляется добровольно. Для людей с умеренно тяжёлой или глубокой потерей слуха оповещающее устройство должно быть визуальным и тактильным, если это предписано законами, кодексами или стандартами, или если это предоставляется добровольно.

UL 1971 – это стандарт, охватывающий требования к устройствам аварийной сигнализации для людей с нарушениями слуха, включая стробоскопы, вибрационные сигналы тревоги и движение воздуха. Для сигналов тревоги, вырабатывающих свет в качестве выходного сигнала, интенсивность не указана. Однако указаны дисперсия и измерение интенсивности света. Также указано, что частота должна быть не менее 1 Гц и не более 2 Гц. Если имеется несколько источников света, они должны быть синхронизированы [5].

Большая часть данных, опирается на довольно молодых людей, которые имеют врождённую или приобретённую инвалидность. Однако режимы сна молодых и старых людей не одинаковы, и люди в возрасте могут просыпаться чаще из-за снижения медленного сна. Таким образом, стоит предусмотреть варианты по установке множества извещателей в жилых помещениях, где живут люди преклонного возраста, для большей вероятности оповещения

человека об опасности. К данным системам оповещения относятся, как звуковые, так и световые указатели (рис. 4, 5), которые помогут человеку выйти из опасной зоны. Это также важно, потому что люди в преклонном возрасте склонны к деменции (приобретённое слабоумие, стойкое снижение познавательной деятельности с утратой в той или иной степени ранее усвоенных знаний и практических навыков и затруднением или невозможностью приобретения новых), но данная технология позволит предупредить человека об опасности и указать путь к эвакуации [6].

Рис. 4. Световой аварийный указатель

Рис. 5. Световой аварийный указатель

Данные свидетельствуют о том, что люди могут быть более или менее чувствительны к различным видам стимулов. Это также подтверждается огромными индивидуальными различиями, о которых сообщалось в различных исследованиях. Тем не менее, технологии, включающие определённые виды стимулов, как правило, более эффективны для определённых групп, например, низкочастотные звуковые сигналы тревоги для людей с умеренной потерей слуха и вибрационные сигналы тревоги для людей с тяжёлой потерей слуха или глухих. Это даёт основания рекомендовать определённые технологии определенным группам. Тем не менее, функциональные ограничения человека (возможно, включающие более одного ограничения) можно было бы учитывать при оценке эффективности данной технологии для человека. Так, к примеру, человек, который имеет тяжёлую форму инвалидности слуха, а также полное отсутствие в передвижении, имеет крайне высокую степень шанса не выйти живым даже при небольшом пожаре. Для предотвращения данной ситуации предполагается ввести систему, по пожаротушению в симбиозе с системой сигнализации для пробуждения спящих. Данный симбиоз позволит разбудить человека и уведомить его о пожаре, а также предпринять действия по предотвращению пожара в случае его возникновения в квартире самого жильца с инвалидностью [7].

Разработанные специальные автоматические сигнализации для глухонемых и людей с проблемой слуха, являются необходимостью, так как это поможет снизить смертность среди инвалидов и пожилых людей. Также стоит добавить, что данную установку следует размещать в зданиях общего пребывания людей пожилого возраста и инвалидов. Буквально каждый может

столкнуться с проблемой потери слуха (несчастный случай, пожилой возраст), поэтому данная технология поможет обезопасить большое количество объектов защиты, а также с возможностью регулирования мощности данной технологии, станет возможным её применение в повсеместном режиме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства №1479 от 16.09.2020. // URL: https://base.garant.ru/74680206/ (дата обращения: 19.02.2025).
2. Стандарт. UL 1971 «Световые системы оповещения о пожаре». 2021. // UL 1971 SUN Rev 8-29-2018 ED 10-22-2021. (дата обращения: 19.02.2025)
3. Стандарт. NFPA 72 «Национальные правила по пожарной сигнализации». 2019. // URL: nfpa_72_2019_ru.pdf. (дата обращения: 19.02.2025).
4. Научная статья. 2022-2023. // URL: https://scholar.google.ru/scholar?hl=ru&as_sdt=0%2C5&q=alarm+for+waking+up+sleeping+and+hard+of+hearing+people&btnG=#d=gs_qabs&t=1739536440786&u=%23p%3DhI-jf_KnxhUJ. (дата обращения: 17.02.2025).
5. Навацкий А.А., Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И., Федоров А.В. Производственная и пожарная автоматика: Учебник – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. п. 3.7. С. 45-47.
6. Членов А.Н., Буцынская Т.А., Дровникова И.Г., Фомин В.И., Бабуров В.П., Бабурин В.В. Технические средства систем охранной и пожарной сигнализации - М.: Пожкнига, 2008. С 89-94.
7. С.В. Собурь. Установки пожарной сигнализации: Учебно-справочное пособие.-7-е изд. (перераб.). - М.: Пожкнига, 2015. С 247-256.

УДК 614.842.47

С. В. Федосов[1], С. А. Сырбу[2], И. Ю. Шарабанова[2], А. М. Соколов[2]
[1]Московский государственный строительный университет
[2]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОЖАРОВ НА ШТЕПСЕЛЬНЫЕ СТЫКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН, ЗАМОНОЛИЧЕННЫЕ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛОЙ

В статье выдвигается предположение, что получившая распространение практика применения эпоксидной смолы в качестве связующего состава штепсельных соединений железобетонных колонн в сборно-монолитном строительстве может отрицательно сказываться на живучести и параметрах жизненного цикла зданий в случае возникновения в них пожаров. Представленные результаты расчета характеристик нестационарного

© Федосов С. В., Сырбу С. А., Шарабанова И. Ю., Соколов А. М., 2025

температурного поля в объеме железобетонной колонны в месте расположения штепсельных стыков при воздействии пожара подтверждают эти опасения.

Ключевые слова: пожар; сборно-монолитное строительство; штепсельное соединение; эпоксидная смола; температурное поле

S. V. Fedosov, S. A. Syrbu, I. Yu. Sharabanova, A. M. Sokolov

IMPACTS OF FIRES ON PLUG JOINTS OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS SEALED WITH EPOXY RESIN

The article suggests that the widespread practice of using epoxy resin as a binder for plug joints of reinforced concrete columns in prefabricated monolithic construction may adversely affect the survivability and life cycle parameters of buildings in the event of fires in them. The presented results of calculating the characteristics of an unsteady temperature field in the volume of a reinforced concrete column at the location of the plug joints when exposed to fire confirm these concerns.

Keywords: fire; prefabricated monolithic construction; plug connection; epoxy resin; temperature field.

В последние годы получило широкое распространение монолитное и сборно-монолитное строительство, которое обладает рядом преимуществ [1,2]. Характерные картины такого строительства (рис. 1) [3] можно наблюдать в различных городах нашей страны.

Рис. 1. Внешний вид объектов
на разных стадиях сборно-монолитного строительства

Важнейшими элементами сборно-монолитной конструкции являются железобетонные колонны, которые воспринимают всю нагрузку зданий и сооружений и передают её фундаменту. Эти колонны, как правило, выполняют сборными из элементов, изготовленных на предприятиях сборного железобетона. Сопряжение этих элементов производится на стройплощадке с помощью штепсельных соединений. Для чего в верхней части нижней колонны имеются отверстия из отрезков стальной трубы, соединенных сваркой с арматурным каркасом колонны, а в нижней части верхней колонны сделаны

арматурные выпуски, которые при монтаже вставляются в отверстия нижней колонны (рис. 2) [4]. Одновременно в соединения укладывается связующий состав, например специальные виды бетона, устанавливаются кондукторы и оттяжки, которые фиксируют верхнюю колонну до полного набора прочности связующим составом (рис. 2). В последние годы в качестве связующего состава начали широко применять эпоксидную смолу, что вызывает тревогу, так как этот материал имеет сравнительно низкие предельные температуры, при которых он еще сохраняет свои прочностные свойства.

Как показывает анализ сведений интернета, в США эпоксидная смола применяется в строительстве намного шире: для крепления ригелей, перемычек, плит перекрытия и др.

Рис. 2. Конструкция, монтаж штепсельного соединения железобетонных колонн и его внешний вид в период твердения связующего состава (слева-направо)

Рис. 3. Особенности разрушения сборно-монолитных зданий при отсутствии пожара

Во время чрезвычайных ситуаций наблюдаются различные варианты разрушений строительных конструкций, как представлено на рис. 3 и рис. 4 [5,6].

При отсутствии пожара здание деформируется, однако сохраняет конструктивную целостность (рис. 3). В том случае, когда в здании возникает пожар, связь между строительными элементами нарушается (возможнов результате потери прочности эпоксидной смолой под действием высокой температуры пожара), и здание начинает просто рассыпаться (рис. 4).

При пожаре внутри здания (рис. 5) максимальная температура открытого пожара достигает для горючих газов составляет 1200-1350 °С, для жидкостей 1100-1300 °С и для твердых органических веществ 1000-1250 °С [7].

Рис. 4. Особенности разрушения сборно-монолитных зданий при наличии пожара

Рис. 5. Воздействие пожара на строительные элементы

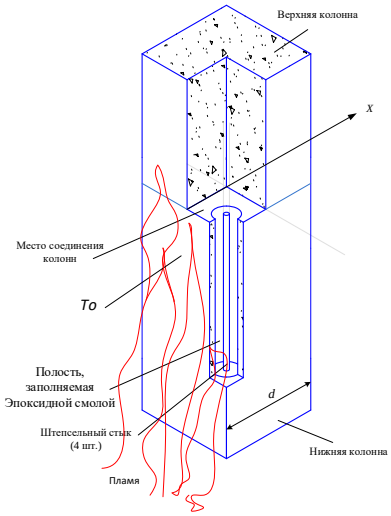


Рис. 6. Расчетная схема для определения характеристик температурного поля

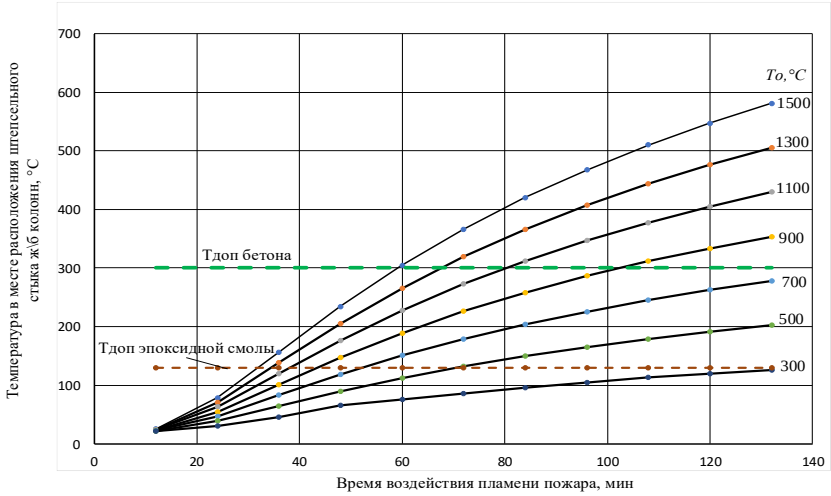


Рис. 7. Изменение температуры во времени в месте расположения штепсельного стыка при различных значениях температуры на поверхности железобетонной колонны T_o

Для оценки воздействия пожара на штепсельные соединения составлена расчетная схема, представленная на рис. 6, а для расчета характеристик нестационарного температурного поля вдоль оси *x*, то есть в направлении перпендикулярном поверхности сваи, использовался вычислительный блок Given-Pdesolve в среде Mathcad [8]. В результате вычислений были получены зависимости температуры в месте расположения штепсельного стыка от времени при различных значениях температуры поверхности железобетонной колонны под воздействием пожара, которые приведены на рис. 7. Там же представлены допустимые значения температуры для эпоксидной смолы и бетона.

На основании рис. 7 были получены зависимости времени достижения опасной температуры материала штепсельного стыка («время жизни при пожаре») от температуры на поверхности железобетонной колонны, показанные на рис. 8.

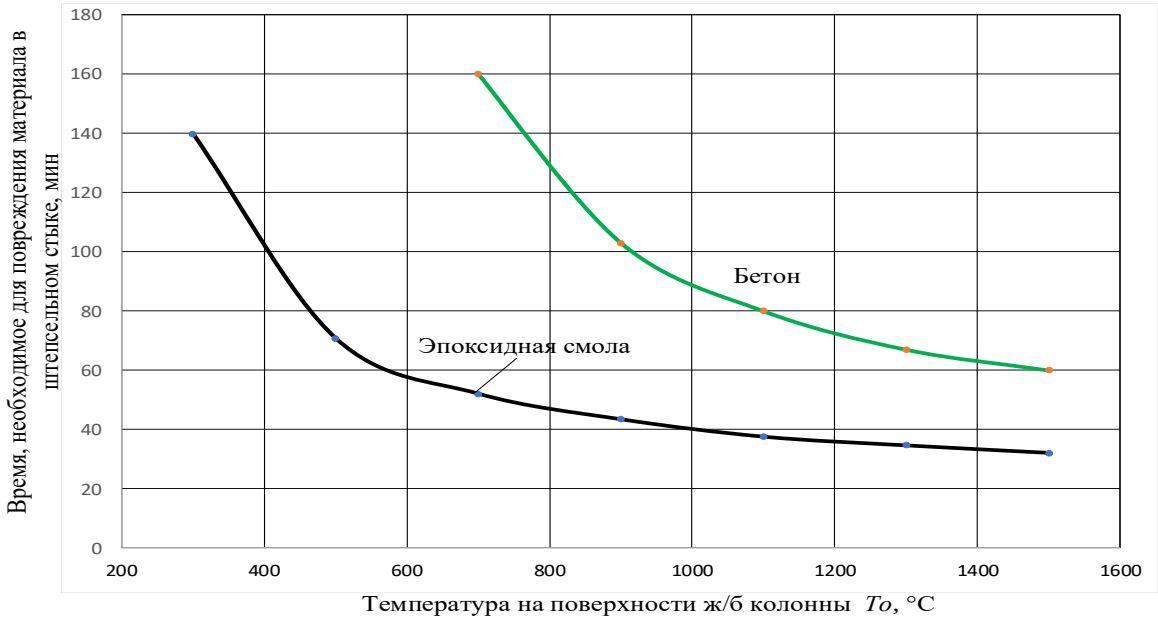


Рис. 8. Зависимости времени достижения опасной температуры материала штепсельного стыка («время жизни при пожаре») от температуры на поверхности железобетонной колонны

Выводы

1. Применяя новые материалы, проектировщики недостаточно, по-видимому, уделяют внимания стойкости строительных конструкций и их безопасности для людей в условиях пожара.

2. Замоноличивание соединений строительных деталей эпоксидной смолой в сборно-монолитном строительстве приводит к увеличению рисков при возникновении пожаров.

3. В случае, если невозможно отказаться от применения эпоксидных смол при сборно-монолитном строительстве, необходимо применение мер их защиты от повреждения пожаром.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гребенник Р.А. Гребенник В.Р. Рациональные методы возведения зданий и сооружений: учебное пособие для вузов / Р. А. Гребенник, В. Р. Гребенник; [рец.: Л. В. Киевский, Н. И. Подгорнов]. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва: Студент, 2012. - 407 с.ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.

2. Ершов М. Н., Лапидус А.А., Теличенко В.И. Технологические процессы в строительстве: учебник / М. Н. Ершов, А. А. Лапидус, В. И. Теличенко. - Москва: АСВ, 2016.

3. https://stroytransgrup.ru/images/obj_2_1_orig.jpg, дата обращения 15.02.2025

4. https://avatars.mds.yandex.net/i?id=8a28a0d0d6cbb61e6c2cd159262bddce_l-5254684-images-thumbs&n=13, дата обращения 15.02.2025

5. https://assets.bwbx.io/images/users/iqjWHBFdfxIU/i0dwq8cFhDmE/v1/-1x-1.jpg, дата обращения 15.02.2025

6. https://assets.bwbx.io/images/users/iqjWHBFdfxIU/i0dwq8cFhDmE/v1/-1x-1.jpg, дата обращения 15.02.2025

7. https://static.wikia.nocookie.net/backrooms-negative-levels/images/7/75/Image_0.666.png/revision/latest?cb=20230314075857, дата обращения 15.02.2025

8. Федосов, С.В. Методика исследования нестационарного температурного поля при наружном электропрогреве штепсельных соединений железобетонных колонн сборно-монолитных сооружений / С.В. Федосов, С.Н. Анисимов, А.М. Соколов // Вестник гражданских инженеров. 2019. №2. С. 35-49.

УДК 614.841

М. В. Фомин[1], В. А. Угорелов[1], Р. А. Перегудов[2], А. Н. Денисов[3]
[1]ФГБУ ВНИИПО МЧС России
[2]Специальное управление ФПС № 72 МЧС России
[3]Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

В статье изложены основные проблемные вопросы выполнения требований пожарной безопасности на атомных электростанциях. Выполнен их анализ и сформулированы предложения по совершенствованию нормативной правовой базы по обеспечению пожарной безопасности атомных станций.

Ключевые слова: безопасность людей; требования пожарной безопасности; атомные станции.

M. V. Fomin, V. A. Ugorelov, R. A. Peregudov, A. N. Denisov

IMPROVING THE FIRE SAFETY SYSTEM OF NUCLEAR POWER PLANTS

The article outlines the main problematic issues of meeting fire safety requirements at nuclear power plants. Their analysis has been carried out and proposals have been formulated to improve the regulatory framework for ensuring fire safety at nuclear power plants.

Keywords: human safety; fire safety requirements; nuclear power plants.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 3 июля 2006 г. № 412 «О федеральных органах исполнительной власти и уполномоченных организациях, осуществляющих государственное управление использованием атомной энергии и государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии» [1], государственное управление использованием атомной энергии осуществляют федеральные органы исполнительной власти и Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом».

Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии возложено на Федеральную службу по экологическому, технологическому и атомному надзору, Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерство природных ресурсов и

© Фомин М. В., Угорелов В. А., Перегудов Р. А., Денисов А. Н., 2025

экологии Российской Федерации, Федеральную службу по надзору в сфере природопользования, Федеральную службу по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и Федеральное медико-биологическое агентство.

Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии предусматривает деятельность соответствующих федеральных органов исполнительной власти и Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», направленную на организацию разработки, утверждение и введение в действие норм и правил в области использования атомной энергии, выдачу разрешений (лицензий) на право ведения работ в области использования атомной энергии, осуществление стандартизации в соответствии с законодательством Российской Федерации о стандартизации, аккредитации, оценки соответствия, осуществление надзора за безопасностью, проведение экспертизы и проверок (инспекций), контроля за разработкой и реализацией мероприятий по защите работников объектов использования атомной энергии, населения и охране окружающей среды в случае аварии при использовании атомной энергии.

В нормативную правовую базу регулирования пожарной безопасности промышленных предприятий входят следующие законодательные акты:

- Федеральный закон № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» [2];
- Федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [3];
- Федеральный закон № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [4];
- Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [5].

В рамках технического регулирования в области пожарной безопасности, осуществляемого в соответствии с положениями Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [3], в нормативную базу в области обеспечения пожарной безопасности входят:

- перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», утвержденный приказом Росстандарта от 13.02.2023 № 318 [6];
- перечень национальных стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и осуществления оценки соответствия, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 10.03.2009 № 304-р [7].

Проведя анализ требований пожарной безопасности, можно выделить следующие проблемные вопросы.

В статье 8 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ относятся к классу «F», но исчерпывающих требований по обеспечению пожарной безопасности объектов, на которых возможны пожары этого класса, в нормативных документах не приводится.

Статья 97 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [5] регламентирует, что на атомных электростанциях подразделения пожарной охраны и здания пожарных депо размещаются на территории объекта. В случае запроектной аварии, реализация этого требования может привести к выходу из строя всего личного состава объектового подразделения пожарной охраны.

Правилами противопожарного режима в Российской Федерации [8] запрещается устраивать на путях эвакуации устройства, препятствующие свободной эвакуации людей, при отсутствии иных (дублирующих) путей эвакуации либо при отсутствии технических решений, позволяющих вручную открыть и заблокировать в открытом состоянии указанные устройства.

При эксплуатации средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения сверх срока службы, установленного изготовителем (поставщиком), и при отсутствии информации изготовителя (поставщика) о возможности дальнейшей эксплуатации правообладатель объекта защиты обеспечивает ежегодное проведение испытаний средств обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения до их замены в установленном порядке (п. 54 [8]).

Перевод систем противопожарной защиты с автоматического пуска на ручной, а также отключение отдельных линий (зон) защиты запрещается (п. 55 [8]).

На электростанциях запрещается проводить монтаж или ремонт оборудования в помещении при неработающей вентиляции (п.158 [8]).

Очевидно, что реализация перечисленных требований на атомных станциях проблематична из-за требований обеспечения ядерной и радиационной безопасности, а также физической защиты.

СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» не распространяется на здания и сооружения специального назначения (для производства, хранения, переработки и уничтожения радиоактивных и взрывчатых веществ, материалов и средств взрывания, военного назначения, подземные сооружения метрополитенов, горные выработки), жилые здания высотой более 75 м и иные здания высотой более 50 м, а также на здания с числом подвальных этажей более одного, за исключением случая, когда в указанных этажах размещаются части здания, требования к которым изложены в настоящем своде правил, либо для которых

разработаны нормативные документы по пожарной безопасности, учитывающие их размещение относительно уровня земли.

В СП 3.13130.2009«Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» не регламентируются требования к системе оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в зоне контролируемого доступа.

СП 4.13130.2013 «Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» не распространяется на здания и сооружения класса функциональной пожарной опасности Ф1.3 высотой более 75 м, и здания и сооружения других классов функциональной пожарной опасности высотой более 50 м, а также на объекты специального назначения (для производства и хранения взрывчатых веществ и средств взрывания, военного назначения, подземные сооружения метрополитенов, горных выработок), за исключением атомных электростанций и пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ.

СП 8.13130.2020 «Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности» не распространяется на здания класса функциональной пожарной опасности Ф5 объемом более 800 тыс. м3.

СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» не распространяется на системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха защитных сооружений гражданской обороны; сооружений, предназначенных для работ с радиоактивными веществами, источниками ионизирующих излучений.

СП 10.13130.2020. «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования» не распространяется на атомные станции.

СП 11.13130.2009 «Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения» не распространяется на объекты производства, переработки, хранения радиоактивных веществ и материалов.

СП 12.13130.2009. «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» не распространяется на здания и сооружения, проектируемые по специальным нормам и правилам, утвержденным в установленном порядке. Пунктом 4.2 регламентируется, что категории помещений и зданий определяются, исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также, исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов.

Проблемные вопросы:

- определение видов горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств в оборудовании полной заводской готовности;

- отсутствие в справочной литературе данных о пожароопасных свойствах ряда материалов, применяемых на АЭС, в том числе при

повышенной влажности, пониженном атмосферном давлении, в герметичных объемах;

- при отсутствии данных о теплотворной способности материала, ее приходится принимать равной 47,14 МДж/кг, что приводит к завышению категорий пожарной опасности помещений;

- отсутствие данных критической плотности тепловых потоков для материалов пожарной нагрузки, характерной для атомных станций, что приводит к объединению участков размещения пожарной нагрузки в одну пожарную зону, которую требуется обеспечивать средствами противопожарной защиты;

- не принимается во внимание кратковременное пребывание пожарной нагрузки и источников зажигания в ряде помещений;

- не регламентируются вопросы разделения участков размещения пожарной нагрузки противопожарными барьерами: конструктивной огнезащитой, тонкослойными огнезащитными составами, теплоотражающими экранами и т.д.

Свод правил СП 13.13130.2009 «Атомные станции. Требования пожарной безопасности» - нормативный документ, в котором предпринята попытка регламентировать вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов зоны контролируемого доступа и помещений с системами (элементами) безопасности энергоблока. Проблемными вопросами в этом документе являются чрезмерные требования к информационным функциям системы управления противопожарной защитой, отсутствие конкретных решений по организации эвакуации людей из зданий ограниченных по связи с окружающей средой исходя из требований физической защиты, объединения общими системами вентиляции помещений категорий Д, В4, В3, В2, В1 (в различных сочетаниях), локализации опасных факторов пожара в установленных проектом границах радиационной безопасности и не превышение норм по содержанию радиоактивных сред в окружающей среде.

СП 484.1311500.2020. «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» не регламентируются требования к системе пожарной сигнализации в зоне контролируемого доступа и в помещениях большой высоты.

СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» не распространяется на проектирование установок пожаротушения автоматических для зданий и сооружений, проектируемых по специальным нормам, не регламентирует режимы работы установок пожаротушения в помещениях категории В1 по пожарной опасности, в кабельных сооружениях, в помещениях с маслонаполненным оборудованием.

По результатам проведенного анализа следует, что содержание большинства нормативных документов по пожарной безопасности не позволяет полностью использовать их для обоснования мероприятий по обеспечению пожарной безопасности для большинства объектов атомных станций, так как действующие нормативные документы не отражают специфичные технологические процессы атомных станций, требования по обеспечению ядерной, радиационной безопасности и физической защиты, кроме того, область применения большинства документов по пожарной безопасности не распространяется на объекты зоны контролируемого доступа атомных станции, на здания высотой более 50 м и на здания с количеством подземных этажей более одного.

В связи с этим, предлагается для части нормативных документов по пожарной безопасности расширить область применения, а также внести соответствующие изменения в СП 13.13130.2009 «Атомные станции. Требования пожарной безопасности».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 3 июля 2006 г. № 412 «О федеральных органах исполнительной власти и уполномоченных организациях, осуществляющих государственное управление использованием атомной энергии и государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии» (с изменениями и дополнениями).
2. Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» от 21.11.1995 № 170-ФЗ: Принят Государственной Думой 20 октября 1995 года. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ: Принят Государственной Думой 15 декабря 2002 года: одобрен Советом Федерации 18 декабря 2002 года. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Федеральный закон № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»: Принят Государственной Думой 23 декабря 2009 года: одобрен Советом Федерации 25 декабря 2009 года. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ: принят Государственной Думой Федер. Собр. Российской Федерации 4 июля 2008 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июля 2008 г. (в ред. Федер. закона от 27 декабря 2018 г. №538-ФЗ). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», утвержденный приказом Росстандарта от 13.02.2023 № 318.

7. Перечень национальных стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и осуществления оценки соответствия, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 10.03.2009 № 304-р.

8. Правила противопожарного режима в Российской Федерации утверждены постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2020. – № 39 (с изменениями на 30 марта 2023 года).

УДК 620.95

В. В. Хазипова[1], Ю. В. Мнускина[1], Д. А. Машуков[1], А. В. Кипря[1], Л. В. Лапина[2]
[1] Донецкий институт ГПС МЧС России
[2]ГБПОУ «Донецкий техникум сферы услуг»

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

В статье рассматриваются актуальные проблемы экологической и пожарной безопасности на полигонах захоронения твердых бытовых отходов. С увеличением объемов отходов, поступающих на полигоны, возрастает и риск негативного воздействия на окружающую среду. Связи с этим, для снижения негативного воздействия полигонов, предлагается внедрение технологии по сбору и утилизации биогаза. Анализ факторов, влияющих на объемы образования биогаза, показывает, что ключевыми из них являются состав и влажность отходов, температура, а также время хранения.

Ключевые слова: утилизация; полигон; твердые бытовые отходы; биогаз; метан, углекислый газ.

V. V. Khazipova, Yu. V. Mnuskina, D. A. Mashukov, A. V. Kiprya, L. V. Lapina2

IMPROVING THE ENVIRONMENTAL AND FIRE SAFETY OF SOLID WASTE LANDFILLS

The article discusses the current problems of environmental and fire safety at landfills of solid household waste. As the volume of waste entering landfills increases, so does the risk of negative environmental impacts. In this regard, in order to reduce the negative impact of landfills, it is proposed to introduce technology for the collection and disposal of biogas. An analysis of the factors influencing the volume of biogas production shows that the key ones are the composition and humidity of waste, temperature, and storage time.

Keywords: recycling; landfill; solid household waste; biogas; methane, carbon dioxide.

© Хазипова В. В., Мнускина Ю. В., Машуков Д. А., Кипря А. В., Лапина Л. В., 2025

Раньше вопрос утилизации отходов не вызывал особых проблем. Крестьяне, трудясь на своих полях, отправляли свежую продукцию прямо к столу, минуя этапы переработки, упаковки, рекламы и сложной торговой сети. Все было просто и естественно: овощные очистки, остатки и другие отходы использовались с пользой - их скармливали животным или перерабатывали в компост, который служил удобрением для будущих урожаев. Такой подход не только минимизировал отходы, но и способствовал устойчивому ведению сельского хозяйства. Однако с переселением людей в города произошли значительные изменения в потребительской структуре. Городская жизнь потребовала новых подходов к организации питания. Продукция стала обмениваться. Следовательно, возникла необходимость в упаковке для удобства транспортировки и хранения. Упаковка, в свою очередь, привела к образованию новых видов отходов, которые требовали осмысленного подхода к утилизации.

В настоящее время с увеличением численности населения и улучшением качества жизни растет и объем отходов, образующихся в результате человеческой деятельности. Это приводит к постоянному увеличению размеров свалок и полигонов твердых бытовых отходов (ТБО), на которых ежегодно накапливаются сотни тысяч тонн ТБО. Такие полигоны представляют собой значительный источник опасности [1]. В процессе их работы возникает ряд серьезных проблем экологической и пожарной направленности, среди которых можно отметить выделение биогаза. Основным компонентом биогаза является газ метан. Метан способен вызывать парниковый эффект, по разным оценкам, от 30 до 84 раз выше, чем углекислый газ. К тому же, эмиссия метана может проявляться в пожарах.

Выделение биогаза (свалочного газа) создает высокую пожарную опасность на полигонах ТБО, что может привести к неконтролируемому сгоранию отходов с выбросом большого количества вредных веществ, в том числе, диоксинов и фуранов. В ближайшие годы кардинально изменить эту ситуацию не представляется возможным. Поэтому необходимо совершенствовать технологии обращения с ТБО, к примеру, с возможностью утилизации биогаза. Утилизация биогаза, как одно из решений снижения вредного воздействия на окружающую среду, позволит вырабатывать тепловую и электрическую энергию.

Цель данной работы - обеспечение экологической и пожарной безопасности при длительном хранении мусора на полигонах ТБО.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ основных стадий процесса разложения ТБО при получении биогаза;
- оценить факторы, влияющие на процесс биоразложения твердых бытовых отходов;

- предложить технологическое решение, связанное с экологической и пожарной безопасностью, основанное на технологии сбора и утилизации биогаза с экономической выгодой.

В составе бытовых отходов содержится большое количество органики. Попадая в природную среду, органические вещества начинают разлагаться. Нередко можно услышать утверждения о том, что пластмасса и другие синтетические материалы не разлагаются в природе. Однако это не совсем верно. На самом деле, многие из этих веществ способны к разложению, но процесс этот может занимать невероятно долгие сроки и зависеть от различных факторов. Одним из ключевых аспектов, влияющих на разложение пластмасс, является наличие кислорода. В аэробных условиях, где кислород доступен, некоторые виды пластмасс могут подвергаться биодеградации благодаря деятельности микроорганизмов. Однако в анаэробной среде, где кислорода нет, разложение происходит значительно медленнее. Также важным фактором является уровень pH среды. В кислых или щелочных условиях разложение может происходить быстрее или медленнее, в зависимости от типа пластика. Например, некоторые полимеры могут быть более устойчивыми к разложению в нейтральной среде, тогда как другие могут начать разрушаться при изменении pH. Таким образом, хотя пластмассы действительно могут сохраняться в окружающей среде на протяжении десятилетий или даже столетий, они не являются абсолютно не разлагаемыми. Процесс разложения зависит от множества факторов, включая доступность кислорода и характеристики среды, в которой они находятся.

Говоря глобально, экосистема производит отходы, главным образом - углекислый газ, метан и воду, одновременно были обнаружены следы других газов. По прошествии нескольких лет некоторые элементы питания будут исчерпаны, экосистема исчезнет, после чего ее заменит другая. Применив данную модель для полигонов твердых бытовых отходов, рассмотрим генезис образования **биогаза.**

Биогаз, образуется в результате анаэробного разложения органических отходов (пищевые отходы, бумага, картон) и представляет собой **смесь метана (50–75 %) и углекислого газа (25-50 %),** а также примесей азота, сероводорода и органических веществ. Обычно биогаз обладает резким неприятным запахом. Бактерии разлагают органические отходы в четыре фазы, и состав газа меняется на каждой фазе. Проиллюстрировать ситуацию бактериального разложения и газах можно в ходе четырех стадий.

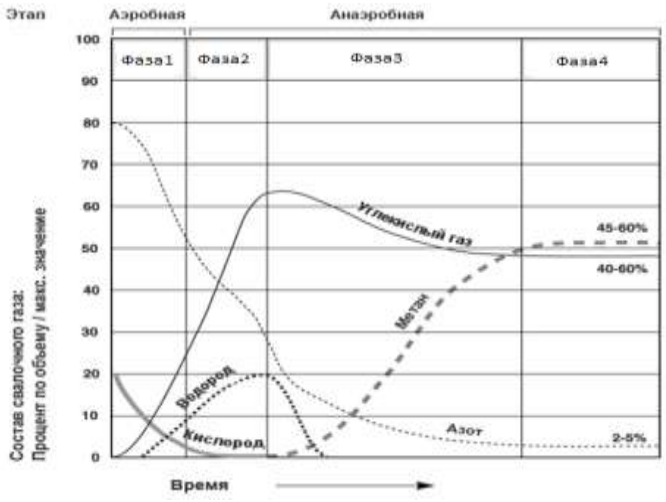


Рис. 1. Фазы производства типичного свалочного газа

На рис. 1 показано производство газа на каждой из четырех стадий. Основным побочным продуктом этого процесса является углекислый газ.

Во фазе II разложения, происходящего на свалке, начинается новый этап, когда кислород, ранее доступный для аэробных бактерий, исчерпывается. Во второй фазе разложения происходит не только переработка органических веществ, но и изменение химического состава среды, что влияет на экосистему свалки и на процессы, происходящие в ней. Разложение фазы III представляет собой ключевой этап в процессе анаэробного разложения органических веществ на свалках. Фаза IV является ключевым этапом в понимании процессов разложения на свалках свалочный газ, образующийся в результате анаэробного разложения, обычно содержит от 45 % до 60 % метана по объему, от 40 % до 60 % углекислого газа, а также от 2 % до 9 % других газов, включая сульфиды.

С миграцией газа на полигоне связаны достаточно серьезные проблемы. К ним относится, например, возникновение взрывоопасной обстановки, что случается при концентрациях метана от 5 % до 15 % от общего газового объема (в особенности в краевых зонах насыпи отходов при смешивании свалочного газа с воздухом). На полигоне газ образуется постоянно. И не так легко найти потребляющие его устройства, которые работали бы 24 часа в сутки и 365 дней в году. Поэтому легче всего использовать биогаз для его преобразования в электроэнергию и ее возврата в сеть. Одна тонна бытовых отходов приводит к образованию 250 кВт электроэнергии. При наличии благоприятных местных условий генератор электроэнергии способен выработать 250 кВт/ч горячей воды и 250 кВт/ч выхлопных газов, которые могут быть использованы. К тому, же существует целый ряд примеров выращивания овощей в теплицах с использованием горячей воды.

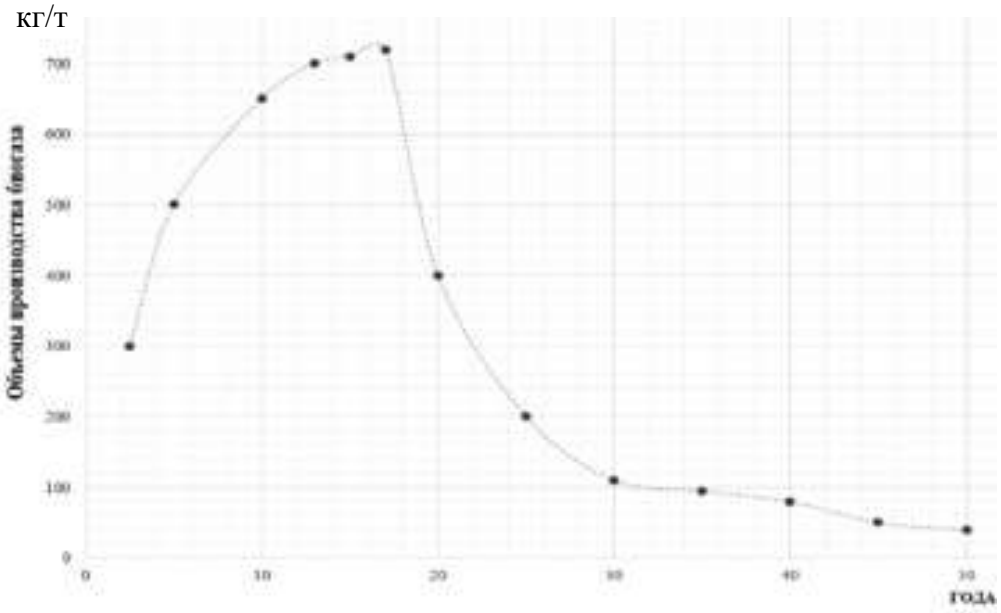


Рис. 2. Эволюция производства биогаза

Собирать биогаз на полигоне ТБО нелегко. Основная проблема заключается в закачивании биогаза таким образом, чтобы избежать попадания воздуха или воды. Поэтому полигон ТБО должен быть герметичен и это касается нескольких гектаров. Еще одна проблема связана с дренажом фильтрата, который контактирует с атмосферой. Кроме того, объемы производства биогаза в кг на одну тонну ТБО зависят от возраста отходов (рис. 2).

Поэтому каждая карта полигонов оборудуется скважинами и сеткой дренажных труб, способных выдерживать давление отходов, высотой 50 м, которые соединяются со скважиной каждые 5 м (рис. 3).

Скважины подсоединяются к сети закачиванием биогаза с помощью регулирования процесса разложения количества отходов. Процесс разложения органических веществ называется биоразложением. Это означает, что отходы содержат пищу для большого количества микроорганизиов. Для биоразложения необходима работа нескольких последовательно сменяемых друг друга микробных экосистем. Микробная экосистема подразумевает наличие бактерий, грибов, дрожжей и даже микронасекомых. В такой экосистеме один вид микроорганизмов производит отходы, являющиеся пищей для другого вида.

Эффективность экосистемы зависит от параметра кульминационной точки - температур, продолжительности фаз. Как правило, продолжительность фаз № 1 и № 2 составляет один месяц, фазы № 3 - менее одного года, фазы № 4 - 25 лет (рис. 1, 2). На вышеприведенном рис. 2 изображен процесс эволюции производства биогаза (кг/т ТБО). Максимальные объемы биогаза достигаются по прошествии 17 лет.

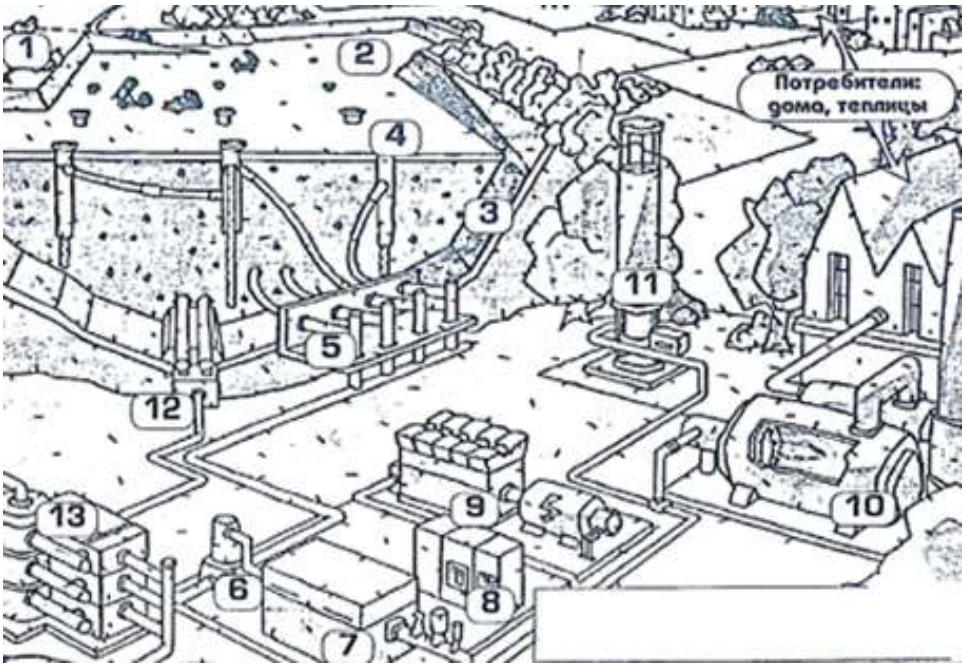


Рис. 3. Типичная схема обустройства полигона ТБО, включающая оборудование по сбору и утилизации биогаза

1 – слой окончательной засыпки
2 - зона складирования отходов
3 – геомембраны
4 - скважины
5 - регулировочные клапаны сети сбора биогаза
6 - конденсирующее устройство
7 - насосное устройство
8 - контрольно - регулировочное устройство
9 - генератор электрической энергии
10 - нагревательная установка
11 - факельная установка
12 - установка для сбора фильтрата
13 - установка для очистки фильтрата

Таким образом, одним из перспективных направлений для повышения экологической и пожарной безопасности полигонов твердых бытовых отходов является использование биогаза, который образуется в процессе разложения органических отходов. Предлагаемая система сбора и утилизации биогаза не только способствует улучшению ситуации, но и обеспечивает экономическую выгоду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева Е. А. Технология обращения с твердыми коммунальными отходами. Ч. 2: учебное пособие / Е. А. Васильева. – СПб.: ВШТЭ СПб ГУПТД, 2021. - 80 с.

УДК 699.816.2

А. М. Царегородцев, Д. Р. Симашов, Т. А. Мочалова, О. Н. Сонина, О. Е. Сторонкина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕГОРЮЧЕЙ ТКАНИ «АНТИПИРОС» ПРИ ТУШЕНИИ МОДЕЛЬНЫХ ОЧАГОВ ПОЖАРОВ КЛАССА В

В статье описываются результаты огневых испытаний негорючей термостойкой ткани «Антипирос» по многократному тушению модельного очага класса В.

Ключевые слова: термостойкая ткань; модельный очаг класса В; огневые испытания.

A. M. Tsaregorodtsev, D. R. Simashov, T. A. Mochalova, O. N. Sonina, O. E. Storonkina

STUDY OF THE EFFICIENCY OF USING NON-COMBUSTIBLE FABRIC «ANTIPYROS» IN EXTINGUISHING MODEL CLASS B FIRES

The article describes the results of fire tests of non-flammable heat-resistant fabric «Antipyros» for multiple extinguishing of a model class B fire.

Keywords: heat-resistant fabric; model fireplace class B; fire tests.

Для тушения небольших очагов возгорания используются противопожарные кошмы (огнестойкие полотна). Принцип их действия основан на изоляции огня от кислорода, что помогает быстро локализовать пожар. Они могут быть использованы многократно, если после применения их правильно очистить и проверить на наличие повреждений. При этом особое внимание отводится ткани, из которой изготавливается полотно.

Целью данного исследования является проведение огневых испытаний ткани «Антипирос» (производство ООО «Апотекс», Иваново) по тушению модельного очага пожара класса В.

Объектом исследования являлась негорючая термостойкая ткань, обработанная антипиреном (замедлителем горения) серии ТЕЗАГРАН-ЭКО (рис. 1). Согласно сведениям, предоставленным производителем данной ткани, она выдерживает температуру до 800 °С.

© Царегородцев А.М., Симашов Д.Р., Мочалова Т.А., Сонина О.Н., Сторонкина О.Е., 2025

Рис. 1. Внешний вид ткани «Антипирос»

Методика проведения исследования заключалась в следующем. Модельный очаг пожара класса В представляет собой круглый противень, наполненный водой, поверх которой наливается горючая жидкость [1]. В нашем исследовании в качестве горючей жидкости использовался автомобильный бензин АИ-95.

После поджига бензина в противне выдерживали 60с его самостоятельного горения (рис. 2), после чего приступали к тушению.

Исследуемой тканью накрывали модельный очаг движением «от себя», прижимали ткань со всех сторон противня для минимизации доступа кислорода к очагу. Также фиксировали температуру внешней стороны ткани «Антипирос» с помощью пирометра «Testo 845».

После прекращения горения бензина в модельном очаге исследуемую ткань снимали и фиксировали время повторного воспламенения.

Рис. 2. Горение бензина АИ-95 в модельном очаге класса В

Нами было проведено 20 испытаний с одним и тем же образцом ткани. Между испытаниями ткань полностью охлаждали до начальной температуры, в модельный очаг заливали свежую порцию бензина АИ-95.

Оценку результатов проводили следующим образом: считали, что очаг потушен, если в течение 1 мин не произошло повторное воспламенение; нет сквозных прогаров в образце исследуемой ткани.

Согласно [1], считается, что покрывало для изоляции очага пожара прошло испытание, если в 2-х попытках из 3-х модельный очаг был потушен.

Результаты испытаний представлены в таблице.

Таблица. **Результаты огневых испытаний ткани «Антипирос» по тушению модельного очага пожара класса В**

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Время до повторного воспламенения, с	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Температура внешней стороны ткани «Антипирос», °С	54	56	69	65	72	70	66	77	77	69	71	58	74	70	73	65	67	58	67	68

Из представленных данных следует, что изученный образец негорючей термостойкой ткани, обработанной антипиреном серии ТЕЗАГРАН-ЭКО, эффективно тушит модельный очаг класса В. Как видно из таблицы, спустя 20 повторных испытаний не произошло воспламенений бензина в модельном очаге класса В, не наблюдалось сквозных прогаров, кроме того, снижения огнетушащей эффективности выявлено не было.

Следует отметить, что в процессе многократного тушения ткань дала усадку. По-видимому, это связано с изменением структуры ее волокон под действием высоких температур. Они становятся более плотными. Это следует учитывать при изготовлении покрывал для изоляции пожара из данной ткани.

Таким образом, термостойкая ткань «Антипирос» может многократно использоваться в качестве покрывала для изоляции пожара, без потери эксплуатационных свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 59693-2021 «Покрывала для изоляции очага возгорания. Общие технические требования. Методы испытаний».

УДК 66.021.3

В. М. Чухнин[1], А. А. Рябиков[1], С. В. Натареев[1,2]
[1]Ивановский государственный химико-технологический университет
[2]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЧИСТКА ВОДЫ МЕТОДОМ ИОННОГО ОБМЕНА НА ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕМ КАТИОНИТЕ

В работе рассматривается процесс ионообменной очистки воды от ионов меди в аппарате с неподвижным слоем целлюлозосодержащего катионита. В ходе проведения экспериментальных исследований получены выходные кривые ионного обмена и выявлены закономерности динамического режима работы аппарата. Показана перспективность применения процесса ионного обмена для очистки воды в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: аппарат с неподвижным слоем ионита; целлюлозосодержащий сорбент.

V. M. Chukhnin, A. A. Ryabikov, S. V. Natareev

WATER PURIFICATION BY ION EXCHANGE METHOD ON CELLULOSE-CONTAINING CATION EXCHANGER

The paper considers the process of ion exchange purification of water from copper ions in an apparatus with a fixed layer of cellulose-containing cationite. During the experimental studies, the output curves of ion exchange were obtained and the patterns of the dynamic mode of operation of the device were revealed. The prospects of using the ion exchange process for water purification in emergency situations are shown.

Keywords: apparatus with a fixed ionite layer; cellulose-containing sorbent.

В первые дни после возникновения чрезвычайной ситуации приоритетными направлениями деятельности спасательных служб являются медицинское обеспечение и снабжение водой [1]. В случае невозможности подачи воды системой централизованного водоснабжения предусматривается ее подвоз при помощи автомобильных цистерн, малых емкостей и организация очистки загрязненной воды мобильными средствами. Одним из эффективных методов очистки воды от ионов тяжелых металлов является метод ионного обмена. На практике преимущественное распространение получили ионитовые фильтры, к неоспоримым достоинствам которых можно отнести возможность обработки значительных объемов воды, надежность работы, простоту конструкции и относительно невысокую стоимость. В качестве загрузки в ионитовые фильтры используются синтетические иониты. Перспективным направлением очистки воды от ионов тяжелых металлов является применение

© Чухнин В. М., Рябиков А. А., Натареев С. В., 2025

целлюлозосодержащих сорбентов, которые, по сравнению с синтетическими ионитами, имеют невысокую стоимость. Обзор известных природных сорбентов можно найти в работах [2, 3]. В работе предложен сорбент на основе целлюлозы и хитозана, характерной особенностью которого является его меньшая, чем у воды, плотность [4]. Поэтому в традиционном ионитовом фильтре сорбент будет всплывать в верхнюю часть аппарата, что затрудняет проведение процесса очистки воды. Авторами предложена конструкция ионообменной установки с загрузкой целлюлозосодержащим сорбентом, представленная на рис. 1.

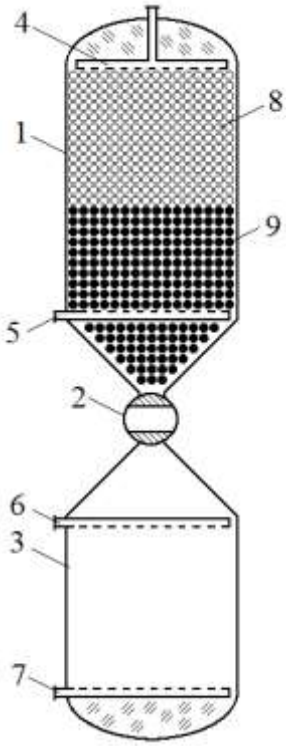


Рис. 1. Ионообменная установка:
1 – ионитовый фильтр,
2 – запорное устройство,
3 – емкость,
4 и 6 – верхнее дренажно-распределительное устройство,
5 и 7 – нижнее дренажно-распределительное устройство,
8 – неподвижный слой сорбента,
9 – неподвижный слой инертного материала

Ионообменная установка на стадии сорбции работа следующим образом. Исходная вода поступает в ионитовый фильтр 1 через нижнее дренажно-распределительное устройство 5, проходит сквозь слой частиц инертного материала 9, неподвижный слой частиц ионита 8, где очищается от ионов целевого компонента, а затем выводится из ионитового фильтра 1 через верхнее дренажно-распределительное устройство 4. В ионитовом фильтре 1 также проводят регенерацию и отмывку сорбента. Перед стадией взрыхления инертный материал переходит из аппарата 1 в емкость 3. На стадии взрыхления слои сорбента в аппарате 1 и слой инертного материала в емкости 3 находятся во взвешенном состоянии. Стадии сорбции, регенерации, отмывки и взрыхления последовательно повторяются.

Исследование процессов ионного обмена проводили в лабораторной установке, которая была изготовлена из оргстекла. Характеристики ионитового фильтра и ионообменных систем имели следующие значения: диаметр $D_а$ = 0,06 м; высота слоя сорбента $H_{сл}$ = 0,08 м; высота слоя частиц инертного материала $H_{и.м}$ = 0,06 м; расход раствора сульфата меди Q = 10^{-5} м^3/с; концентрация раствора сульфата меди $C_{вх}$ = 0,025; 0,01 и 0,005 кмоль-экв/м^3; средний диаметр набухшего зерна сорбента $d_з = 8\cdot10^{-4}$ м; порозность слоя сорбента ε = 0,4.

В качестве инертного материала был использован сополимер стирола с 8 % дивинилбензола, полученный при производстве катионита КУ-2-8 [5], который в набухшем состоянии представляет собой зерна сферической формы диаметром 1 мм и плотностью 1280 кг/м^3.

При проведении опытов через ионитовый фильтр 1 пропускали раствор сульфата меди и на выходе из аппарата отбирали через определенные промежутки времени порции фильтрата, в которых определяли концентрацию ионов меди. Результаты экспериментальных исследований показаны на рис. 2.

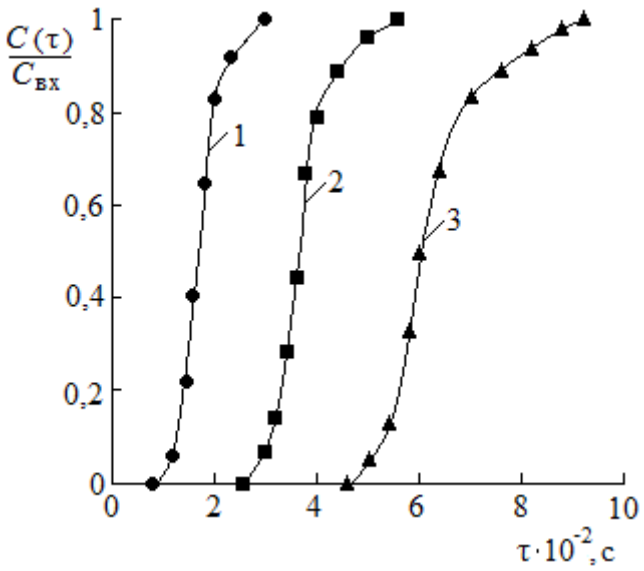


Рис. 2. Выходные кривые ионного обмена Cu^{2+} - Na^{+}:
$C_{вх}\cdot10^2$, кмоль-экв/м^3: 1 - 2,5; 2 - 1 и 3 - 0,5

На основании экспериментальных выходных кривых ионного обмена определили время защитного действия слоя сорбента $\tau_{пр}$ и рассчитывали полную E_0 и рабочую $E_{пр}$ динамические обменные емкости сорбента по следующим формулам [6]:

$$E_0 = \frac{C_{вх}V_0 - \sum V_п C_п}{\bar{V}}, \text{ кмоль–экв/м}^3 \qquad (1)$$

$$E_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{вх}} V_{\text{пр}}}{\overline{V}}, \text{ кмоль–экв/м}^3 \qquad (2)$$

где V_0 – объем фильтрата до полного насыщения ионита поглощаемыми ионами, м^3; $C_{\text{п}}$ – концентрация раствора в порциях фильтрата после появления ионов исходного раствора (проскока), кмоль–экв/м^3; $V_{\text{п}}$ – объем порций фильтрата после появления ионов исходного раствора (проскока), м^3; $\overline{V}$ – объем сорбента, м^3.

При изучении влияния изменения концентрационных условий на динамический ионообменный процесс установлено, что при увеличении исходной концентрации раствора сульфата меди наблюдается снижение времени защитного действия слоя и увеличивается значение динамической обменной емкости сорбента. Например, наибольшее значение полной динамической обменной емкости (E_0) по ионам меди, равное 0,22 кмоль–экв/м^3, достигается при концентрации исходного раствора 0,025 кмоль–экв/м^3. В случае подачи в аппарат раствора с концентраций 0,005 кмоль–экв/м^3 значение E_0 составляет 0,17 кмоль–экв/м^3. При применении раствора сульфата меди концентрацией 0,025 кмоль-экв/м^3 рабочая обменная емкость сорбента $E_{\text{пр}}$, равная 0,095 кмоль–экв/м^3, достигается за 71 с, а при уменьшении концентрации раствора до 0,005 кмоль-экв/м^3 значение $\tau_{\text{пр}}$ составляет 450 с и величина $E_{\text{пр}}$ снижается до 0,08 кмоль–экв/м^3. С ростом концентрации исходного раствора наблюдается сжатие в слое адсорбента фронта сорбции. Следовательно, на динамику процесса оказывает влияние кинетика ионного обмена.

Проведенные исследования показали хорошие сорбционные свойства полученного природного сорбента и надежную работу ионообменной установки. Разработанная конструкция ионообменной установки и полученный целлюлозосодержащий сорбент рекомендуется для практического применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пеньков А.И., Тихомирова Е.А. Полевой А.А. Аварийно-спасательные работы на сетях водопровода и канализации городской инфраструктуры // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Юрга, 5-6 ноября 2015 г.: в 2 т. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015. Т. 2. С. 186-192.

2. Иканина Е.В., Марков В.Ф., Каляева М.И. Композиционные сорбенты для извлечения тяжелых металлов: итоги последних лет // Бутлеровские сообщения. 2016. Т. 48. № 11. С. 101–113.

3. Wan Ngaha W.S., Teonga L.C., Hanafiaha M.A.K.M. Adsorption of dyes and heavy metal ions by chitosan composites: A review // Carbohydrate Polymers. 2010. V. 83. P. 1446–1456.

4. Натареев С.В., Захаров Д.Е., Семенов А.Ю., Аксюкова Н.Ю. Получение сорбента из биополимеров и его применение в системах водоснабжения в чрезвычайных ситуациях // Современные проблемы гражданской защиты. 2022. N 2 (43). С. 123-130.

5. Лейкин Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 416 с.

6. Практикум по ионному обмену: Учебное пособие / В.Ф. Селеменев, Г.В. Славинская, В.Ю. Хохлов [и др.]. Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 2004. 160 с.

УДК 614.8.01

М. Д. Шишов
СПСЧ ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Красноярскому краю

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ПОЖАРАМ, ПРОИЗОШЕДШИХ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

В целях оценки пожарной опасности промышленных предприятий, существует необходимость проведения анализа статистических данных по пожарам, произошедших на исследуемых объектах. Данная информация в дальнейшем может помочь в разработке мероприятий, повышающих уровень пожарной безопасности данных объектов защиты.

Ключевые слова: статистика пожаров; материальный ущерб; количество погибших; промышленные предприятия.

M. D. Shishov

STATISTICAL DATA ON FIRES THAT OCCURRED AT INDUSTRIAL FACILITIES

In order to assess the fire danger of industrial enterprises, there is a need to analyze statistical data on fires that occurred at the studied facilities. This information can further help in the development of measures that increase the level of fire safety of these protection facilities.

Key words: statistics of fires; material damage; death toll; industrial enterprises.

С давних времен, пожары представляли наибольшую опасность не только для человека, но и для окружающей среды, в связи с чем существует необходимость в проведении анализа статистических данных по пожарам, произошедших, на промышленных объектах.

© Шишов М. Д., 2025

В целях достижения основной цели настоящей статьи, необходимо провести анализ статистических данных по пожарам, результаты которого окажут существенную помощь в разработке мероприятий по повышению пожарной безопасности промышленных объектов [1].

На рис. 1. приведены данные, о произошедших пожарах за последние 6 лет, которые свидетельствуют о тенденции снижения (с 2018 по 2023 года) их количества.

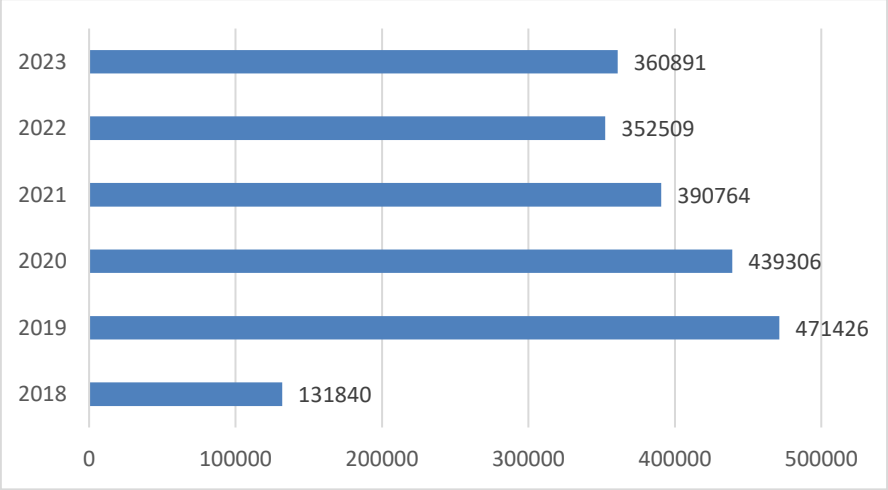


Рис. 1. Количество пожаров, ед.

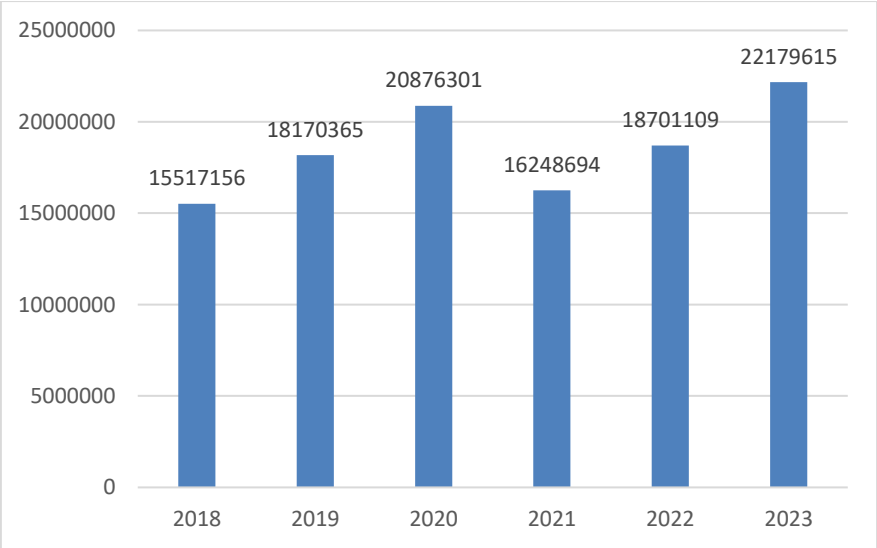


Рис. 2. Прямой ущерб, тыс. руб.

На рис. 2 приведены данные, о причиненном ущербе произошедших пожаров за последние 6 лет, которые свидетельствуют об увеличении рассматриваемого показателя за последний год, а также сохранении примерно на одном уровне приведенных значений.

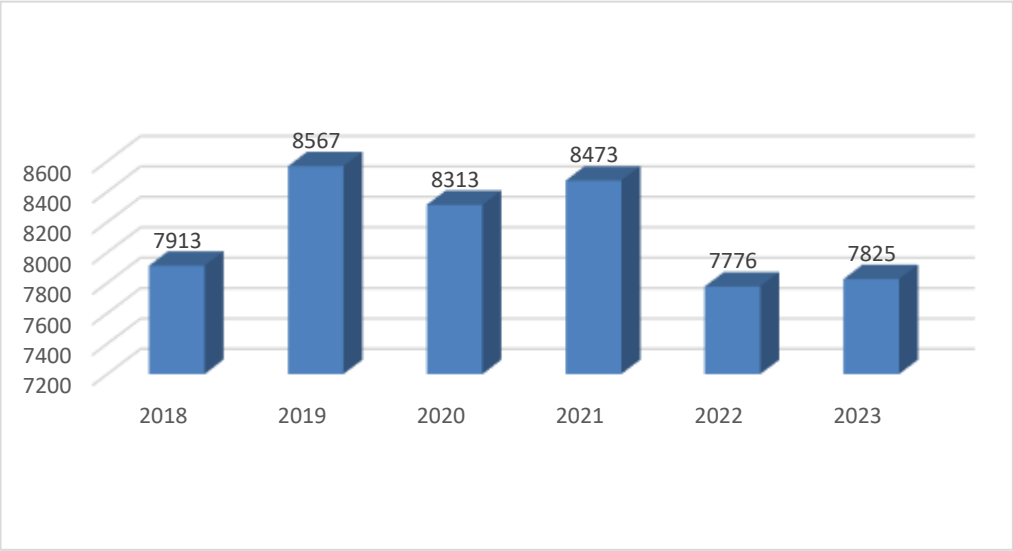


Рис. 3. Количество погибших на пожарах людей, чел.

На рис. 3 приведены данные, о количестве погибших на пожарах людей, свидетельствующие о значительном снижении этого показателя, в особенности за последние 4 года.

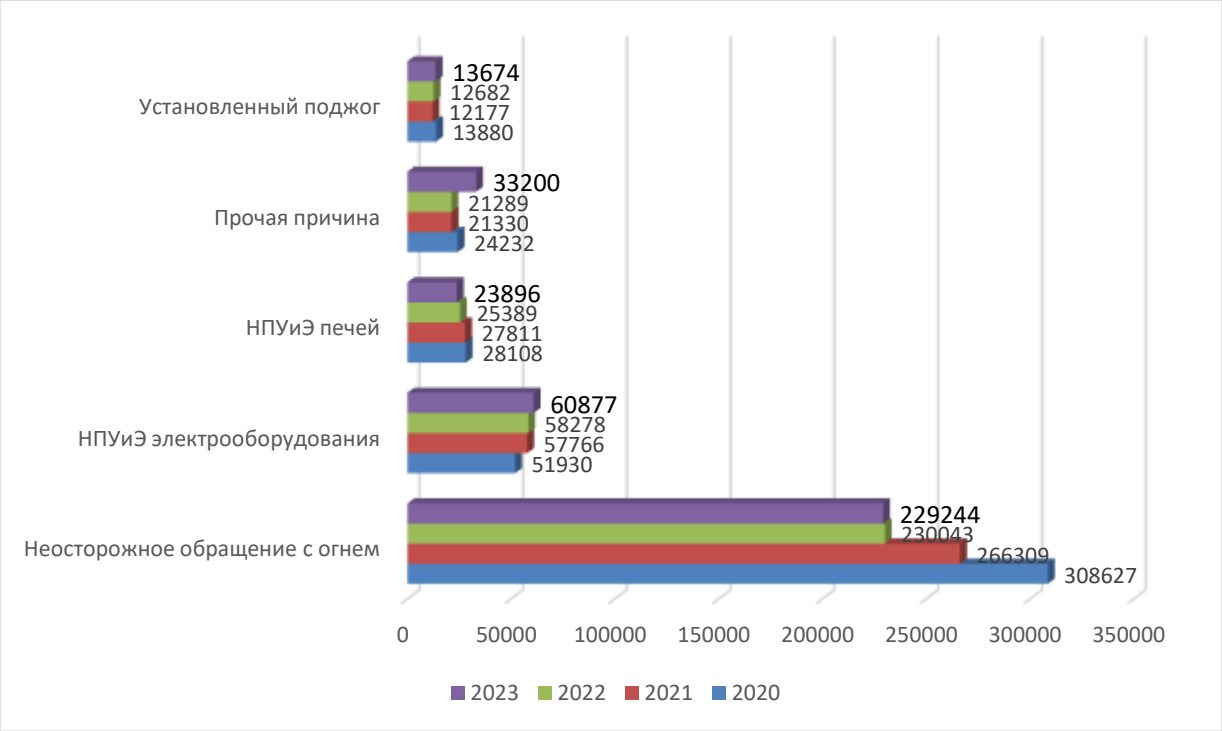


Рис. 4. Основные причины пожаров

На рис. 4 приведена статистическая информация, касающаяся основных причин возникновения пожаров. Указанная информация показала, что большинство пожаров случаются по причине неосторожного обращения с огнем (более чем в четыре раза превышает ближайший показатель).

В свою очередь в 2023 году наблюдается увеличение количества пожаров по следующим причинам: нарушение ПУиЭ электрооборудования, прочих причин и поджога. Снижение количества пожаров по причинам: нарушение ПУиЭ печей.

Для наглядности описания статистических данных по пожарам, необходимо привести данные по количеству пожаров на промышленных объектах.

На рис. 5 приведены данные по пожарам на объектах, которые относятся к промышленным. В 2023 году наблюдается резкое и значительное увеличение количества пожаров (более чем на 20 %) по сравнению с 2022 годом.

Количество пожаров на рассматриваемых объектах в 2023 году составило 1,3 % от общего количества, в 2022 году этот показатель составил чуть более 1,1 %.

Статистическая информация по размеру прямого материального ущерба за последние шесть лет приведена на рис. 6. В 2023 году наблюдается увеличение размера ущерба в сравнении с аналогичным периодом прошлого года и составило более 18 %. Размер прямого материального ущерба от общего показателя равен 30 %. Сравнивая показатели 2023 года с показателями 2020 года, разница составляет 40 %.

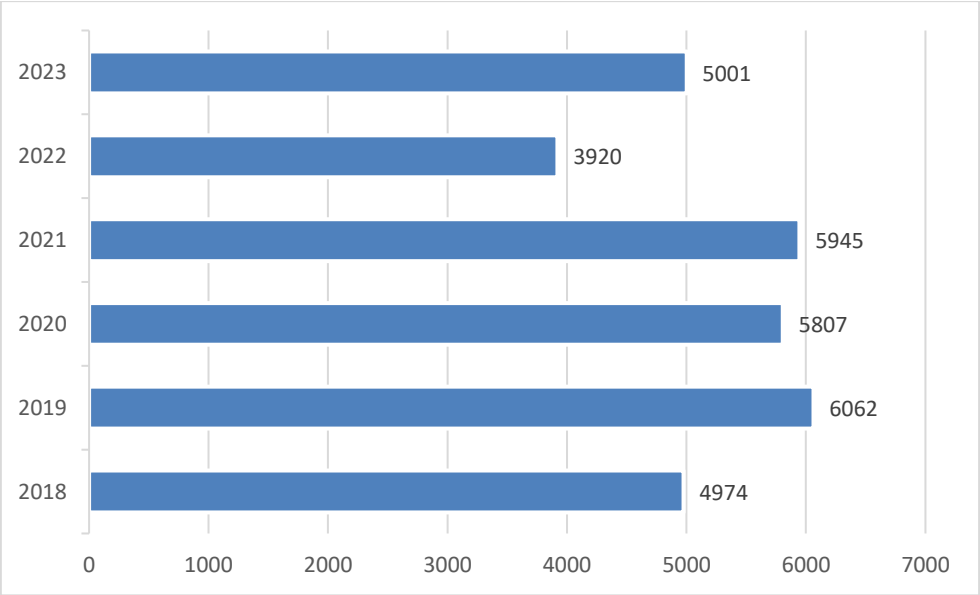


Рис. 5. Количество пожаров, ед. (Здания производственного назначения; Складские здания, сооружения; Сооружения, установки промышленного назначения)

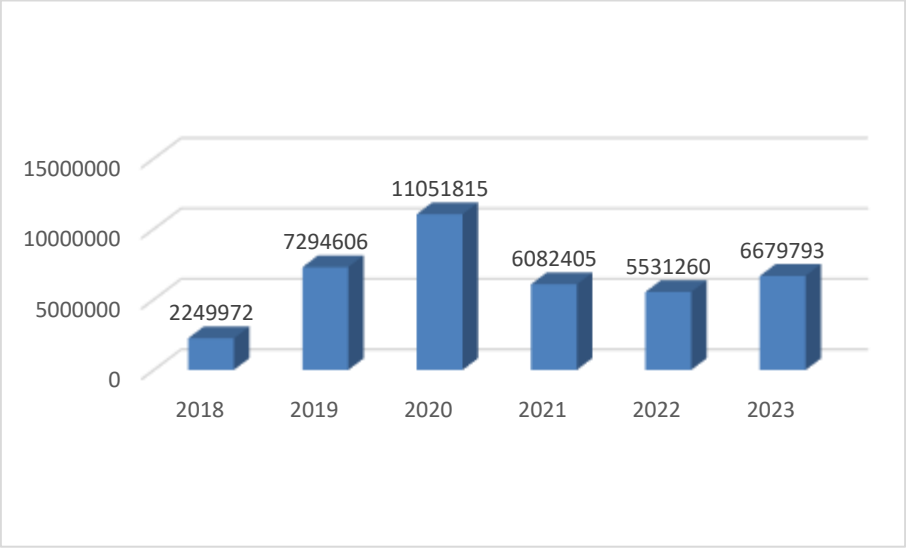


Рис. 6. Прямой материальный ущерб, тыс. руб.
(Здания производственного назначения; Складские здания, сооружения; Сооружения, установки промышленного назначения)

Таким образом, проведенный анализ статистических данных по пожарам, позволил сформировать имеющуюся картину с пожарами на промышленных объектах и последствиями от них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

УДК 614.8.01

М. Д. Шишов
СПСЧ ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Красноярскому краю

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Пожарная безопасность промышленных предприятий играет существенную роль в экономическом развитии государства, поэтому создание системы обеспечения пожарной безопасности исследуемых объектов защиты представляет особую важность.

Ключевые слова: система обеспечения пожарной безопасности, объект защиты, система противопожарной защиты, промышленные объекты.

M.D. Shishov

THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE FIRE SAFETY SYSTEM AT INDUSTRIAL FACILITIES

Fire safety of industrial enterprises plays a significant role in the economic development of the state, therefore the creation of a fire safety system for the studied protection objects is of particular importance.

Keywords: fire safety system, protected object, fire protection system, industrial facilities.

Пожарную безопасность (далее по тексту – ПБ) на промышленных объектах необходимо реализовывать на постоянной основе, так как имеется повышенная опасность возникновения пожара (обусловлена сложными производственными процессами), благодаря чему происходит совершенствование следующих требования безопасности:

- противопожарная;
- энергетическая;
- экономическая;
- экологическая.

Стоит отметить, что промышленные объекты имеют широкий спектр потенциальных опасностей, которые могут привести к материальному ущербу и человеческим жертвам, поэтому на исследуемых объектах защиты необходимо обеспечивать пожаровзрывобезопасность.

В качестве основы безопасного функционирования промышленного объекта, служат действия персонала объекта (регламентируются НПА), направленные на успешное противодействие пожарам и ЧС.

© Шишов М. Д., 2025

Одним из способов обеспечения безопасного функционирования объекта защиты, который регламентируется законодательством, является создание СОПБ с целью предотвращения пожара, обеспечения безопасности людей и защиты имущества при пожаре.

К основным элементам системы обеспечения пожарной безопасности (далее по тексту – СОПБ) относятся – органы государственной власти, органы местного самоуправления, организации, граждане, принимающие участие в обеспечении ПБ в соответствии с законодательством РФ.

Согласно [1] все объекты на территории РФ должны иметь СОПБ, которая имеет следующий состав:

– система предотвращения пожара;
– система противопожарной защиты;
– комплекс мероприятий, обеспечивающих безопасность предприятия.

По данным [2], под СОПБ понимается комплекс сил и средств, а также мероприятий правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, предназначенных для предотвращения пожаров, их ликвидации и выполнения аварийно-спасательных работ.

Основные функции СОПБ приведены на рис. 1.

Рис. 1. Основные функции СОПБ

В соответствии с [1] СОПБ должна включать в себя комплекс мероприятий, которые исключают возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного [1], и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

Согласно действующему законодательству, индивидуальный пожарный риск в зданиях и сооружениях не должен превышать одну миллионную в год для отдельного человека, находящегося в наиболее удаленной от выхода точки.

Также согласно [1], пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Для предотвращения возникновения пожара на объекте защиты необходимо проводить профилактические меры. На промышленных объектах эта задача решается с помощью системы предотвращения пожара, которая включает инструкции по правилам безопасности на предприятии, выполнение режимных (ограничительных) мероприятий, а также предотвращение образования горючей среды и источников зажигания в ней.

Система противопожарной защиты предполагает выполнение капитальных мероприятий, которые приведены на рис. 2.

Только посредством системного и комплексного подхода можно предотвратить пожар на производственном объекте.

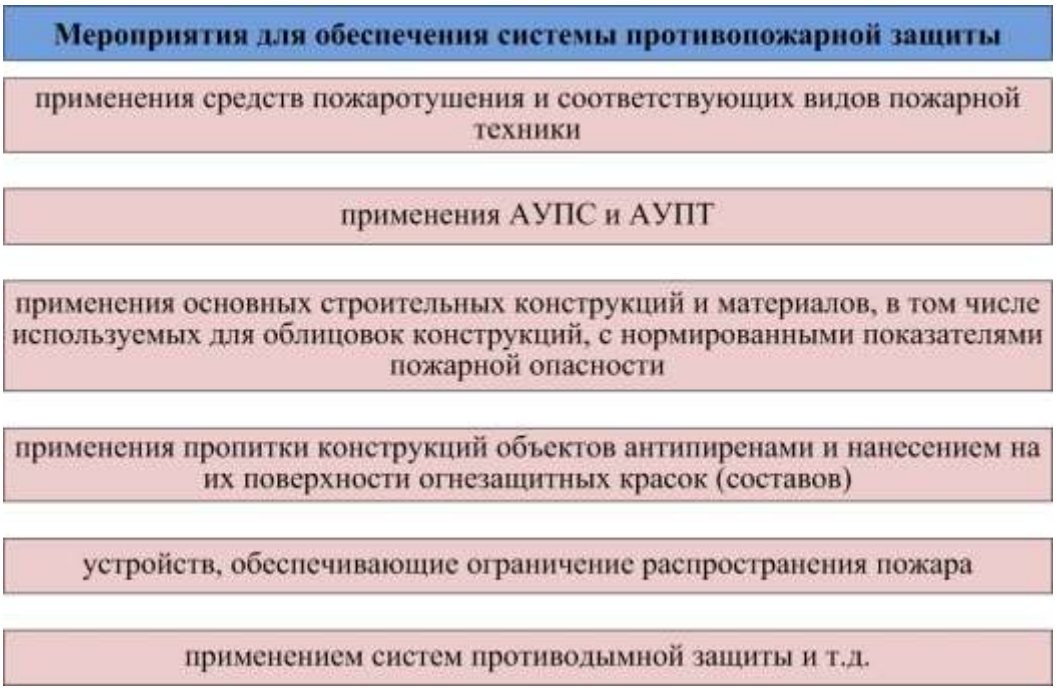


Рис. 2. Мероприятия для обеспечения системы противопожарной защиты

СОПБ оцениваются по уровню, на котором они гарантируют безопасность людей и сохранность материальных ценностей, а также по их экономической эффективности на всех этапах жизненного цикла объектов – от научной разработки и проектирования до строительства и эксплуатации [3].

СОПБ предназначено для выполнения одной из трех задач: исключение возникновения пожара, обеспечение безопасности людей, имущества или обоих одновременно.

В первоочередном порядке существует необходимость выделить нарушения требований ПБ, способствующие гибели и травмированию людей. Подобные нарушения имеют особую важность ввиду возможных трагических последствий.

Вторая категория нарушений является менее значимой, так как риск причинения вреда жизни и здоровью людей, находящихся на объекте, а также причинение материального вреда – меньше первого.

Данная модель ранжирования нарушений обязательных требований ПБ наиболее уместно применять на тех объектах, где финансирование мероприятий, направленных на обеспечение ПБ, ограничено.

Согласно законодательству, руководитель предприятия назначает ответственное лицо за пожарную безопасность, которое следит за соблюдением требований безопасности на объекте защиты.

Ответственность за обеспечение пожарной безопасности должна быть прописана в должностных инструкциях. В случае возникновения пожара необходимо обеспечить безопасную эвакуацию людей.

Гарантия безопасности людей должна обеспечиваться, за счет выполнения следующих мероприятий, приведенных на рис. 3.

Рис. 3. Мероприятия, направленные на обеспечение безопасности людей

При возникновении пожара действия оперативных служб предприятия, пожарной охраны, членов добровольной пожарной дружины, рабочих и служащих, в первую очередь должны быть направлены на обеспечение безопасности и эвакуацию людей, оказавшихся в зоне пожара.

Для обеспечения безопасной эвакуации людей должны быть:

– установлены необходимое количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и эвакуационных выходов;

– обеспечено беспрепятственное движение людей по эвакуационным путям и через эвакуационные выходы;

– организованы оповещение и управление движением людей по эвакуационным путям.

Эвакуация людей из зданий, сооружений и строений в случае пожара считается безопасной, если время от момента обнаружения пожара до завершения эвакуации людей в безопасную зону не превышает установленного нормативными правовыми актами времени на эвакуацию при пожаре.

Руководитель предприятия обязан организовать проведение обучения по охране труда, промышленной и ПБ, стажировку, проверку знаний и допуск к самостоятельной работе для поступивших (переведенных) на работу лиц, до истечения месяца после приема (перевода) на работу.

Порядок обучения работников рабочих профессий по ПБ представлен на рис. 4.

Рис. 4. Порядок обучение работников

К организационно-техническим мероприятий, направленным на обеспечение пожарной безопасности, относятся:

– разработка плана действий по обеспечению пожарной безопасности на объекте;

– проведение пожарно-технических обследований защитного объекта;

– организация сезонного технического обслуживания пожарной техники, оборудования и инструментов;

– организация практических тренировок по безопасной эвакуации сотрудников в случае пожара и инструктажей по использованию средств индивидуальной защиты.

Подводя итог изложенной информации, следует подчеркнуть, что СОПБ имеет важное значение для любого промышленного предприятия. Руководитель объекта защиты вправе управлять СОПБ. При анализе особенностей организации СОПБ выявлены её основные функции, назначение и, как уже отмечалось, важность. Создание СОПБ регулируется требованиями нормативных правовых актов в области пожарной безопасности. Таким образом, наличие СОПБ на промышленном объекте является необходимым элементом его деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

3. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

РАЗДЕЛ 2
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ, МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

SECTION 2
SCIENTIFIC METHODS FOR DETERMINING THE FIRE HAZARD OF SUBSTANCES, MATERIALS AND BUILDING CONSTRUCTIONS PROPERTIES

УДК 614.84

П. В. Арканов, А. В. Юркин, Р. Ю. Гладких
Уральский институт ГПС МЧС России

МЕТОДЫ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В статье расматриваются современные методы термодинамического анализа, применяемые для оценки пожарной опасности полимерных материалов, используемых в строительстве. Основное внимание уделяется термогравиметрическому анализу и дифференциальной сканирующей калориметрии, которые позволяют выявить термические характеристики полимеров, их стойкость к высоким температурам и поведение при горении. Описываются экспериментальные подходы, позволяющие определить критические температурные точки, скорость выделения горючих газов и теплоту сгорания материалов.

Ключевые слова: термодинамический анализ; пожарная опасность; полимерные материалы; термогравиметрический анализ; дифференциальная сканирующая калориметрия; материаловедение.

P. V. Arkanov, A. V. Yurkin, R. Yu. Gladkikh

THERMODYNAMIC ANALYSIS METHODS FOR FIRE HAZARD ASSESSMENT OF POLYMERIC MATERIALS IN CONSTRUCTION

This article reviews modern methods of thermodynamic analysis used to assess the fire hazard of polymeric materials used in construction. The main attention is paid to thermogravimetric analysis and differential scanning calorimetry, which allow to reveal the thermal characteristics of polymers, their resistance to high temperatures and combustion behavior. Experimental approaches to determine critical temperature points, flammable gas release rates and heat of combustion of materials are described.

Keywords: thermodynamic analysis; fire hazard; polymeric materials; thermogravimetric analysis; differential scanning calorimetry; materials science.

© Арканов П. В., Юркин А. В., Гладких Р. Ю., 2025

С каждым годом использование полимерных материалов в строительстве становится все более распространенным благодаря их легкости, долговечности, экономичности и высокой адаптивности к современным требованиям проектирования. Полимеры находят применение в строительстве от теплоизоляционных материалов и покрытий до элементов конструкций и отделки.

Основной целью данной статьи является комплексный анализ методов термодинамического анализа, применяемых для оценки пожарной опасности полимерных материалов в строительстве.

Задачи, стоящие перед авторами, включают:

- обзор физико-химических свойств полимеров;
- изучение термодинамических принципов, лежащих в основе процессов горения;
- оценка существующих методов термодинамического анализа и возможности их применения для определения пожарных характеристик материалов.

Актуальность данной темы в значительной степени обусловлена увеличением требований к пожарной безопасности зданий и сооружений, ужесточением норм и стандартов, а также возрастанием числа инцидентов, связанных с возгоранием полимерных конструкций. Создание безопасной городской среды, в которой активно используются полимерные материалы, требует понимания их поведения в условиях экстремальных температур и воздействия пламени.

Наиболее распространенными типами полимеров в строительной сфере являются полистирол, полиэтилен, поливинилхлорид, полиуретаны, а также эпоксидные смолы. Каждый из этих материалов обладает своими особенностями и характеристиками.

Полистирол, например, нашел широкое применение в качестве теплоизоляционного материала благодаря своей низкой теплопроводности и высокой прочности на сжатие. Он часто используется в конструкции стен и кровель. Полиэтилен, известный своей высокой устойчивостью к воздействию химических веществ и влаги, используется в качестве гидроизоляции и в производстве труб. Поливинилхлорид является идеальным выбором для оконных рам и многослойных покрытий благодаря своей стойкости к ультрафиолетовому излучению и механической прочности [1]. Полиуретаны отличаются высокой эластичностью и прочностью. Эпоксидные смолы используются в качестве связующих компонентов в композитных материалах и защитных покрытиях, обеспечивая надежность и долговечность.

Термостойкость полимеров зачастую ограничена. Это делает их уязвимыми при высоких температурах. Например, многие полимеры начинают деформироваться или терять свои механические свойства при температурах выше 70-100°C. Механические свойства, включая прочность на сжатие,

растяжение и изгиб, также варьируются в зависимости от химического состава и структуры материала.

Что касается влияния физико-химических свойств полимеров на их поведение при воздействии огня, здесь необходимо учитывать, что большинство полимерных материалов имеют низкую теплоемкость и могут легко воспаляться, выделяя при этом токсичные газы. Процесс горения полимеров сопровождается выделением теплоты. Это может стать причиной быстрого распространения огня в помещениях. Например, при горении вспененного полистирола выделяются токсичные вещества, такие как угарный газ и формальдегид [2].

Существует несколько методов термодинамического анализа, среди которых наиболее популярными являются дифференциальная термогравиметрия (DTG), динамический механический анализ (DMA), сканирующая калориметрия (DSC) и термогравиметрический анализ (TGA). Каждый из этих методов имеет свои особенности, преимущества и недостатки.

Дифференциальная термогравиметрия (DTG) - оценка изменения массы образца при изменении температуры. Этот метод позволяет выявить критические точки, такие как температура плавления, температура разложения и другие значимые термические события. Одним из главных преимуществ дифференциальной термогравиметрии (DTG) является высокая чувствительность. Однако у этого метода есть и недостатки: например, он требует тщательной подготовки образцов и может быть трудоемким.

Динамический механический анализ (DMA) основан на измерении механических свойств материала при его нагревании или охлаждении. Метод позволяет наблюдать изменения в модуле упругости, вязкости и других механических характеристиках. Преимуществом динамического механического анализа (DMA) является возможность анализа материалов в широком диапазоне частот. Однако один из недостатков этого метода заключается в том, что он может быть менее чувствителен к небольшим изменениям в структуре материала, особенно при низких температурах [3].

Сканирующая калориметрия (DSC) изучает тепловые изменения в образце при его нагревании или охлаждении. Этот метод позволяет непосредственно измерять теплоемкость, температуру фазовых переходов и количество выделяемой или поглощаемой теплотой. Сканирующая калориметрия (DSC) является одним из наиболее распространенных методов в термодинамическом анализе и предлагает хорошие результаты для изучения термоактивных полимеров [4].

Термогравиметрический анализ (TGA) измеряет изменение массы образца как функцию температуры или времени при постоянной температуре. Этот метод позволяет анализировать термостойкость полимеров, выявлять их компоненты и определять, как они разлагаются под воздействием температуры. Его главное преимущество заключается в простоте проведения и высокой повторяемости результатов. Однако термогравиметрический анализ (TGA) не

способен четко различать процессы, происходящие в сложных полимерных системах [5].

Каждый из этих методов имеет широкое применение в исследованиях полимерных материалов. Например, дифференциальная термогравиметрия (DTG) часто используется для определения стехиометрии полимерных смол в композитах. Динамический механический анализ (DMA) может быть применён для анализа модификаций в термопластичных полимерах (PLA) при добавлении пластифицирующих добавок, что значительно влияет на их механические свойства. Сканирующая калориметрия (DSC) применяется для исследования плавления и кристаллизации полимеров, таких как полиэтилентерефталат [6].

В заключение отметим, что методы термодинамического анализа играют ключевую роль в оценке пожарной опасности полимерных материалов, используемых в строительстве. Эти методы, включая дифференциальную термогравиметрию, динамический механический анализ и сканирующую калориметрию, предоставляют ценную информацию о термических свойствах материалов, их поведении при воздействии высоких температур и стабильности в условиях пламени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения. М.: Асс. «Пож-наука», 2004. Ч. 2. 774 с.
2. Егоров Н. В. Отделка хлопчатобумажных тканей: справочник. Иваново: изд-во «Талка», 2019. 484 с.
3. Применение разработанных экспресс-методик оценки огнезащитных свойств текстильных материалов / В. Г. Спиридонова, О. Г. Циркина, А. Л. Никифоров [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты, 2020. № 1(34). С. 77-84.
4. Орленко Л. В. Терминологический словарь одежды. М.: Легпромбытиздат, 1996. 344 с.
5. Хайруллина З. З. Метод термического анализа. Методические указания к лабораторной работе. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2020. 26 с.
6. Оценка пожароопасных свойств текстильных материалов на основе растительных волокон / В. Г. Спиридонова, О. Г. Циркина, А. Л. Никифоров [и др.] // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. С.128-132.

УДК 614.841

А. С. Горбунов
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ В ЭКСПЕРТИЗЕ ПОЖАРОВ

В статье представлен анализ существующих методов оценки степени термического воздействия на металлические изделия. Рассмотрены недостатки и преимущества методов исследования металлических изделий после пожара. Представлен новый метод исследования, основанный на измерении цветовых характеристик поверхности объекта. Предложены перспективы дальнейшего развития и применения оптических методов исследования металлических изделий в целях пожарно-технических экспертиз.

Ключевые слова: методы исследования; металлические изделия; экспертиза пожаров; оптические методы.

A. S. Gorbunov

METHODS OF EXAMINATION OF METAL PRODUCTS IN FIRE EXAMINATION

The article presents the analysis of existing methods for assessing the degree of thermal impact on metal products. The disadvantages and advantages of methods of investigation of metal products after fire are considered. A new research method based on the measurement of color characteristics of the object surface is presented. Prospects for further development and application of optical methods of examination of metal products for the purposes of fire technical examinations are offered.

Keywords: research methods; metal products; fire examination; optical methods.

Современная экспертиза пожаров представляет собой комплексный процесс исследования, направленный на установление причин и обстоятельств возникновения возгораний, а также реконструкцию развития пожара во времени и пространстве. Особую роль в этом играет исследование металлических изделий, которые, в силу своих физико-химических свойств, способны сохранять следы термического воздействия. Анализ деформаций, изменений микроструктуры, коррозионных процессов и фазовых превращений в металлах позволяет экспертам определить температурные режимы, продолжительность нагрева и локализацию очага пожара, что является критически важным для объективного расследования.

Актуальность разработки и совершенствования методов исследования металлов в контексте пожарной экспертизы обусловлена ростом требований к точности и достоверности экспертных заключений. Традиционные подходы,

© Горбунов А. С., 2025

такие как визуальный осмотр, зачастую недостаточны для интерпретации сложных процессов, возникающих при высокотемпературном воздействии. Внедрение современных технологий – сканирующей электронной микроскопии, оптических методов исследования, рентгеноструктурного анализа и методов математического моделирования – открывает новые возможности для детального изучения термических повреждений металлов в условиях пожара. Эти методы не только обеспечивают высокую точность исследования в фиксации структурных изменений, но и позволяют проводить количественную оценку параметров, таких как степень окисления или градиент температур в материале.

Несмотря на значительный прогресс в области аналитических технологий, остаются нерешённые вопросы, связанные с интерпретацией полученных данных. Например, влияние различных факторов (состав сплава, скорость охлаждения, наличие агрессивных сред, защитных покрытий) на формирование структурных изменений в металлах требует дальнейшего изучения. Кроме того, ограничения применения существующих методик анализа требует вывозить с собой целую лабораторию приборов.

Целью данной статьи является систематизация современных методов исследования металлических изделий, применяемых в пожарной экспертизе, а также оценка их эффективности в контексте идентификации очага возгорания. Особое внимание уделяется междисциплинарному подходу, объединяющему достижения материаловедения, химической физики и криминалистики, что способствует повышению надёжности экспертных выводов. Результаты работы могут быть использованы для оптимизации работы и разработки новых методов исследования.

Одним из наиболее распространённых признаков термического воздействия на стальные конструкции в условиях пожара является их деформация, связанная с низкой огнестойкостью стальных конструкций. При нагреве стальных конструкций до температуры выше 300–350 °C происходит увеличение их пластичности, что может привести к деформации, ползучести и снижению прочности. При дальнейшем повышении температуры до 500–600 °C прочность конструкции снижается вдвое, а при ещё более высоких температурах – в несколько раз. Даже при относительно невысоких температурах (300 °C) стальные конструкции заметно деформируются [1,2].

В источниках [1,2] отмечается, что деформации происходят в направлении более интенсивного теплового воздействия. Для решения этой задачи необходимо определить основное направление деформации стальных конструкций в здании или помещении и рассчитать относительную величину деформации – отношение величины прогиба к величине участка конструкции, на котором этот прогиб наблюдается [1].

При высокотемпературном окислении углеродистой стали в среде воздуха на её поверхности образуется плотный слой окислов (окалина),

который начинает формироваться при температуре около 700 °С и быстро увеличивается в толщине по параболическому закону [1, 2].

Исследование окалины с использованием рентгенофазового метода позволяет определить её состав. Метод основан на идентификации кристаллических фаз по характерным для них значениям межплоскостных расстояний и соответствующим интенсивностям линий рентгеновского спектра. Например, с помощью рентгенофазового анализа можно изучить состав окалины, образовавшейся на поверхности стальных изделий после воздействия высоких температур в течение определённого времени. Это позволяет определить температуру и длительность теплового воздействия на стальную конструкцию, например, в условиях пожара. Данный метод применим только в лабораторных условиях и требует особой пробоподготовки.

Существует метод [1, 2] для измерения толщины окислов на поверхности углеродистых сталей с помощью магнитного поля вихревых токов. Окалина имеет отличные от углеродистой стали физико-химические свойства, в том числе она уменьшает действие электромагнитного поля и вихревых токов. Поэтому для вихретокового метода величина ЭДС (U, мкВ) обратно пропорциональна температурному и временному воздействию на поверхность стали. Чем меньше величина ЭДС, тем больше термические повреждения конструкции из углеродистой стали [1, 2]. Данный метод может быть применен только для анализа окалины, т.е. при температурах выше 700 °С.

В работе [1] предложен метод оценки степени термических повреждений металлических конструкций и изделий на месте пожара путём измерения твёрдости по Бринеллю или Виккерсу. Однако этот метод не может быть применён для исследования горячекатаных сталей, так как они были термически обработаны, и термическое воздействие пожара не оказывает существенного влияния на изменение твёрдости.

Для оценки степени термических повреждений холоднодеформированных стальных изделий в пожарно-технических исследованиях используется магнитный метод, основанный на измерении коэрцитивной силы [1, 2]. В этом методе измеряется ток размагничивания предварительно намагниченного изделия или относительная степень рекристаллизации. Коэрцитивная сила (величина напряжённости магнитного поля) является характеристикой материала, которая зависит от его структуры. Этот показатель широко используется в производстве и технике для неразрушающего контроля свойств металла, его структуры и твёрдости поверхностноупрочненных слоёв [1, 2].

В статье [3] представлены результаты экспериментов с образцами стали, которые были подвергнуты термическому воздействию. В ходе экспериментов измерялись цветовые характеристики образцов с помощью прибора, который позволяет разложить цвет на составляющие RGB. Данный метод исследует только изменения на поверхности объекта.

Одним из основных лабораторных методов исследования является исследование микроструктуры стали с помощью металлографического анализа. Металлографический анализ – это метод исследования, который позволяет изучить микроструктуру стали под микроскопом после специальной подготовки образца. Термическая обработка стали может привести к изменению её структуры. В результате этого процесса могут появиться также окисные плёнки и другие дефекты. Металлографический анализ позволяет детально изучить изменения, вызванные термической обработкой. Он позволяет определить глубину и характер этих изменений, а также выявить фазовые превращения и механизм повреждения. Этот метод является одним из наиболее информативных способов оценки степени повреждения металлов. Однако он требует специального оборудования и квалифицированных специалистов для проведения анализа.

Основными инструментальными методами оценки степени термических повреждений стальных изделий на месте пожара являются магнитный вихретоковый метод для горячекатаных сталей и метод, основанный на измерении коэрцитивной силы для холоднодеформированных стальных изделий [2].

Таким образом, необходимо и дальше развивать приборную и методическую базу по исследованию термических повреждений металлов и сплавов. Перспективами дальнейших исследований является применение оптических методов исследования для различных металлов и разработка методики качественной и количественной оценки термических преобразований в материалах различных типов в том числе и металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расследование и экспертиза пожаров. Чешко И.Д – СПб: СПбИПБ МВД РФ, 1997. – 562с.

2. Разработка метода и прибора контроля степени термических повреждений материалов на месте пожара : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Горбунов Александр Сергеевич, 2023. – 187 с.

3. Исследование изменений цветовых характеристик стали при термическом воздействии / А. С. Горбунов, М. В. Елфимова, Ю. Н. Безбородов // Омский научный вестник. – 2022. – № 2(182). – С. 119-124.

УДК 614.847

С. М. Дымов, М. В. Вищекин, А. М. Александров, О. А. Коренкова
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

НЕОБХОДИМОЕ КОЛИЧЕСТВО МАНЕКЕНОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ СПАСЕНИЯ С ВЫСОТЫ

В статье рассмотрены вопросы оснащения испытательной лаборатории специальными манекенами для проведения испытаний средств спасения с высоты, поясов пожарных спасательных, карабинов пожарных, удерживающих привязей и обвязок.

Ключевые слова: средства спасения с высоты; испытательное оборудование; испытательные манекены; испытание средств спасения с высоты.

S. M. Dymov, M. V. Vishchekin, A. M. Aleksandrov, O. A. Korenkova

THE REQUIRED NUMBER OF DUMMIES FOR TESTING RESCUE EQUIPMENT FROM A HEIGHT

The article discusses the issues of equipping the testing laboratory with special dummies for testing rescue equipment from height, fire rescue belts, fire fighters' carbines, restraining leashes and harnesses.

Keywords: rescue equipment from height; testing equipment; test dummies; testing of rescue equipment from heigh.

Испытания средств спасения с высоты и их комплектующих включают в себя ряд тестов, которые проводятся со специальными манекенами. Разнообразные имитаторы человеческого тела призваны заменить людей, для которых определенные испытания представляют настоящую угрозу жизни и здоровья. При определенных условиях средства спасения сами представляют прямую опасность, и в этом нет ничего противоречивого. Так при прохождении процедуры подтверждения соответствия качества выпускаемой продукции соответствующим Техническим регламентам или стандартам, определяются максимальные или пороговые значения, а при постановке продукции на производство, для определения запаса прочности, и значения, превышающие установленные в нормативной документации. При таких испытаниях не только спасательное устройство испытывает разрушающие воздействия, но в первую очередь тело экспериментатора подвергается критическим нагрузкам.

Кроме проблем с обеспечением техники безопасности, необходимо соблюдать методологию научно-технических испытаний. Все люди индивидуальны и даже если удастся подобрать испытателей одного роста и веса, все равно это будут разные люди с присущим только данному человеку

© Дымов С. М., Вищекин М. В., Александров А. М., Коренкова О. А., 2025

набором физико-механических характеристик, и даже один и тот человек в разное время не повторяет себя в точности. При испытаниях на живых людях невозможно добиться полной повторяемости и сходимости результатов, и стало быть, получить истинный результат. Для получения научного или технического массива достоверных данных такие методики недопустимы.

Поэтому с течением времени были разработаны антропоидные манекены, условно повторяющие очертания тела человека. Наиболее распространенным оказался укороченный вариант (рис. 1), конструкция которого была закреплена в ГОСТ Р 12.4.206 [1]. Масса данного манекена 100 кг, материал корпуса металл или пластмасса с определенной прочностью и его можно применять для статических и динамических испытаний. С учетом того, что динамические испытания содержат вероятность механического повреждения оборудования, антропоморфный манекен допускается заменить мешком с песком, обтянутый ремнями (рис. 3). В данном случае мешок более точно имитирует мягкое и гибкое тело человека, что иногда влияет на результат испытаний. Пожарные и спасательные устройства, страхующие приспособления и средства индивидуальной защиты от падения с высоты выпускаются в сотнях самых разнообразных моделях и для их испытаний иногда требуется не примерное повторение тела человека, а достаточно точная имитация (рис. 2), как например в ГОСТ Р 58922 [2].

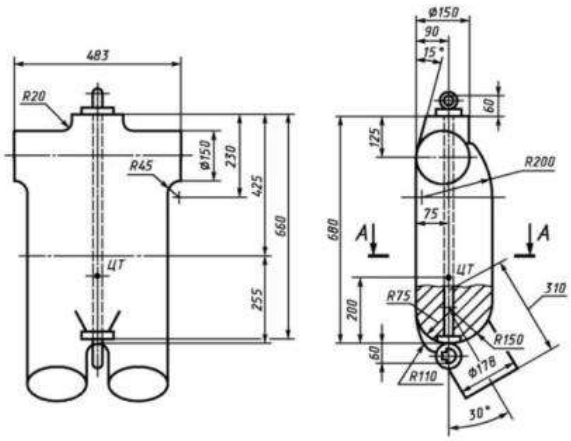


Рис. 1. Манекен по ГОСТ Р 12.4.206. Фрагмент чертежа

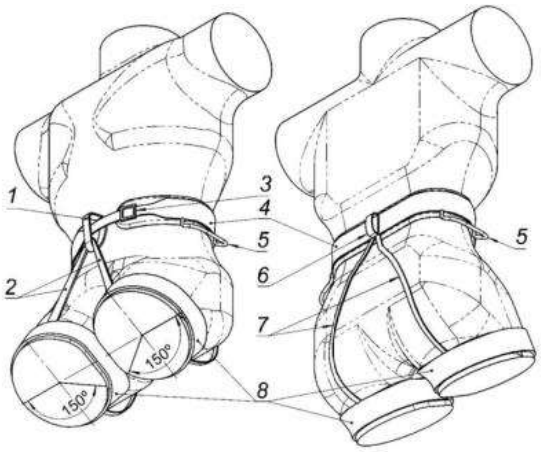


Рис. 2. Манекен по ГОСТ Р 58922. Фрагмент чертежа

Масса этого манекена составляет 80 кг, материалы для изготовления: металл, пластмассы или дерево, форма корпуса уже более соответствует человеческому.

В некоторых видах испытаний, аморфный мешок более достоверен как заменитель падающего тела, например, при динамических испытаниях и испытаниях устройств спасательных прыжковых по ГОСТ Р 53273 [3]. Манекен представляет собой грузомакет свободной формы (рис. 4), наполненный песком, массой не менее 100 кг.

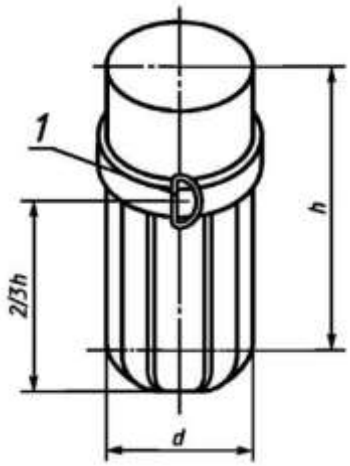


Рис. 3. Мешок с песком по ГОСТ Р 12.4.206

Рис. 4. Так может выглядеть грузомакет по ГОСТ Р 53273

Очевидно, что жесткая форма манекена не отражает всех нюансов при испытаниях средств спасения с высоты. Человекоподобные манекены помимо поверхностной твердости (чтобы исключить жесткий контакт материала пояса или обвязки с металлическим корпусом, часто манекен одевают в толстую зимнюю одежду), также не меняют своей формы под нагрузкой, что тоже не соответствует действительности. Но и это не самое главное, пояс или обвязка может прекрасно выдерживать приложенную нагрузку. Но как будет при этом чувствовать себя человек? Такие эксперименты пока не получили нормативного решения, но работы в этом направлении проводятся [4]. В данном случае при исследованиях применялся антропоморфный манекен типа Hybrid III (рис. 5). Давление, оказываемое лентами спасательных обвязок, измерялось плоскими датчиками давления под лямками. К сожалению, пока не получены данные, как численные показания датчиков соотносятся с физическими ощущениями испытателей, какие значения давления следует считать приемлемыми, для каких участков тела и за какое время воздействия. Кроме того, последствия давления зависят от конкретного положения тела человека и точки подвеса [5]. Для получения точных и индивидуальных данных в этом случае прибегают к составлению пространственной 3D модели (рис.6).

Очень полезным инструментом является антропоморфный манекен, который позволяет измерять перегрузки, возникающие при падении тела на прыжковые спасательные устройства. В подобных экспериментах также применялись манекены типа Hybrid III (рис. 5). Не подвергая опасности человека можно проводить любые эксперименты и получать ценную картину динамических процессов, возникающих при падении тела на прыжковые спасательные устройства [6].

Рис. 5. Антропоморфный манекен типа Hybrid III

Рис. 6. Трехмерный сканер Cyberware WB4

Для полного цикла испытаний в рамках Технического регламента ТР ЕАЭС 043/2017 «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» необходимо иметь 2 манекена (рис. 1, 4). Для испытаний по Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» потребуется также 2 манекена (рис. 1, 3). Для испытаний по ГОСТ Р 58922 - 2 манекена (рис. 2, 3). С учетом перспективного определения биомеханических характеристик еще 1 манекен типа Hybrid (рис. 5) и сканер для создания цифровой модели тела человека в спасательной обвязке (рис. 6). Всего, для оснащения научно-испытательной лаборатории полного цикла необходимо не менее 7 специальных манекенов и трехмерный сканер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12.4.206 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Методы испытаний» – электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» – Режим доступа, https://docs.cntd.ru/document/1200008452.
2. ГОСТ Р 58922 «Система стандартов безопасности спортивного инвентаря. Спортивный инвентарь для защиты от падения с высоты. Обвязки. Общие технические требования. Методы испытаний» – электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» – Режим доступа, https://docs.cntd.ru/document/1200174243.
3. ГОСТ Р 53273 «Техника пожарная. Устройства спасательные прыжковые пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний» – электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» – Режим доступа, https://docs.cntd.ru/document/1200071921.

4. Baszczyński K. Effect of safety harness design on the pressures exerted on the user's body in the state of its suspension //International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. – 2022. – Т. 28. – №. 3. – С. 1894-1903. https://doi.org/10.1080/10803548.2021.2024707.

5. Hsiao, H.; Turner, N.; Whisler, R.; Zwiener, J. (2012). Impact of Harness Fit on Suspension Tolerance. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 54(3), 346–357. doi:10.1177/0018720811434962.

6. Molski S. et al. Skokochrony jako alternatywne rozwiązanie względem asekuracyjnych siatek bezpieczeństwa do ochrony zbiorowej podczas prac na wysokości.

УДК 51-7

С. А. Зыкова, В. Д. Остапко, Г. Г. Здоровцев, И. Л. Пицюк
Дальневосточный государственный университет путей сообщения

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ЧИСЕЛ В ПРАКТИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ ЗАДАЧ ПОЖАРНОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Обосновано применение комплексных чисел при решении задач обеспечения пожарной и техносферной безопасности. Приведен пример расчета активной и реактивной (индуктивной) части сопротивления прямой линии до электропотребителя.

Ключевые слова: ток; комплексные числа; сопротивление; электропотребитель.

S. A. Zykova, V. D. Ostapko, G. G. Zdorovtsev, I. L. Pitsuk

APPLICATION OF COMPLEX NUMBERS IN PRACTICAL CALCULATIONS OF FIRE AND TECHNOSPHERIC SAFETY PROBLEMS

The application of complex numbers in solving problems of ensuring fire and technosphere safety is substantiated. An example of calculating the active and reactive (inductive) parts of the resistance of a straight line to an electrical consumer is given.

Keywords: current; complex numbers; resistance; electrical consumer.

Введение. Пожары по вине электрических приборов наносят существенный материальный ущерб и являются причиной гибели людей. Электрические приборы получают электропитание от наиболее распространенной сети переменного тока 220 В. Электрический ток передаётся по проводам и кабельным линиям от электросети до электроприбора. В результате различных неблагоприятных факторов в проводах и кабельных линиях происходят короткие замыкания, приводящие к пожару и гибели людей.

© Зыкова С. А., Остапко В. Д., Здоровцев Г. Г., Пицюк И. Л., 2025

Для защиты кабельных лини и проводов от сверхтоков короткого замыкания применяются автоматы защиты. Правильно выбранные автоматы защиты обеспечивают защиту от сверхтоков короткого замыкания и предотвращения пожара.

Основной материал исследования. Для правильного выбора автомата защиты необходимо предварительно рассчитать возможный ток короткого замыкания (ток КЗ), потому что неправильно выбранный автомат защиты, без проведения расчёта, не обеспечит защиту от тока КЗ и пожара.

Для правильного расчёта тока короткого замыкания необходимо знать такие параметры проводов, как марка провода и длина линии от источника электроэнергии до электроприбора. В паспортах на кабельную продукцию указываются такие важные характеристики для расчёта, как активное и индуктивное сопротивление.

В высшей математике структурой, включающей в себя два произвольных действительных значения, является комплексное число. Комплексные числа, обладая свойствами алгебраически замкнутого поля, коммутативной алгебры над действительными числами и евклидового векторного пространства размерности два, позволяют формализовать многие прикладные задачи и решить их.

В математике используется терминология комплексных чисел как действительная и мнимая часть, а в электротехнике те же числа имеют название как активная и реактивная (индуктивная часть).

Рассмотрим расчёт наиболее распространённой линии питания электроприёмника и выбор для него автомата защиты для защиты от тока короткого замыкания (КЗ).

Пусть имеется линия электропитания освещения, где используется очень распространённый кабель марки ВВГнг 3х1,5, длиной 10 м, сечением медной проводящей жилы 1,5 мм^2 (рис. 1).

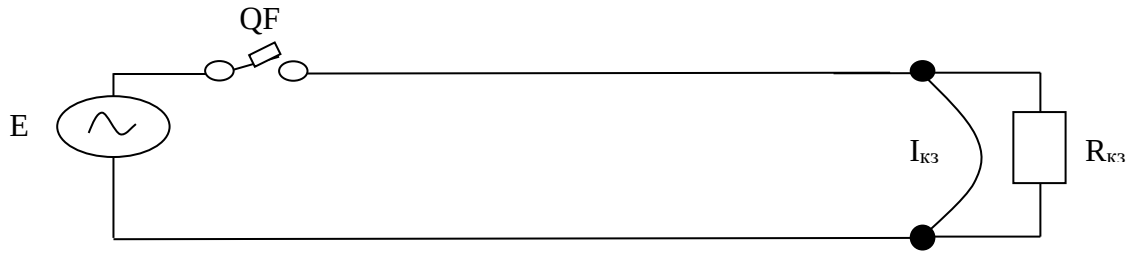


Рис. 1. Схема 1 фазной нагрузки и возникшего короткого замыкания

На рис. 2 приведено эквивалентное представление 1 фазной нагрузки и возникшего короткого замыкания, где:

E – ЭДС источника питания;
QF – автомат защиты;
$R_{прямой}$ – активное сопротивление прямой линии до электропотребителя;
$X_{l\ прямой}$ – индуктивное сопротивление прямой линии до электропотребителя;

$R_н$ – сопротивление электропотребителя (примем его чисто активным);
$R_{обратное}$ – активное сопротивление обратной линии от электропотребителя до источника электропитания;
$X_{lобратное}$ – индуктивное сопротивление обратной линии от электропотребителя до источника электропитания;
$R_{кз}$ – сопротивление короткого замыкания (примем его равным «0»)

Напряжение источника электропитания составляет 220 В. Допустим, что внутренне сопротивление источника электропитания очень мало и примем его равным нулю.

На сайте завода-производителя кабеля ВВГнг 3х1,5 найдём параметры его активного и индуктивного сопротивления:

- Активное сопротивление (R): 12,6 Ом/км;
- Индуктивное сопротивление (X): 0,126 Ом/км.

На длине кабельной линии в 10 м параметры будут следующими:

- Активное сопротивление (R): 0,0126 Ом;
- Индуктивное сопротивление (X): 0,000126 Ом.

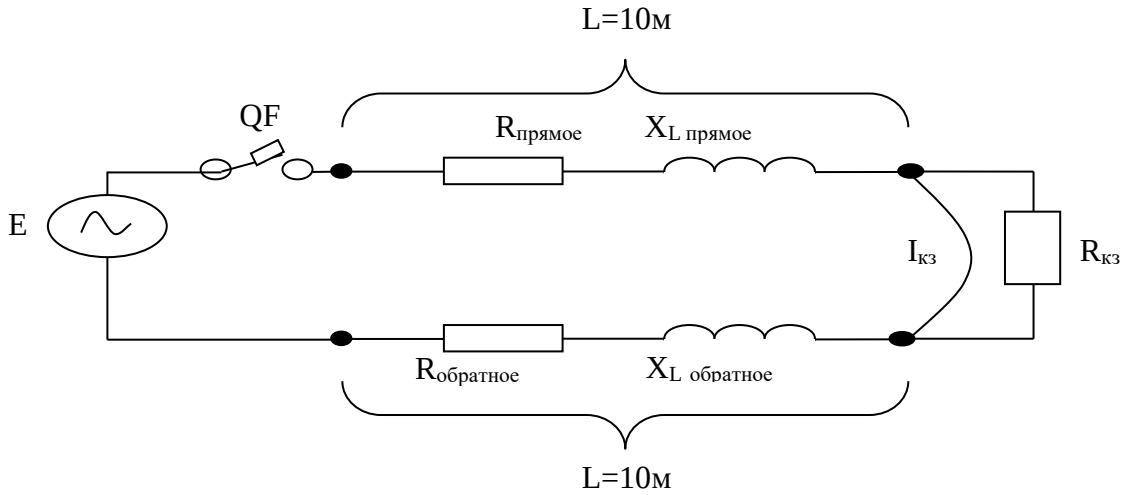


Рис. 2. Эквивалентное представление 1 фазной нагрузки и возникшего короткого замыкания

Полное сопротивление линии при коротком замыкании будет описано формулой:

$$Z=R_{прямое}+X_{Lпрямое}+R_{кз}+R_{обратное}+X_{Lобратное} \quad (1)$$

При подстановке числовых значений получим значение полного сопротивления в виде комплексного числа в алгебраическом виде:

$$\dot{Z}=0{,}0126+j0{,}000126+0+0{,}0126+j0{,}000126=0{,}0232+j0{,}000232 \quad (2)$$

Для удобства расчётов приведём полученное значение полного сопротивления к показательному виду:

Для нахождения модуля полного сопротивления используем формулу:

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (3)$$

Подставляем значения:

$$|Z| = \sqrt{0,0126^2 * 2 + 0,00126^2 * 2} = 0,018 \text{ Ом} \quad (4)$$

Полученное число будет иметь вид:

$$\dot{Z}=0,018e^{j0,09} \quad (5)$$

Найдём ток короткого замыкания (КЗ) линии освещения при питании от источника переменного напряжения величиной 220 В. схемы, приведённой на Рис.2, используя закон Ома:

$$I_{\text{кз}} = \frac{U}{|Z|}.$$

Подставляем числа и получаем:

$$I_{\text{кз}} = \frac{220}{0,018} = 21111 \text{ А} = 21,1 \text{ кА}.$$

Полученный ток короткого замыкания (КЗ) составил 21111 А.

Из этой величины тока короткого замыкания (КЗ) следует, что автомат защиты для выполнения функций защиты должен выдерживать ток величиной не менее 21 111 А. При этом он сможет сработать и отключить линию.

Для защиты кабельной линии можно использовать автоматы защиты однополюсный 10А L OptiDin BM63-1L16-25-УХЛ3 рассчитанный на ток короткого замыкания 25000 А, что больше расчётного тока короткого замыкания (КЗ) величиной 21111 А.

Выключатель автоматический однополюсный 10А L OptiDin BM63-1L16-25-УХЛ3 по свои параметрам сможет произвести защиту от тока короткого замыкания и возгорания.

Выводы. Данные расчеты помогают подобрать автомат защиты под электрические характеристики кабеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будько А.А. Применение комплексных чисел при расчете электрических цепей / А.А. Будько, Л.А. Хвощинская // Сахаровские чтения 2021 года: экологические проблемы XXI века: Материалы 21-й международной научной конференции. В 2-х частях, Минск, 20–21 мая 2021 года / Редколлегия: А.Н. Батян [и др.]. Под общей редакцией С.А. Маскевича, М.Г. Герменчук. Том Часть 1. Минск: Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь, 2021. С. 108-110.

2. Матющенко В.С. Векторные диаграммы однофазных цепей: Методическое пособие / В.С. Матющенко. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2013. 92 с.

3. Матющенко В.С. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи постоянного и однофазного синусоидального токов: Учебное пособие / В.С. Матющенко. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2002. 111 с.

УДК 544.023.523

В. Д. Иванов, М. В. Иванова
Военная академия радиационной, химической и биологической защиты
имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДИСПЕРСНЫХ СТРУКТУР, ОБРАЗУЮЩИХСЯ И ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЗОНЕ ПОЖАРА

В статье обзорно рассмотрены современные методы измерений основных микрофизических свойств дисперсных структур, в качестве наиболее приемлемого из них определено и обосновано применения микроскопического метода статического анализа изображений.

Ключевые слова: дисперсный анализ; микроскопический метод; размер частицы; дым; измерения.

V. D. Ivanov, M. V. Ivanova

REASERCH OF MICROPHISICAL PROPERTIES OF DISPERSED STRUCTURES FORMED AND USED IN THE FIRE ZONE

The article reviews modern methods for measuring the properties of dispersed structures fnd the used microscopic method of static image analysis is identified and justified as the most acceptable of them.

Keywords: dispersion analysis; microscopic method; particle size; smoke; measurements.

В зоне пожара в процессе горения образуются различные дисперсные

© Иванов В. Д., Иванова М. В., 2025

структуры (ДС), в первую очередь – дымы, а также последующие отложения их дисперсной фазы – копоть. Кроме того, при тушении пожаров используются порошковые и аэрозольные средства пожаротушения.

Микрофизические, в т.ч. морфологические (форма, размеры, распределение частиц по размерам), свойства частиц ДС в значительной степени определяют макрофизические свойства структуры в целом, в том числе в части взаимодействия с оптическим электромагнитным излучением и с другими средами и веществами [1, с. 27]. Исследование этих характеристик часто называют дисперсным анализом. Твердые частицы ДС во многих случаях имеют несферическую форму, поэтому их размер не может быть описан единственным числовым значением, использование множества размерных параметров существенно усложняет задачу их применения для всего ансамбля частиц. Для приведения размерных параметров несферических частиц к единственному числовому значению используют «эквивалентные диаметры», суть которых заключается в сопоставлении некоторого свойства частицы произвольной формы к равному по значению аналогичному свойству сферы определенного диаметра. «Эквивалентные диаметры» могут применяться только при оценке определенных свойств частиц ДС и конкретных методов их измерений.

С точки зрения обеспечения пожарной безопасности, определение морфологических свойств ДС и их взаимосвязи с макрофизическими параметрами имеет значение при разработке точечных и линейных дымовых извещателей [2], систем наблюдения в условиях задымления [3], методов снижения задымленности, например, ультразвуковой коагуляции [4], при исследовании огнетушащей эффективности порошковых и аэрозольных средств тушения пожара [5], при реконструкции возникновения и развития пожаров [6]. Возможно, исследование микрофизических свойств дымов может быть полезно для более детальной оценки их токсикологического влияния на человека в зоне пожара [7, с. 35-37].

Для проведения дисперсного анализа было разработано большое количество методов исследований и технических средств их реализации. Все методы дисперсного анализа можно разделить на две большие группы: прямые, позволяющие выполнять непосредственные измерения искомых величин, и косвенные, основанные на измерении иных величин, функционально связанных с искомыми. При этом следует иметь ввиду, что косвенные методы измерения всегда требуют проведения градуировки, основанной на сравнении полученных с их помощью результатов со значениями, определяемыми прямыми методами.

В настоящее время наиболее распространены оптические методы исследований морфологических свойств ДС [8]. К методам прямых измерений относятся микроскопические методы, основанные на анализе увеличенных изображений частиц, которые позволяют получить наиболее достоверную информацию о форме, размерах и количестве частиц [9, с.6-7]. Основными недостатками этих методов является значительная трудоемкость анализа

репрезентативной выборки, состоящей из большого количества частиц, ограниченная глубина резко изображаемого пространства и необходимость предварительного отбора и подготовки проб.

Косвенные оптические измерения наиболее широко представлены методом измерений интенсивности рассеянного света, в которых проба подается в измерительную ячейку счетчика частиц таким образом, чтобы в каждый момент времени апертуру светового потока пересекала только одна частица, при этом интенсивность рассеянного излучения пропорциональна размеру частиц, а количество взаимодействий пропорционально их концентрации. Достоинствами данного метода являются высокая скорость выполнения измерений и возможность анализа аэрозольных образований в естественной форме. Также весьма распространен метод статического рассеяния света (метод лазерной дифракции). Суть которого заключается в том, что монохроматический когерентный луч света, взаимодействуя с частицей, рассеивается под соответствующими углами с определенными относительными интенсивностями. С использованием теории Ми по характеру дифракционной картины вычисляются размеры и количество частиц. Во всех косвенных оптических методах размеры частиц определяются, как эквивалентные оптические диаметры. В зависимости от условий измерений и реальной формы частиц измеренные косвенными методами эквивалентные диаметры могут существенно отличаться от истинных размеров частиц [10]. Недостатком любых косвенных методов является невозможность определения истинной формы частиц и непосредственного измерения размерных параметров.

Важным ограничением применения любого метода и технических средств является соответствие диапазона измеряемых ими размеров размерным параметрам частиц ДС: туманы имеют достаточно крупный размер частиц от 1 до 100 мкм, примерно в таких же пределах могут находится размеры частиц огнетушащих порошков [6], [11, с. 185-186], в то время как у дымов размеры частиц значительно меньше – от 0,05 до 10 мкм [12, с. 20], [13, с. 11], [14].

Счетчики частиц типично измеряют размеры частиц от 0,2 до 40 мкм, лазерные дифракционные анализаторы – от 1 до 1000 мкм. Для оптической микроскопии минимальные размеры наблюдаемых объектов составляют 0,28 мм [9, с. 21]. Для электронной микроскопии практических ограничений при измерениях минимальных размеров частиц нет.

Все методы измерений микрофизических свойств ДС имеют те или иные ограничения. Наиболее универсальным, информативным и точным методом в широком диапазоне размерных параметров является микроскопический метод статического анализа изображений. Данный метод требует предварительного формирования статического двумерного ансамбля частиц в качестве образца для исследования. Для аэрозолей такие образцы обычно получаются методами осаждения или механического разделения, в т.ч. фильтрацией. При этом, предварительное фильтрационное разделение фаз является преимуществом данного метода, поскольку отбор проб может быть выполнен не только в

лабораторных, но и в полевых условиях. Для ДС в порошковой форме получение образцов возможно посредством предварительного перевода во взвешенное состояние растворением в жидкости или распылением в газовом потоке, с последующим диспергированием и осаждением на предметное стекло или другую поверхность.

Развитие вычислительной техники позволило в значительной степени нивелировать трудоемкость выполнения измерений большого количества частиц, необходимых для получения репрезентативных и статистически приемлемых результатов. Для этого используется специализированное программное обеспечение (ПО) автоматизированного анализа изображений, например, такое как бесплатная программа *ImageJ* (URL: https://imagej.net). В части дисперсного анализа программа может обнаруживать края объектов, оценивать углы и расстояния, рассчитывать площади плоских фигур нерегулярной формы, создавать гистограммы распределения, управлять внешним оборудованием и многое другое. Основными недостатками программы является отсутствии технической поддержки, а также интерфейса и инструкций на русском языке. Существуют также коммерческое ПО подобного типа: *Altami Studio 4.0* (URL: https://altamisoft.ru), *AXALIT Filters* (https://axalit.ru/catalog/sistema-analisa-axalit/axalit-filters), *SIAMS 800* (URL: https://siams.com/products/siams800).

Кроме того, производители оптических микроскопов снабжают свои приборы моторизованными приводами предметных столов, фокусировки, смены объективов, цифровыми камерами высокого разрешения и разрабатывают собственное ПО для анализа изображений.

Для размерной области, перекрываемой оптическими микроскопами, серийно изготавливаются специализированные программно-аппаратные комплексы (ПАК) дисперсного анализа различных сред (AXALIT, SIAMS). ПАК состоят из оптического микроскопа, комплект моторизации, цифровой видеокамеры, вычислительной системы и специализированное ПО. В ПАК реализуется автоматическое создание панорамного изображения из видеопотока при непрерывном движении образца относительно поля зрения микроскопа с параллельным анализом изображения. Технологии качественного сканирования образцов значительной площади, автоматического распознавания границ отдельных объектов (частиц) и измерения их размеров по заданным алгоритмам, позволяет добиться высокой производительности и репрезентативности статистической оценки свойств ДС различного типа.

Поскольку оптические микроскопические методы позволяют проводить измерения с гарантированной точностью частиц от 1 мкм, а наблюдать – от 0,3 мкм. Для ДС, содержащих значимое количество субмикронных частиц дополнительно можно использовать другие способы измерений размеров или оценки доли субмикронной фазы. Оценка доли субмикронных частиц может быть выполнена с использованием методов механического разделения, по величине этой доли – определен ее возможный вклад в те или иные свойства

ДС. Если этим вкладом невозможно пренебречь, то могут быть использованы микроскопические методы, имеющие более высокое разрешение, например, сканирующие электронные микроскопы (СЭМ) [10], такие как настольный СЭМ JEOL JCM-7000 (URL: https://www.ru.jeol.com/prodacts/scientific/sem/jcm-7000.php). Данный прибор позволяет наблюдать как оптические, так и СЭМ изображения в диапазоне увеличений от x10 до x100 000 с возможностью захвата любого фрагмента и плавного перехода в сторону его увеличения, так же он имеет моторизованной привод предметного стола и ПО для анализа изображений. Основными недостатками является высокая цена и отсутствие, в отличии от ПАК, возможности автоматического создания и обработки панорамных изображений образцов большого размера.

Может быть также рассмотрено применение конфокальной лазерной сканирующей микроскопии, например, конфокального микроскопа CHOTEST VT6100 (URL: https://en.chotest.com/detail.aspx?cid=989).

В статье обзорно рассмотрены современные методы измерений основных микрофизических свойств дисперсных структур. В качестве наиболее приемлемого из них определено и обосновано применения микроскопического метода статического анализа изображений. В дальнейшем полученные результаты могут быть полезны при создании лабораторной базы для проведения исследований дисперсных структур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грин Г., Лейн В. Аэрозоли - пыли, дымы и туманы. Ленинград : Химия, 1972. 427 с.
2. Зайцев А.В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма, пыли, пару и аэрозолям. Часть 1// Алгоритм безопасности. 2012, № 3. с. 16-20.
3. Кицак А.И. Контраст изображения объекта, наблюдаемого в условиях задымления, при поляризационной фильтрации излучения, рассеянного частицами дыма// Приборы и методы измерений. 2020, Т. 11, № 3. С. 245–254.
4. Костромина Е.И., Занина И.А. Снижение уровня задымления путей эвакуации при пожаре в многоэтажных зданиях общественного назначения путем применения ультразвуковой коагуляции// Инженерный вестник Дона, 2018, №1. Режим доступа: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4682
5. Корольченко Д.А., Шароварников А.Ф. Тушение пламени огнетушащими порошками и аэрозольными составами// Пожаровзрывобезопасность. 2014, Т. 23, № 8. С. 63-68.
6. Галишев М.А., Медведев А.Ю., Бельшина Ю.Н. Исследование морфологических признаков отложений копоти, образующихся при горении товарных нефтепродуктов, в целях реконструкции процессов возникновения и развития пожаров// Техносферная безопасность. 2012, № 1(22). С. 112-119.
7. Маркизова Н.Ф. Токсичные компоненты пожаров: Серия «Токсикология для врачей»/ Н.Ф. Маркизова, Т.Н. Преображенская, В.А. Башарин и [др.], Санкт-Петербург: Издательство ФОЛИАНТ, 2008. 208 с.

8. Балаханов М.В. Метрологическое обеспечение измерений дисперсных параметров аэрозолей и взвесей/ М.В. Балаханов, О.В. Карпов, Д.М. Балаханов и [др.]// Нанотехнологии. Экология. Производство. 2012, № 16. С.102-104.

9. Гаврилова Н.Н. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов/ Н.Н. Гаврилова, В.В. Назаров, О.В. Яровая. Москва : РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2012. 52 с.

10. Долматов А.В. Учёт формы частиц наполнителей композиционных материалов при гранулометрическом анализе для оценки диэлектрической проницаемости/ А.В. Долматов, С.С. Маклаков, В.А. Гаранов и [др.]// Современная электродинамика. 2023, № 1(3). С.10-16.

11. Бобков С.А. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учеб. пособие / С.А. Бобков, А.В. Бабурин, П.В. Комраков. Москва : Академия ГПС МЧС России, 2014. 210 с.

12. Райст П. Аэрозоли. Введение в теорию. Москва: Мир. 1987. 280 с.

13. Чекман И.С. Аэрозоли – дисперсные системы: Монография. Харьков: «Цифрова друкарня №1». 2013. 101 с.

14. Рахимов М., Макиенко Э.В., Панченко М.В. Оптико-микрофизические свойства смешанных дымов от нескольких разнесенных источников. Оптика атмосферы и океана. 2010, №8. С.675-683

УДК 614.841.41

Д. В. Красовская, С. А. Шабунин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДКИ

Статья посвящена исследованию термического старения на пожарную опасность ПВХ-изоляции автомобильной электропроводки. Установлено, что пиролиз легче протекает в старых кабелях. Различные степени термического старения влияют на свойства изоляции, но мало влияют на механизм пиролиза

Ключевые слова: термический анализ; старение ПВХ-изоляции.

D. V. Krasovskaja, S. A. Shabunin

APPLICATION OF PHYSICO-CHEMICAL RESEARCH METHODS TO ASSESS THE FIRE HAZARD OF AUTOMOTIVE ELECTRICAL WIRING

The article is devoted to the study of thermal aging on the fire hazard of PVC insulation of automotive electrical wiring. Pyrolysis has been found to occur more easily in older cables. Different degrees of thermal aging affect the insulation properties, but have little effect on the pyrolysis mechanism.

© Красовская Д. В., Шабунин С. А., 2025

Keywords: thermal analysis; aging of PVC insulation.

Автомобили представляют собой объекты повышенной пожарной опасности, чему способствует сочетание двигателя с принудительным зажиганием и электросети с большим количеством топлива и других горючих материалов. Количество пожаров на автомобильном транспорте является значительным и составляет 7000–8000 пожаров в год [1].

Одной из главных причин возникновения пожаров на автомобильном транспорте являются причины электротехнического характера.

Источники зажигания, имеющиеся в автомобиле, делятся на три группы: система электропитания, нагретые поверхности и прочие источники зажигания [2].

Несмотря на то, что в бортовой сети автомобиля напряжение составляет 12 В или 24 В, в ней возможно возникновение тех же пожароопасных режимов, что и в обычной электросети – коротких замыканий, больших переходных сопротивлений, искренний и даже перегрузки.

Рисунок. Распределение причин возникновения пожаров на автомобильном транспорте

Термическое старение приводит к необратимому процессу изнашивания кабелей с ПВХ изоляцией под воздействием высоких температур, в результате чего изменяются их свойства. Для исследования влияния термического старения на механизм пиролиза кабелей с ПВХ изоляцией возможно использование термогравиметрического совместно с инфракрасным анализом.

Для эксперимента были подготовлены отрезки автомобильной проводки по 30 см, далее подготовленные образцы подвешивались вертикально в середине сушильного шкафа, на расстоянии 2 см друг от друга. Температура

старения была установлена от 100-110 °С, среда старения – воздушная атмосфера, максимальное время выдержки – 45 суток, период отбора проб – от 5 до 10 суток.

Установлено, что цвет образцов кабеля со временем в процессе термического старения, т.е. изменялась стойкость цвета, что объясняется изменением внутренней структуры изоляции из ПВХ в высокотемпературной среде кабеля. Таким образом, стойкость цвета может быть ключевым показателем степени старения материала. После старения изоляция стала более блестящей, твердой и менее эластичной. Поэтому, если его согнуть в большей степени, он легко ломается.

По итогу проведенной выдержки электропроводов в сушильном шкафу ПВХ изоляцию провода исследовали с помощью ИК-Фурье анализатора подключенного к ТГА-анализатору. Температура подключенной полости установлена на 230 °С, чтобы предотвратить конденсацию пиролизного газа в трубопроводе, и пиролизный газ полностью поступал в ИК-Фурье анализатор, насколько это было возможно, чтобы гарантировать достоверность результатов теста. Испытуемая атмосфера окружающей среды – воздух, расход газа 55 мл/мин, установленный диапазон волнового числа 4100-490 см$^{-1}$, разрешение 4 см$^{-1}$. Результаты представлены в таблице.

Таблица. **Теплотехнические характеристики ПВХ-изоляции, полученные по результатам проведенного анализа**

Образец	$T_{начало}$, °С	$T_{1пик}$, °С	$ДТГ_{1пик}$, %/°С	$T_{2пик}$, °С	$ДТГ_{2пик}$, %/°С
Исходный	185.3	284.3	-15.1	453.1	-1.8
На 7 день	158.5	284.5	-16.5	459.3	-1.9
На 15 день	195.2	285.1	-16.1	461.4	-1.8
На 25 день	191.7	283.1	-17.7	468.6	-2.2
На 30 день	187.3	282.7	-16.8	466.4	-2.1
На 35 день	194.2	281.1	-15.6	457.3	-1.8
На 45 день	192.2	282.1	-15.2	460.1	-1.8

Пиролизные свойства изоляции из ПВХ с разной степенью термического старения были заметно различны. Эффект термического старения повышал температуру начала пиролиза изоляции, а пиковая скорость потери массы пиролиза материала была пропорциональна степени старения, достигая максимального значения через 15 суток старения (в атмосфере азота) и 25 суток старения (в атмосфере воздуха).

Наиболее опасным порогом для пиролиза ПВХ изоляции кабеля был случай старения в течение 15 дней. Резкие изменения в пиролитическом поведении изоляционных материалов проводников в этой точке.

Установлено, что пиролиз легче протекает в старых кабелях, а 25 день старения является наиболее опасным порогом для пиролиза изоляции кабеля. Выделение продуктов разложения в основном концентрировалось в интервалах температур 270–340 и 400–700 °С. Кроме того, следует отметить, что различные степени термического старения влияют на свойства изоляции, но мало влияют на механизм пиролиза. Полученная информация может быть использована при установлении истинных причин возникновения пожара при отработке электротехнической версии на автотранспорте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
2. Чубарев К.С. Анализ факторов, влияющих на эксплуатационную надежность электрооборудования автомобиля // Технико-технологические проблемы сервиса. 2013. №2 (24). С. 23-25.
3. Богданов И.А., Шабунин С.А., Ульева С.Н., Никифоров А.Л., Шарабанова И.Ю. Оценка влияния температурных воздействий на пожарную опасность изоляции на основе ПВХ-диэлектриков // Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 4 (45). С. 64-70.

УДК 678.8

А. В. Лукьянов, А. В. Лащенов, М. С. Хацько
Донецкий институт ГПС МЧС России

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПОЛИМЕРОВ

В статье рассмотрены естественно-научные методы определения пожарной опасности полимерных материалов. Подробно описаны химический анализ, термический анализ, лабораторные испытания на горючесть, компьютерное моделирование пожаров и экспериментальные исследования. Каждый метод иллюстрирован примерами применения к полимерам. Также обсуждаются температуры воспламенения, самовоспламенения и дымообразования полимеров, что помогает в разработке эффективных мер защиты и предотвращения пожаров. Заключение подчеркивает важность применения научных методов для обеспечения пожарной безопасности и защиты жизни и имущества людей.

Ключевые слова: пожарная безопасность; полимерные материалы; химический анализ; газовая хроматография; спектроскопия.

© Лукьянов А. В., Лащенов А. В., Хацько М. С., 2025

A. V. Lukyanov, A. V. Lashchenov, M. S. Khatsko

NATURAL SCIENCE METHODS FOR DETERMINING THE FIRE HAZARD OF POLYMERS

The article considers natural science methods of determining the fire hazard of polymeric materials. Chemical analysis, thermal analysis, laboratory tests for flammability, computer modeling of fires and experimental studies are described in detail. Each method is illustrated with examples of application to polymers. Also discussed are the ignition, autoignition and smoke formation temperatures of polymers, which helps in developing effective measures for protection and prevention of fires. The conclusion emphasizes the importance of applying scientific methods to ensure fire safety and protect human life and property.

Keywords: fire safety; polymeric materials; chemical analysis; gas chromatography; spectroscopy.

Естественно-научные методы определения пожарной опасности свойств веществ, материалов и конструкций рассмотрим на примере исследования полимеров. Пожарная безопасность играет ключевую роль в защите жизни и имущества. Одним из центральных аспектов обеспечения пожарной безопасности является анализ и оценка пожарной опасности различных веществ, материалов и конструкций.

Для полимерных материалов химический анализ является важным методом, позволяющим определить их состав и свойства в условиях пожара. Один из используемых методов – это газовая хроматография, которая позволяет разделить и идентифицировать компоненты полимера. Например, анализ ПВХ (поливинилхлорида) показывает присутствие хлора, который при горении выделяет токсичные газы. Другой метод химического анализа – спектроскопия, которая позволяет определить структуру и молекулярный состав полимера. Эти данные помогают предсказать, как материал будет вести себя при пожаре.

Термический анализ полимеров включает исследование изменений их физических и химических свойств при нагревании. Основные методы термического анализа включают дифференциальную сканирующую калориметрию (DSC), которая используется для определения температуры плавления и разложения полимеров. Например, анализ полипропилена показывает, что его температура плавления составляет около 160 °C, а разложение начинается при температуре выше 300 °C [1].

Термогравиметрический анализ (TGA) позволяет измерить изменение массы полимеров при нагревании и определить температуру их разложения. Например, ПЭТ (полиэтилентерефталат) теряет 50 % своей массы при температуре около 400 °C. Дифференциальный термический анализ (DTA) помогает выявить эндотермические и экзотермические реакции, происходящие при нагревании полимеров, такие как поглощение или выделение тепла.

Полимерные материалы подвергаются различным лабораторным испытаниям для оценки их способности к возгоранию и распространению огня.

Испытания включают определение температуры воспламенения, минимальной температуры, при которой полимер начинает гореть. Например, температура воспламенения полиуретана составляет около 370 °C [2].

Испытания на самовоспламенение измеряют температуру, при которой полимер самостоятельно воспламеняется без внешнего источника огня. Полиэтилен, например, может самовоспламеняться при температуре около 350 °C. Метод дымообразования оценивает количество и состав дыма, образующегося при горении полимеров. Например, при горении ПВХ выделяется хлороводород, который опасен для здоровья [3].

Компьютерное моделирование позволяет предсказывать поведение полимерных материалов в условиях пожара. Модели учитывают физико-химические свойства полимеров, динамику распространения огня, тепловыделение и другие параметры. Например, модели могут предсказать, как быстро и в каком направлении будет распространяться огонь по полимерной обшивке здания. Использование компьютерных моделей также позволяет оценить эффективность различных противопожарных систем, таких как спринклеры и огнезащитные покрытия.

Экспериментальные исследования включают проведение полноразмерных испытаний и натурных экспериментов для оценки поведения полимеров в условиях пожара. Например, испытания на горючесть пластиковых панелей помогают определить их способность сопротивляться огню и выделять токсичные газы при горении. Такие исследования проводятся в контролируемых условиях, чтобы определить реальные характеристики материалов. Например, испытания показали, что добавление антипиренов в полимеры значительно снижает их горючесть и уменьшает выделение токсичных продуктов горения [4].

Таким образом можно отметить, что естественно-научные методы определения пожарной опасности свойств полимерных материалов играют важную роль в обеспечении пожарной безопасности. Глубокое понимание химического и термического анализа, лабораторных испытаний, моделирования и экспериментальных исследований позволяет получать объективные данные о пожароопасных свойствах полимеров. Эти методы позволяют разработать эффективные меры защиты и предотвращения пожаров, что снижает риски, связанные с пожарами, и создает безопасные условия для людей и окружающей среды.

Химический анализ помогает выявить состав и молекулярные особенности полимеров, определяющие их поведение при пожаре. Термический анализ позволяет понять, как изменяются физические и химические свойства полимеров при нагревании, что важно для оценки их устойчивости к возгоранию и разложению. Лабораторные испытания на горючесть позволяют определить критические температуры и условия, при которых полимеры воспламеняются и выделяют дым. Моделирование пожаров дает возможность предсказать распространение огня и оценить эффективность

противопожарных систем. Экспериментальные исследования в реальных условиях подтверждают теоретические данные и помогают оптимизировать состав и структуру материалов.

Совокупность этих методов позволяет получать исчерпывающие данные о пожарной опасности полимерных материалов и разрабатывать надежные методы их защиты. Применение научно обоснованных подходов к исследованию пожарных свойств материалов способствует созданию более безопасных конструкций и продуктов, что в конечном итоге улучшает общую пожарную безопасность и защищает жизни и имущество людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калинки Б.Ю. Токсичность продуктов горения синтетических полимеров // Обзорная информ. Сер. Полимеризационные пластмассы. М.: НИИТЭХИМ, 1978.-14 с.

2. Иличкин В.С., Фукалова А.А. Токсичность продуктов горения полимерных материалов // Обзорная информ. М.: ГИЦ, 1987. - 68 с.

3. Тиунов Л.А., Кустов В.В. Комбинированное биологическое действие химических соединений, химических и физических факторов внешней среды // Журнал Всесоюзного химического общества им Д.И. Менделеева. 1974. - Т. 19, N2.-С. 164-169.

4. Меркушина Т.Г., Зотов Ю.С. Определение критического уровня задымленности // Безопасность людей при пожарах: Сб. науч. тр. М.: ВНИИПО, 1984.-С. 85-91.

УДК 536.24

Д. А. Минкин[1], В. А. Кораблев[2]
[1] Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева
[2] ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРОВ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

В работе рассмотрены вопросы оценки достоверности результатов тепловизионных измерений объектов с малыми угловыми размерами. Разработана экспериментальная установка, методика проведения измерений, проведена оценка термограмм объектов, полученных с помощью разных объективов.

Ключевые слова: тепловое излучение; тепловизор; термограмма; температура.

© Минкин Д. А., Кораблев В. А., 2025

D. A. Minkin, V. A. Korablev

INFLUENCE ASSESMENT OF HEAT RADIATING SOURCE'S SIZES ON RESULTS OF THERMAL IMAGE MEASUREMENTS

Article is devoted to problems of the results reliability of thermal image measurements of the objects with small angular dimensions. An experimental facility and methodology were designed, the assessment of the object's thermo images with different objectives was held.

Keywords: thermal radiation; calculating automation; mutual irradiation; flux density.

Введение. В настоящее время применение средств дистанционного мониторинга пожарной обстановки предполагает использование оптико-электронных систем наблюдения, в том числе тепловизоров [1-2]. Это позволяет существенно ускорить процесс обнаружения очагов возгорания в удаленных и труднодоступных районах на ранних этапах развития. Получение своевременной информации сокращает силы и средства для борьбы с пожарами и в разы сокращает наносимый ущерб. Актуальной задачей является оценка достоверности информации, получаемой с помощью тепловизоров, а также точности измерения температуры наблюдаемых объектов по тепловому излучению [3]. Точность проводимых тепловизионных измерений зависит от ряда факторов, таких как: коэффициент излучения поверхности, температура, условия наблюдения, формы и размеры объектов [4]. Наряду с указанными факторами исследование локальных источников тепловыделений с малыми линейными размерами может приводить к погрешности измерения более 100 %.

Цель настоящей работы: провести оценку влияния размеров наблюдаемых объектов на результат измерения температуры.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- разработать методику проведения измерений;
- разработать и собрать экспериментальную установку;
- провести измерения температуры ряда объектов с малыми линейными размерами, оценить погрешности измерений.

Методика проведения измерений. В процессе работы тепловизор воспринимает на чувствительную к инфракрасному излучению матрицу тепловое излучение от наблюдаемого объекта и формирует изображение на своем дисплее - термограмму. На ней каждый пиксель имеет цвет, поставленный в соответствие определенной температуре через градиентную цветовую шкалу. Распределение температуры определяется тепловизором исходя из распределения интенсивности лучистого теплового потока, попадающего на матрицу [4].

В случае, когда наблюдаемый объект находится на значительном удалении от тепловизора или имеет малые размеры, интенсивность его излучения уменьшается по ряду причин, в том числе в связи с уменьшением

занимаемой на термограмме площади. Измеренное значение температуры в таком случае оказывается заниженным. Для оценки влияния размеров наблюдаемых объектов на точность измерений температуры разработана экспериментальная установка, см. рис. 1.

Основой экспериментальной установки является тест-объект 2, представляющий собой текстолитовую рамку с локальным источником тепловыделений в виде тонкой медной проволоки 1. Проволока подключается с помощью соединительных проводов к стабилизированному источнику постоянного тока 6, амперметру 4 и вольтметру 3. Измерения проводятся поочередно на трех тест-объектах с проволоками диаметром 0,2 мм, 0,1 мм и 0,05 мм. В эксперименте используется измерительный тепловизор 5 марки Flir SC-620 со сменными объективами. На проволоку наносится покрытие с известной степенью черноты ε, чтобы исключить погрешность измерения температуры проволоки, связанной с этим параметром. В данном случае использовалась краска с ε = 0,97. Внешний вид установки представлен на рис. 2.

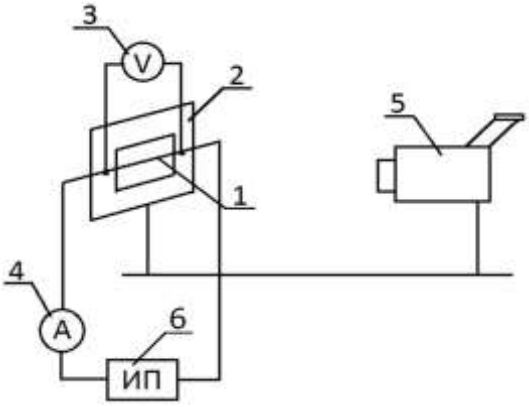
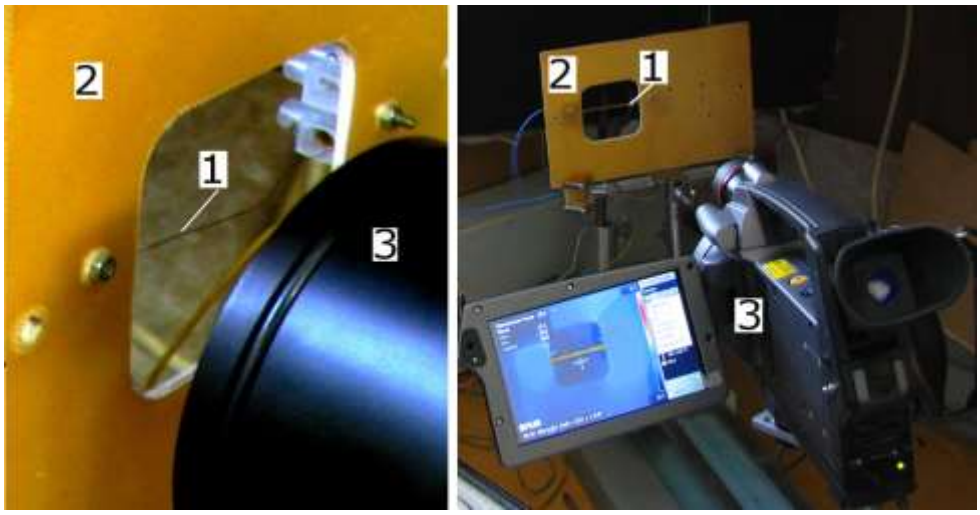


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:
1 – медная проволока;
2 – тест-объект;
3 – вольтметр,
4 – амперметр;
5- тепловизор;
6 – источник питания



а) съемка макрообъективом б) съемка штатным объективом

Рис. 2. Внешний вид экспериментальной установки:
а), б) - измерения с разных дистанций двумя разными объективами;
1 – медная проволока, 2 – тест-объект; 3 – тепловизор

В процессе эксперимента через проволоку пропускался электрический ток, измерялись сила тока и напряжение. Температура проволоки в результате нагрева находилась пределах от 25 до 125 °С. Измерение температуры проводилось с помощью тепловизора, а также косвенно по температурной зависимости электрического сопротивления проволоки по формуле [5]:

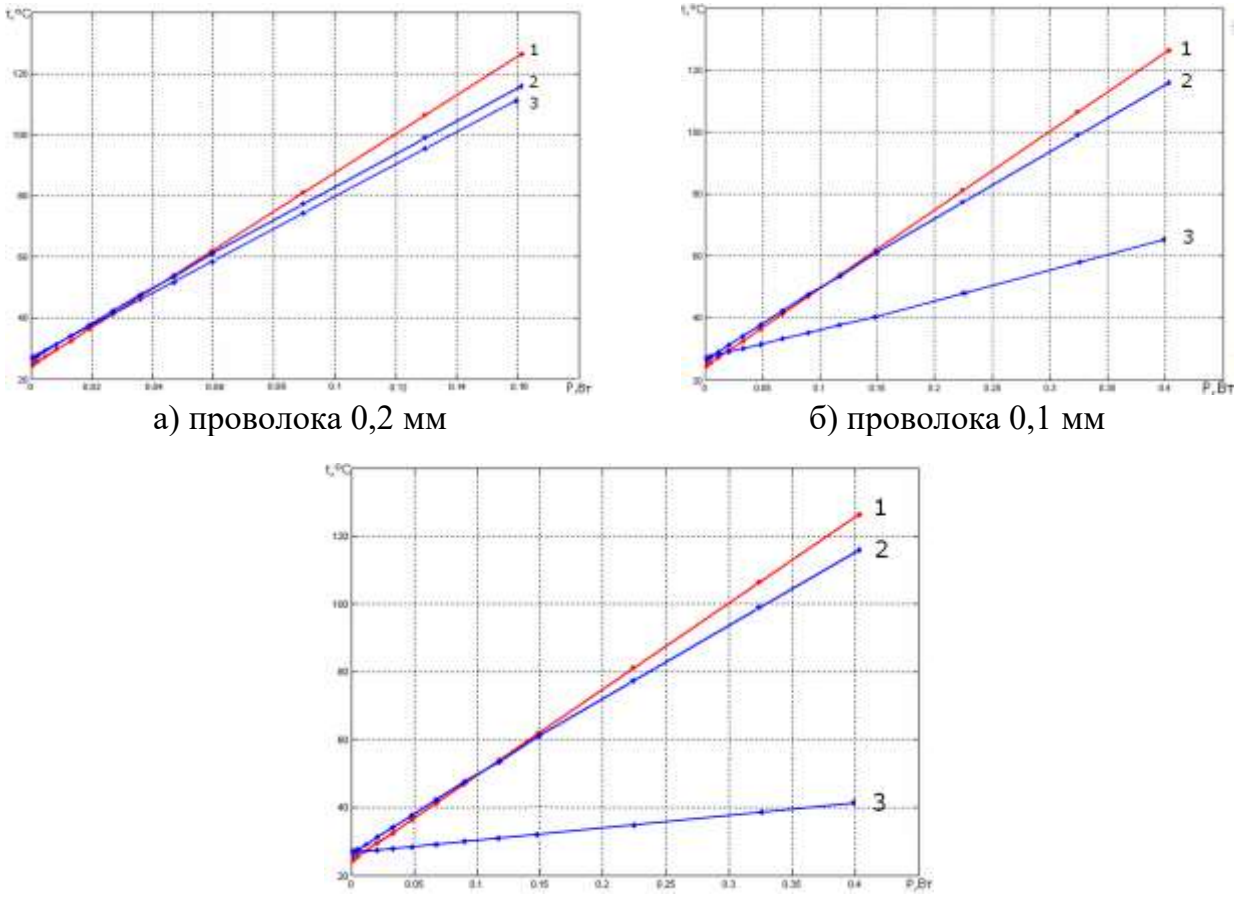
$$t = \left(\frac{U}{IR_0} - 1 \right) / \alpha , \qquad (1)$$

где α = 0,0043 $К^{-1}$ – температурный коэффициент сопротивления меди;

R_0 – сопротивление при 0°С;

U – измеренное напряжение, В;

I – измеренная сила тока, А.



а) проволока 0,2 мм б) проволока 0,1 мм

в) проволока 0,05 мм

Рис. 3. Температуры проволоки: 1 - косвенное измерение; 2 - измерение макрообъективом; 3 – измерение штатным объективом

На основе измерений температуры указанными способами получены результаты, представленные на рис. 3 в виде графиков. Анализируя результаты измерений, можно отметить, что при диаметре проволоки 0,2 мм расхождение результатов измерений температуры разными способами не превышает 8 %. При диаметрах проволоки 0,1 мм существенно возрастает погрешность измерений штатным объективом, а при 0,05 мм становится более 100 %. В такой ситуации тепловизор может быть использован только в качестве обнаружительного устройства. Макрообъектив во всех трех экспериментах показал приемлемую точность результатов измерений.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. В настоящей работе представлена методика проведения эксперимента и установка, позволяющая проводить оценку влияния размеров объектов на точность результатов измерения. Сравнение результатов измерений, полученных по температурной зависимости сопротивления проводника и на основе неконтактных способов измерения, позволяет выявить границы применимости данного тепловизионного оборудования. Проведенные исследования показали возможность экспериментально установить условия, когда используемый тепловизор с соответствующим объективом позволяет лишь обнаруживать объект без получения достоверной информации о его температуре.

Следует отметить возможность дальнейшего совершенствования разработанной методики в части расширения температурного диапазона исследуемых объектов, их размеров, дистанции съемки, а также моделей тепловизоров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горенков, П. А. Актуальность применения беспилотных летательных аппаратов с тепловизором в профилактике пожаров / П. А. Горенков // Академия Государственной противопожарной службы МЧС России: Теория. Инновации. Практика : Материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня образования Академии ГПС МЧС России. В 5-ти частях, Москва, 19 октября 2023 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы, 2023. – С. 35-38. – EDN DIQJWU.

2. Калинин, М. А. Проведение пожарной разведки с помощью пожарного тепловизора / М. А. Калинин, П. В. Чистов // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, Иваново, 23 ноября 2023 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. – С. 452-455.

3. Сухачев Н. В. Обработка изображений с камер тепловизора при мониторинге и предупреждении пожаров / Н. В. Сухачев // НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ и ОТКРЫТИЯ 2020 : сборник статей XIV Международного научно-исследовательского

конкурса, Пенза, 10 апреля 2020 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 33-37. – EDN YIURJO.

4. Прошкин С.С. К вопросу о точности измерения температуры с помощью тепловизора. // Вестник МАХ. 2014 №1. С. 51-54.

5. Дивин, А. Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : в 5 ч. / А. Г. Дивин, С. В. Пономарев (ч. 1, 2011); А. Г. Дивин, С. В. Пономарев, Г. В. Мозгова (ч. 2, 2012). – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ»недеятельности. 2018. №5 С.30-36.

УДК 517.94

В. И. Паренкина, С. Ю. Радаев, Н. И. Уварова
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОГНЯ И ТЕПЛА С ПОМОЩЬЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

В статье рассматриваются математические модели распространения тепла и огня, основанные на дифференциальных уравнениях теплопередачи. Особое внимание уделяется уравнению теплопроводности и решению его численными методами. В статье приведена практическая задача расчёта температурного поля в стене здания при пожаре. Полученные результаты позволяют прогнозировать термическое состояние конструкции и разрабатывать эффективные меры противопожарной защиты.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения; теплопередача; пожарная безопасность; математическое моделирование; метод конечных разностей; уравнение теплопроводности.

V. I. Parenkina, S. Yu. Radaev, N. I. Uvarova

MODELING THE PROPAGATION OF FIRE AND HEAT USING DIFFERENTIAL EQUATIONS

The article discusses mathematical models of heat and fire propagation based on differential heat transfer equations. Special attention is paid to the equation of thermal conductivity and its solution by numerical methods. The article presents a practical problem of calculating the temperature field in a building wall during a fire. The results obtained make it possible to predict the thermal condition of the structure and develop effective fire protection measures.

Keywords: differential equations; heat transfer; fire safety; mathematical modeling; finite difference method; heat equation.

© Паренкина В. И., Радаев С. Ю., Уварова Н. И., 2025

Пожары представляют серьёзную угрозу жизни людей, инфраструктуре и экологии. Исследование процессов распространения тепла и огня играет ключевую роль в разработке эффективных систем пожарной безопасности и проектировании огнестойких конструкций.

Математические модели позволяют предсказать поведение пожара, его интенсивность и скорость распространения, что критически важно для разработки планов эвакуации и предотвращения катастрофических последствий.

Целью данной статьи является рассмотрение математической модели распространения тепла и огня, используя дифференциальные уравнения теплопередачи. В основе математического моделирования тепловых процессов лежит уравнение теплопроводности, описывающее изменение температуры в пространстве и времени:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \nabla^2 T$$

где T – температура, α – коэффициент температуропроводности, ∇^2 – оператор Лапласа.

При описании процессов распространения тепла и горения обычно применяют:

1) уравнение теплопроводности (уравнение Фурье), позволяющее описать процесс распространения тепла в твердых телах, что дает возможность определять изменение температуры внутри материалов при пожаре;

2) реакционно-диффузионные уравнения горения, которые используют для моделирования процессов горения и распространения пламени, а также учитывать происходящие химические реакции и взаимодействие с окружающей средой;

3) уравнения динамики газов (уравнение Навье-Стокса), которые используются для описания движения горячего газа и дыма, что является крайне важным при анализе пожаров в замкнутых пространствах, например: в зданиях или туннелях.

Эти уравнения также часто используют вместе для построения сложных моделей описания динамики огня и его влияния на окружающую среду.

Как известно, зачастую аналитические решения таких сложных моделей невозможны, поэтому при решении этих задач используются численные методы, например:

1) метод конечных разностей применяют для дискретизации уравнения теплопроводности и решения их в сеточных точках;

2) метод конечных элементов применяют в инженерных расчетах при точном моделировании сложных конструкций;

3) метод Монте-Карло применяется для моделирования случайных процессов, таких как прогнозирование распространения огня в условиях неопределенности.

Отметим основные механизмы теплопередачи при пожаре:

- теплопроводность – процесс распространения тепла внутри твердых тел (например, перекрытий и стен);
- конвекция – перенос тепла движущимися потоками горячего газа и воздуха;
- тепловое излучение – передача тепловой энергии посредством электромагнитных волн (это играет ключевую роль при возгорании удаленных объектов).

Распространение огня и тепла зависит также и от различных внешних факторов:

- от строительных материалов, которые различаются по огнестойкости, что существенно влияет на поведение конструкции при пожаре;
- от влажности материалов, которая снижает скорость горения;
- от ветра, который может ускорить распространение пожара особенно на открытом пространстве.

В математических моделях горения используют и кинетические уравнения, описывающие скорость реакции и изменение концентраций реагентов, так как процесс горения запускает химические реакции с выделением тепла.

Обратимся к математической модели распространения тепла в конструкции при пожаре.

Рассмотрим следующую практическую задачу. Бетонная стена здания толщиной $L = 0{,}3$ м подвергается воздействию высокой температуры снаружи во время пожара. В начальный момент времени температура по всей толщине стены составляет $T_0 = 300$ К. На внешней стороне стены температура повышается до 800 К и поддерживается постоянной, в то время как внутренняя сторона остается неизменной.

Таким образом, мы имеем:

- коэффициент температуропроводности бетона $\alpha = 1{,}2 \cdot 10^{-6}\,\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$;
- толщина стены $L = 0{,}3$ м;
- начальная температура $T_0 = 300$ К
- граничные условия: $T(0,t) = 800$ К, $T(L,t) = 300$ К

Приведем сначала аналитическое решение задачи с использованием метода Фурье. Данный процесс описывается одномерным уравнением теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

Рассмотрим разложение решения в ряд Фурье в виде:

$$T(x,t) = T_c + \sum_{n=1}^{\infty} C_n e^{-\lambda_n t} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$$

где T_c – стационарное решение, C_n – коэффициенты ряда Фурье, определяющиеся начальным распределением температуры, $\lambda_n = \alpha\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2$. Чтобы найти C_n нам необходимо подставить начальные условия:

$$C_n = \frac{2}{L}\int_0^L (T(x,0) - T_c)\sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)dx$$

Вычислив этот интеграл, найдем значения коэффициентов. Подставляя их в разложение, получим температурное распределение

$$T(x,t) = 300 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1000}{n\pi} e^{-\alpha\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2 t} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$$

Для времени $t = 600\ c$, то есть 10 минут и расстояний $x = 0{,}05$ м и $x = 0{,}15$ м получим:

$$T(0{,}05, 600) \approx 510 \text{ К}$$
$$T(0{,}15, 600) \approx 370 \text{ К}$$

Другими словами, мы получили, что через 10 минут температура в стене на глубине 5 см составляет 510 К, а на глубине 15 см - 370 К.

Выполним численное решение этой задачи методом конечных разностей. В данном случае мы дискретизируем уравнение и рассчитаем температурное поле на различных глубинах стены в зависимости от времени.

Используем явную разностную схему:

$$T_i^{n+1} = T_i^n + \lambda(T_{i+1}^n - 2T_i^n + T_{i-1}^n)$$

где $\lambda = \frac{\alpha\Delta t}{(\Delta x)^2}$. Для обеспечения устойчивости выберем Δt в соответствии с условием Куранта $\lambda \leq 0{,}5$.

Разобьем стену на узлы с шагом $\Delta x = 0{,}01$ м и $\Delta t = 1$ с. На каждом временном шаге рассчитаем новые температуры. Для первой итерации:

$$T_1^1 = T_1^0 + \lambda(T_2^0 - 2T_1^0 + T_0^0)$$

Повторяя этот процесс, мы строим температурный профиль и получаем что через 10 минут температура в стене на глубине 5 см составляет 520 К, а на глубине 15 см - 360 К.

Таким образом, нами проведено исследование дифференциального уравнения теплопроводности, а также рассмотрены аналитический и численный методы его решения. Аналитический метод Фурье позволяет получить точное решение в виде разложения в ряд, однако его применение требует значительных вычислительных затрат. Численный метод конечных разностей, напротив, даёт приближённое решение, но позволяет моделировать сложные теплофизические процессы с высокой степенью детализации.

Проведённые расчёты позволяют нам оценить температурное распределение внутри стены через 10 минут после начала пожара, что имеет важное практическое значение для оценки огнестойкости строительных конструкций. Полученные результаты могут быть использованы для разработки новых стандартов противопожарной безопасности и улучшения проектирования зданий, устойчивых к воздействию высоких температур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гершун, В. Д. Тепломассоперенос в строительных конструкциях: теория и практика / В. Д. Гершун, П. А. Смирнов. – М.: Стройиздат, 2021. – 320 с.
2. Иванов, А. Н. Математическое моделирование процессов теплопроводности в строительных материалах / А. Н. Иванов, Б. В. Козлов. – СПб.: Политех-пресс, 2022. – 280 с.
3. Климов, С. В. Численные методы решения уравнений теплопроводности: учебное пособие / С. В. Климов, Л. П. Тарасов. – Екатеринбург: УРФУ, 2020. – 256 с.
4. Петров, Ю. И. Физика горения и взрыва / Ю. И. Петров, В. К. Михайлов. – М.: Физматлит, 2023. – 340 с.
5. Смирнов, В. Л. Численные методы в задачах теплопередачи / В. Л. Смирнов. – Новосибирск: НГУ, 2020. – 298 с.
6. Трофимов, А. А. Дифференциальные уравнения в инженерных приложениях / А. А. Трофимов. – Казань: КФУ, 2021. – 312 с.
7. Фролов, Ю. М. Огнестойкость строительных конструкций: расчет и моделирование / Ю. М. Фролов, О. А. Сидоров. – М.: Академкнига, 2022. – 275 с.
8. Чернов, П. В. Теория теплопроводности и методы её решения / П. В. Чернов, Н. В. Александров. – Томск: ТПУ, 2023. – 290 с.

УДК 621.396.98

В. В. Пицык, О. Е. Дорохова, О. В. Хонгорова
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОБОБЩЕННОГО ПСЕВДООБРАЩЕНИЯ МАТРИЦ

В статье поставлена и решена задача определения технического состояния систем с параметрическими отказами и восстановлениями с применением псевдообращения трехкомпонентной регрессионной модели операторного представления по Лапласу системы дифференциальных уравнения, описывающей их состояние.

Полученное решение целесообразно применять в качестве практического инструментария для нестационарного прогнозирования технического состояния систем при планировании профилактических мероприятий для поддержания их работоспособности.

Ключевые слова: техническое состояние; надежность; параметрический отказ; профилактическое обслуживание; регрессионная модель; псевдообращение.

V. V. Pitsyk, O. E. Dorokhova, O. V. Khongorova

FORECASTING THE TECHNICAL CONDITION OF SYSTEMS USING GENERALIZED PSEUDO-ROTATION OF MATRICES

In article the task of definition of technical condition of systems with parametrical refusals and vosstanovleniye with application of the pseudo-address of three-component regression model of operator representation according to Laplace of system differential the equations, describing their state is set and solved.

It is expedient to apply the received decision as practical tools to non-stationary forecasting of technical condition of systems when planning preventive actions for maintenance of their working capacity.

Keywords: technical condition; reliability; parametrical refusal; preventive maintenance; regression model; pseudo-address.

Введение. Периодичность проведения профилактических мероприятий существенно влияет на надежность систем, предотвращая их отказы. В то же время непомерно частое и продолжительное их проведение чревато необходимостью вывода их на это время из рабочего состояния, что критично для систем противопожарной защиты. Поэтому важно заранее выявлять несогласованность сроков проведения профилактических мероприятий в системах с реальным и прогнозируемым их техническим состоянием [1].

В работе предложено аналитическое решение задачи и методика, прогнозировании технического состояния систем по результатам

© Пицык В. В., Дорохова О. Е., Хонгорова О. В., 2025

параметрического контроля в процессе их эксплуатации, которое оказалось возможным с применением обобщенного псевдообращения матриц [2].

Описание задачи. В основу методики прогнозирования положено определения вероятностей $P_k(t)$ пребывания системы в моменты времени $t \in (0, T_э)$ в одном из состояний $v_0(t)$, $v_k(t)$ или $v_m(t)$:

$v_0(t)$ – не отказал ни один из определяющих параметров системы;

$v_k(t)$, $k = 0,1,2,\ldots,m$ – за пределами номинальных значений оказалось число k определяющих параметров;

$v_m(t)$ – отказали все m определяющие параметры системы [3-7].

Для известных интенсивностей отказов и восстановления λ и m ее аналитическое решение будем находить из системы дифференциальных уравнений относительно неизвестных функций $P_k(t)$, с начальными условиями $P_0(t=0)=1,\ P_k(t=0)=0,\ k=1,2,...,m,$ в известном смысле сходных с уравнениями Эрланга, пользуясь ее операторным представлением по Лапласу [7]:

$$Y(p) = A(p)X(p) + \Xi(p), \tag{1}$$

где

$A(p) = A$ – матрица коэффициентов системы уравнения (1) размерности $(m+1)\times(m+1)$:

$$A = \begin{Vmatrix} -(p+\lambda) & \mu & 0 & \ldots & 0 & 0 \\ \lambda & -(p+\lambda+\mu) & \mu & \ldots & 0 & 0 \\ 0 & \lambda & -(p+\lambda+\mu) & \ldots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda & \ldots & 0 & 0 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & -(p+\lambda+\mu) & \mu \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & \lambda & -(p+\mu) \end{Vmatrix};$$

$X(p) = X = \|P_0(p) \quad P_1(p) \quad \ldots \quad P_m(p)\|^{\mathrm{T}}$ – вектор изображений искомых функций $P_k(t)$, $k = 0,1,2,\ldots,m$;

$Y(p) = Y = \|-1 \quad 0 \quad \ldots \quad 0\|^{\mathrm{T}}$ – вектор свободных членов уравнения;

$\Xi(p)$ – случайный вектор изображения погрешностей. Не нарушая общности, предположим, что вектор погрешностей (2) относится к классу случайных векторов с нулевым вектором средних $M[\xi(t)] = O$ и

дисперсионно-ковариационной матрицей $D\left[\xi(t)\right]=\sigma^2 E$, где σ^2 – известная дисперсия, E – единичная матрица размера $m\times m$ [8].

В известном смысле вид используемых уравнений (1) походит на известные уравнения Эрланга, с тем отличием, что в настоящей работе в них учтена, во-первых, политика проведения профилактических мероприятий по обслуживанию технической системы, а именно: отказавший элемент системы подлежим немедленному восстановлению. И во-вторых, в них учтено влияние на функционирование системы многочисленных, заранее непредвиденных случайных факторов $\Xi\left(p\right)$, рассматриваемых как аддитивная смесь средних значений и случайных погрешностей определения интенсивностей отказов и восстановления параметров системы.

Решение задачи. Для заданных величин λ,μ,σ^2 будем находить оптимальную в среднеквадратическом смысле оценку вектора $X\left(p\right)$, пользуясь выражением [2]

$$\hat{X}=A^{+}Y, \tag{2}$$

где A^{+} – псевдообратная матрица Мура–Пенроуза для матрицы A.

Вычисление псевдообратной матрицы для большого числа m определяющих параметров системы представляет определенные вычислительные сложности, поэтому для их преодоления представим уравнения (1) трехкомпонентной моделью регрессии:

$$Y=AX=A_1X_1+A_2X_2+A_3X_3=\left\|A_1\ \ A_2\ \ A_3\right\|\cdot\left\|\begin{matrix}X_1\\X_2\\X_3\end{matrix}\right\|, \tag{3}$$

где блочные матрицы A_i и векторы X_i, $i=1,2,3,$ имеют вид:

$$A_1=\left\|\begin{matrix}-\left(p+\lambda\right)\\ \lambda\\ O_{m-1}\end{matrix}\right\|,\quad A_3=\left\|\begin{matrix}O_{m-1}\\ \mu\\ -\left(p+\mu\right)\end{matrix}\right\|, \tag{4}$$

$$\left(A_2\right)=\left\|\begin{matrix} \mu & 0 & \vdots & 0 \\ -(p+\lambda+\mu) & \mu & \vdots & 0 \\ \lambda & -(p+\lambda+\mu) & \vdots & 0 \\ 0 & \lambda & \vdots & 0 \\ \dots & \dots & \vdots & \dots \\ 0 & 0 & \vdots & -(p+\lambda+\mu) \\ 0 & 0\vdots & \vdots & \lambda \end{matrix}\right\|, \qquad (5)$$

А символом O_α обозначен нулевой вектор размерности α.

Для вычисления блочной матрицы $A^+=\|A_1 \;\; A_2 \;\; A_3\|^+$ воспользуемся обобщением теоремы Гревилля на случай $m>2$, и для введенной трехкомпонентной модели регрессии $\left(m=3\right)$ приходим к результату:

$$\|A_1 \;\; A_2 \;\; A_3\|^+=\begin{pmatrix} A_1^+\rho_2\rho_3 \\ J_{12}\rho_3 \\ J_{12} \end{pmatrix}, \qquad (6)$$

где

$$\rho_3=E-A_3J_{123},$$

$$J_{123}=C_{123}^+ + \left(E-C_{123}^+C_{123}\right)K_{123}A_3^T\left[\left(A_1 \quad A_2\right)^+\right]^T\left(A_1 \quad A_2\right)^+\left(E-A_3C_{123}^+\right),$$

$$C_{123}^+=\left[E-\left(A_1 \quad A_2\right)\left(A_1 \quad A_2\right)^+\right]A_3,$$

$$K_{123}=\left\{E+\left[\left(A_1 \quad A_2\right)^+A_3\left(E-C_{123}^+C_{123}\right)\right]^T\left[\left(A_1 \quad A_2\right)^+A_3\left(E-C_{123}^+C_{123}\right)\right]\right\}^{-1},$$

$$\left(A_1 \quad A_2\right)^+=\begin{pmatrix} A_1^+-A_1^+A_2J_{12} \\ J_{12} \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} A_1^+\rho_2 \\ J_{12} \end{pmatrix},$$

$$\rho_2=E-A_2J_{12},$$

$$J_{12}=C_{12}^+ + \left(E-C_{12}^+C_{12}\right)K_{12}A_2^T\left(A_1^+\right)^TA_1^+\left(E-A_2C_{12}^+\right),$$

$$C_{12}=\left(E-A_1A_1^+\right)A_2,$$

$$K_{12} = \left\{ E + \left[A_1^+ A_2 \left(E - C_{12}^+ C_{12} \right) \right]^T \left[A_1^+ A_2 \left(E - C_{12}^+ C_{12} \right) \right] \right\}^{-1}.$$

Соотношения (2)–(6), таким образом, доставляют аналитическое решение операторного уравнения (1) для определения вектора $X(p)$ – изображения по Лапласу функции $P_k(t)$, описывающей вероятности пребывания системы в моменты времени $t \in (0, T_э)$ в техническом состоянии, $v_k(t)$, $k = 0, 1, 2, \ldots, m$. Для их нахождения можно воспользоваться обратным преобразованием Лапласа [9].

Выводы. Решена задача определения технического состояния систем с параметрическими отказами и восстановлениями с применением псевдообращения трехкомпонентной регрессионной модели операторного представления по Лапласу системы дифференциальных уравнения, описывающей их состояние.

Полученное решение целесообразно применять в качестве практического инструментария для нестационарного прогнозирования технического состояние систем при планировании профилактических мероприятий для поддержания их работоспособности.

УДК 577.118

Д. В. Ситанов, Д. И. Блинов
Ивановский государственный химико-технологический университет

СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

В работе рассмотрены подходы к обнаружению вредных компонентов, скопившихся в растениях и почве путем спектральных измерений. Представлены результаты экспериментов, проведенных в лабораторных условиях, по идентификации солей некоторых металлов.

Ключевые слова: вредные компоненты; растения; спектральные измерения.

D. V. Sitanov, D. I. Blinov

SPECTRAL METHOD FOR CONTROLLING THE CONTENT OF HARMFUL SUBSTANCES IN NATURAL OBJECTS

The work discusses approaches to detecting harmful components accumulated in plants and soil through spectral measurements. The results of experiments conducted in laboratory conditions to identify salts of some metals are presented.

Keywords: harmful components; plants; spectral measurements.

© Ситанов Д. В., Блинов Д. И., 2025

Введение

В условиях нарастающего антропогенного воздействия на окружающую среду проблема загрязнения растений и почв приобретает особую значимость. Накопление вредных компонентов в агроэкосистемах не только снижает продуктивность сельскохозяйственных культур, но и представляет прямую угрозу здоровью человека через пищевые цепи. Поэтому разработка и внедрение эффективных методов мониторинга и контроля содержания вредных веществ в растениях и почве является актуальной задачей современной науки и практики [1]. Спектральные методы анализа зарекомендовали себя как мощный инструмент для решения данной проблемы. Их высокая чувствительность и способность к одновременному определению множества элементов делают их незаменимыми в экологическом мониторинге и агрохимических исследованиях. Методы атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии позволяют детектировать широкий спектр металлов и металоидов в почвенных и растительных образцах, обеспечивая точные количественные данные о содержании вредных элементов. Рентгенофлуоресцентная спектроскопия, в свою очередь, эффективна для экспресс-анализа содержания азота, фосфора и калия, что важно для оценки плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции [2]. Применение спектральных методов в анализе растений и почв имеет ряд преимуществ. Во-первых, они позволяют проводить быстрый и неразрушающий контроль, что особенно важно при больших объемах исследований. Во-вторых, высокая точность и чувствительность этих методов обеспечивают надежное выявление даже минимальных концентраций токсинов, что особенно важно для ранней диагностики и предотвращения негативных последствий. Наконец, возможность автоматизации и стандартизации спектральных методов способствует повышению эффективности и воспроизводимости аналитических данных [3].

Спектральные измерения

В результате различного рода катаклизмов, как природного, так и техногенного характера, в растениях и почве могут накапливаться различные вредные вещества, включая тяжелые металлы, пестициды, нитраты и радионуклиды [4]. При этом к основным патогенам обычно относят свинец (Pb), кадмий (Cd), ртуть (Hg), мышьяк (As), хром (Cr), никель (Ni), медь (Cu), цинк (Zn).

Ниже приведены данные, полученные в ходе ряда экспериментов, проведенных в лабораторных условиях. На данном этапе главной задачей было показать эффективность спектральных методов измерений при обнаружении катионов в составе исследуемых образцов, насыщаемых солями различных металлов (табл. 1). Для идентификации металлов использовалась эмиссионная спектроскопия. Диэлектрический барьерный разряд возбуждался в реакторе отрытого типа в воздухе. Образцы располагались на катоде, имеющем надежное диэлектрическое покрытие в виде нескольких слоев слюды. Электрическая прочность диэлектрического покрытия катода составляла 10^6

В/см, что обеспечивало высокую надежность работы оборудования. Так было важно обеспечить не только устойчивое горение разряда над поверхностью образцов, но и отсутствие каких-либо явных их повреждений в следствии деструктивных действий плазмы.

Таблица. **Исследуемые соли металлов**

Образец (соль)	Длина волны, λ, нм	Интенсивность, отн. ед.
NaCl	589,4	464,4
MnCl2	586,2	645,6
CuCl2	511,2	90
	522,97	52
ZnCl2	472,5	3,37
	481	13,3
KCl	583,1	204,5
FeCl3	586,2	449

Результаты спектральных измерений

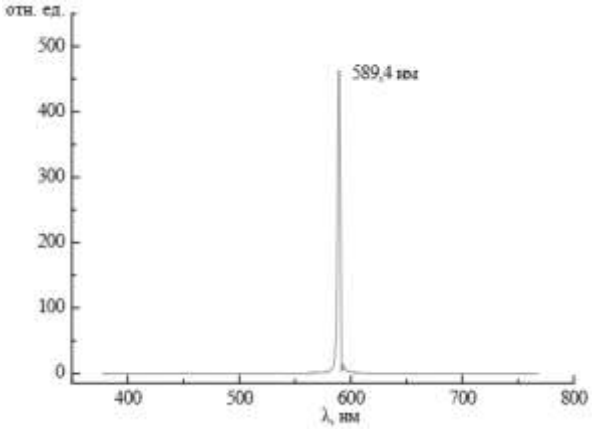


Рис. 1. Спектр излучения **Na** (589,4 нм)

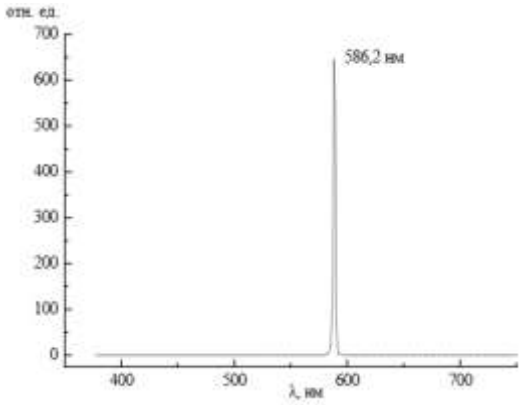


Рис. 2. Спектр излучения **Mn** (585,6 нм)

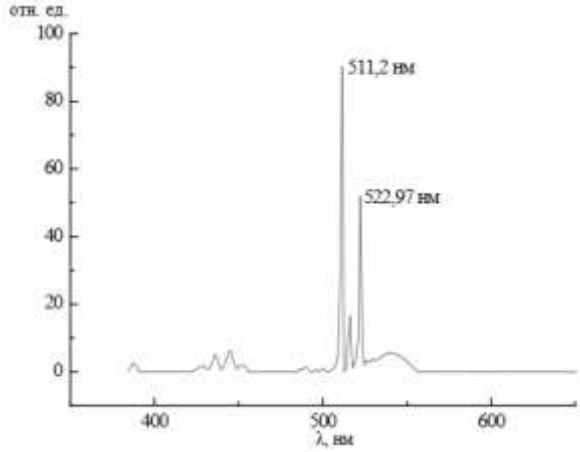


Рис. 3. Спектр излучения **Cu** (511,2 нм; 522,97 нм)

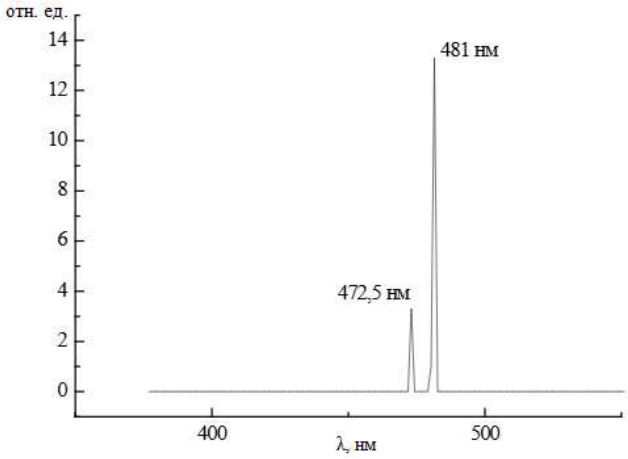


Рис. 4. Спектр излучения **Zn** (472,5 нм; 481 нм)

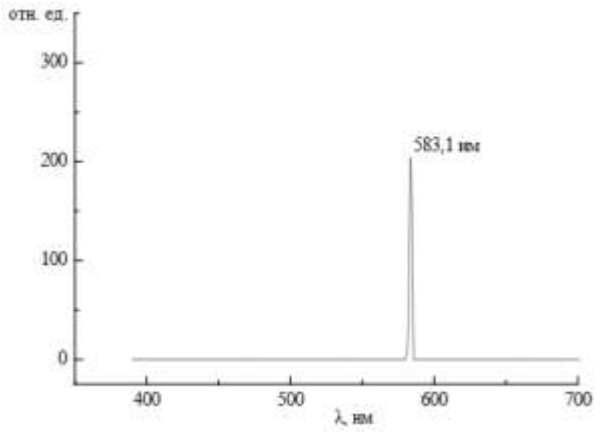


Рис. 5. Спектр излучения **K** (583,1 нм)

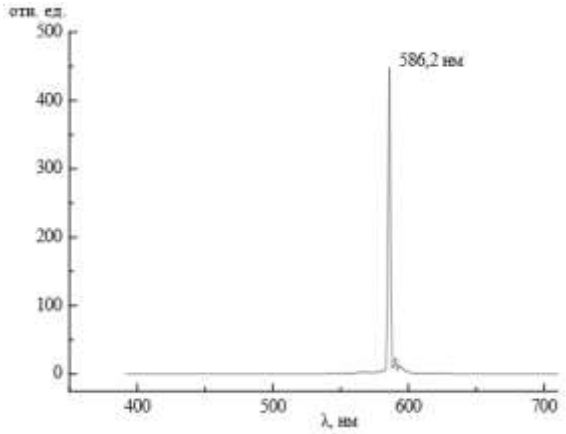


Рис. 6. Спектр излучения **Fe** (586,2 нм)

В качестве образцов использовались листовые пластины растений, насыщаемые солями металлов. Для этих целей свежесрезанные побеги растений помещались в насыщенные растворы солей металлов на 24 часа. При этом контакт побега с раствором был только на уровне среза растения. Таким образом, на поверхности растения полностью отсутствовали компоненты растворов, а фиксируемый спектр излучения обеспечивался внутренним содержанием растения. При этом мы полагали, что такой способ насыщения растений металлами позволит сымитировать естественное загрязнение. То есть, таким способом, мы имитировали каналы возможного проникновения инородных веществ в растения. По всей видимости, основное содержание солей при насыщении ими растений приходилось на внутреннее содержимое клеток растений. Используемый нами метод позволил предложить методику, обеспечивающую не разрушающий метод анализа внутреннего содержания растений, без необходимости их разрушений. Этот факт позволит в дальнейшем перейти на бесконтактный и неразрушающий метод контроля кожных покровов животных и, в частности, человека.

Как уже говорилось ранее, основной целью на данном этапе работ было обнаружение металлов в лабораторных условиях. В дальнейшем планируется расширение списка исследуемых патогенов. По отношению к почве анализ также будет производиться спектрально, но поверхностью водной вытяжки из проб почвы. Отдельно стоит отметить дешевизну и простоту данного способа измерений.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Таким образом была показана эффективность спектрального метода обнаружения различных металлов в образцах. Данная информация может стать основой для создания портативных установок для контроля состава биологических структур, а также растений и почвы, на предмет накопления вредных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вредные химические вещества. В 7 томах. Том 7: Природные органические соединения / под ред. В. А. Филова, Ю. И. Мусийчука, Б. А. Ивина ; Рос. акад. наук, Ин-т токсикологии. – СПб. : Мир и семья-95; Изд-во СПХФА, 1998. – 504 с.
2. Журба, О. В. Лекарственные, ядовитые и вредные растения / О. В. Журба, М. Я. Дмитриев ; Мин-во сельского хоз-ва РФ, Рос. гос. аграр. ун-т. – М. : КолосС, 2013. – 512 с.
3. Зайдель, А. Н. Эмиссионный спектральный анализ атомных материалов/ А. Н. Зайдель, Н. И. Калитеевский, Л. В. Липис, М. П. Чайка ; под ред. проф. А. Н. Зайделя ; Рос. акад. наук, Ин-т физики. – Л. ; М. : Физматгиз, 1960. – 686 с.
4. Кремерс, Д. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия / Д. Кремерс, Л. Радзиемски ; пер. с англ. А. Горбатенко, Т. А. Лабутина, В. М. Леднева; под ред. Н. Б. Зорова ; Рос. акад. наук, Ин-т спектроскопии. – М. : Техносфера, 2009. – 360 с.

УДК 614.841.41

Н. В. Смирнов, А. В. Зубань, О. В. Кривошапкина, Е. А. Поединцев
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА В ЗДАНИЯХ

В настоящей работе представлен комплексный подход к определению исходных данных при математическом моделировании динамики опасных факторов пожара в помещении. Описаны методики определения дымообразующей способности, удельного выделения (потребления) токсичных газов (кислорода), удельной массовой скорости выгорания, линейной скорости распространения пламени, удельной теплоты сгорания горючей нагрузки. В качестве горючей нагрузки рассмотрен вариант древесины сосны.

Ключевые слова: опасные факторы пожара; горючая нагрузка; линейная скорость распространения пламени.

N. V. Smirnov, A. V. Zuban, O. V. Krivoshapkina, E. A. Poedintsev

ON DETERMINATION OF INPUT DATA FOR MATHEMATICAL MODELING OF FIRE DEVELOPMENT IN BUILDINGS

This paper presents an integrated approach to determining initial data in mathematical modeling of the dynamics of fire hazards in a room. Methods of determination of smoke-forming capacity, specific emission (consumption) of toxic gases (oxygen), specific mass rate of burnup, linear rate of flame propagation, specific heat of combustion of combustible load are described. The option of pine wood is considered as a combustible load.

© Смирнов Н. В., Зубань А. В., Кривошапкина О. В., Поединцев Е. А., 2025

Keywords: fire hazards; combustible load; linear flame propagation rate.

В настоящее время при математическом моделировании процесса развития пожара, динамики его опасных факторов (ОФП) используются зачастую устаревшие исходные данные. Кроме того, в зданиях (сооружениях), производстве, быту, транспорте используются новые вещества, материалы, изделия, по которым исходные данные вообще отсутствуют. К таким исходным данным, прежде всего, относятся линейная скорость распространения пламени $V_л$, м·с$^{-1}$; удельное выделение (потребление) токсичных газов (кислорода) L_i, кг·кг$^{-1}$; дымообразующая способность D_m,м^2·кг$^{-1}$; теплота сгорания Q, МДж·кг$^{-1}$; удельная массовая скорость выгорания $\Psi_{уд}$, кг·м$^{-2}$·с$^{-1}$. Указанные исходные данные могут быть определены экспериментальным путем по действующим стандартным методикам или по методикам, разработанным специально для этой цели. Действующие стандартные методики могут быть дополнены процедурами определения отдельных показателей, которые необходимо в дальнейшем использовать в расчетах. Особенно, это касается линейной скорости распространения пламени и удельной массовой скорости выгорания с учетом реальных условий эксплуатации и возможного теплового воздействия при пожаре.

В работах [1 – 4] представлены комплексные подходы к оценке пожарной опасности строительных материалов и отдельные значения определяемых показателей. С учетом огромного количества видов горючей нагрузки, для которых определить исходные данные в связи с большой трудоемкостью не представляется возможным, следует проанализировать и объединить в отдельные типовые группы горючих веществ, материалов и изделий. Одной из таких групп может быть древесина и материалы на её основе. Ниже рассмотрен пример определения исходных данных для древесины сосны, весьма широко применяемой в строительстве зданий и сооружений. В таблице представлены экспериментально установленные значения $V_л$, $\Psi_{уд}$, L_i, D_m, $Q_н^р$ (низшая рабочая теплота сгорания, МДж·кг$^{-1}$).

Таблица. **Значения исходных данных для древесины сосны**

$Q_н^р$	L_{co}	L_{co2}	L_{o2}	$\Psi_{уд}$	$V_л$	D_m
19,6	0,051	0,62	0,96	0,0103	0,014	550-950

Как видно из таблицы, значения дымообразующей способности изменяются от 550 до 950 м^2·кг$^{-1}$, что объясняется различиями в условиях испытаний, режимов испытаний, влажности образцов. Значения линейной скорости распространения пламени, удельной массовой скорости выгорания также могут варьироваться в широких пределах, что в значительной мере зависит от влияния масштабного фактора. Следует отметить, что в реальных

условиях пожара значения линейной скорости распространения пламени и удельной массовой скорости выгорания могут на порядок отличаться в большую сторону.

При определении значений исходных данных использовались методики, изложенные в ГОСТ 12.1.044-89 [5], ГОСТ Р 56025 [6], а также в работе [1].

В связи с актуальностью и практической значимостью научно-исследовательских работ (НИР), направленных на определение и создание базы исходных данных различных видов горючей нагрузки (веществ, материалов, изделий) Академией ГПС МЧС России и ФГБУ ВНИИПО МЧС России в 2025-2026 г.г. будет выполняться специальная НИР, результаты которой планируется представить для доступа широкому кругу специалистов, занимающихся решением задач обеспечения пожарной безопасности объектов различного функционального назначения, в том числе методами математического моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов Н.В. Прогнозирование пожарной опасности материалов [Текст]: дис. докт. техн. наук 05.26.03 защищена 2002: утв./ Смирнов Николай Васильевич. – М., 202-273 с.

2. Смирнов Н.В., Кривошапкина О.В., Поединцев Е.А., Голов Н.В. Комплексный подход к оценке токсичности продуктов горения полимерных строительных материалов // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов X всероссийской научно-практической конференции, 20 апреля 2023 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС россии, 2023. С. 471-473.

3. Смирнов Н.В., Молчадский О. И., Кривошапкина О.В., Ермакова И.А., Аверкина Н.Б. Комплексный подход к вопросу дымообразующей способности полимерных строительных материалов». Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов VI международной научно-практической конференции, 19 октября 2023 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС россии, 2023. С. 374-376.

4. Смирнов Н.В., Зубань А.В., Молчадский О.И., Кривошапкина О.В., Аверкина Н.Б Комплексный подход к оценке способности к тепловыделению полимерных строительных материалов // Актуальные проблемы пожарной безопасности: сборник материалов XXXV международной научно-практической конференции, 31 мая 2023 г. Москва: ВНИИПО, 2023. С. 404-408.

5. ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

6. ГОСТ Р 56025-2014. Материалы строительные. Метод определения теплоты сгорания.

УДК 542.8

П. В. Соловьева, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова, О. Н. Сонина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБГОРЕВШИХ ПОЛИМЕРОВ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ПРИЧИН ВОЗГОРАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

В статье рассматриваются возможности использования метода инфракрасной спектроскопии для идентификации обгоревших фрагментов полимерных материалов обшивки автомобиля, обнаруженных на месте пожара, для выяснения источника возгорания и причин его возникновения, а также для анализа хода развития пожара.

Ключевые слова: инфракрасная спектроскопия; полимерные материалы; обгоревшие фрагменты.

P. V. Solovieva, O. E. Storonkina, T. A. Mochalova, O. N. Sonina

POSSIBILITIES OF USING IR SPECTROSCOPY TO STUDY BURNED POLYMERS IN IDENTIFYING CAUSES OF VEHICLE FIRES

The article discusses the possibilities of using infrared spectroscopy to identify burnt fragments of polymeric materials of car upholstery found at the site of a fire, to determine the source of ignition and the reasons for its occurrence, as well as to analyze the course of fire development.

Keywords: IR spectroscopy; polymeric materials; burnt fragments.

В настоящее время доля пластмасс в общей массе автомобиля достигает 10%. Однако эта цифра постоянно растёт благодаря разработке новых материалов, которые обладают механическими свойствами, позволяющими использовать их для создания крупных элементов автомобиля. Это приводит к уменьшению массы автомобиля, улучшению его эксплуатационных характеристик, повышению безопасности и комфорта.

Особое внимание уделяется материалам, используемым для звукоизоляции транспортных средств. Они должны не только эффективно препятствовать проникновению шума в салон, но и быть негорючими, поскольку их расположение в автомобиле часто совпадает с зонами повышенного риска возгорания.

Исследование полимерных материалов внутренней отделки может дать информацию не только о развитии пожара, но и о его причине.

Одной из самых частых причин возгорания транспортных средств (примерно в половине случаев) является поджог.

© Соловьева П. В., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А., Сонина О.Н., 2025

Современные методы расследования таких преступлений относят полимерные материалы к объектам-носителям, на которых обнаружить следы горючих веществ различного происхождения очень сложно из-за большого количества посторонних компонентов.

Однако развитие современных аналитических методов позволяет, при правильном подходе, говорить о возможности обнаружения на этих материалах следов применения горючих веществ.

Для таких исследований инфракрасная спектроскопия (далее, ИК-спектроскопия) представляется наиболее эффективным и экономичным способом анализа, поскольку этот метод позволяет изучать практически любые материалы. В основе метода ИК-спектроскопии лежит явление избирательного поглощения веществом электромагнитного излучения. При этом частота поглощённого излучения соответствует частоте колебаний отдельных связей и функциональных групп в исследуемом веществе. Поскольку поглощаемое веществом излучение находится в инфракрасном диапазоне спектра, метод получил название ИК-спектроскопии [1].

Следует подчеркнуть, что не весь поток энергии, который достигает вещества, поглощается им. Часть этого потока отражается или рассеивается без каких-либо изменений. Другая часть проходит через вещество, не поглощаясь им. Именно та часть излучения, которая поглощается исследуемым веществом, и является объектом изучения в методе инфракрасной спектроскопии.

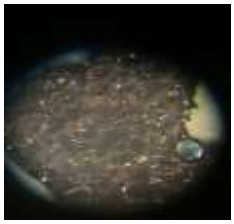
В качестве объектов исследования в работе использовали полимерные материалы, применяемые в современных отечественных и зарубежных автомобилях для внутренней отделки салона и звукоизоляции и имеющие в своем составе хлоропреновый каучук, полиуретан, вспененный полиуретан, полипропилен.

Основываясь на визуальном осмотре материала, можно получить некоторую информацию о природе полимерной основы. Внешний вид и физические свойства полимеров во многом зависят от структуры их макромолекулярных цепей. Более точную характеристику материала можно получить, определив температуру плавления, значения которой приводятся во многих справочниках [3].

Поведение образца при воздействии пламени и высокой температуры также может дать информацию о полимере. Для того чтобы оценить степень разрушения полимерного материала, необходимо предварительно смоделировать процесс его термоокислительного разрушения в муфельной печи. Нагрев исследуемых образцов проводили в диапазоне температур от 100 °С до 500 °С (рис. 1). При этом важно регистрировать температуру происходящих изменений.

Полученные, в результате прогрева в муфельной печи, образцы исследуемых материалов используются в качестве эталонов для сравнения с инфракрасными спектрами образцов, взятых с места пожара.

вспененный полиуретан



полиуретан

полипропилен

хлоропреновый каучук

Рис. 1. Образцы полимеров при динамическом нагреве до 400 °С

Для качественного анализа обычно снимают ИК-спектр в диапазоне 700–4000 см$^{-1}$ (рис. 2, 3). Это связано с тем, что информации, полученной в этом диапазоне, достаточно для качественного анализа, и большинство атласов ИК-спектров содержат спектры именно в этом диапазоне [4].

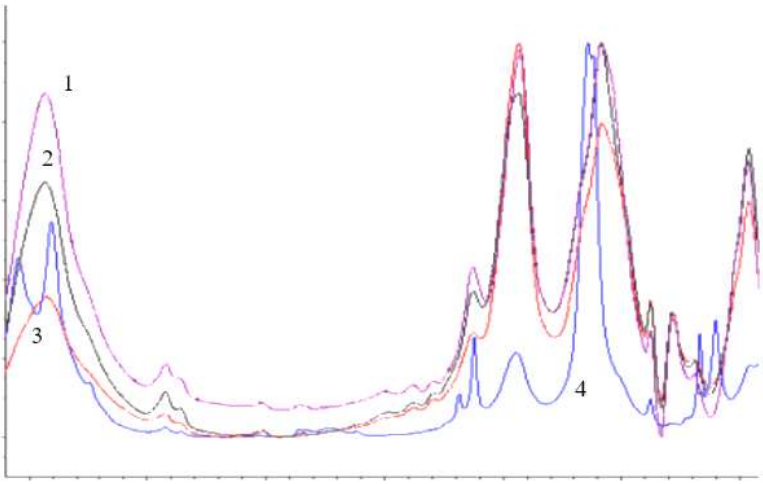


Рис. 1. ИК-спектры исследуемых материалов до теплового воздействия:
1 – вспененный полиуретан, 2 – полиуретан,
3 – полипропилен, 4 - хлоропреновый каучук

В спектрах, полученных после термоокислительной деструкции вспененного полиуретана (нагрев в диапазоне 100–500 °С), исчезают характерные для исходного материала полосы, а вместо них появляются новые, соответствующие степени деструкции (рис. 3). Эти спектры можно использовать для оценки того, насколько материал подвергся термическому воздействию.

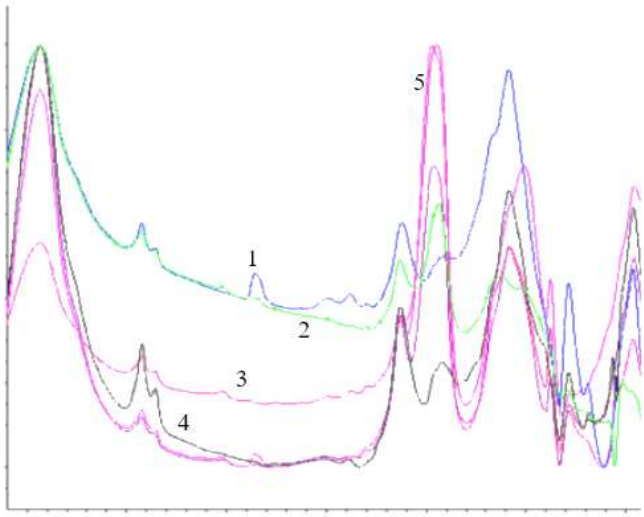


Рис. 2. ИК-спектры вспененного полиуретана после теплового воздействия:
1 – 500 °С, 2 – 400 °С, 3 – 300 °С, 4 – 200 °С, 5 – 100 °С

Результаты проведённого ИК-анализа полимерных материалов, которые составляют пожарную нагрузку в автомобилях, могут быть использованы при изучении пожаров и прогнозировании направления распространения огня на транспортных средствах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгушина Л.В. О возможностях пожарно-технической экспертизы при анализе строительных материалов / Л.В. Долгушина, А.Н. Лагунов, И.Г. Ефремов, М.В. Гапоненко // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2017. – № 2(5). – С. 9-13. – EDN ZEHEAT.

2. Осмоловская А.А. Обзор методов экспертного исследования обгоревших текстильных материалов / А.А. Осмоловская, О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Иваново, 19 октября 2023 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 304-306. – EDN EGGSIX.

3. Купцов А.Х., Жижин Г.Н. Фурье-спектры комбинационного рассеяния и инфракрасного поглощения полимеров: Справочник. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 656 с.

4. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). – СПб.: ПбИПБ МВД России, 1997. – 560 с.

УДК 536.468

Л. Ю. Фомичев, Д. В. Григорьев
ГБУ г. Москвы «Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве»

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОРЮЧЕСТИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВАНИИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

В статье рассматривается возможность определения горючести лакокрасочных материалов (ЛКМ) на основе их количественного химического состава с использованием метода рентгенофлуоресцентной спектрометрии. Предложен подход, позволяющий прогнозировать воспламеняемость материалов, анализируя наличие легковоспламеняющихся органических соединений и антипиренов. Исследование основано на анализе химической структуры ЛКМ, что позволяет моделировать их поведение при термическом воздействии. Рассмотрены преимущества данного метода по сравнению с традиционными испытаниями, включая сокращение временных затрат и повышение точности оценки. Результаты исследования могут быть использованы для повышения эффективности оценки пожарной безопасности строительных материалов.

Ключевые слова: горючесть; лакокрасочные материалы; химический состав; рентгенофлуоресцентная спектрометрия; пожарная безопасность; антипирены.

L. Yu. Fomichev, D. V. Grigoryev

RESEARCH OF A METHOD FOR DETERMINING THE FLAMMABILITY OF MATERIALS BASED ON QUANTITATIVE CHEMICAL COMPOSITION

The article considers the possibility of determining the flammability of paint and varnish materials based on their quantitative chemical composition using X-ray fluorescence spectrometry. An approach is proposed that makes it possible to predict the flammability of materials by analyzing the presence of flammable organic compounds and flame retardants. The study is based on an analysis of the chemical structure of paint coatings, which makes it possible to model their behavior under thermal exposure. The advantages of this method in comparison with traditional tests, including reduction of time costs and improvement of estimation accuracy, are considered. The results of the study can be used to improve the effectiveness of fire safety assessment of building materials.

Keywords: flammability; paint materials; chemical composition; X-ray fluorescence spectrometry; fire safety; flame retardants.

Пожарная безопасность – это одна из ключевых составляющих обеспечения безопасности жизни людей, сохранности имущества и устойчивости инфраструктуры. Пожары представляют собой одну из наиболее опасных угроз, способных за короткое время привести к катастрофическим

© Фомичев Л. Ю., Григорьев Д. В., 2025

последствиям: человеческим жертвам, разрушению зданий, остановке производственных процессов и значительным экономическим потерям. В условиях современного мира, где плотность застройки и концентрация людей в зданиях постоянно растут, вопросы пожарной безопасности приобретают особую актуальность [1].

За первые девять месяцев 2024 года в России было зарегистрировано 279 313 пожаров, в результате которых погибло 5 302 человека, включая 264 несовершеннолетних. Травмы различной степени тяжести получили 6 252 человека. Материальный ущерб, причиненный пожарами, оценивается в 13,2 миллиарда рублей [2].

Эти данные подчеркивают важность соблюдения требований пожарной безопасности, в том числе использования лакокрасочных материалов (ЛКМ) на путях эвакуации с установленным параметром по горючести. Данные требования обусловлены тем, что при возникновении пожара, горючие материалы способствуют быстрому распространению пожара, повышенному образованию дыма, выделению токсичных элементов, в совокупности – большему воздействию опасных факторов пожара при эвакуации людей из здания.

Горючесть – это свойство веществ и материалов, способных самовозгораться, а также возгораться под воздействием источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Одним из элементов проведения оценки соответствия требований проектной документации является определение негорючести ЛКМ на путях эвакуации. Определение параметра горючести производится в соответствии со стандартом ГОСТ Р 30244-96, который предполагает определение горючести по следующим параметрам [3]:

- Прирост температуры в печи, $T_{п.п}$;
- Прирост температуры в центре образца, $Т_{ц.о}$;
- Прирост температуры на поверхности образца, $Т_{п.о}$.

Сложность применения вышеописанной процедуры отбора проб и проведения испытаний заключается в:

- Отборе проб именно тех ЛКМ, которые фактически применены на путях эвакуации объекта, подлежащего экспертизе;
- Возможность проведения испытаний при наличии не менее 5 литров ЛКМ;
- Временных затрат на подготовку образцов в соответствии с методикой;
- Временных затрат на проведение огневых испытаний.

С целью повышения эффективности проведения оценки соответствия требований проектной документации по применению ЛКМ в зданиях и сооружениях с установленным параметром по горючести рассматривается разработка способа определения горючести материалов на основании количественного химического состава при помощи метода рентгенофлуоресцентной спектрометрии. На рис. 1 представлен портативный рентгенофлуоресцентный анализатор.

Рис 1. Портативный рентгенофлуоресцентный (XRF) анализатор Skyray Explorer 5000

Теоретическая возможность определения горючести ЛКМ по их химическому составу основана на анализе ключевых компонентов, входящих в их структуру их способности к окислению, термическому разложению и поиска взаимосвязи между этими параметрами. Горючесть ЛКМ напрямую зависит от наличия легковоспламеняющихся органических соединений, таких как растворители, пластификаторы и пленкообразователи, а также от содержания антипиренов и неорганических наполнителей, которые могут снижать воспламеняемость. Химический состав позволяет прогнозировать температуру воспламенения, скорость горения и количество выделяемых токсичных продуктов. Например, высокое содержание ароматических углеводородов или сложных эфиров в составе ЛКМ увеличивает их горючесть, тогда как присутствие фосфор- или азотсодержащих соединений может способствовать повышению огнестойкости. Таким образом, на основе данных о химическом составе возможно моделирование поведения ЛКМ при термическом воздействии и оценка их пожарной опасности [4, 5].

Известны исследования, где предлагаются модели для прогнозирования воспламеняемости термореактивных полимеров на основе гибридных методов.

Группа ученых из Франции, Бельгии и США, используя данные пиролизно-калориметрического анализа 30 термореактивных материалов рассчитали вклады 14 новых химических групп в такие параметры воспламеняемости, как общее тепловыделение, теплоемкость тепловыделения и образование углеродного остатка. Результаты исследования показали, что ароматичность, количество ковалентных связей между группами и наличие гетероатомов в структуре полимеров значительно влияют на его параметр горючести. Модель продемонстрировала корреляцию между расчетными и экспериментальными данными, что позволяет использовать ее для прогнозирования показателей горючести полимерных материалов [6].

Исследование группы ученых из США посвящено разработке двух высокоточных гибридных моделей для прогнозирования нижнего и верхнего пределов воспламеняемости химических соединений на основе их количественного анализа структуры и свойств. Модели созданы с

использованием данных из баз экспериментов DIPPR Project 801 и сочетают методы множественной линейной регрессии, логарифмической и полиномиальной моделей. Результаты показали высокую точность прогнозирования 99,72 % для нижнего и 99,64 % для верхнего пределов воспламеняемости химических соединений [7].

На основании результатов исследований в схожих направлениях предложен план проведения данного исследования. На рис. 2 представлены этапы проведения исследования способа определения горючести материалов на основании количественного химического состава.

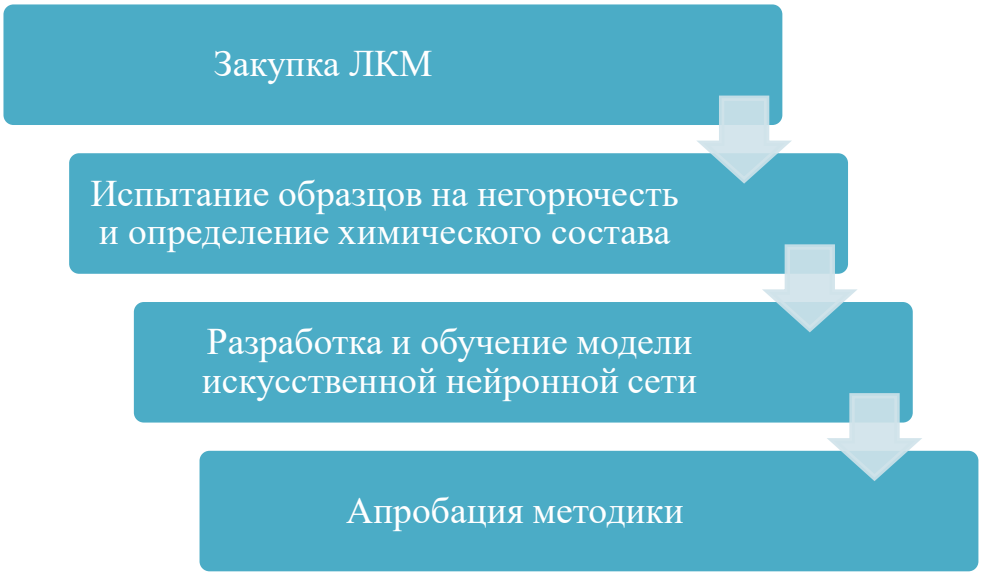


Рис. 2. Этапы проведения исследования способа определения горючести материалов на основании количественного химического состава

Планируемое исследование опирается на возможность использования количественного химического анализа для определения горючести ЛКМ. Исследуемый способ позволит сократить временные и материальные затраты на проведение испытаний в соответствии с действующей методикой определения горючести, повысить точность оценки пожарной опасности материалов. Разработка подобной методики актуальна для объектов с повышенными требованиями к пожарной безопасности. Дальнейшее развитие данного подхода может способствовать созданию более эффективных систем оценки и контроля параметров пожарной опасности строительных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомичев Л.Ю., Минаева И.А. Повышение надежности автоматической пожарной сигнализации на объектах хранения нефти и нефтепродуктов // Безопасность труда в промышленности. 2024. № 12. С. 47–52. DOI: 10.24000/0409-2961-2024-12-47-52.

2. МЧС России. Департамент надзорной деятельности и профилактической работы. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 9 месяцев 2024 г. [Электронный ресурс]. URL: https://raion.gorodperm.ru/upload/versions/15942/33865/Analiz_obstanovki_s_pozharami_i_ih_posledstvijami_na_territorii_RF.pdf.

3. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.

4. Гуляев А. И. Исследование полимерных материалов методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии // Труды ВИАМ. 2013. № 7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-polimernyh-materialov-metodom-rentgenovskoy-fotoelektronnoy-spektroskopii (дата обращения: 14.02.2025).

5. Николичев Д.Е., Боряков А.В., Суродин С.И., Крюков Р.Н. Анализ твёрдотельных гетеронаносистем методом РФЭС: Учебно-методическое пособие. Н.Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2013. - 50 с., илл. - 27, табл. - 2, библ. - 18.

6. Sonnier, R., Otazaghine, B., Dumazert, L., Menard, R., Viretto, A., et al. Prediction of thermosets flammability using a model based on group contributions. Polymer, 2017, 127, pp. 203-213. DOI: 10.1016/j.polymer.2017.09.012.

7. El-Harbawi, M., Samir, B.B., El blidi, L., Ben Ghanem, O. Highly accurate prediction of flammability limits of chemical compounds using novel integrated hybrid models. PLoS ONE, 2019, 14(11): e0224807. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.p

УДК 614.849

***М. С. Цыганков*[1,2]**
[1]Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
[2]Новосибирский государственный технический университет

ПРИМЕНЕНИЕ СПОСОБА ДВУСТОРОННЕГО ПРОГРЕВА ВСПУЧИВАЮЩИХСЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

В статье отмечена актуальность разработки полевого метода исследования вспучивающихся огнезащитных покрытий. Представлены этапы разработки полевого метода исследования вспучивающихся огнезащитных покрытий с применением способа двустороннего прогрева. Описаны характеристики разработанного прототипа устройства для реализации данного метода. Приведены результаты применения метода на практике.

Ключевые слова: металлические конструкции; огнестойкость; вспучивающиеся огнезащитные покрытия; метод исследования.

© Цыганков М. С., 2025

M. S. Tsygankov

APPLICATION OF THE METHOD OF DOUBLE-SIDED HEATING OF BULGING FLAME-RETARDANT COATINGS

The article notes the relevance of the development of a field method for the study of bulging flame-retardant coatings. The stages of development of a field method for studying bulging flame-retardant coatings using a two-way heating method are presented. The characteristics of the developed prototype device for the implementation of this method are described. The results of applying the method in practice are presented.

Keywords: metal structures; fire resistance; bulging flame-retardant coatings; research method.

Одной из наиболее важных составляющих системы обеспечения пожарной безопасности на объектах промышленности, является огнестойкость несущих строительных конструкций, выполненных из металла, собственный предел огнестойкости которых не превышает 15 минут [2]. В соответствии с [1] несущие конструкции зданий I степени огнестойкости должны обладать пределом огнестойкости по потере несущей способности не менее 120 минут. Для повышения пределов огнестойкости металлических конструкций могут быть использованы вспучивающиеся огнезащитные покрытия, они играют важную роль в обеспечении пожарной безопасности объектов и обеспечивают защиту металлических конструкций зданий и сооружений от термического воздействия в случае возникновения пожара, а также препятствуют распространению пламени, тем самым минимизируя потенциальный материальный ущерб. Использование вспучивающихся огнезащитных материалов способствует снижению ущерба от пожаров и созданию устойчивой инфраструктуры предприятий. Такие огнезащитные покрытия являются самыми опасными, так как принцип их действия заключается в многократном увеличении огнезащитного слоя при воздействии высоких температур. В случае если механизм вспучивания не сработает и огнезащитное покрытие не преобразуется в пенококс, то металлоконструкции останутся незащищёнными. Одной из актуальных проблем этой области является отсутствие в действующей методике полевого метода определения вспучивающейся способности огнезащитных покрытий [3]. Именно поэтому был разработан простой и удобный полевой метод определения вспучивающейся способности таких покрытий, заключающийся в двустороннем высокотемпературном прогреве слоя огнезащитного покрытия. При инициировании запуска механизма вспучивания данным способом можно определить вспучиваемость огнезащитного состава и исключить его фальсификацию.

Для решения вышеуказанной проблемы был разработан и запатентован способ двустороннего высокотемпературного прогрева интумесцентных красок огнезащитного типа (Патент на изобретение №2814877).

При разработке прототипа устройства были определены доступные способы температурного воздействия. Автором были проведены испытания по воздействию на огнезащитное покрытие с наружной стороны, посредством использования технического фена фирмы «Bosch 2000W». Проведённые исследования показали, что максимальной температуры (639 ºС) недостаточного для прогрева огнезащитного покрытия на всю глубину. Далее в аналогичном исследовании была использована пламенная газовая горелка, при помощи которой в короткий промежуток времени температура на поверхности образца превышала 1200 ºС и было достигнуто вспучивание огнезащитного покрытия. Но при проведении исследований таким способом необходимо использовать открытый огнь, тем временем в [4, 5] установлен ряд требований к производству огневых работ на объекте. Для проведения таких работ необходимо оформление наряд-допуска и выполнение подготовительных мероприятий, обеспечивающих безопасное проведение работ. На реальном объекте исследования такие манипуляции могут занять до трёх рабочих дней. Следующим этапом исследования, учитывая вышеизложенное, был применён потенциально полезный метод нагрева, двусторонний прогрев с использованием электромагнитной индукции. Метод реализуем без воздействия открытого пламени и обладает достаточной мощностью для достижения необходимой температуры.

Для реализации задуманного в процессе конструирования прототипа устройства были подобраны оптимальные составляющие:

1. Блоком управления послужил индукционный нагреватель «Микроша-3000».
2. Из-за цикличного нагрева до высоких температур была применена керамическая термостойкая трубка с добавлением оксида алюминия (Al_2O_3) и железа (Fe) способная выдержать нагрев выше 1350 градусов.
3. Путём экспериментального подбора индуктора была определена конфигурация и внутренний диаметр с наибольшим коэффициентом полезного действия. Индуктор с цилиндрической и плоской последовательно подключёнными катушками.
4. Выбирая из возможных материалов сердцевины (стержня), теоретически оптимальным металлом является вольфрам, но было отдано предпочтение железу в связи с его доступностью и относительно невысокой ценой. Таким образом была достигнута температура внутри термокамеры более чем 1000 градусов за 20–30 секунд, чего достаточно для реализации задуманного.

Во время проведения испытания в замкнутом контуре термокамеры прирост температуры оставался недостаточным, вероятнее всего это обусловлено тем, что воздух является плохим теплопроводником и как следствие тепло от раскалённого стержня очень медленно распределялось во внутреннем пространстве термокамеры. Для передачи тепла от стержня на поверхность огнезащитного покрытия необходимо предусмотреть

циркулирующий тепловой поток (вероятно, он должен быть сквозным). Учитывая аэродинамику, нецелесообразно изготавливать стержень с плоскими гранями, имеет смысл воспользоваться принципами формообразования для приближения формы стержня к идеально обтекаемой, это позволит увеличить проходящий через стержень поток воздуха. На рис. 1 представлена форма стержня на максимальной длине, вписанная в профиль идеально обтекаемого тела, а хвостовая часть как бы отсечена.

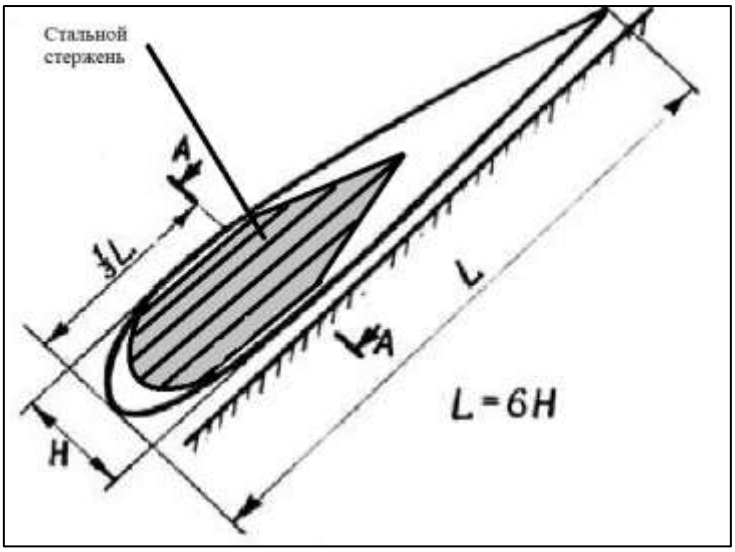


Рис. 1. Форма стального стержня

Проведёнными экспериментами было определено, что форму стержня необходимо выполнить в виде звезды. Далее, с учётом проведённых исследований была определена оптимальная конфигурация стержня и выполнено его изготовление.

После подготовки прототипа устройства для реализации разработанного способа двустороннего прогрева вспучивающихся огнезащитных покрытий были проведены испытания в условиях приближенных к реальным. Для моделирования реальных условий проверки огнезащитного покрытия на объекте, регулятор мощности индуктора был установлен на 80 % от общей мощности (чтобы исключить перегрев устройства), время температурного воздействия на огнезащитное покрытие 120 секунд. Полученные результаты представлены на рис. 2.

Рис. 2. Образец после испытания

Проведенный исследования с применением способа двустороннего прогрева вспучивающихся огнезащитных покрытий показали, что обозначенная в работе проблема решена на теоретическом уровне и проверена эмпирическим путём. В настоящее время появляется потребность в продолжении изучения и формировании учебно-методической документации (разработка регламента и методики) по направлению полевого исследования огнезащитной обработки металлоконструкций. Применение представленного метода на реальных объектах станет возможно после проведения тщательной апробации и поэтапного внедрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".

2. СП 2.13130.2020. (ред. от 20.06.2023) Свод правил. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.

3. ГОСТ Р 59637-2021 Средства противопожарной защиты зданий и сооружений. Средства огнезащиты. Методы контроля качества огнезащитных работ при монтаже (нанесении), техническом обслуживании и ремонте. – Москва, 2021. – 40 с.

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 30.03.2023) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации»».

5. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 528 (ред. от 15.12.2020) «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ»».

УДК 614.841.41

С. А. Шабунин, С. Н. Ульева, А. Л. Никифоров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ К ОЦЕНКЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Статья посвящена вопросу применения термических методов анализа для оценки пожарной опасности веществ и материалов. В рамках проведения термического метода анализа учитывается только химический состав исследуемого образца без учета его структуры, что исключает корректную оценку пожарной опасности веществ и материалов.

Ключевые слова: термический анализ; пожарная опасность веществ и материалов.

S. A. Shabunin, S. N. Ul'eva, A. L. Nikiforov

ON THE APPLICATION OF NATURAL SCIENCE RESEARCH METHODS TO THE ASSESSMENT OF FIRE HAZARDS OF SUBSTANCES AND MATERIALS

The article is devoted to the application of thermal analysis methods to assess the fire hazard of substances and materials. As part of the thermal analysis method, only the chemical composition of the sample under study is taken into account, without taking into account its structure, which excludes a correct assessment of the fire hazard of substances and materials.

Keywords: thermal analysis, fire hazard of substances and materials.

Термические методы анализа, в частности термогравиметрический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия, широко используются при оценке пожарной опасности веществ и материалов. Сущность термогравиметрического анализа заключается в измерении изменения массы с увеличением температура в контролируемой газовой среде. С использованием термогравиметрического метода анализа возможно определение температуры начала термической деструкции, что актуально для определения стойкости веществ и материалов к высоким температурам.

Сущность дифференциальной сканирующей калориметрии основана на определении разницы в количестве тепла, необходимого для повышения температуры образца и эталона. Поэтому, в рамках данного метода возможно определение энергетики фазовых переходов и количества тепла, выделяющегося или поглощающегося при процессах деструкции.

Широкое распространение среди термических методов анализа нашел метод синхронного термического анализа, представляющий из себя сочетание термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей

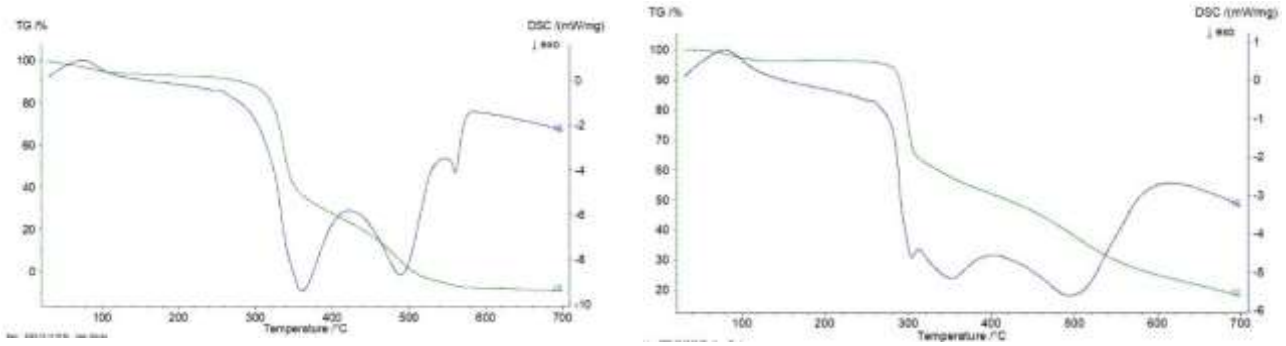
© Шабунин С. А., Ульева С. Н., Никифоров А. Л., 2025

калориметрии. Методом синхронного термического анализа становится возможным одновременное определение изменения массы и тепловых эффектов, сопровождающих данные процессы.

Применяя синхронный термический анализ возможно получение температурных интервалов уменьшения массы, характеризующих стойкость к термической и термоокислительной деструкции (в зависимости от среды проведения анализа), эндотермический или экзотермический характер деструкции, зольный остаток. Получаемые таким образом в ходе эксперимента значения могут быть использованы для общей оценки поведения вещества и материала в условиях, приближенных к условиям пожара (например, высокая температура).

Достоинством термических методов исследований является тот факт, что для проведения исследования необходима малая навеска исследуемого вещества (порядка нескольких миллиграмм), что открывает возможность для исследования новых соединений, использование которых позволит снизить пожарную опасность используемых в настоящее время материалов.

Однако, данная группа методов чувствительна только к химическому составу материала. При проведении эксперимента потеря массы образца вызвана либо его испарением, либо разрушением его внутримолекулярных связей. Энергетика этого процесса целиком и полностью определяется химической структурой изучаемого образца. По этой причине для органических веществ часто процесс термической деструкции включает несколько стадий, поскольку в составе таких веществ присутствуют связи между различными элементами, например C-H, C-C, C-N, C-O, C=C и др. Очевидно, что энергии разрыва одних и тех связей в молекулах различных веществ будут примерно одинаковы по своему значению. Однако, на её значение оказывают влияние другие атомы. Поэтому, термогравиметрические кривые материала, подвергнутого химической модификации с целью придания ему огнезащитных свойств, и исходного материала, будут различаться, как это видно из рисунка.



а) б)

Рисунок. Кривые термического анализа:
а) исходный текстильный материал;
б) - текстильный материал, обработанный огнезащитным составом

Как видно из представленных кривых, компоненты огнезащитной пропитки, придающие текстильному материалу огнезащитные свойства, связаны химическими связями с атомами текстильного материала, что в результате изменило характер термоокислительной деструкции исследуемого материала.

Поэтому, термические методы анализа возможно использовать в тех случаях, когда свойства, определяющие пожарную опасность, зависят только от химической структуры. Например, ранее нами было показано, что термическими методами анализа возможно выявление пожароопасного фальсификата изоляции электрических кабелей за счет определения начала температуры деструкции ПВХ-пластиката [1]. Также, в действующем стандарте ГОСТ Р 53293-2009 «Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа» приводится методика, позволяющая оценивать огнезащитные свойства составов и пропиток, устанавливать соответствие и проводить инспекционный контроль огнезащитных составов и пропиток.

Однако, при определении таких важных показателей пожарной опасности, как группа горючести, группа по воспламеняемости, группа по распространению пламени по поверхности, кислородный индекс, большое влияние оказывает теплофизические свойства самого материала, которые в свою очередь определяются и физической структурой материала. Так, например, от показателя толщины зависит значение кислородного индекса полиметилметарилата: 17,3-18,1 об.% для толщины образца 3 мм, 17,9-19,0 об. % для толщины 10 мм. Авторами [2] было показано, что для образцов целлюлозных текстильных материалов с различной поверхностной плотностью показатель кислородного индекса различен: чем больше поверхностная плотность, тем выше значение кислородного индекса.

Таким образом, методами термического анализа невозможна корректная оценка пожарной опасности веществ и материалов, поскольку в рамках данного метода не учитывается их макроструктура. Однако, применение данного метода может быть востребовано при изучении свойств огнезащитных составов (особенно интумесцентного типа), определении фальсификата, пожарно-технической экспертизы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ульева С.Н., Никифоров А.Л., Шабунин С.А. Возможности термических методов анализа при определении пожарной опасности полимерных изоляционных материалов электрокабельных изделий // Современные проблемы гражданской защиты. 2021. № 4 (41). С. 132-139.

2. Спиридонова В.Г., Циркина О.Г., Петров А.В., Никифоров А.Л., Ульева С.Н. Использование методов термического анализа для оценки пожароопасных свойств текстильных материалов из целлюлозных волокон // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2020. № 5 (389). С. 92-97.

УДК 621.3

П. В. Шойванов[1], Г. Г. Здоровцев[2]
[1]ФГБУ СЭУ ИПЛ по Хабаровскому краю
[2]Дальневосточный государственный университет путей сообщения

ВАЖНОСТЬ УЧЕТА ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛАТЫ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ВОЗГОРАНИИ ПО ПРИЧИНЕ ДУГОВОГО ПРОБОЯ ПО ПОВЕРХНОСТИ

В статье рассмотрены проблемы, с которыми сталкиваются пожарные эксперты при определение поверхностных пробоев на сгоревших печатных платах бытовых приборов. Представлены результаты исследование бытовой техники, с выраженным пожаром по причине дугового пробоя. Указана важность учёта особенностей проектирования.

Ключевые слова: поверхностный пробой; бытовая техника; пожарные эксперты; методика определения; комплексный анализ, электронная печатная плата.

P. V. Shoyvanov, G. G. Zdorovcev

IMPORTANCE OF CONSIDERING THE DESIGN FEATURES OF THE ELECTRONIC BOARD OF HOUSEHOLD APPLIANCES IN CASE OF IGNITION DUE TO ARC BREAKDOWN ON THE SURFACE

The article discusses the problems that fire experts face when determining surface breakdowns on burnt printed circuit boards of household appliances. The results of a study of household appliances with a pronounced fire at the time of arc breakdown are presented. The importance of taking into account the design features is indicated.

Keywords: surface breakdown; household appliances; fire experts; determination method; comprehensive analysis, electronic printed circuit board.

В современном мире большое распространение получили бытовые электроприборы, насыщенные электронными платами и компонентами.

Согласно [1], официальным данным ВНИИПО МЧС России за последнее десятилетие количество пожаров по вине электрооборудование и аварийных режимов работы электрической сети наблюдается значительный рост, что показано на рис. 1.

Из-за пожаров по вине электробытовых приборов гибнут люди и это отражено на рис. 2.

Одним из малоизученных причин пожаров по вине бытовой техники является поверхностный пробой на электронной печатной плате. На сегодняшний день нет надёжных данных по пожарам по вине поверхностного пробоя в электронных платах.

© Шойванов П. В., Здоровцев Г. Г., 2025

Рис. 1. Статистика количества пожаров, по видам, за последние три года

При рассмотрении причины пожара, пожарные эксперты применяют методологию [2], а при исследовании медных проводников электрических сетей [3]. Определение причины пожара по вине поверхностного пробоя в электронной плате упирается в недостаточно развитую методическую базу по выделению именно поверхностного пробоя как основной причины пожара.

Таким образом, можно сделать вывод, что выяснение причины пожара по вине поверхностных пробоев между электронными компонентами печатной платы является важным аспектом при определении достоверных выводов о причине пожара.

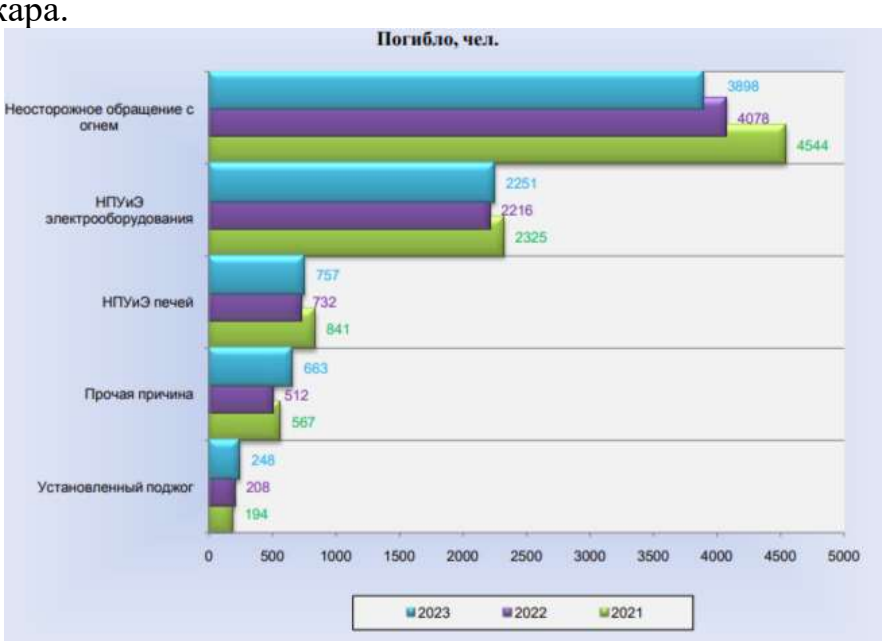


Рис. 2. Статистика количества погибших людей по видам пожаров, за последние три года

Для выяснения причины пожара по вине поверхностного пробоя между электронными компонентами печатной платы необходимо понимать процесс развития поверхностного пробоя.

Рассмотрим, что такое поверхностный пробой и как он образуется. Согласно [4, 5], это опасная непреднамеренная параллельная или последовательная дуга между проводниками. По сути – это электрическая дуга, аналогичная сварочной дуге.

На процесс образования поверхностного пробоя влияют такие факторы, как напряжение между элементами печатной платы, утечка тока по поверхности печатной платы, качество трассировки печатной платы, качество защитного покрытия на печатной плате, наличие загрязнений и паров воды на поверхности печатной платы, условия эксплуатации.

При возникновении пожара по причине поверхностного пробоя анализируется фактор, связанный с состоянием условий эксплуатации.

В то же время анализа на причастность ошибок проектирования печатной платы на возможность пробоя не проводится.

Важным фактором при определении наличие поверхностного пробоя является анализ трассировки электронных плат и их схемотехники.

Необходимо проводить детальное рассмотрение подобных плат на ошибки при их проектировании и трассировки, особенно в случае полного сгорания плат на пожаре.

Например, при анализе пожара по причине возгорания в зоне приборной панели стиральной машины марки LG, приведённой на рис. 3, в ходе визуального исследование, было установлено, что основные термические повреждения, «силового модуля стиральной машины» находятся только со стороны пайки. С этой стороны по центру платы силового модуля полностью выгорело пластмассовое крепление и обуглилась часть печатной платы, что показано на рис. 4. В данной зоне печатной платы находятся контакты импульсного трансформатора блока питания электроники стиральной машины, имеющие напряжение 400 В. Именно в этой зоне располагался дуговой пробой, переходящий в электрическую дугу, наподобие сварочной. Электрическая дуга обладает высокой температурой, способной прожечь и воспламенить пластмассу.

Сторона пайки «силового модуля стиральной машины» находится напротив пластмассового крепления «платы управления» (она же «контрольная панель» и «приборная панель»). Между силовым модулем и платой управления находится технологическое отверстие, через которое мощный тепловой поток от дуги на «силовом модуле стиральной машины» воздействовал на пластмассу крепления платы управления, вызвав её возгорание.

Дуговой пробой, переходящий в электрическую дугу существует без кислорода. Особенностью платы управления в том, что она находится в зоне с обилием кислорода.

Рис. 3. Снимок стиральной машины со стороны панели управления

Тепловое воздействие от «силового модуля стиральной машины» обеспечило нагрев пластмассы крепления платы управления до температуры возгорания, а обилие кислорода вызвало переход в пламенное горение, в котором и оказалась плата управления. Находясь в открытом пламени покрытие платы полностью сгорело и термические поражения платы управления максимальны.

Так как доступ кислорода, как окислителя, к стороне пайки «силового модуля стиральной машины» ограничен технологическим отверстием это позволяет развиться пламенном горению, поэтому силовой модуль пострадал только со стороны пайки.

Рис. 4. Снимок части панели управления в районе расположения печатной платы

При исследовании внутреннего объема стиральной машины путём демонтажа верхней крышки установлено, что внутренние элементы машины оплавлены не значительно со стороны выгоревшей панели приборов (примечание: панели приборов имеет так же название панель управления, контрольной панель).

В ходе исследования стиральной машины установлен локальный участок сквозного выгорания приборной панели машины.

В момент обнаружения пожара происходило выделение дыма со стороны стиральной машины, при этом пламенное горение было обнаружено через некоторое время, что указывает на то, что процесс горения происходил в приборной панели стиральной машины, а затем распространился на наружные элементы машинки.

Анализ трассировки зоны импульсного блока питания печатной платы позволил бы более достоверно определить предрасположенность таких печатных плат к возгоранию по причине дугового пробоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.

2. Методология судебной пожарно-технической экспертизы: основные принципы. М.: ФГБУ ВНИИПО, 2013. 23 с.

3. Экспертное исследование после пожара медных проводников: методические рекомендации / А.Ю. Мокряк, И.Д. Чешко, А.Ю. Парийская, В.Г. Плотников, С.В. Скодтаев, А.В. Мокряк. – СПб.: ФГБОУ ВО «СПб университет ГПС МЧС России», 2019. – 149 с.

4. ГОСТ IEC 62606-2016 «Устройства защиты бытового и аналогичного назначения при дуговом пробое».

5. СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа (с Изменениями № 1, 2, 3, 4).

РАЗДЕЛ 3
КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

SECTION 3
COMPUTER AND INFORMATION TECHNOLOGIES FOR ENSURING STRUCTURAL FIRE SAFETY

УДК 654.924.5

В. А. Антипов, В. С. Мещалкин
Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ MASK R-CNN, ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА И ИЗВЕЩЕНИЯ О НЁМ

В данной статье проводится исследование свёрточной нейронной сети MASK R-CNN на предмет возможности обнаружения пожара и извещения о нём и рассматривается актуальность её применения для наиболее быстрого и качественного обнаружения возгорания.

Ключевые слова: свёрточная нейронная сеть MASK R-CNN; инновационный способ обнаружения пожара; обработка изображений пожаров; расширенный функционал поиска и обнаружения пожаров; совершенствование системы извещения о пожаре.

V. A. Antipov, V. S. Mechchalkin

INVESTIGATION OF THE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK MASK R-CNN USED FOR FIRE DETECTION AND NOTIFICATION

This article examines the convolutional neural network MASK R-CNN for the possibility of fire detection and notification and considers the relevance of its application for the fastest and most high-quality detection of fire.

Keywords: convolutional neural network MASK R-CNN; an innovative method of fire detection; image processing of fires; advanced functionality of fire search and detection; improvement of the fire notification system.

Поиск быстрых и экологически безопасных методов борьбы с пожарами особенно важная тема в последние годы. Для обнаружения горения на ранней

© Антипов В. А., Мещалкин В. С., 2025

стадии применяются датчики извещения о пожаре. Они способны распознавать дым, тепло или пламя, предупреждать находящихся в помещении людей об эвакуации и уведомлять экстренные службы путём отправки электрического сигнала на прибор приёмно-контрольный. Часто, пожар может возникнуть в местах, где установка датчиков извещения о пожаре не требуется. В результате любая задержка в пожаротушении имеет негативный итог, так как распространяющееся пламя представляет угрозу для жизни и здоровья людей, а также приводит к колоссальным финансовым потерям. Поэтому инновационный способ обнаружения очага пожара на ранней стадии играет ключевую роль в области защиты жизни людей и имущества в случае чрезвычайной ситуации. Многие учебные проводят исследования по использованию глубоких нейронных сетей в видеокамерах, фиксирующих горение. В последнее время пожары можно обнаружить с помощью единственной камеры и хорошо обученной нейронной сети для распознавания возгораний [9].

Промышленные объекты и природа в любой момент может быть подвержена угрозе возникновения горения. Классические датчики извещения о пожаре не во всех случаях имеют высокую эффективность из-за их ограниченного функционала по обнаружению параметров опасных факторов пожара. Искусственные нейронные сети расширяют диапазон по поиску и обнаружению пожара на различных горящих объектах и территориях, путем анализа изображений с тепловой камеры [5]–[6]. Подтверждается это проведенными исследованиями [7]–[8]. Фактически, системы видеонаблюдения могут быть усовершенствованы и применимы как для охранной, так и для противопожарной защиты объекта. Когда пожар будет обнаружен видеодатчиком (рис. 1), то автоматически выделяется область его горения на изображении с помощью обученной нейронной сети [4].

Рис. 1. Обнаружение пожара в жилой комнате с помощью свёрточной нейронной сети

Свёрточная нейронная сеть, функционирующая на архитектуре MASK R-CNN (далее – MASK R-CNN) – это современная нейронная сеть, которая способна решать примеры задач сегментации в компьютерном зрении,

выделяющая конкретные объекты на видео и изображении. Недавно опубликованные статьи [9] – [10], показывают эффективность внедрения MASK R-CNN в систему противопожарной защиты для эффективного и расширенного способа обнаружения пожара.

Структура MASK R-CNN:

1) RolAlign – слой нейросети с данными о расположении изображения;

2) Conv – слой, предназначенный для преобразования входного изображения;

3) Class box – набор информации на изображениях о расположении объектов.

Структура маски R-CNN представлена на рис. 2 [4].

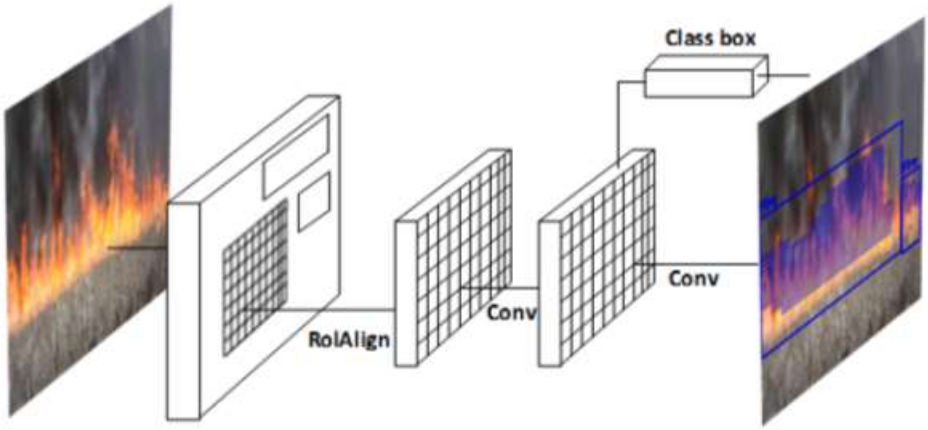


Рис. 2. Структура MASK R-CNN

Полученное изображение, пройдя через архитектуру MASK R-CNN обрабатывается нейронной сетью, и распознанные объекты выделяются на изображении. Для реализации свёрточной нейронной сети используется несколько программных технологий. Для обработки изображений применяется:

1) Opencv – программа, представляющая собой библиотеку функций, предназначенных для компьютерного зрения в реальном времени. Она разработана для обеспечения инфраструктуры приложений общего видения и ускорения машинного восприятия, на основании более 2500 оптимизированных алгоритмов [11];

2) NumPy [12] – это библиотека для программирования на языке Python, поддерживающая отображение изображения в виде многомерных массивов. С помощью данного программного обеспечения можно осуществлять точный математический анализ изображения наиболее быстрым способом;

3) Matplotlib [13] – это библиотека, предназначенная для визуализации исходных данных в Python. При анализе изображения, она применяется для выполнения задач по разделению изображения от гистограммы;

4) Imutils [14] – это библиотека с функциями вращения и изменения размера изображения;

5) TensorFlow [15] – это многофункциональная библиотека с открытым исходным кодом для машинного обучения. Она имеет гибкую экосистему инструментов и социальных ресурсов, что позволяет программистам с лёгкостью проводить мероприятия по её усовершенствованию.

Одна из основных особенностей MASK R-CNN является способность высокоскоростного обнаружения объектов на видео или изображении [16]. Обучение свёрточной нейронной сети было выполнено на 120 картинках. Эти изображения умножаются на определенное число с помощью операций масштабирования. Таким образом, автоматически генерируются 3600 картинок с различным расположением очага пожара. Всё это, в конечном итоге, попадает в базу данных.

При объёмной базе данных изображений свёрточная нейронная сеть способна распознавать множество объектов и с помощью её программной фильтрации можно обнаружить пожар.

Система с комплектом Jetson Nano и периферийными устройствами (рис. 3) включает USB камеру для обнаружения в режиме реального времени, дисплей HDMI и эталонную объединительную плату, имеющую контакты GPIO для передачи сигнала на приборы, в зависимости от их функционального назначения [4].

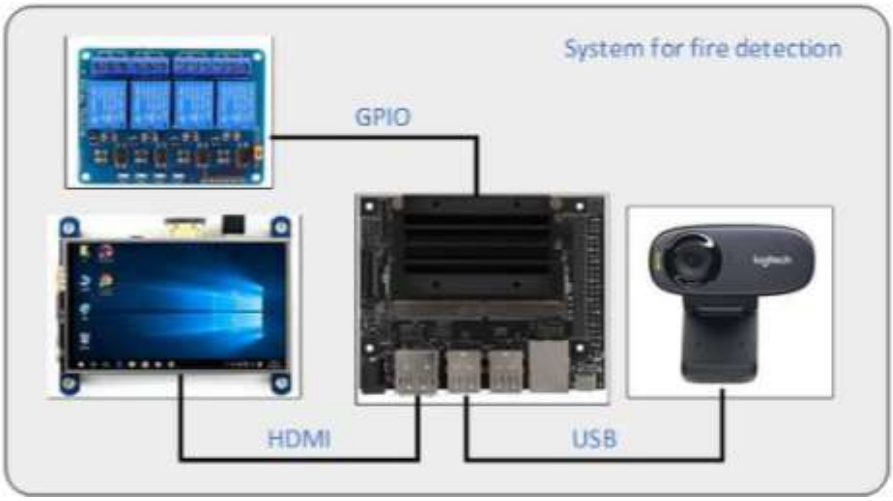


Рис. 3. Система с комплектом Jetson Nano и периферийными устройствами

Предлагаемая нейронная сеть надежна при обнаружении горения и может быть интегрирована в систему противопожарной защиты, заменяя нынешние датчики извещения о пожаре. Преимуществами являются относительно низкая стоимость используемых компонентов и коммерчески доступные высокопроизводительные технологии по обнаружению пожара и извещения о нём. Предлагаемая система с комплектом Jetson Nano и периферийными устройствами может применяться на объектах с высокой температурой, таких как литейные цеха, сушилки для песка и заводы по термообработке, где другие

типы датчиков не смогут обнаружить возгорание на ранней стадии, из-за позднего срабатывания установленного параметра на значения опасных факторов пожара. Свёрточная нейронная сеть MASK R-CNN может быть использована в поиске и обнаружении возгораний в наиболее глухих местах, например, за зданиями и технологическими установками, где не всегда имеется возможность быстрого обнаружения очага возгорания на ранней стадии датчиком извещения о пожаре.

При дальнейшем развитии идеи, для скорейшего подавления очага пожара, можно исследовать актуальность использования MASK R-CNN при её взаимодействии со стационарной установкой пожаротушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» [Электронный ресурс]:URL: https://mchs.gov.ru/dokumenty/vse-dokumenty/6694?ysclid=m7367s90tc515112724;

2. Гафаров Ф.М., Галимянов А.Ф., «Искусственные нейронные сети и их приложения», учебное пособие, 2018;

3. Ярышев С.Н., Рыжова В.А., «Технологии глубокого обучения и нейронных сетей в задачах видеоанализа», учебное пособие, 2022;

4. Wilk-Jakubowski, J.; Stawczyk, P.; Ivanov, S.; Stankov, S. «Управление акустическим огнетушителем с помощью глубоких нейронных сетей для обнаружения пожара», 2022, С. 52–59;

5. Ch. Szegedy, A. Toshev, and D. Erhan, «Глубокие нейронные сети для обнаружения объектов», Advances in Neural Information Processing Systems, 2013, С. 1– 9;

6. D. Foley and R. O'Reilly, «Оценка моделей сверточных нейронных сетей для обнаружения объектов на изображениях на устройствах бюджетного класса», 2018, С. 350–361;

7. P. Janků, Z. Komínková Oplatková, T. Dulík, P. Snopek, and J. Líba, «Обнаружение пожара в видеопотоке с помощью простой искусственной нейронной сети», 2018, С. 55–60;

8. A. R. Kurup, «Система обнаружения пламени пожара на основе машинного зрения с использованием функций оптического потока и искусственной нейронной сети», 2014, С. 2161–2168;

9. P. Li and W. Zhao, «Алгоритмы обнаружения пожара на основе сверточных нейронных сетей», 2020;

10. X. Song, S. Gao, X. Liu, and Ch. Chen, «Алгоритм распознавания огня на открытом воздухе для небольших несбалансированных образцов», 2021, С. 2801–2809;

11. R. Laganiere, «Opencv 3 Computer Vision Application Programming Cookbook», 2017;

12. NumPy quickstart, NumPy. [Электронный ресурс]:URL: https://numpy.org/doc/stable/user/quickstart.html;

13. Overview, Matplotlib 3.4.3. [Электронный ресурс]:URL: https://matplotlib.org/stable/contents.html;

14. PyImageSearch/imutils, Github. [Электронный ресурс]:URL: https://github.com/jrosebr1/imutils;
15. An end-to-end open source machine learning platform, TensorFlow. [Электронный ресурс]:URL: https://www.tensorflow.org/;
16. X. Zhang, «Простое понимание MASK R-CNN», 2018.

УДК 614.842.4

А. А. Апарин[1], Д. А. Билецкая[2], Т. А. Щанников[1]
[1] Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
[2] ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

ЧАТ-БОТ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СРЕДСТВО ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЛЮДЕЙ О ПОЖАРЕ НА ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ

В статье авторы рассматривают чат-боты в качестве дополнительного источника информации для людей, находящихся в зданиях, где обнаружен развивающийся пожар. В будущем, специальные программные приложения, представляющие чат-боты, могут стать одним из дополнительных средств оперативного взаимодействия при организации оповещения и информирования людей о пожаре.
Ключевые слова: чат-боты; информирование; объекты защиты; чрезвычайные ситуации; пожары.

A. A. Aparin, D. A. Biletskaya, T. A. Shannikov

CHATBOT AS AN ADDITIONAL MEANS OF INFORMATION FOR PEOPLE ABOUT A FIRE ON THE TERRITORY OF THE PROTECTION FACILITY

In the article, the authors consider chatbots as an additional source of information for people in buildings where a developing fire has been detected. In the future, special software applications representing chatbots may become one of the additional means of operational interaction when organizing alerts and informing people about a fire.
Keywords: chatbots; information; protection facilities; emergencies, fires.

Согласно нормативному источнику [1] информационные технологии – это «процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов». На основе проведенного анализа, было выявлено, что на данный момент активно развиваются следующие направления применения современных информационных технологий, которые могут быть успешно

© Апарин А. А., Билецкая Д. А., Щанников Т. А., 2025

адаптированы для решения различных вопросов информационной поддержки на уровне региональных ситуационных центров, единых дежурно диспетчерских служб муниципальных образований и дежурно-диспетчерских служб организаций (в том числе объектов защиты)[2]:

– функционирование облачного видеонаблюдения, используемого с целью мониторинга объектов техносферы (может быть представлено в исполнении с интегрированным программным обеспечением – видеоаналитикой или без видеоаналитики);

– функционирование геоинформационных систем (ГИС), интегрированных с технологией глобального позиционирования (ГЛОНАСС, GPS), с целью осуществления транспортного мониторинга, а также идентификации иных значимых стационарных и мобильных объектов на базе картографических сервисов;

– работа с информацией, функционально обеспеченная благодаря применению веб-технологий.

Чат-бот – это автоматизированная программа (приложение или веб-интерфейс), которая на основе полученного текстового запроса пользователя может выводить определенную информацию в виде текста, изображений, видео- или иных файлов. Чат-боты могут одновременно обслуживать большое количество пользователей, обеспечивая быстрые ответы на задаваемые вопросы (в случае стабильного интернет-соединения на устройстве пользователя). Однако организации, в компетенцию которых входит поддержание функционирования чат-бота, при этом должны со своей стороны обеспечивать исправную работу программно-аппаратной базы и стабильное интернет-соединение. Это необходимо для того, чтобы чат-бот получал и анализировал сообщения от пользователя, а также отправлял ему ответ.

Чат-боты могут предоставлять информацию круглосуточно, оперативно обновляя данные в режиме реального времени (это может происходить ручным способом – программист или оператор ЭВМ вносит изменения информации, либо программный код, на основе которого функционирует чат-бот, содержит элементы автоматизированного управления данными – информация обновляется на основе взаимодействия в режиме реального времени с датчиками, видеокамерами или иными детекторами). Проведя в контексте данной статьи анализ имеющихся в открытом доступе данных о различных чат-ботах, следует выделить несколько направлений их разработки.

1. Автоматизация оповещений. Разработка чат-ботов, способных в режиме реального времени оповещать население о возникновении чрезвычайных ситуаций, таких как землетрясения, наводнения, ураганы, пожары и другие стихийные бедствия [3] (реализуется функция «оповещение»). Такие чат-боты могут дополнительно сообщить пользователю некоторую основную информацию о складывающейся обстановке.

2. Генерация инструкций. Создание чат-ботов, которые могут предоставлять пользователям пошаговые инструкции, касательно действий в

случае различных чрезвычайных ситуаций. Например, чат-бот может объяснить, как правильно укрыться при угрозе урагана или как действовать при пожаре (в зависимости от целевого назначения) [4-6] (реализуется функция «информирование»).

3. Сбор оперативной информации от пользователя. Чат-бот может принимать от пользователя информацию и передавать ее в ситуационный центр или дежурно-диспетчерскую службу [7-9].

Что касается потенциальных функциональных структур дополнительных средств оповещения и информирования людей, находящихся в здании – чат-ботов, то функционально они могут объединять в себе все три описанные направления, но архитектура конкретных решений будет зависеть от цели, задач чат-бота и непосредственно характеристик объекта защиты (и многих других факторов). В данном случае выдвигается гипотеза: чат-бот должен соответствовать действующему законодательству в области оповещения людей о пожаре; разрабатываться индивидуально для определенного объекта защиты с учетом всех особенностей, опасностей и иных характеристик данного объекта под непосредственным контролем компетентных лиц в области оповещения людей о пожаре, проходить соответствующие испытания перед реальным применением, проходить обязательные проверки на работоспособность и правильность функционирования и соответствовать требованиям к защите информации (перечень мероприятий может быть дополнен и скорректирован в соответствии с актуальным законодательство Российской Федерации). Данную гипотезу необходимо уточнить и сформулировать более конкретно.

В первом приближении, в качестве целевой аудитории дополнительного средства информационной поддержки – чат-бота, потенциально можно определить категорию людей, находящихся внутри объекта защиты, которые по какой-либо причине не отреагировали на сигналы оповещения о пожаре.

Стоит отметить, что работа в данном направлении уже ведется. Известно о проекте, посвященном разработке системы оповещения о возгорании в здании на базе Telegram бота. Среди задач системы: обнаружение наличия дыма в воздухе с использованием датчика MQ-2 и автоматическое оповещение пользователей (мессенджера) о возможном пожаре [10].

Таким образом, чат-бот может в будущем стать одним из дополнительных средств доведения экстренной информации, но ни в коем случае не может заменить или исключить утвержденные законодательно на государственном уровне способы оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ. // ГАРАНТ.РУ: сайт. URL: https://www.base.garant.ru/12148555/?ysclid=m7do0htyxx579805007 (Дата обращения: 14.01.2025).

2. Информационная поддержка специалистов оперативной дежурной смены Центра управления в кризисных ситуациях на основе современных технологий / Е. Ф. Разумова, А. О. Семенов, А. А. Апарин, К. В. Жиганов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 4(53). – С. 134-141.

3. AI for Disaster Response and Management // Geeksforgeeks: сайт. URL: https:// www.geeksforgeeks.org/ai-for-disaster-response-and-management/ (Дата обращения: 14.01.2025).

4. Чат-бот по автоматизации навыков техники безопасности // АНО «Университет 2035»: сайт. URL: https:// www.pt.2035.university/project/cat-bot-po-avtomatizacii-navykov-tehniki-bezopasnosti (Дата обращения: 15.01.2025).

5. Разработка структуры текстового сообщения для информационной поддержки населения при ухудшающихся погодных условиях / С. Е. Глушко, Д. А. Алиева // Совершенствование вопросов антикризисного управления : сборник материалов внутриакадемического круглого стола. – 2024. – С. 8-10.

6. «HelpBot ПОМОГУС» придёт на помощь детям! // Министерство культуры Республики Хакасия: сайт. URL: https:// www.culture19.ru/news/9144-helpbot-pomogus-pridet-na-pomosch-detyam.html?ysclid=m7dsp2e1dp885440973 (Дата обращения: 18.01.2025).

7. Помощь стала доступней – Система-112 Московской области запустила чат-бот // Служба спасения Московской области: сайт. URL: https:// www.112.mosreg.ru/sobytiya/novosti-ministerstva/22-03-2023-11-34-59-pomoshch-stala-dostupney-sistema-112-moskovskoy-ob (Дата обращения: 18.01.2025).

8. Чат-бот ЦУР «Безопасный регион» // Официальный сайт Администрации Кировского муниципального района Ленинградской области: сайт. URL: https:// www.special.kirovsk-reg.ru/news?id=17524 (Дата обращения: 18.01.2025).

9. В Севастополе запустили чат-бот для выявления потенциальных угроз // Комсомольская правда: сайт. URL: https:// www.sevastopol.kp.ru/online/news/4891445/ (Дата обращения: 18.01.2025).

10. Камалиев Р. Р. Разработка системы оповещения о возгорании в Telegram боте с использованием ESP32 и датчика MQ-2. // Инновационная наука. – 2024. – №5-2-2. – С.45-48.

УДК 004

В. Ю. Беженар, Т. В. Усачева
Академия гражданской защиты МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В данной статье рассмотрены современные информационные технологии, используемые и внедряемые в систему пожарной безопасности. Информационные

© Беженар В. Ю., Усачева Т. В., 2025

технологии позволяют применять более эффективные меры по борьбе с пожарами и защите населения от них, а также они помогают ускорить процесс сбора и обработки большого количества данных для выявления причин пожара.

Ключевые слова: информационные технологии; пожар; пожарная безопасность.

V. Yu. Bezhenar, T. V. Usacheva

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES AS A TOOL FOR IMPROVING FIRE SAFETY

This article discusses modern information technologies used and implemented in the fire safety system. Information technologies make it possible to apply more effective measures to combat fires and protect the public from them, and they also help speed up the process of collecting and processing large amounts of data to identify the causes of a fire.

Keywords: information technology; fire; fire safety.

Система пожарной безопасности, входя в систему государственного управления, имеет своей целью защиту жизни и здоровья людей, а также их имущества от пожаров [4]. Система состоит из ряда элементов:

- во-первых, элементом являются правовые нормы, устанавливающие правила пожарной безопасности и полномочия органов, обеспечивающих соблюдение этих норм, закрепляющие меры ответственности лиц, нарушающих данные предписания, а также регламентирующие перспективы развития законодательства в данной сфере [1];
- во-вторых, организационные меры, т.е. мероприятия по созданию пожарно-технических и аварийных служб, по формированию подразделений, подготовке кадрового состава, по разработке планов эвакуации и технологии предотвращения возгораний и пожаров, по созданию методических материалов;
- в-третьих, экономическая составляющая – выделяемые государством средства для комплектации и содержания организационного элемента [2];
-в-четвертых, социальный элемент – мероприятия по правовому просвещению, с целью повышения осведомленности населения в области пожарной безопасности теоретическими и практическими методами;
- в-пятых, научно-технический элемент, т.е. программы по разработке новых технологий в области пожарной безопасности, применение математического моделирования для анализа развития пожара, исследование пожаров для последующего совершенствования процессов предотвращения пожаров.

Элементы системы необходимо рассматривать в совокупности, во взаимосвязи, так как именно вместе они способствуют эффективной реализации процессов предотвращения, обнаружения, тушения пожаров и проведения спасательных работ.

Автоматизированные системы управления чрезвычайными ситуациями (далее – ЧС) на сегодняшний день позволяют эффективно и оперативно получать, и обрабатывать достоверную информацию для координации действий противопожарных служб.

Информационные технологии позволяют грамотно планировать и прогнозировать развитие пожаров, снижают риски ошибок, способствуют обеспечению защиты информации, упрощают обмен данными. На сегодняшний день существует возможность получать информацию из самых разных источников наблюдения: видеонаблюдение, датчики, радиосвязь и т.д.

Современные системы безопасности имеют специализированные программные обеспечения, они автоматически обрабатывают поступившую информацию и предоставляют возможность принимать решения на основе её анализа. Примером является Федеральный банк данных «ПОЖАРЫ», который содержит статистические данные о пожарах и их последствиях [1].

С использованием таких программ время реагирования служб значительно сокращается, а эффективность их действий повышается.

Необходимо сказать и о телекоммуникационных системах, которые, в свою очередь, дают возможность получать, передавать информацию, обмениваться ею, давать команды и инструкции. Через такие системы службы передают координаты геолокации для оперативного определения места возгорания и изобличения его причин [3]. Существует возможность использования голосовой связи и видеосвязи для дачи распоряжений и инструкций.

Среди преимуществ телекоммуникационных систем можно выделить быстроту координации действий, что повышает эффективность работы служб, а также возможность оказания помощи гражданам в кратчайшие сроки.

Телекоммуникационные системы интегрируются со средствами видеонаблюдения, датчиками, системами сигнализации и создают единое пространство, охватывающее большую площадь территории [3].

Таким образом, на сегодняшний день телекоммуникационные системы чрезвычайно эффективны в решении вопросов организации деятельности служб для эффективного и оперативного оказания помощи в условиях ЧС. Предстоит совершенствование данных видов систем для большей минимизации потерь.

Другой информационной технологией, используемой на данный момент в пожаротушении, является система автоматизированного пожаротушения, которая автоматически реагирует на возникновение признаков пожара и тушит очаг возгорания. Данная система подстраивается под любые параметры для большей эффективности работы [1].

Не теряет актуальности система мониторинга пожарной опасности, которая даёт возможность отслеживать уровень пожарной опасности и предупреждает о возможных рисках, она интегрируется с датчиками и камерами для передачи информации в реальном времени.

Наиболее широко используется система автоматической сигнализации, она обнаруживает возникновение возгорания и передаёт данные (сигналы) в центр мониторинга. Система работает на основе датчиков, она не раз подвергалась совершенствованию, но не теряет своей эффективности [4].

Также используются облачные технологии для хранения большого массива информации о прошлых пожарах. Эти данные анализируются и выводятся стратегии по предотвращению ЧС.

Важно выделить постоянно повышающиеся требования, предъявляемые к современными информационным технологиям, используемым в пожаротушении, а также к информационному и техническому обеспечению. Представлено на рисунке.

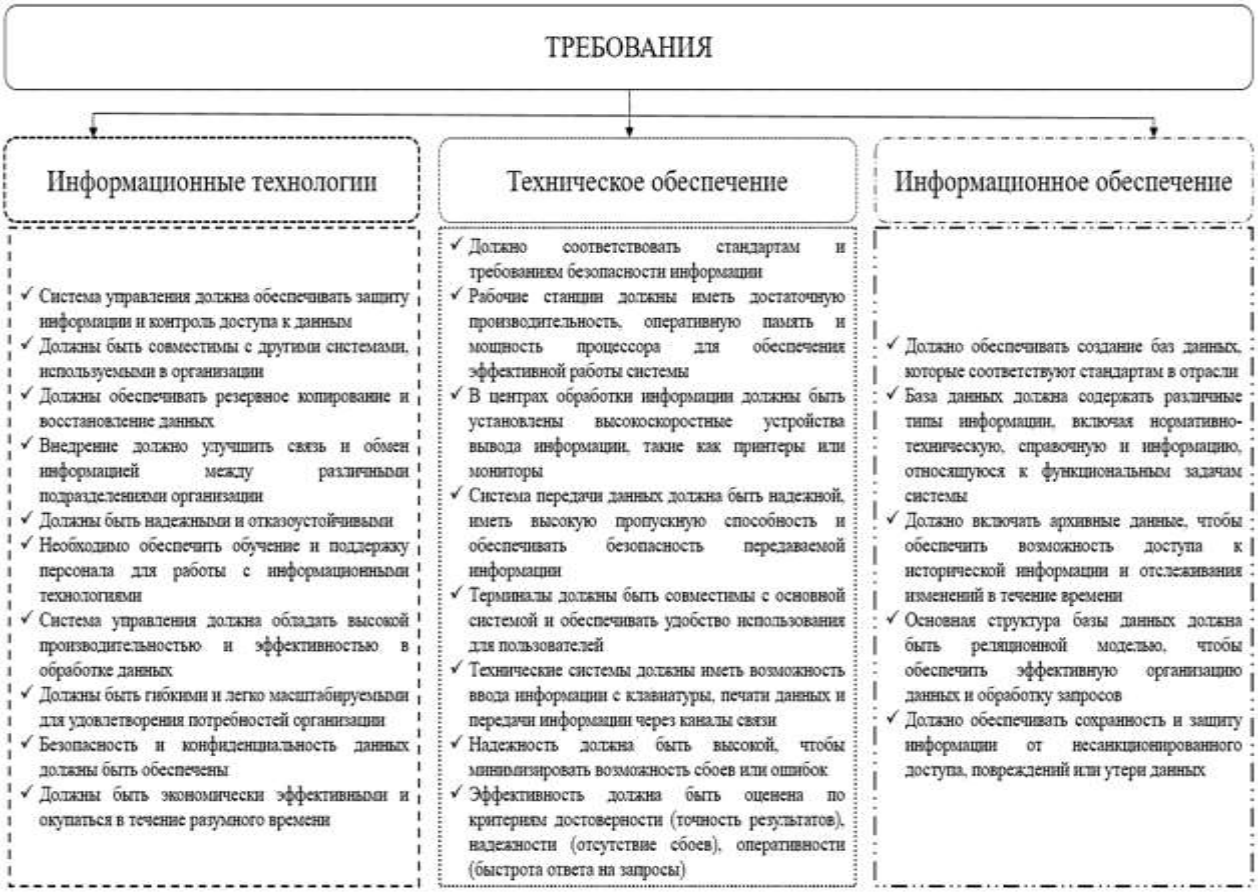


Рисунок. Основные требования, предъявляемые к информационным технологиям, информационному и техническому обеспечениям

Любые из рассмотренных информационных технологий проходят одинаковую процедуру формирования с учётом определенной специфика ЧС:

- на первой стадии необходимо определить цели и задачи самого внедрения информационной системы в процесс, а также проанализировать текущую ситуацию до её внедрения [3]. Экспертами оценивается эффективность использования инновационной технологии, проводится

информирование и составляется предварительный план внедрения системы или технологии;

- на второй стадии происходит непосредственно техническое проектирование, определяются требования к программному обеспечению, разрабатывается структура системы, происходят расчёты и выбор необходимых инструментов для этого. Специалисты планируют сетевую инфраструктуру, определяют её расположение и составляют график внедрения;

- на третьей стадии система или технология вводится в эксплуатацию, т.е. проект реализуется физически, оборудование устанавливается и настраивается. Система обязательно тестируется для выявления возможных ошибок и неточностей. При завершении информационные технологии реализовывают все свои функции.

Необходимо также отметить о том, что программные обеспечения могут чаще всего включать в структуру базу данных с актуальной информацией о состоянии пожарной безопасности на территории. Также в них могут быть интегрированы системы мониторинга и моделирования, системы контроля доступа и управления им. Таким образом, они получают комплексные характеристики.

Таким образом, использование современных информационных систем на сегодняшний день является неотъемлемой частью пожарной безопасности. Технологии позволяют постоянно актуализировать информацию, ускоряют процесс реагирования, повышают эффективность при предотвращении пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный портал МЧС России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mchs.gov.ru.

2. Официальный портал Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://digital.gov.ru.

3. Панкова М.А. Роль и место информационных технологий в области обеспечения пожарной безопасности при чрезвычайных ситуациях социального, природного и техногенного характера / М.А. Паноква, А. В. Черемисин // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. № 1. С. 83-86.

4. Гончаренко В.С. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году / В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко В.И. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. – 114 с.

УДК 614.84

Е. В. Бобринев, Е. Ю. Удавцова, А. А. Кондашов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА СОСТАВА СИЛ И СРЕДСТВ ОБЪЕКТОВОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

Представлена компьютерная программа для расчета численности личного состава и технической оснащенности подразделений пожарной охраны, создаваемых для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на предприятиях. При расчете ресурсов пожарной охраны учитывается уровень пожарной опасности объекта защиты, однородность средств пожаротушения, удаленность объектов организации от мест дислокации территориальных подразделений пожарной охраны, не позволяющая обеспечить время прибытия указанных подразделений, установленное частью 1 статьи 76 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», наличие безводных участков, а также возможность возникновения одновременных пожаров.

Ключевые слова: подразделение пожарной охраны; пожарная опасность; производственный объект; база данных; интегрированная среда программирования

E. V. Bobrinev, E. Yu. Udavtsova, A. A. Kondashov

DEVELOPMENT OF A PROGRAM FOR CALCULATING THE COMPOSITION OF FORCES AND MEANS OF THE OBJECT FIRE PROTECTION UNIT FOR THE ORGANIZATION AND IMPLEMENTATION OF FIRE EXTINGUISHING

A computer program is presented for calculating the number of personnel and technical equipment of fire protection units created to extinguish fires and conduct emergency rescue operations at enterprises. When calculating fire protection resources, the level of fire danger of the object of protection, the uniformity of fire extinguishing equipment, the remoteness of the organization's facilities from the locations of territorial fire protection units, which does not allow for the arrival time of these units, established by Part 1 of Article 76 of Federal Law No. 123-FZ dated 07/22/2008 "Technical Regulations on Fire Safety Requirements", the presence of anhydrous land plots, as well as the possibility of simultaneous fires.

Keywords: fire department; fire hazard; production facility; database; integrated programming environment

Введение. В целях совершенствование методики расчета численности и технической оснащенности объектовых подразделений пожарной охраны, утвержденной приказом МЧС России от 15 октября 2021 г. № 700, разработаны предложения по нормированию численности и технической оснащенности подразделений пожарной охраны, создаваемых для тушения пожаров и

© Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Кондашов А. А., 2025

проведения аварийно-спасательных работ на производственных объектах [1]. Для формулирования данных предложений проведен сбор сведений по технико-экономическим и оперативным характеристикам производственных объектов, на которых созданы подразделения пожарной охраны [2]. Данные сведения использованы при разработке безразмерного вычислительного комплекса, характеризующего состояние пожарной опасности производственного объекта. Пожарная опасность производственного объекта определяется исходя из его тактико-технических характеристик и уровня пожарной опасности соответствующей отрасли производства. Кроме того, при определении численности и технической оснащенности пожарной охраны производственного объекта учитываются расход огнетушащих средств на наружное пожаротушения и защиту смежных помещений и строений от возгорания, возможность возникновения одновременных пожаров, наличие безводных участков, неоднородность огнетушащих средств и удаленность территориальных подразделений пожарной охраны.

Изложение основного материала исследования. Для автоматизации процесса вычисления ресурсной потребности объектовых подразделений пожарной охраны разработана компьютерная программа «Ресурсы объектовой пожарной охраны». Программа реализована с использованием языка программирования C++.

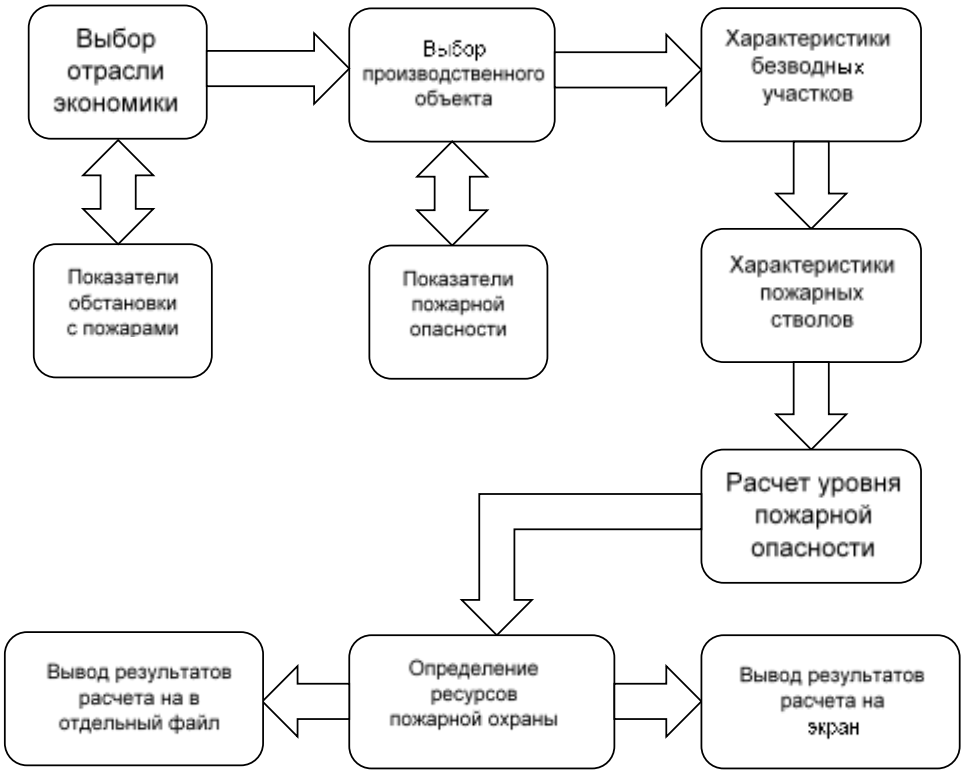


Рис. 1. Блок-схема программы «Ресурсы объектовой пожарной охраны»

При разработке программного обеспечения использовалась интегрированная среда программирования (IDE) C++ Builder компании Borland Software [3]. Работа с базой данных реализована с использование Borland Data Engine (BDE).

Блок-схема программы «Ресурсы объектовой пожарной охраны» представлена на рис. 1.

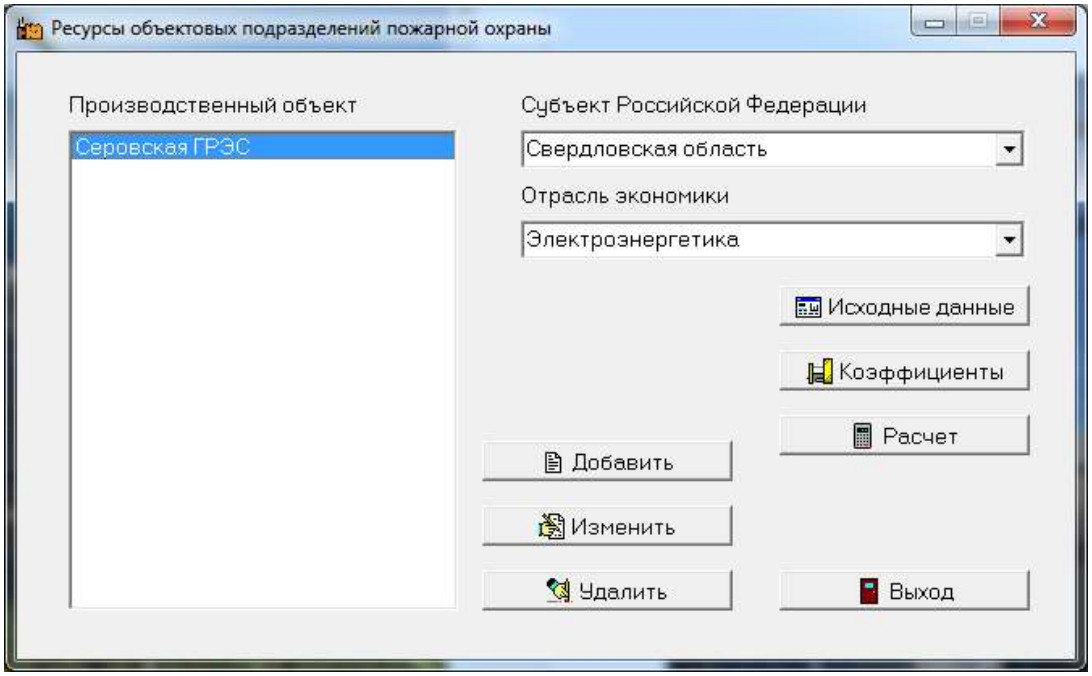


Рис. 2. Главное окно программы «Ресурсы объектовой пожарной охраны»

В главном окне программы (рис. 2) задается субъект Российской Федерации и отрасль экономики, к которой относится производственный объект. Для выбранной отрасли экономики задаются показатели, необходимые для расчета уровня пожарной опасности (кнопка «Исходные данные»), которые включают:

- количество пожаров за год на 100 предприятий, ед.;
- количество погибших и травмированных при пожарах за год на 1000 пожаров, чел.;
- прямой материальный ущерб на один пожар, тыс. руб.

Для заданного субъекта и выбранной отрасли экономики в левой части главного окна выбирается производственных объект или задается новый. Для данного объекта задаются следующие показатели, характеризующие уровень пожарной опасности (кнопка «Добавить»):

- площадь территории, га;
- площадь застройки, тыс. м^2;
- численность персонала, в том числе в наиболее загруженную смену, чел.;

- масса единовременно обращающихся пожароопасных, пожаровзрывоопасных и взрывоопасных технологических сред, тонн;
- площадь зданий (сооружений) V степени огнестойкости, тыс. м^2;
- площадь застройки зданиями (сооружениями) и помещениями, отнесенными к категориям взрывопожароопасности А, Б, В1-В4, Г, тыс. м^2;
- количество пожаров в течение 5 лет, ед.;
- расстояние до подразделения пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона, км.

Для расчета ресурсов объектового подразделения пожарной охраны вводятся коэффициенты (кнопка «Коэффициенты»), учитывающие

- уровень пожарной опасности;
- качественный состав средств пожаротушения;
- соответствие требованиям статьи 76 Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Кроме того, задаются характеристики пожарных стволов, используемых для тушения пожара и защиты от возгорания смежных зданий и сооружений. При наличии безводных участков задаются характеристики техники, используемой для доставки воды.

В программе реализованы два варианта расчета ресурсов объектовых подразделений пожарной охраны. В первом варианте расчет производится исходя из расхода воды на наружное пожаротушение и защиту от возгорания соседних зданий и сооружений. Во втором варианте учитывается численность личного состава, задействованного при работе с пожарными стволами.

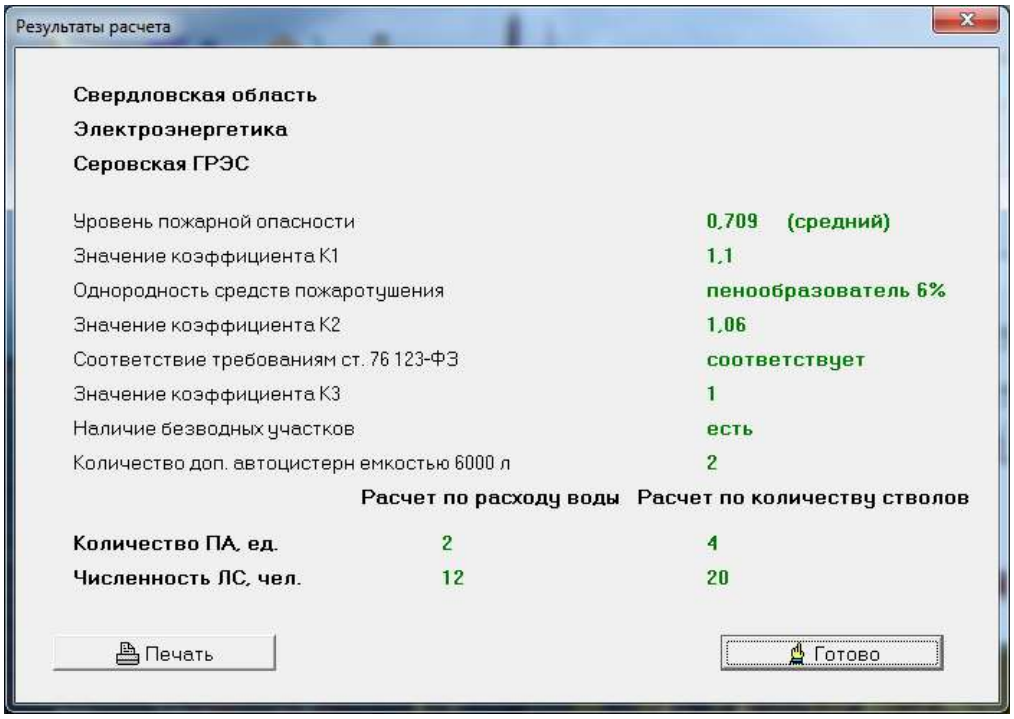


Рис. 3. Окно с результатами расчета ресурсов пожарной охраны

При нажатии кнопки «Расчет» открывается окно, в котором отображаются расчетные значения (рис. 3):

- уровня пожарной опасности;
- поправочных коэффициентов;
- количества автоцистерн, необходимых для доставки воды при наличии безводных участков.

В нижней части окна выводятся необходимые ресурсы объектового подразделения пожарной охраны для двух вариантов расчета:

- численность личного состава, чел.;
- количество пожарных автомобилей, ед.

Результаты расчета вместе с исходными данными можно экспортировать в отдельный файл в формате Microsoft Word или отправить на печать.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Разработана программа «Ресурсы объектовой пожарной охраны», предназначенная для автоматизации процесса расчета численности личного состава и технической оснащенности объектовых подразделений пожарной охраны с учетом уровня пожарной опасности производственного объекта. Данные программа будет совершенствоваться по мере внесения изменений в методику расчета численности и технической оснащенности объектовых подразделений пожарной охраны, утвержденную приказом МЧС России от 15 октября 2021 г. № 700.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондашов А.А., Трещин Е.С. Разработка системы показателей для оптимизации сил и средств пожарной охраны в организациях // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2024. № 4. С. 38-44.

2. Марахов П.А., Порошин А.А., Стрельцов О.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю. Формирование информационной базы для расчета ресурсного обеспечения пожарной охраны по защите организаций от пожаров // Современные проблемы гражданской защиты. 2024. № 3(52). С. 22-29.

3. C++Builder Developer's Guide: Product Documentation Wikis: [сайт]. – URL: https://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/Syney/en/C%2B%2BBuilder_Developer%27s_Guide (дата обращения: 17.01.2025).

УДК 614.84

В. Б. Бубнов, Е. А Аверина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Искусственный интеллект – это будущее цифровой трансформации, которая неразрывно связана с устойчивым и прорывным его развитием, в том числе и в области пожарной безопасности. Современные технологии ИИ, позволяют обрабатывать и анализировать разнообразные источники информации. Технологии искусственного интеллекта внедряется на этапах строительных проектов, строительства и дальнейшей эксплуатации объектов. Поэтому целью данной статьи является изучение роли и эффективности искусственного интеллекта в области пожарной безопасности.

Ключевые слова: информация, современные технологии, искусственный интеллект, контроль, пожарная безопасность.

V. B. Bubnov, E. A. Averina

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FIRE SAFETY

Artificial intelligence is the future of digital transformation, which is inextricably linked to its sustainable and breakthrough development, including in the field of fire safety. Modern AI technologies allow us to process and analyze a variety of information sources. Artificial intelligence technologies are being implemented at the stages of construction projects, construction and further operation of facilities. Therefore, the purpose of this article is to study the role and effectiveness of artificial intelligence in the field of fire safety.

Keywords: information, modern technologies, artificial intelligence, control, fire safety.

Революционным достижением в области пожарной безопасности стало внедрение искусственного интеллекта, активно изучаемого на различных уровнях и в разных отраслях. Этот прорыв начинается уже на этапе проектирования зданий, где ИИ существенно оптимизирует процесс цифровизации и информатизации, внося детальные коррективы и повышая соблюдение противопожарных норм и стандартов в строительстве. В контексте борьбы с пожарами искусственный интеллект становится незаменимым инструментом, обеспечивая инновационные подходы к управлению, предотвращению и ликвидации возгораний.

© Бубнов В. Б., Аверина Е. А., 2025

Искусственный интеллект способен выполнять следующие функции при обеспечении пожарной безопасности:

- обнаруживает пожары с помощью системы видеонаблюдения, встроенной системы тепловизоров и датчиков дыма, что позволяет сократить время реагирования личного подразделения на тушение возгораний;
- прогнозирует возникновение пожаров на основе комплекса данных окружающей среды, частоты возникновения на обособленных территориях, расчеты рисков, что может повлиять на профилактическую работу подразделений для осуществления профилактической надзорной деятельности подразделений МЧС России;
- управляет системами пожаротушения и эвакуацией, причем стоит отметить оптимальные маршруты, просчитанные системой, которые зависят от количества эвакуируемых людей и эвакуационных выходов, наличии препятствий при движении по эвакуационным путям, быть активным помощником для людских масс при движении к безопасным зонам и выходам, поскольку может сопровождаться сопутствующими осложнениями: обвалы, задымление, первая помощь пострадавшим, блокирование путей выхода, др.;
- анализирует данные для принятия оптимальных управленческих решений на основании временных паттернов (устойчивых методик и инструментов, позволяющих анализировать текущую ситуацию на графике).

Таким образом, использование технологий искусственного интеллекта в сфере пожарной безопасности может привести к новым подходам в борьбе с пожарами, улучшить управление пожарной безопасностью и обеспечить более эффективное использование средств пожаротушения, что, в свою очередь, повысит безопасность населения.

Профилактическая деятельность искусственного интеллекта сосредоточена на выявлении множества факторов, способных привести к возникновению пожара. К ним относятся временные условия, географическое положение, назначение и состояние зданий, а также состояние систем пожаротушения и их обслуживание (давление воды, доступность, работоспособность, расход воды, температура и другие параметры). Все это формирует обширную базу данных, на основе которой можно разрабатывать рекомендации для профилактики на конкретных объектах.

Также система искусственного интеллекта может обрабатывать данные всех установленных датчиков (обнаружение дыма, повышенной температуры, перепада температур, др.), которые находятся на территории объекта. В случае если на производственном предприятии и организации имеется автоматизированное или роботизированное оборудование, то единая информационная система, объединенная искусственным интеллектом способна управлять и ими во благо обеспечения пожарной безопасности и сохранения жизни и имущества.

Нельзя игнорировать еще один важный аспект — управление искусственным интеллектом в процессе эвакуации. Эта система активно используется не только в реальных чрезвычайных ситуациях, но и в ходе учебных тренировок, моделируя различные сценарии с разными уровнями сложности. Например, с помощью алгоритмов ИИ можно определить доступные эвакуационные выходы и безопасные маршруты. В условиях паники люди могут не всегда следовать инструкциям и правилам, и в таких случаях система может скорректировать маршрут, предлагая наиболее безопасный путь для эвакуируемых. Кроме того, в подобных ситуациях могут оказаться раненые и их сопровождающие, которые могут отстать от основной группы. Система предоставит рекомендации по оказанию первой помощи и оценит риски для оптимизации маршрутов.

Использование искусственного интеллекта в сфере пожарной безопасности может предоставить огромное количество возможностей для совершенствования процессов и повышения эффективности системы. Однако существуют определенные трудности, с которыми сталкиваются организации при внедрении ИИ.

Некоторые из них включают в себя:

1. Недостаток данных: для успешной работы ИИ необходимо иметь доступ к достаточному объему данных. В области пожарной безопасности может быть сложно найти достаточное количество информации для обучения алгоритмов ИИ.
2. Результаты не всегда предсказуемы: ИИ может давать непредсказуемые результаты, что может затруднить принятие решений в ситуациях чрезвычайной или нестандартной ситуации.
3. Безопасность и конфиденциальность данных: Использование ИИ в пожарной безопасности требует обработки большого объема конфиденциальных данных, что может вызвать проблемы с их безопасностью.
4. Необходимость специализированных знаний: для работы с ИИ в области пожарной безопасности необходимы специализированные знания и опыт, что может быть сложно найти в организации.
5. Взаимодействие с людьми: для успешного внедрения ИИ в пожарную безопасность необходимо обеспечить гармоничное взаимодействие между системами ИИ и людьми, что может потребовать дополнительных усилий и обучения.

Несмотря на существующие сложности, возможности применения искусственного интеллекта в области пожарной безопасности выглядят многообещающе и могут предоставить значительные преимущества в предотвращении и тушении пожаров.

В России на основе машинного обучения и анализа данных работает приложение «Термические точки», разработанные МЧС России. Данное приложение интегрировано в информационную систему «Атлас опасностей и

рисков». Оно автоматически определяет вероятность пожара и класс горения на месте термической точки, уведомляет о высоких рисках возгорания в указанных районах и информирует о термической точке, что усиливает патрулирование и мониторинг ситуации. Все пользователи в режиме реального времени получают данные об угрозах и опасностях на территории Российской Федерации: эпидемии, наводнения, пожары, др

На данном этапе управления средствами пожаротушения в городе Иваново можно отметить, что система находится в традиционной стадии. Это означает, что используются стандартные методы и технологии, которые были разработаны и внедрены ранее, но не в полном объеме включают в себя современные инновации или автоматизированные решения. Отдельно стоит подчеркнуть растущую значимость практических решений. В качестве примера можно привести Ивановскую пожарно-спасательную академию ГПС МЧС России, где активно внедряются такие инструменты как профилактические мероприятия, обучающие семинары для детей, подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях, включая оповещение о пожаре, оказание первой помощи.

Таким образом, большинство объектов все еще обеспечивают свою пожарную безопасность с помощью традиционных средств. Однако, в крупных городах современные здания активно используют инновационные технологии, охватывающие широкий круг проблем. Правильное использование ИИ может привести к значительному улучшению системы защиты от пожаров, повышению безопасности населения и снижению экономических потерь. Будущее пожарной безопасности зависит от того, насколько эффективно мы сможем использовать возможности, которые предоставляет развитие научно-технического прогресса.

СПИСОК ЛЕТЕРАТУРЫ

1. Иванов В.Е., Кропотова Н.А. Предотвращение экологической опасности экстремальной робототехникой // Материалы IV Международной научнопрактической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны «Гражданская оборона на страже мира и безопасности»: в 3 ч. Ч. II. Проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 331 – 335.

2. Актаева Алкен Умурбековна, Жаксылык Тойлыбек Дуйсенбайулы, Сарсенбаева Жаныл ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЕКТ И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ // НИР/S&R. 2023. №1 (13). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intelekt-i-pozharnaya-bezopasnost (дата обращения: 15.02.2025).

3. Бажанов, Г. К. Использование искуственного интелекта в пожарной безопасности / Г. К. Бажанов, Р. В. Мироненко // Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений : Сборник материалов восьмого межвузовского

научного семинара (форума), Москва, 27 февраля 2024 года. – Москва: Академия государственной противопожарной службы, 2024. – С. 300-302.

4. Мельников Г.О., Турсенев С.А. Интеграция технологии искусственного интеллекта для повышения эффективности эвакуации людей при пожаре // Natural and man-made risks (physical, mathematical and applied aspects). № 4 (48)–2023. pp. 30 – 36. [Электронный ресурс] URL: file:///C:/Users/User/Downloads/3.1.pdf (доступ свободный).

УДК 614.8.01

Е. А. Герцог
Главное управление МЧС России по Амурской области

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ПОЖАРАМ, ПРОИЗОШЕДШИХ В ЗДАНИЯХ С БОЛЬШИМИ ВНУТРЕННИМИ ОБЪЕМАМИ И МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ В РФ И АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Здания с большими внутренними объемами и массовым пребыванием людей всегда имели особую важность по причине их пожарной опасности, которая заключается в большом скоплении в одном месте людей, быстрым распространением ОФП по зданию и трудностью эвакуации. Статистические данные для данных объектом могут помочь в разработке превентивных и противопожарных мероприятий.

Ключевые слова: здания с большими внутренними объемами; объект с массовым пребыванием людей; статистика пожаров; материальный ущерб; количество погибших.

E. A. Gertsog

STATISTICAL DATA ON FIRES THAT OCCURRED IN BUILDINGS WITH LARGE INTERNAL VOLUMES AND A MASSIVE PRESENCE OF PEOPLE IN THE RUSSIAN FEDERATION AND THE AMUR REGION

Buildings with large internal volumes and a large number of people have always been of particular importance because of their fire danger, which consists in a large concentration of people in one place, the rapid spread of OFP throughout the building and the difficulty of evacuation. Statistical data for these facilities can help in the development of preventive and fire prevention measures.

Keywords: buildings with large internal volumes; an object with a massive presence of people; fire statistics; material damage; death toll.

© Герцог Е. А., 2025

В последнее время здания с массовым пребыванием людей становятся всё более пожароопасными, что подтверждается статистикой и делает их наиболее опасными для человека в случае возникновения пожара.

Следует подчеркнуть, что сооружения, предназначенные для скопления людей, в подавляющем большинстве случаев представляют собой здания с обширными внутренними пространствами, такими как атриумы, пассажи и открытые лестницы. К таким сооружениям можно отнести торгово-развлекательные центры, рынки, санатории, гостиницы, театры, кинотеатры, дома культуры и прочие.

Итак, для достижения цели данной статьи требуется провести анализ статистических данных о пожарах, имевших место в зданиях с обширными внутренними пространствами и значительным скоплением людей.

Основываясь на статистических данных, представленных в источнике [1], и исследуя объекты защиты, мы будем учитывать статистику пожаров для следующих зданий: здание, сооружение, помещение предприятия торговли; здание учебно-воспитательного назначения; здание здравоохранения и социального обслуживания населения; здание сервисного обслуживания населения; административное здание; здание, сооружение для культурно-досуговой деятельности населения и религиозных обрядов.

Все перечисленные здания можно отнести к зданиям с большими внутренними объемами и массовым пребыванием людей, таким образом объединенная статистика по пожарам приведена на рис. 1., а о нанесенном материальном ущербе на рис. 2.

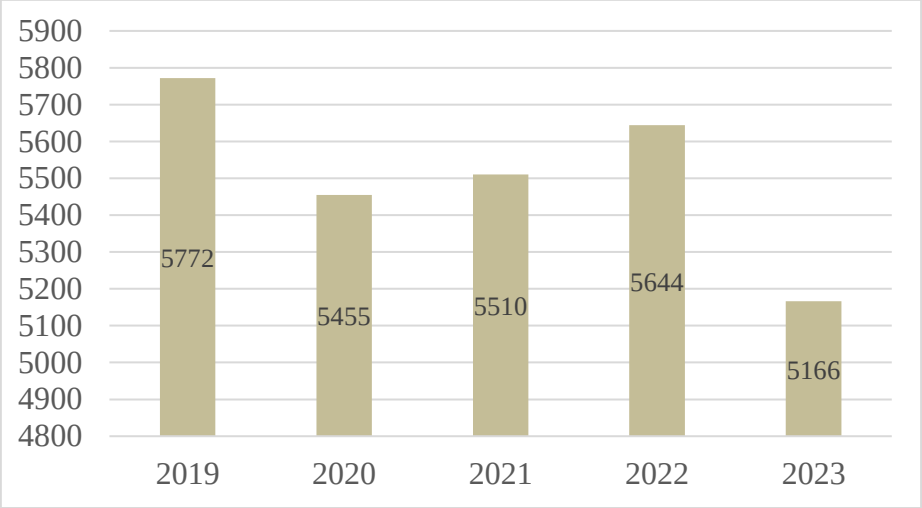


Рис. 1. Количество пожаров, ед.

На рис. 1 наглядно представлено, что в 2023 году было отмечено наименьшее количество возгораний на исследуемых объектах. Тенденция к уменьшению числа пожаров, безусловно, прослеживается, однако она нивелируется количеством пожаров, имевших место в 2022 году.

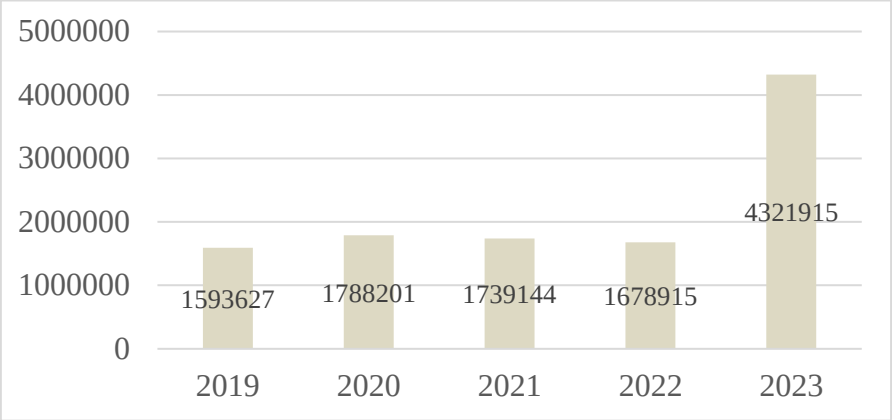


Рис. 2. Прямой материальный ущерб, тыс. руб.

В 2023 году, невзирая на то, что число пожаров было наименьшим, они причинили значительный материальный ущерб, который по сравнению с 2022 годом увеличился почти в три раза (рис. 2.).

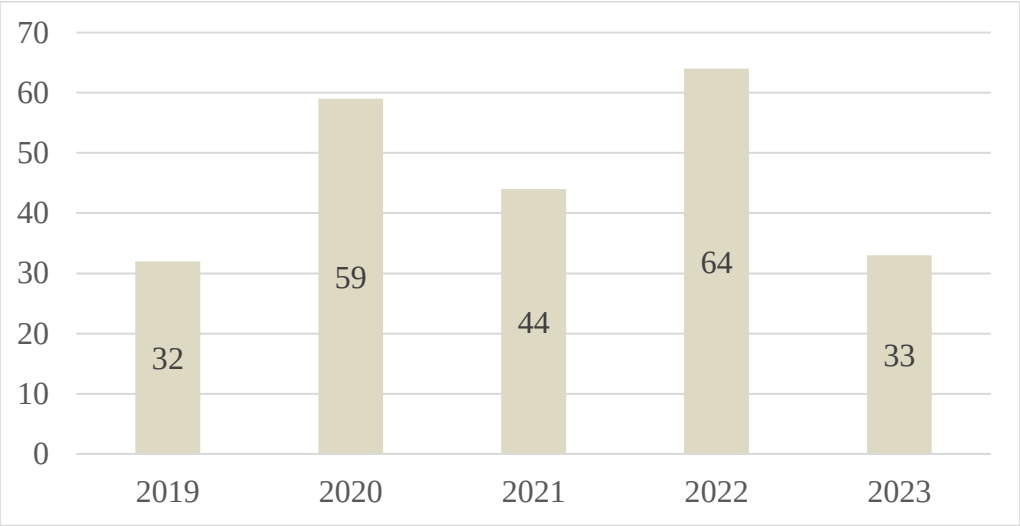


Рис. 3. Погибло, чел.

Статистические данные, касающиеся жертв, представлены следующим образом. В сравнении с 2022 годом, в 2023 году число погибших сократилось почти вдвое (рис. 3.).

На рис. 4. и рис. 5. представлена аналогичная статистика по Амурской области на рассматриваемых объектах за период с 2020 по 2023 год. За указанный временной промежуток не было зарегистрировано ни одного случая гибели.

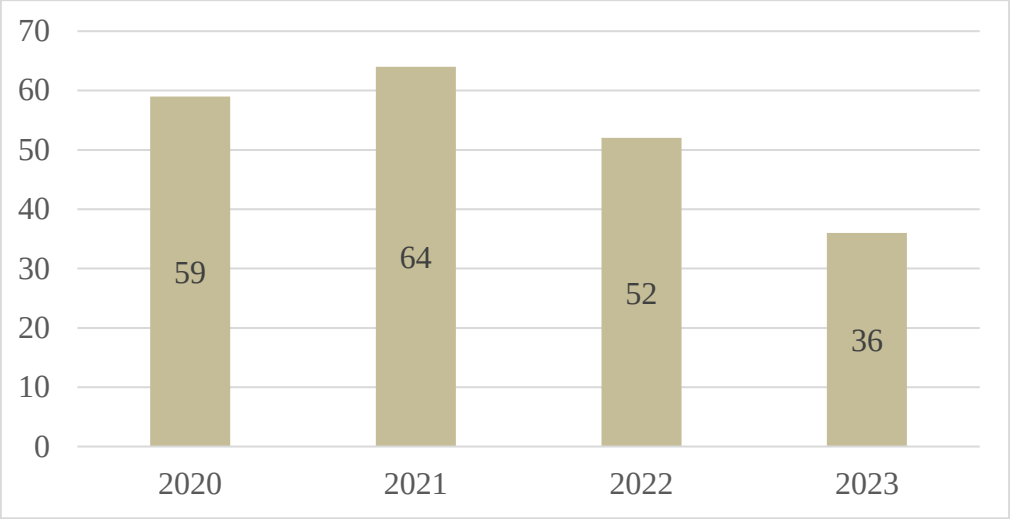


Рис. 4. Количество пожаров, ед. по Амурской области

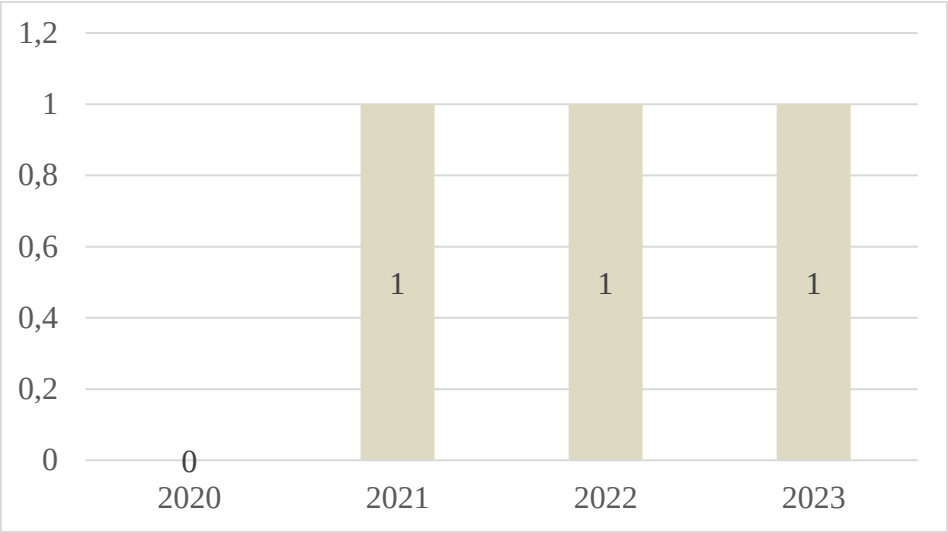


Рис. 5. Травмировано, чел. по Амурской области

На рис. 4. прослеживается тенденция к уменьшению количества пожаров на объектах, находящихся под наблюдением, что благоприятно отражается на общей статистике возгораний.

На рис. 5. количество жертв пожаров в зданиях с обширными внутренними пространствами и большим скоплением людей остаётся на прежнем уровне.

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать вывод, что пожары на исследуемых объектах имеют место быть, наносят значительный материальный ущерб и уносят большое количество человеческих жизней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

УДК 614.842

А. С. Доценко, А. С. Трунов
Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА НЕФТЕБАЗАХ

В статье рассматриваются вопросы внедрения технологий, представляющих комплекс мер безопасности при мониторинге пожаров на критически важных объектах, а также решение задач при проведении аварийно-спасательных работ

Ключевые слова: система оповещения; беспроводные системы; пожары; критически важные объекты.

A. S. Dotsenko, A. S. Trunov

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY FOR FIRE FIGHTING IN OIL TANK STORAGES

The article discusses the implementation of technologies that represent a set of safety measures when monitoring fires at critical facilities, as well as solving problems during emergency rescue operations

Keywords: warning system; wireless systems; fires; critical facilities

Критически важные объекты, например такие как – нефтегазовые комплексы, необходимо выделять в особую группу пожаров. Несмотря на то, что аварии на таких объектах случаются довольно редко, они имеют ряд последствий, которые могут повлиять не только на работников предприятия, но и на целые населенные пункты.

Для уменьшения последствий пожаров на таких объектах, особое внимание должно уделяться своевременному оповещению сотрудников,

© Доценко А. С., Трунов А. С., 2025

технического персонала и их последующей эвакуации в безопасную зону [1-6]. В качестве примера рассмотрим систему пожарной сигнализации на нефтебазе.

Традиционно система пожарной сигнализации какого-либо объекта состоит из приемно-контрольного прибора или прибора управления системой автоматического пожаротушения и периферийных устройств, основу которых составляют пожарные извещатели различного назначения и принципов действия. Современные системы мониторинга используют ИТ для отслеживания состояния объектов на нефтебазах. Такие системы могут включать датчики, которые измеряют температуру, уровень жидкости и другие параметры, позволяющие выявить аномалии быстрее, чем это может сделать человек.

Одна из ключевых технологий, используемых в мониторинге, – это Интернет вещей (IoT). Системы, основанные на IoT, связывают различные датчики и устройства через интернет, предоставляя реальное время доступа к данным [2].

Например, датчики температуры могут отправлять сигналы тревоги в случае повышения температуры выше установленного порога, что может свидетельствовать о начале возгорания. Благодаря этому перерывы в поставках и несанкционированный доступ к нефти могут быть обнаружены мгновенно, позволяя оперативно реагировать на потенциальные угрозы.

Информационные технологии активизируют процесс автоматизации на нефтебазах. Автоматизированные системы умного пожаротушения могут включать в себя как физические компоненты, такие как спринклерные системы, так и программные решения для анализа данных и принятия решений в реальном времени.

Современные системы безопасности, использующие автоматизированные решения, способны самостоятельно определять, когда и как осуществить пожаротушение. Они могут включать интеграцию с системами управления зданием (BMS), которые помогают автоматически активировать системы предотвращения пожарной опасности. Благодаря этому устраняются человеческие факторы, что значительно увеличивает надежность и скорость реакции [3].

Большое значение в данной сфере имеет дистанционное управление. Сегодня многие нефтебазы оборудованы системами управления из единого центра, которые позволяют отслеживать состояние объектов и параметров в реальном времени. Это расширяет возможность быстрого реагирования на чрезвычайные ситуации и подходит для удаленных районов, где доступ к ресурсам может затрудняться [4].

В наше время большую популярность набирает использование дронов для пожаротушения и мониторинга. Они способны проводить воздушную разведку и выявлять проблемы на базе, такие как утечки и возгорания, которые могут быть труднодоступными для человека. Большинство современных дронов оснащены высокочувствительными датчиками и тепловизорами, которые

позволяют обнаружить тепло и изменить угол или высоту полета для уточнения информации [5]. В дополнение к дронам, робототехника также может быть использована для пожаротушения. Роботы могут осуществлять непосредственное тушение пожара в самых труднодоступных местах. Это не только обеспечивает безопасность рабочим, но и повышает скорость реакции в современных условиях, когда минуты имеют значение.

Обучение сотрудников пожарной безопасности критически важно для эффективного контроля за рисками. ИТ-технологии позволяют создать современные симуляторы, где сотрудники могут встречаться с потенциально опасными ситуациями в безопасной обстановке. Эти симуляторы могут включать в себя виртуальную реальность (VR), где работники могут тренироваться тушить пожары, не подвергая себя риску.

Процесс обучения может включать в себя не только физические навыки, но и навыки анализа информации. Информационные технологии позволяют создать сценарии, основанные на исторических данных и моделях поведения. Сотрудники обучаются принимать решения на основе анализа данных, что в будущем напомнит им, как следует действовать в реальных условиях риска.

Внедрение систем управления обучением (LMS) также играет важную роль. Такие системы позволяют отслеживать прогресс сотрудников, обеспечивая эффективность и гибкость обучения, а также адаптацию к изменениям в технологиях и рисках.

Информационные технологии помогают интегрировать пожарную безопасность в общую стратегию управления рисками. Нефтебазы должны учитывать пожарогасительные системы как неотъемлемую часть своего общего управления. Использование информационных технологий позволяет собирать данные о функционировании системы безопасности, а также о потенциальных опасностях.

Для эффективного управления рисками базам необходимо не только использовать новейшие технологии, но и постоянно пересматривать существующие процессы. Информационные технологии способны автоматизировать эти процессы, позволяя избежать человеческой ошибки и повышая общую безопасность. К примеру, системы управления рисками могут автоматически генерировать отчеты о потенциальных угрозах на основе данных из различных источников [5].

Современные технологии непрерывно развиваются, и будущие достижения в области информационных технологий могут изменить весь подход к пожарной безопасности на нефтебазах. Одним из ключевых направлений является развитие искусственного интеллекта (ИИ). Такие системы могут значительно повысить уровень предсказательной аналитики, что позволит еще лучше предугадывать и предотвращать пожары. Так, с помощью алгоритмов машинного обучения можно анализировать огромные объемы данных о прошлых инцидентах и условиях, которые к ним приводили. Такие

данные могут включать не только внутренние параметры базы, но и внешние факторы, такие как погодные условия или активность в окрестностях.

Также важное значение имеет кибербезопасность. Учитывая, что все больше систем подключается к интернету, защита от киберугроз становится крайне актуальной. Неэффективные системы безопасности открывают двери для взломов, которые могут привести к серьезным последствиям. Поэтому разработка надежных систем киберзащиты для защиты ИТ-инфраструктуры нефтебаз также будет важной задачей в будущем.

Применение информационных технологий для пожаротушения на нефтебазах представляет собой важный аспект обеспечения безопасности в условиях высоких рисков заниматься этой деятельностью. Инновационные системы мониторинга, автоматизация процессов, использование дронов и робототехники, а также обучение через симуляцию - это только некоторые из технологий, которые помогают увеличить безопасность и эффективность реакции на чрезвычайные ситуации. Будущее за интеграцией искусственного интеллекта и усовершенствованию систем киберзащиты, что сделает эти технологии еще более надежными и безопасными. Важно помнить, что инвестиции в современные технологии – это инвестиции в будущее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыков В.И., Кокшин В.В., Кривошонок В.В. История создания и совершенствования беспроводных систем мониторинга: Монография / Под общ. ред. проф. В.И. Зыкова – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016.– 135с.
2. Зыков В.И. Пожарный мониторинг – взгляд МЧС России. Научно производственный журнал «Системы безопасности», декабрь 2013, №5. С. 136-139.
3. Зыков В. И., Поляков Ю. А., Федоров А. В., Кокшин В. В. «Беспроводные системы мониторинга и оповещения населения о пожарах и чрезвычайных ситуациях» // Пожаровзрывобезопасность. — 2016. — Т. 25, № 10. — С. 67–73. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.10.67-73.
4. Камышанский М.И. и др. Оповещение и информирование в системе мер гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности. Действия должностных лиц и населения. — М.: ИРБ, 2008. — 320 с.
5. Пашинина Н. В. Применение пилотируемых и беспилотных авиационных комплексов при тушении пожаров / Н. В. Пашинина. – Текст: электронный // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч., Ч. 1. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 177-181
6. Соколов Ю.И. Оповещение населения при чрезвычайных ситуациях / Под. ред. В.А. Владимирова. М.: КРУК, 2001. 192 с.

УДК 614.841

С. Ю. Карпов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ АТЛАСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ О ПОЖАРАХ

В статье обсуждаются вопросы об использовании современных геоинформационных технологий в деятельности по обеспечению пожарной безопасности органов территориального управления. Концептуально предложены информационные индикаторы, которые могут быть размещены на картах и с помощью которых можно будет анализировать пожарную обстановку на территории и вырабатывать комплекс мер профилактического характера.

Ключевые слова: пожарная безопасность; расследование пожаров; экспертиза пожаров; пожар; геоинформационное обеспечение; профилактика пожаров.

S. Yu. Karpov

ENSURING FIRE SAFETY OF TERRITORIES BASED ON THE ATLAS INFORMATION SYSTEM ON FIRES

The article discusses the use of modern geoinformation technologies in the fire safety activities of territorial government bodies. Conceptually, information indicators are proposed that can be placed on maps and with the help of which it will be possible to analyze the fire situation in the territory and develop a set of preventive measures.

Keywords: fire safety; fire investigation; fire expertise; fire; geoinformation support; fire prevention.

Обзор источников литературы в области применения АИС (атласные информационные системы), мультимедийных приложений, ГИС (геоинформационные системы) в деятельности органов МЧС России показал их успешное практическое применение в рамках прогнозирования ЧС, а также отображения необходимой информации для визуализации на карте, в части элемента поддержки принятия управленческого решения ЛПР (лицо принимающее решение) по вопросам ГОиЧС [1-4]. В настоящее время применение АИС и ГИС при расследовании и экспертизе пожаров не используется, так как нет специально разработанного приложения с соответствующей программно-информационной составляющей. В связи с чем автор предлагает рассмотреть концепцию и основные элементы модели применения геоинформационного обеспечения пожарной безопасности территорий на основе атласной информационной системы о пожарах. Включение дополнительных геоинформационных блоков, например, связанных с

© Карпов С. Ю., 2025

деятельностью органов расследования и деятельностью надзорных органов, позволит в режиме онлайн иметь заинтересованным лицам оперативную и важную информацию для формирования мер профилактического характера [5-9].

Обеспечение пожарной безопасности в современных условиях требует от органов исполнительной власти внедрения новых информационно-аналитических подходов, позволяющих на профилактическом уровне сформировать действенные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на вверенной территории. Несомненно, профилактические мероприятия имеют приоритет перед другими важными задачами с точки зрения стратегической и экономической позиции, поэтому рассматриваемые в статье вопросы актуальны и имеют практическую значимость. Сбалансированная концепция профилактики пожаров, а также снижение доли нарушений требований пожарной безопасности, базируется на анализе информации о пожарах, о тенденциях и причинах совершения правонарушений, о достаточности кадрового и ресурсного обеспечения и т.п. Это довольно большой объем информации, который собирается различными службами и, как правило, не имеет единой информационно- аналитической платформы для формирования визуальной среды и качественного картографического представления ключевых элементов пожарной безопасности на территории. Отображенная на карте специальная информация позволит учитывать различные особенности территории, а в совокупности с информацией о пожарах, поможет управленцам в решении многих задач по обеспечению пожарной безопасности, например, в части выработки действенных профилактических мер для снижения числа пожаров, гибели людей и т. п. Кроме этого, стоит отметить, что современные компьютерные технологии позволяют вывести на карту любую информацию, в том числе отобразить смоделированные прогнозы по различным ситуациям *(на основе статистических и экспертных данных по заранее разработанным расчетным алгоритмам и заданным условиям, базам)*. Данная позиция по развитию ГИС и АИС укладывается в перспективные планы по совершенствованию методов в обеспечении пожарной безопасности и внедрению компьютерных технологий в различные сферы по решению государственных задач [10-16].

При расследовании пожаров и производстве ПТЭ (пожарно-техническая экспертиза) сотрудники МЧС России собирают и анализируют большой объем информации, которая в последствии отображает действительную первопричину возникновения горения, механизм развития пожара, причинно-следственную связь, а также мотивы совершения преступлений. Вся эта информация очень полезна для аналитики и выработки мер профилактического характера. Обеспечение пожарной безопасности — это комплекс мер и правил, которые направлены на защиту людей и имущества от пожара. Вопрос обеспечения пожарной безопасности относится к важной функции государства, реализация которого происходит на местах с учетом территориальных особенностей и прогнозирования ситуаций с пожарами.

Заинтересованными лицами в обеспечении пожарной безопасности на территориальном уровне, могут выступать руководители муниципальной и региональной власти, правоохранительные и надзорные органы, а также бизнес сообщества и граждане. Соответствующий уровень пожарной безопасности достигается при совместной работе органов исполнительной власти, где ключевую роль играют органы МЧС России. Руководителю органа МЧС России, как и руководителю административной территории очень важно в режиме «онлайн» иметь информацию о текущем состоянии пожарной безопасности и мероприятиях, осуществляемых в рамках расследования и профилактики пожаров.

Для руководителя территории важно комплексно воспринимать отображение различных индикаторов и реальную обстановку с пожарами для эффективного управления имеющимися у него ресурсами, а также для финансового планирования затрат на обеспечение пожарной безопасности. В финансовом обеспечении приоритетное внимание необходимо уделять тем мероприятиям, реализация которых действительно повлияет на повышение уровня пожарной безопасности территории.

Для руководителя территориального подразделения ФГПН МЧС России отображение информации на карте позволяет эффективнее координировать работу своих подчиненных, а также анализировать информацию и мониторить причины снижения уровня пожарной безопасности. Суть предлагаемого автором подхода заключается в отображении на карте (с возможным последующим автоматическим прогнозным расчетом) данных о причинах и характеристику пожаров, а также о принятых мерах по результатам расследования. Нанесение на карте «термоточек» (пожаров) с их характеристиками позволит сформировать комплексное представление о плотности пожаров на территории, об основных причинах, о чистоте и времени возникновения, площади и последствии пожаров (дополнительно можно прикрепить фотографии с места пожара), функциональном назначении объектов, об эффекте реализованных профилактических и иных мероприятий по пожарной безопасности и т. п.

Для дознавателя МЧС России данное представление информации позволит оперативно обращаться через приложение в режиме онлайн, например, для отработки версий аналогичных «подчерков» совершения поджогов, возможных первопричин аварийных режимов работы электроснабжения (скачки напряжения, вывод из строя подстанций и т.п.), существующих на объекте нарушений требований пожарной безопасности (% выполнения предписания ФГПН) и т.п. Для лучшей информативности, формирование карты пожаров на территории должно сопровождаться различными знаками и цветовой палитрой, например, пожары в жилье обозначаться красной точкой, а на объектах с функциональным назначением Ф5 синей звездочкой и т.д. Кроме этого, для дознавателя будет полезным, если отображение информации на карте будет сопровождаться различными

запросами и выключением (включением) определенных слоев информации. При запросе определенной информации, например, о поджогах на промышленных объектах на карте должны быть выделены такие объекты и представлены сноски с информацией о пожаре.

Картографическая информация позволяет анализировать частоту, плотность и причины загораний, влияние различных факторов на масштабы последствий пожаров, причинно-следственную связь от реализации мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, а также выработку действенных мер по результатам качественного расследования пожаров. Базовая информация о пожарной безопасности и обстановке с пожарами позволяет:

- осуществлять мониторинг пожаров и последствие от них;
- осуществлять дополнительную информационно-аналитическую поддержку при расследовании пожаров и при формировании профилактических мероприятий;
- анализировать ситуацию с пожарами;
- размещенную информацию о пожаре в выноске, а также фотографии с места пожара, использовать как определённые архивные данные;
- осуществлять автоматизацию контроля сроков расследования пожаров, выполнения экспертиз и других мероприятий (организация контроля со стороны руководства органа дознания).

Так же представленная на карте информация упрощает, в некоторых случаях, взаимодействие между органами власти, например, в части оперативного представления (запросу) информации о пожаре (доступ к интерактивной карте предоставляется всем заинтересованным службам). Размещение на карте фотографий с места пожара позволяет проанализировать масштабы последствий и возможные траты на восстановительные работы или может быть дополнительной информацией необходимой в разрешении иных вопросов.

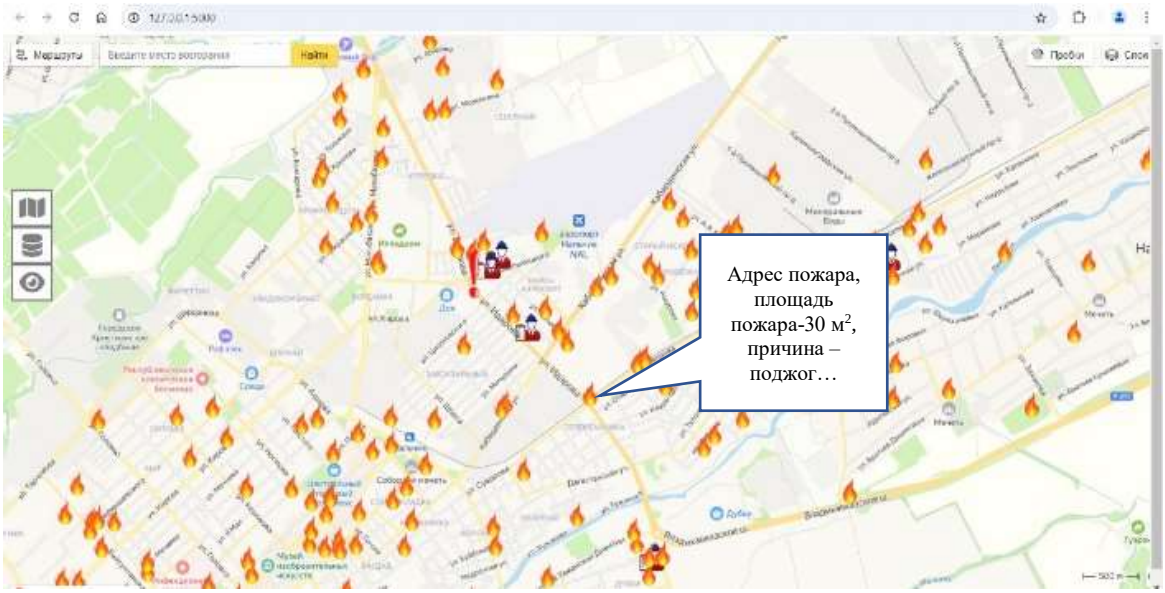


Рис. 1. Варианты отображения на карте «термоточек» и сносок с информацией о пожаре

В таблице автор представляет вариант основной информационной составляющей на карте, которая может быть представлена в виде сносок, фотографий или значков.

Таблица. **Размещаемая на картах информация в целях геоинформационного обеспечения пожарной безопасности территорий**

№ п/п	Отображаемая информация	Примечание
1.	Географические координаты «термоточек» (пожаров)	*-пожары на объектах Ф1 *-пожары на объектах Ф2 *-пожары на объектах Ф3 *-пожары на объектах Ф4 *-пожары на объектах Ф5 * -иные объекты *-ландшафтные пожары
2.	Места расположения исправного пожарного гидранта	
3.	В сносках каждой «термоточки» могут указывается: -дата и время сообщения о пожаре; адрес объекта пожара; площадь пожара в м^2; причина пожара; вынесенное процессуальное решений по	

№ п/п	Отображаемая информация	Примечание
	результатам расследования; % соотношение выполненных мероприятий предписания инспектора ФГПН; наличие и исправность систем АПС, СОУЭ, АУПТ; этажность здания; функциональное назначение объекта; этаж, на котором произошёл пожар; степень огнестойкости объекта; принятые меры профилактического характера; результативность мер профилактического характера по снижению количества пожаров и последствий от них; число погибших (травмированных) на пожаре; дата последнего посещения инспектором ГПН объекта; результаты выводов в заключении ПТЭ; фотографии с места пожара (минимум 5 фотографий)	

Геоинформационная поддержка в принятии управленческих решений органами исполнительной власти и, в частности, органами дознания МЧС России и органами муниципальной и региональной власти, регламентирована требованиями федерального законодательства о пожарной безопасности и документами в сфере информационных технологий и инновационного развития. Внедрения технологий ГИС с элементами специализированных баз данных в деятельности сотрудников МЧС России позволяет повысить их эффективность.

Заключение

Визуальное представление информации о пожарах на карте, с использованием технологий ГИС, позволяет решать многие задачи в деятельности органов ФГПН МЧС России. Разработка такого приложения позволит органам исполнительной власти на местах не только осуществлять контроль пожарной обстановки, но и вырабатывать действенные меры профилактического характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыженко Н.Ю. Использование геоинформационных систем в структурах МЧС России. Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016 С. 480 -484

2.Акимов В.А., Каримова Л.Р., Кутлугузин Ф.А. Весеннее половодье на территории республики Башкортостан как источник чрезвычайных ситуаций. применение ГИС технологий в целях предотвращения затопления. В сборнике: Физические явления и процессы в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Сборник трудов секции № 19 XXXII Международной

научно-практической конференции. ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России». Химки, 2022. С. 27-32.

3. Флегонтов А.В., Воронов Г.Б., Флегонтов А.А., Воронов А.Г. Основные методические подходы к моделированию оперативной обстановки чрезвычайной ситуации. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2022. Т. 66. № 6. С. 50-59.

4. Горбунов А.А., Иванов В.Г. Использование геоинформационных систем при принятии управленческих решений в единой Государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2015. № 2. С.71-76

5. Бурлов В.Г., Миронов А.Ю., Миронова А.Ю. Применение геоинформационной системы в профилактике, выявлении и доказывании административных правонарушений. Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2019 г. с. 126-146

6. Бахтеев Д.В., Леднев И.В. Географическое профилирование и геоинформационные системы в изучении и расследовании преступлений. Всероссийский криминалистический журнал 2023 г. С. 577 - 585

7. Дусева Н.Ю. Возможности использования глобальной навигационной системы в расследовании и предупреждении преступлений на современном этапе.: монография / Н. Ю. Дусева; Министерство внутренних дел Российской Федерации, Волгоградская академия. - Волгоград: ВА МВД России, 2018. 125 с.

8.Карпов С.Ю., Садовский В.В., Рахвалов Д.В. Определение территории обслуживания при расследовании пожаров на основе геоинформационного моделирования. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2022. Т. 24. № 6 (110). С. 141-153.

9.Карпов С.Ю. Прогнозирование оптимальной территории обслуживания с использованием геоинформационного моделирования. В сборнике: Проблемы управления безопасностью сложных систем. Материалы XXX международной конференции. Под общей редакцией А.О. Калашникова, В.В. Кульбы. Москва, 2022. С. 354-363.

10.Указ Президента РФ от 1 января 2018 г. № 2 “Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года”.

11.Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. №309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»

12.Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»

13.Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённая Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642;

14.Концепцией технологического развития на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р;

15.Федеральный закон от 4 августа 2023 г. № 478-ФЗ «О развитии технологических компаний в Российской Федерации»

16.Распоряжение Правительства Российской Федерации от 1 ноября 2013 г. № 2036-р «Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2025 года»

УДК 614.841

С. Ю. Карпов[1], А. Я. Понимаскин[1], Д. С. Карпов[2]
[1]ФГБУ ВНИИПО МЧС России
[2]ГУ МЧС России по г. Москве

К ВОПРОСУ О ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО РАССЛЕДОВАНИЮ И ЭКСПЕРТИЗЕ ПОЖАРОВ

В статье рассматриваются современные подходы к применению искусственного интеллекта (ИИ) в расследовании и экспертизе пожаров. Особое внимание уделено вопросам точности данных, предоставляемых ИИ, а также проблемам, связанным с интерпретацией результатов. Цель данной статьи — рассмотреть возможности применения ИИ на современном этапе в расследовании и экспертизе пожаров, оценить точность данных, предоставляемых ИИ, и разобраться в каких ситуациях могут возникать проблемные вопросы.

Ключевые слова: пожарная безопасность; расследование пожаров; экспертиза пожаров; пожар; искусственный интеллект; машинное обучение.

S. Yu. Karpov, A. Ya. Ponimaskin, D. S. Karpov

ON THE ISSUE OF THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE INVESTIGATION AND EXAMINATION OF FIRES

The article discusses modern approaches to the use of artificial intelligence (AI) in the investigation and examination of fires. Particular attention is paid to the accuracy of the data provided by AI, as well as problems related to the interpretation of the results. The purpose of this article is to consider the possibilities of using AI at the present stage in the investigation and examination of fires, to assess the accuracy of the data provided by AI, and in what situations problematic issues may arise.

Keywords: fire safety; fire investigation; fire expertise; fire; artificial intelligence; fire machine learning.

Введение

Пожары были и остаются одной из наиболее значимых угроз для безопасности жизни людей и сохранности материальных ценностей. Традиционные методы расследования пожаров, основанные на экспертных

© Карпов С. Ю., Понимаскин А. Я., Карпов Д. С., 2025

оценках и ручном анализе данных, зачастую требуют значительных временных и ресурсных затрат. Внедрение в эту область искусственного интеллекта открывает новые возможности для автоматизации процессов, повышения точности и скорости анализа. Однако использование искусственного интеллекта (далее ИИ) также сопряжено с рядом нюансов, включая вопросы достоверности данных, этических аспектов и необходимости интеграции с существующими методами (методиками) расследования и экспертизы. Авторы рассмотрят в статье вопросы доверия к ИИ в рамках расследования и экспертизы пожаров, а также возможного внедрения ИИ с учетом совершенствования технологий применения и проверки определенной точности предоставляемой информации.

Основная часть

Современный искусственный интеллект (программы, чат-боты и т.п.) имеет возможность самообучаться, поэтому решение некоторых служебных задач через чат-боты, позволяет специалистам-экспертам сократить время и получить приемлемо качественный результат (решение). Принцип самообучения ИИ позволит решить некоторые проблемные вопросы, связанные с несовершенством существующих экспертных методов и методик, в которых нуждается МЧС России. Для того, чтобы искусственный интеллект развивался, необходима не только хорошая логика модели, которая используется при решении конкретной задачи, но и цифровая информация, которая содержится в базах и архивных источниках. Чем больше качественной информации будет содержаться в интернете и чем чаще эксперты будут обоснованно предъявлять претензии (корректировать) к существующей модели, тем быстрее будут созданы (или откорректированы) общепринятые и обоснованные те или иные методы (методики) при решении различных задач в рамах обеспечения пожарной безопасности. В данной статье авторы рассмотрят некоторые вопросы расследования и экспертизы пожаров, в которых современный ИИ может быть использован сотрудниками как определенный «помощник».

Основные задачи дознавателя в расследовании пожаров сводятся к сбору информации об обстоятельствах возникновения пожара, его распространении, а также формировании доказательной базы о причине. Важным в этом процессе можно выделить первоначальные действия дознавателя по осмотру места пожара и опросу очевидцев [1]. По результатам первичной информации о пожаре дознаватель выдвигает и отрабатывает версии о причине пожара. В рамках осмотра места пожара на основе органолептических и инструментально-полевых методов исследования, определяется возможное место первоначального горения и «конструируется» возможный механизм возникновения горения. На этой стадии дознаватель нуждается в оперативной информационной поддержке, которая может содержать разные данные, например:

- справочные данные о пожарной опасности веществ и материалов, возможных условиях, при которых они могут воспламениться;

- принципиальные характеристики технологических процессов, их пожарной опасности;
- о характерных следах на веществах и материалах, при воздействии на них опасных факторов пожара (динамика изменения по цветовому признаку и степени разрушения (деформации) и т.п.);
- погодные и иные условия, которые могли бы повлиять на возникновение горения и распространение пожара (сводки о погодных условиях, ремонтные работы газовой службы и т.п.);
- всевозможные прогнозно-расчетные данные, например по возможности наступления взрывоопасных концентраций при использовании в помещении ЛВЖ, вероятности эвакуации людей при пожаре, расчете нагрузки на электрические сети и т.п.;
- справочная информация о нормативных требованиях по пожарной безопасности или комментарии к определенным статьям (действиям) уголовно-процессуального законодательства и т.п.;
- определенная информационно-аналитическая поддержка при отработке выдвигаемых версий о месте очага пожара, закономерностях и динамике распространения горения, степени вероятности той или иной причины пожара и т.п.;
- розыск подозреваемых на основе системы видеоаналитики распознавания людей по фотографии или фотопортрету (цифровая описательная фотография);
- при определенных разрешительных условиях устанавливать по биллингу смартфонов (иных электронных идентификационных устройств) круг лиц (и их идентификационные данные), которые в момент возникновения пожара могли находиться в зоне визуального контакта с объектом.

Современные компьютерно-информационные системы, в том числе ИИ глобально связан с сетью интернет, которая обладает различными функциями и содержит много недостоверной информации. Поэтому, у авторов есть несколько вопросов для размышления, например таких:

- какой круг вопросов в рамках расследования и экспертизы пожаров может дознаватель задавать ИИ? В рамках расследования пожаров, тем более, если возбуждается уголовного дело, информация по делу становится конфиденциальной (это и персональные данные участвующих лиц, и оперативная информация недопустимая к разглашению и т.п). Поэтому предоставляемая информация ИИ в некоторых случаях может отрицательно повлиять и на деятельность дознавателя, и на ход расследования по делу;
- может ли информация, выдаваемая ИИ или полученные на его основе выводы, являться доказательством по делу?
- адекватно ли используется компьютерное зрение в исследовательской части при осмотре места пожара (визуальное восприятие вещной обстановки, с целью дальнейшей обработки и исследования с последующим предоставлением интересующей информации);

- как проверить достоверность данных, а также, что делать с не интегрированными и нелегитимными методами экспертизы (не стандартизированными расчетными методиками (методами));

- одним из ключевых вопросов является ответственность за решения, принятые на основе данных ИИ. Кто будет нести ответственность, если алгоритм ошибется: разработчик системы, эксперт или организация, использующая ИИ?

- использование ИИ требует обработки больших объемов данных, включая персональные данные. Что создает риски нарушения конфиденциальности, а это требует разработки строгих мер защиты данных.

Безусловно, современное внедрение компьютерных технологий в рамках расследования и экспертизы пожаров, по логике должно способствовать повышению эффективности в деятельности дознавателя и эксперта [2-5]. Но на практике возникает множество вопросов, которые требуют определенных условий применения ИИ, а также дополнительной научно-технической проработки [6-10].

Теоретические и практические основы применения технологий искусственного интеллекта в расследовании и экспертизе пожаров можно представить в виде следующих блоков информации:

1. Машинное обучение (МО) позволяет анализировать большие объемы данных, включая статистику пожаров, метеорологические условия, материалы зданий и другие факторы. Алгоритмы МО могут выявлять закономерности, которые трудно обнаружить человеку, что способствует более точному определению причин возгораний. Например, нейронные сети могут классифицировать пожары по их причинам (электрические, химические, природные и т.д.) на основе данных с датчиков и видеозаписей (технологий «Умный город»). На основе первичных данных ИИ может генерировать гипотезы о возможных причинах пожара. Например, нейронные сети могут анализировать данные о температуре, влажности, наличии легковоспламеняющихся материалов и других факторов, чтобы предложить наиболее вероятные сценарии [11].

2. **Компьютерное зрение для анализа последствий пожаров.** Компьютерное зрение активно используется для анализа изображений и видео с мест пожаров. Алгоритмы могут автоматически определять зоны наибольшего повреждения, оценивать степень разрушения конструкций и идентифицировать потенциальные источники возгорания. Это особенно полезно в случаях, когда доступ к месту пожара ограничен или опасен для экспертов. Искусственный интеллект может быть использован на различных этапах расследования пожаров: от сбора и анализа первичных данных до формирования гипотез о причинах возгорания [12-14].

3. **Анализ больших данных для прогнозирования рисков** ИИ позволяет интегрировать данные из различных источников, таких как спутниковые снимки, данные с датчиков и социальных сетей, для

прогнозирования пожаров и оценки рисков. Например, системы на основе ИИ могут предсказывать вероятность возгорания в определенных районах на основе погодных условий, антропогенных факторов и исторических данных и т.п. ИИ способен обрабатывать большие объемы данных, включая фотографии, видео, показания свидетелей и данные с датчиков. Например, алгоритмы компьютерного зрения могут анализировать фотографии с места пожара, определяя зону первоначального возгорания и характер распространения огня.

Прогнозирование и предотвращение

ИИ также может использоваться для прогнозирования рисков возникновения пожаров на основе анализа данных и текущих условий. Это позволяет принимать превентивные меры и снижать вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций.

Точность данных, предоставляемых ИИ

Одной из ключевых проблем использования ИИ в расследовании пожаров является точность данных, которые он предоставляет. Алгоритмы ИИ зависят от качества и объема обучающих данных. Если данные нерепрезентативны или содержат ошибки, это может привести к некорректным выводам. Например, недостаточное количество данных о «редких» типах пожаров может привести к их неправильной классификации. ИИ может выдавать результаты, которые трудно интерпретировать даже для экспертов. Например, глубокие нейронные сети часто работают как "черный ящик", что затрудняет понимание того, как именно был сделан тот или иной вывод. Это создает проблемы для использования результатов ИИ в судебных разбирательствах, где требуется четкое обоснование выводов. Например, алгоритм может ошибочно определить причину пожара, если в его обучающей выборке отсутствуют примеры подобных случаев. Для повышения точности необходимо проводить валидацию результатов и тестирования моделей на разнообразных наборах данных, полученных с помощью ИИ. Также важно интегрировать ИИ с традиционными методами экспертизы, чтобы минимизировать риски ошибок.

Некоторые примеры применения ИИ в расследовании пожаров

Определение зоны возгорания. ИИ может анализировать фотографии и видео с места пожара, чтобы определить точку первоначального возгорания. Например, алгоритмы компьютерного зрения могут выявлять характерные признаки, такие как степень повреждения материалов, направление распространения огня и наличие специфических химических (термических) следов.

Анализ причин пожара. ИИ может использовать данные о материалах, присутствовавших на месте пожара, условиях окружающей среды и других факторах, чтобы предложить наиболее вероятные причины возгорания. Например, алгоритм может определить, что пожар возник из-за короткого замыкания, основываясь на данных о повреждении электропроводки. Также не исключено использование ИИ в части анализа материалов дела (при загрузке

текстовой и другой информации) на предмет достаточности доказательств при вынесении процессуального решения по делу и т.п.

Автоматизация отчетов. ИИ может автоматически генерировать отчеты о расследовании, включая описание места пожара, возможные причины и рекомендации по предотвращению подобных случаев в будущем. То есть голосовое сопровождение дознавателя или эксперта может быть оформлено в виде соответствующего процессуального документа.

В США и Европе ИИ активно используется для анализа данных о пожарах в городских условиях. Например, в Нью-Йорке система на основе ИИ анализирует данные о пожарах в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на инциденты и предотвращать их распространение.

Заключение

Искусственный интеллект открывает новые возможности для расследования и экспертизы пожаров, позволяя автоматизировать процессы и повышать точность анализа. Однако использование ИИ также сопряжено с рядом вызовов, включая вопросы точности данных, интерпретации результатов и этические аспекты. Для успешного внедрения ИИ в эту область необходимо дальнейшее развитие технологий, а также интеграция с традиционными методами экспертизы. Искусственный интеллект представляет собой мощный инструмент для расследования и экспертизы пожаров. Он способен значительно ускорить процесс анализа данных, повысить точность выводов и снизить зависимость от субъективного мнения экспертов. Однако использование ИИ требует осторожности и обязательной валидации его результатов. В будущем, с развитием технологий и улучшением качества данных, ИИ может стать неотъемлемой частью процесса расследования пожаров. На данном этапе информационно-технологического развития ИИ не может полностью заменить человеческий опыт и интуицию. Его выводы должны рассматриваться как вспомогательные, а не окончательные. Кроме того, ИИ может быть подвержен ошибкам, особенно в случаях, когда данные неполны или противоречивы. ИИ в расследовании пожаров может иметь ряд преимуществ:

- он может ускорить и автоматизировать процессы, тем самым сокращая время, необходимое для расследования;
- может повышать определенную точность и надежность за счет выявления скрытых закономерностей и связей;
- может использовать анализ данных для прогнозирования потенциальных преступлений и их местоположений и принимать упреждающие меры по предотвращению пожаров;
- обладает способностью идентифицировать и распознавать объекты, лица и звуки по аудио и видео записям, что в свою очередь позволяет в выявлении и идентификации доказательств.

При этом, в рамках расследования пожаров ИИ может иметь ограничения:

- необходимость постоянного обучения и совершенствования методов и методик (требует обучения на большом количестве данных – это трудоемкий и затратный процесс);
- ограниченность в принятии решений: ИИ может быть ограничен в нестандартных ситуациях, когда требуется творческое мышление и контекстное понимание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаров С.А., Плешаков В.В., Степанова И.А., Антипов Е.Г., Булгаков В.Г., Карпов С.Ю., Осипова Н.Г. Расследование и экспертиза пожаров. Учебное пособие / Сер. 76 Высшее образование. (1-е изд.) Москва, 2024.
2. Smith, A., & Johnson, B. (2023). AI and the Future of Fire Investigation. *Journal of Safety Research*, 75, 156-170.
3. Taylor, R. (2020). The Role of AI in Forensic Fire Analysis. *Forensic Science International*, 310, 110-120.
4. Купин А.Ф., Коваленко А.С. К вопросу о возможностях применения систем искусственного интеллекта при криминалистическом исследовании документов и их реквизитов. Теория и практика судебной экспертизы. 2023;18(4):28-35.
5. Чеснокова Е.В., Усов А.И., Омельянюк Г.Г., Никулина М.В. Искусственный интеллект в судебной экспертологии. Теория и практика судебной экспертизы. 2023;18(3):60-77.
6. Smith, J., & Brown, A. (2020). Artificial Intelligence in Fire Investigation: Challenges and Opportunities. *Journal of Fire Safety*, 45(3), 123-135.
7. Li, Y., & Zhang, W. (2020). Challenges in AI-Based Fire Investigation: A Technical Perspective. *Fire Safety Engineering*, 18(4), 301-315.
8. Карпов С.Ю., Понимаскин А.Я., Шишанова С.С. Инструментально-аналитический метод валидации расчетной методики моделирования пожара, предложения и рекомендации. Пожарная безопасность. 2022. № 2 (107). С. 63-71.
9. Кубасов И.А. Обеспечение доверия к искусственному интеллекту в судебной и правоохранительной деятельности. В сборнике: Искусственный интеллект и большие данные (big data) в судебной и правоохранительной системе: реалии и требование времени. материалы международной научно-практической конференции. Косшы, 2023. С. 253-260.
10. Карпов С.Ю., Понимаскин А.Я. Некоторые экспертные ошибки при производстве судебной пожарно-технической экспертизы. В сборнике: Экспертные ошибки: современные проблемы возникновения, выявления и профилактики. Материалы Международной научно-практической конференции. Москва, 2024. С. 71-76.
11. Zhang, L., & Wang, Y. (2019). Machine Learning for Fire Risk Assessment: A Review. Fire Technology, 55(2), 567-589.
12. Johnson, R. (2021). Computer Vision in Fire Investigation: Applications and Limitations. International Journal of Disaster Risk Reduction, 52, 101-112
13. Wang, J., & Li, Q. (2019). Deep Learning for Fire Scene Reconstruction. Journal of Computational Science, 33, 45-58. Ванг, Дж., и Ли, К. (2019).
14. Карпов С.Ю., Прус Ю.В. Индекс качества расследования пожаров. Безопасность труда в промышленности. 2024. № 9. С. 32-42.

УДК 614.84

А. А. Кондашов, Е. В. Бобринев, Е. Ю. Удавцова
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА РАДИУСА ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

Представлена компьютерная программа для расчета радиуса обслуживания подразделений пожарной охраны, создаваемых для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на предприятиях. Для определения радиуса обслуживания объектового подразделения пожарной охраны рассчитывается уровень пожарной опасности производственного объекта с учетом его тактико-технических характеристик и показателей пожарной опасности соответствующей отрасли производства. Также учитываются природно-климатические условия, состояние дорожной сети, плотность застройки территории производственного объекта.

Ключевые слова: подразделение пожарной охраны; пожарная опасность; радиус обслуживания; база данных; интегрированная среда программирования.

A. A. Kondashov, E. V. Bobrinev, E.Yu. Udavtsova

DEVELOPMENT OF A PROGRAM FOR CALCULATING THE SERVICE RADIUS OF A FIRE DEPARTMENT FACILITY

A computer program is presented for calculating the service radius of fire protection units created to extinguish fires and conduct emergency rescue operations at enterprises. To determine the service radius of the facility's fire protection unit, the fire hazard level of the production facility is calculated, taking into account its tactical and technical characteristics and fire hazard indicators of the relevant industry. The natural and climatic conditions, the condition of the road network, and the density of development of the territory of the production facility are also taken into account.

Keywords: fire department; fire hazard; service radius; database; integrated programming environment.

Введение. В [1] для определения области нормативного обслуживания территориальных подразделений пожарной охраны определен базовый радиус области нормативного обслуживания подразделения пожарной охраны. По аналогии с этим, в целях совершенствование методики расчета численности и технической оснащенности объектовых подразделений пожарной охраны, утвержденной приказом МЧС России от 15 октября 2021 г. № 700, разработаны предложения по нормированию количества и мест дислокации объектовых подразделений пожарной охраны и определен базовый радиус обслуживания, который установлен равным 5 км. Для формулирования предложений по определению расстояния от пожарного депо до объекта пожара и

© Кондашов А. А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., 2025

соответственно области обслуживания объектового подразделения пожарной охраны проведен сбор сведений по технико-экономическим и оперативным характеристикам производственных объектов, на которых созданы подразделения пожарной охраны [2]. Данные сведения использованы для расчета пожарной опасности производственного объекта, которая определяется исходя из его тактико-технических характеристик и уровня пожарной опасности соответствующей отрасли производства. Уровень пожарной опасности учитывается при расчете радиуса обслуживания объектового подразделения пожарной охраны. Кроме того, при определении радиуса обслуживания учитываются природно-климатические условия, состояние дорожной сети, плотность застройки территории производственного объекта, характер местности, в которой расположен производственный объект.

Изложение основного материала исследования. Для автоматизации процесса вычисления радиуса обслуживания объектовых подразделений пожарной охраны разработана компьютерная программа «Радиус обслуживания». Программа реализована с использованием языка программирования С++.

При разработке программного обеспечения использовалась интегрированная среда программирования (IDE) C++ Builder компании Borland Software [3]. Работа с базой данных реализована с использование Borland Data Engine (BDE).

Блок-схема программы «Радиус обслуживания» представлена на рис. 1.

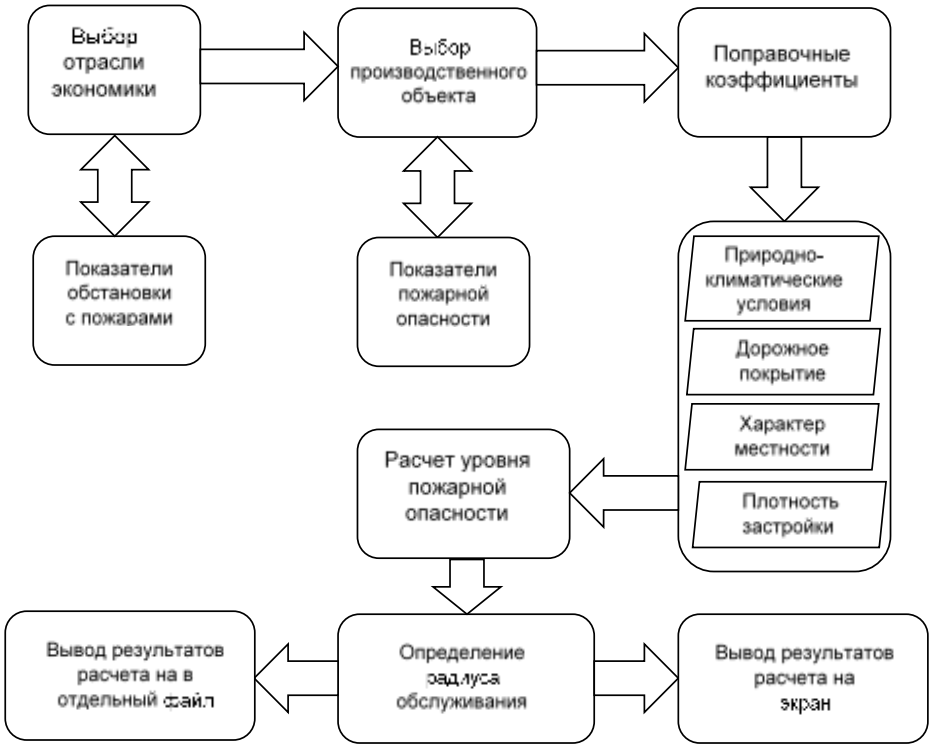


Рис. 1. Блок-схема программы «Радиус обслуживания»

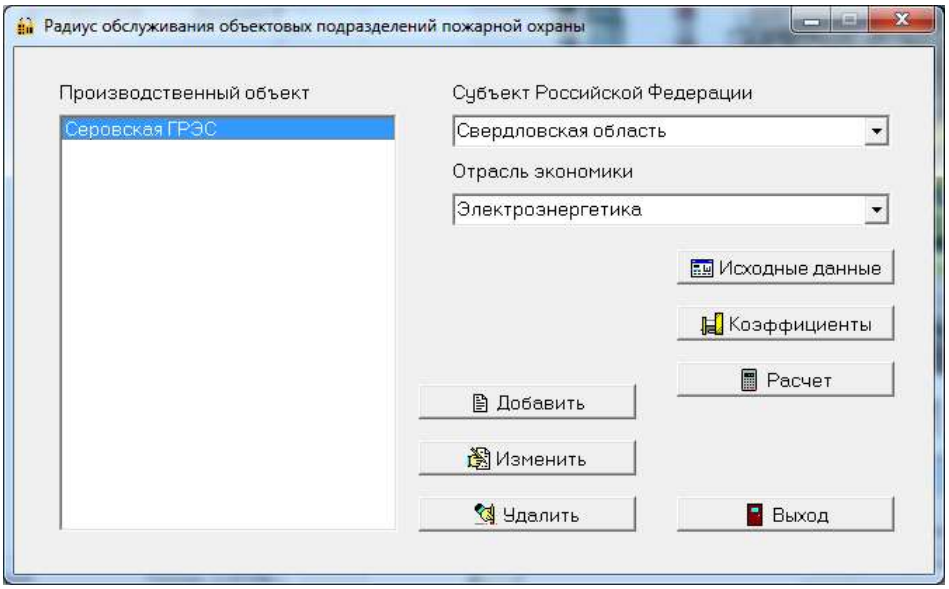


Рис. 2. Главное окно программы «Радиус обслуживания»

В главном окне программы (рис. 2) задается субъект Российской Федерации и отрасль экономики, к которой относится производственный объект. Для выбранной отрасли экономики задаются необходимые для расчета показатели (кнопка «Исходные данные»).

Для заданного субъекта и выбранной отрасли экономики в левой части главного окна выбирается производственных объект или задается новый. Для выбранного производственного объекта задаются показатели, характеризующие уровень пожарной опасности (кнопка «Добавить»).

Для расчета ресурсов объектового подразделения пожарной охраны используются поправочные коэффициенты (кнопка «Коэффициенты»), учитывающие

- уровень пожарной опасности;
- природно-климатические условия;
- плотность застройки;
- состояние дорожной сети с учетом типа дорожного покрытия и характера местности.

Значения коэффициентов, заданных по умолчанию, можно изменить, вызвав соответствующее окно (рис. 3).

При нажатии кнопки «Расчет» открывается окно, в котором отображаются расчетные значения (рис. 4):

- уровня пожарной опасности;
- поправочных коэффициентов.

В нижней части окна выводится расчетное значение радиуса обслуживания объектового подразделения пожарной охраны.

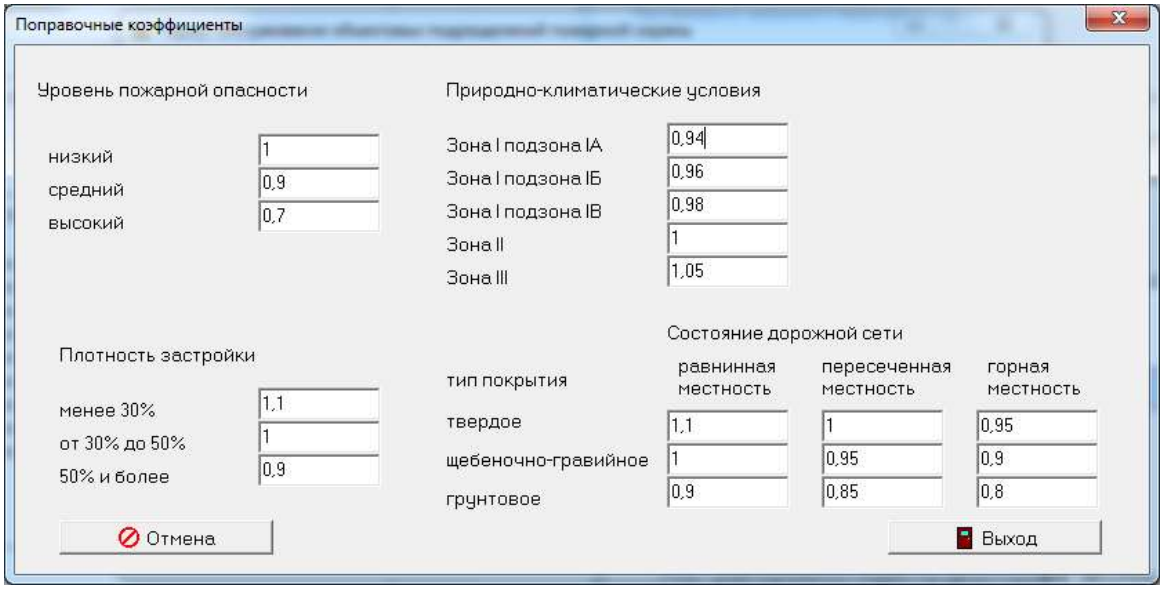


Рис. 3. Окно изменения значений поправочных коэффициентов

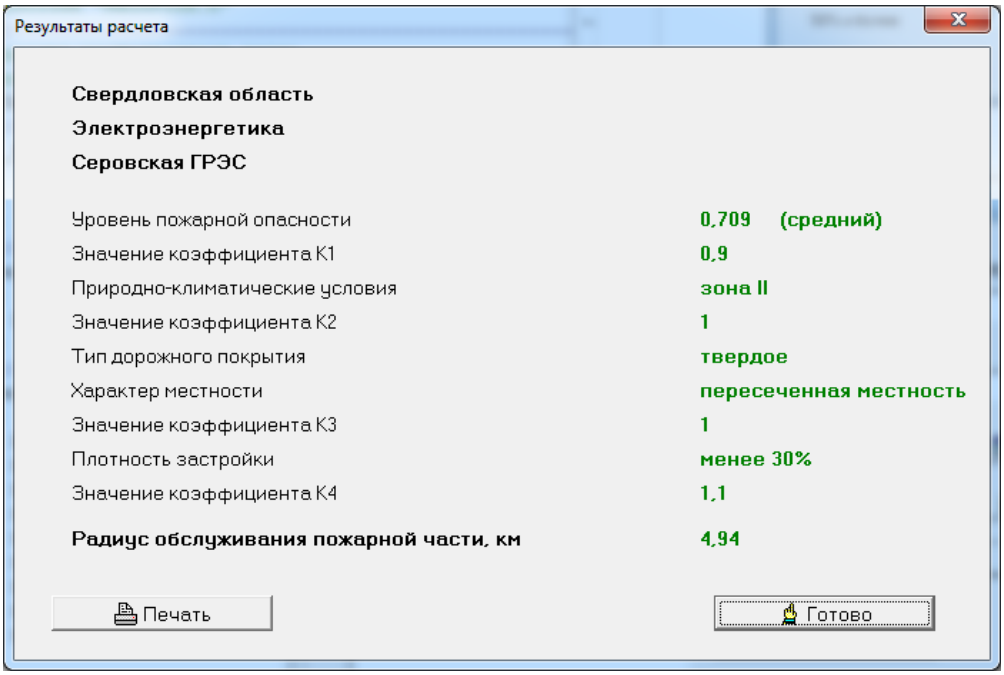


Рис. 4. Окно с результатами расчета радиуса обслуживания

Результаты расчета вместе с исходными данными можно экспортировать в отдельный файл в формате Microsoft Word или отправить на печать.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Разработана программа «Радиус обслуживания», предназначенная для автоматизации процесса расчета радиуса обслуживания объектовых подразделений пожарной охраны с учетом уровня пожарной опасности производственного объекта. Значения радиуса обслуживания могут быть использованы для определения границ области обслуживания действующих объектовых подразделений пожарной охраны, а также для определения необходимого количества и мест

размещения вновь создаваемых подразделений. Дальнейшее развитие программа предполагается по мере внесения изменений в методику расчета численности и технической оснащенности объектовых подразделений пожарной охраны, утвержденную приказом МЧС России от 15 октября 2021 г. № 700.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маштаков В.А., Стрельцов О.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А. Определение области нормативного обслуживания подразделения пожарной охраны // Безопасность жизнедеятельности. 2024. № 1. С. 52-56.

2. Марахов П.А., Порошин А.А., Стрельцов О.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю. Формирование информационной базы для расчета ресурсного обеспечения пожарной охраны по защите организаций от пожаров // Современные проблемы гражданской защиты. 2024. № 3(52). С. 22-29.

3. C++Builder Developer's Guide: Product Documentation Wikis: [сайт]. – URL: https://docwiki.embarcadero.com/RADStudio/Syney/en/C%2B%2BBuilder_Developer%27s_Guide (дата обращения: 17.01.2025).

УДК 004.832

В. С. Коновалова, Н. А. Ваганов
Ивановский государственный политехнический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ ДЛЯ ПОДБОРА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С помощью нейросетей проведен подбор нормативной документации по экологической и пожарной безопасности строительных материалов. Нейросети допускают ошибки в названиях документов, приводят недействующие ГОСТы, выдают списки несоответствующих предметной области нормативно-правовых актов. Нейросети могут упростить ручной поиск информации, но выдаваемые ими результаты нужно перепроверять.

Ключевые слова: нейросетевой поиск; подбор документов; нормативная документация; экологическая безопасность; экологичность материала; пожаробезопасность материала.

V. S. Konovalova, N. A. Vaganov

THE USE OF NEURAL NETWORKS FOR THE SELECTION OF REGULATORY DOCUMENTATION ON ENVIRONMENTAL AND FIRE SAFETY OF BUILDING MATERIALS

© Коновалова В. С., Ваганов Н. А., 2025

With the help of neural networks, the selection of regulatory documentation on environmental and fire safety of building materials was carried out. Neural networks make mistakes in the names of documents, cite invalid GOST standards, and issue lists of regulatory legal acts that do not correspond to the subject area. Neural networks can simplify manual information search, but the results they produce need to be rechecked.

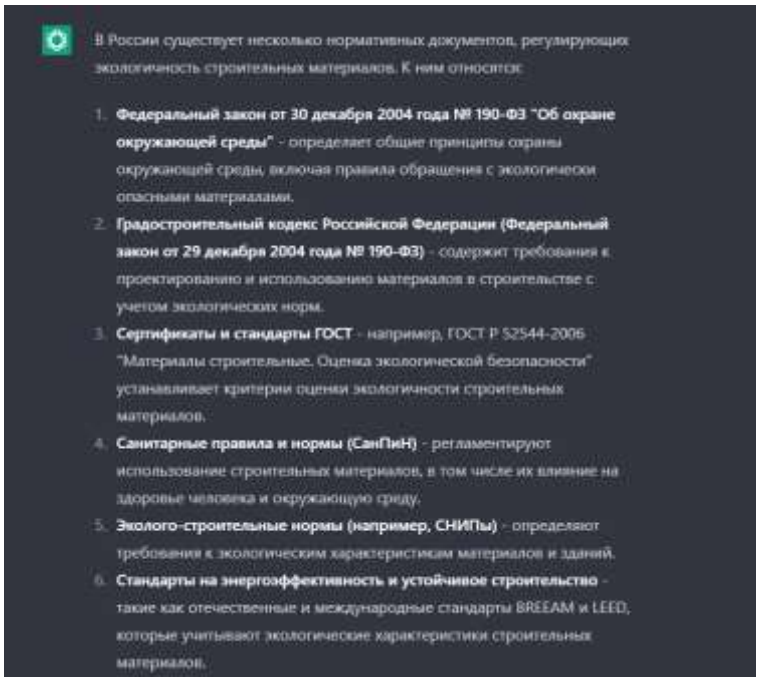
Keywords: neural network search; search of documentation; regulatory documentation; environmental safety; environmental friendliness of the material; fire safety of the material.

Все строительные материалы должны соответствовать требованиям и нормам экологической и пожарной безопасности, которые изложены в государственных и международных стандартах, СанПиН, СП, федеральных законах и других документах. Разработка новых строительных материалов и улучшение характеристик и свойств существующих изделий и материалов для строительства также должны проводиться с учетом экологичности и пожаробезопасности [1-6].

Поскольку перечень нормативных документов, устанавливающих требования по экологической и пожарной безопасности строительных материалов и изделий из них, достаточно широк, нужны эффективные инструменты для работы с ними, начиная с подбора, а затем и при их анализе. Одним из таких инструментов являются нейросети, которые быстро осуществляют поиск информации, анализируют данные, делают заключения и составляют рекомендации. Однако при работе с нейросетями нужно иметь в виду, что они могут выдавать некорректную информацию, в том числе и «выдуманную», что называется «нейросетевыми галлюцинациями».

Целью работы является оценка возможности применения нейросетей для подбора нормативно-правовой документации, содержащей требования к строительным материалам в части их экологической и пожарной безопасности. Нейросетям ChatGPT, DeepSeek и Алиса, представляющим собой чат-боты на основе искусственного интеллекта, были заданы текстовые запросы на подбор документов об экологичности и пожарной безопасности строительных материалов.

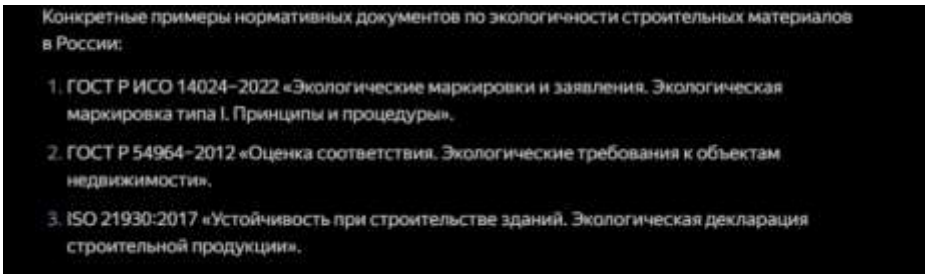
ChatGPT на запрос «Найди нормативные документы по экологичности строительных материалов в России» не выдал конкретики по ГОСТам, СНиПам и СанПиНам. Указанный ФЗ «Об охране окружающей среды» на самом деле имеет № 7 от 10.01.2002 г. Тот же номер ФЗ № 190 указан в п. 2, где он корректно соответствует Градостроительному кодексу. ГОСТ Р 52544-2006 имеет название «Прокат арматурный свариваемый периодического профиля классов А500С и В500С для армирования железобетонных конструкций. Технические условия».



В России существует несколько нормативных документов, регулирующих экологичность строительных материалов. К ним относятся:

1. **Федеральный закон от 30 декабря 2004 года № 190-ФЗ "Об охране окружающей среды"** - определяет общие принципы охраны окружающей среды, включая правила обращения с экологически опасными материалами.
2. **Градостроительный кодекс Российской Федерации (Федеральный закон от 29 декабря 2004 года № 190-ФЗ)** - содержит требования к проектированию и использованию материалов в строительстве с учетом экологических норм.
3. **Сертификаты и стандарты ГОСТ** - например, ГОСТ Р 52544-2006 "Материалы строительные. Оценка экологической безопасности" устанавливает критерии оценки экологичности строительных материалов.
4. **Санитарные правила и нормы (СанПиН)** - регламентируют использование строительных материалов, в том числе их влияние на здоровье человека и окружающую среду.
5. **Эколого-строительные нормы (например, СНИПы)** - определяют требования к экологическим характеристикам материалов и зданий.
6. **Стандарты на энергоэффективность и устойчивое строительство** - такие как отечественные и международные стандарты BREEAM и LEED, которые учитывают экологические характеристики строительных материалов.

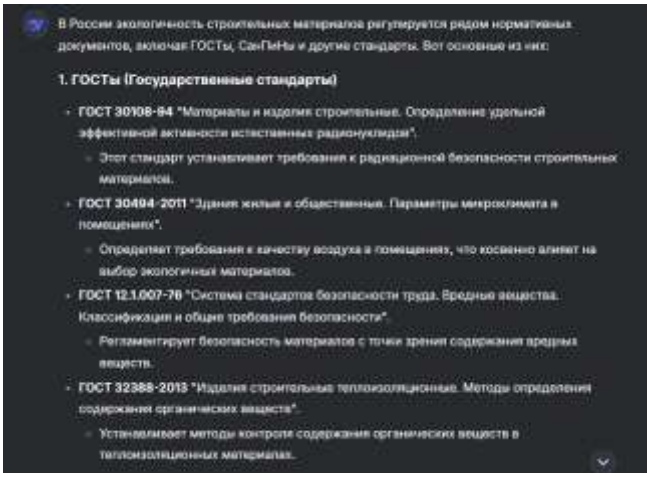
Алиса на запрос «Найди нормативные документы по экологичности строительных материалов в России» содержит одну ошибку: ГОСТ Р 54964-2012 был обновлен и заменен на ГОСТ Р 54964-2023. Документов приведено не много, но они соответствуют предметной области.

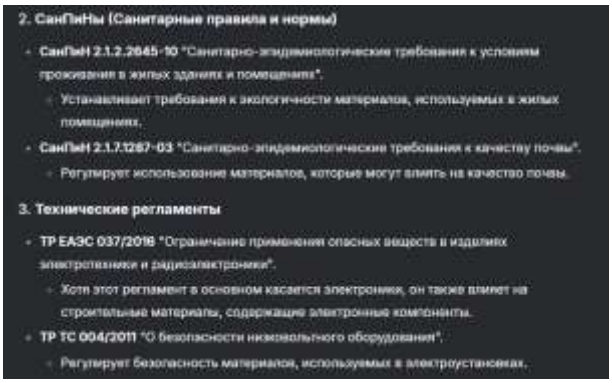


Конкретные примеры нормативных документов по экологичности строительных материалов в России:

1. ГОСТ Р ИСО 14024–2022 «Экологические маркировки и заявления. Экологическая маркировка типа I. Принципы и процедуры».
2. ГОСТ Р 54964–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».
3. ISO 21930:2017 «Устойчивость при строительстве зданий. Экологическая декларация строительной продукции».

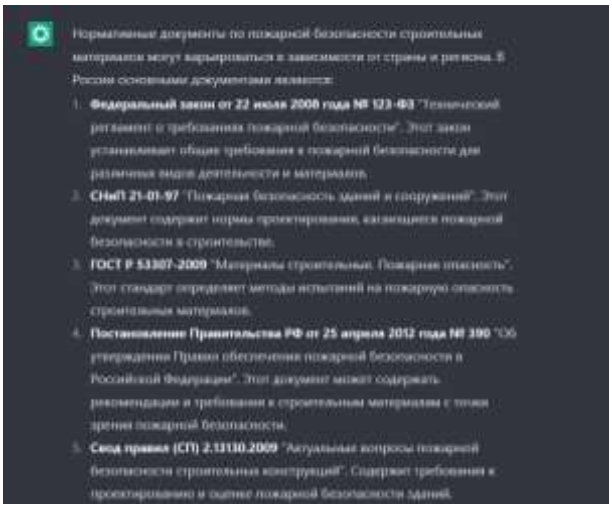
Ответ DeepSeek на запрос: «Найди нормативные документы по экологичности строительных материалов в России» содержит много ошибок. Технические регламенты не соответствуют предметной области. ГОСТ 32388-2013 имеет название «Трубопроводы технологические. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия». При этом имеется ГОСТ 31430-2011 «Изделия теплоизоляционные, применяемые в строительстве. Метод определения содержания органических веществ».





СанПиН 2.1.2.2645-10 и СанПиН 2.1.7.1287-03 отменены, вместо них действуют СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» и на СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

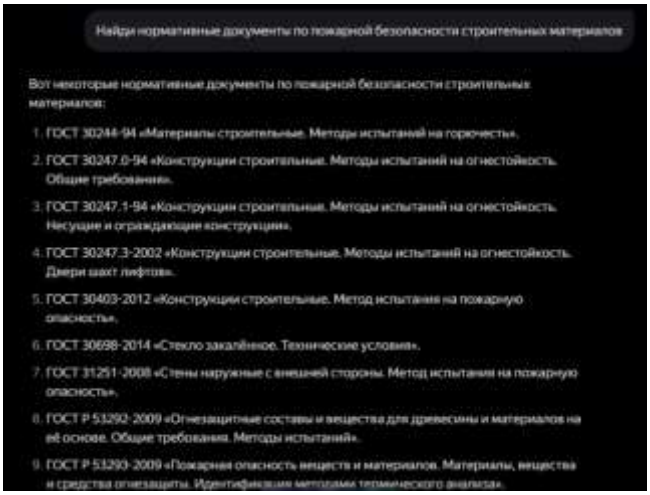
На запрос «Найди нормативные документы по пожарной безопасности строительных материалов» ChatGPT дал ответ с ошибками по всем пунктам. СНиП 21-01-97 носит актуальное название СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

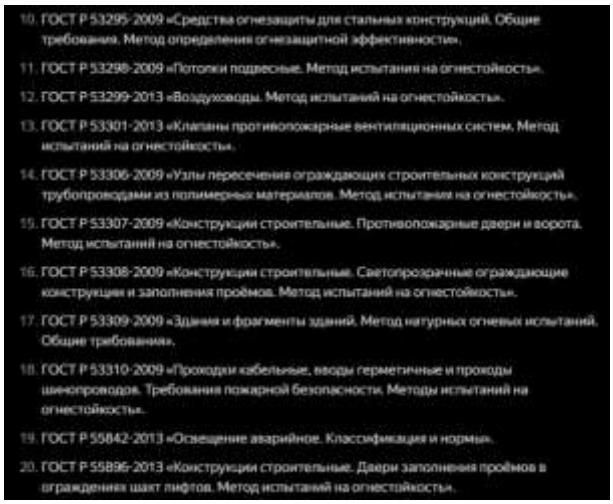


ГОСТ Р 53307-2009 называется «Конструкции строительные. Противопожарные двери и ворота. Метод испытаний на огнестойкость». Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 23.04.2020) имеет название «О противопожарном режиме» (вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации»). СП 2.13130.2009

называется «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» и был заменен дважды, актуальная версия СП 2.13130.2020.

На запрос «Найди нормативные документы по пожарной безопасности строительных материалов» Алиса дала ответ, содержащий много ГОСТов, среди которых ГОСТ Р 53299-2013 обновлен на ГОСТ Р 53299-2019, ГОСТ 53301-2013 обновлен на ГОСТ 53301-2019, ГОСТ Р 53308-2009 отменен, вместо него действует ГОСТ 30247.4-2022. В целом, список корректен и актуален.

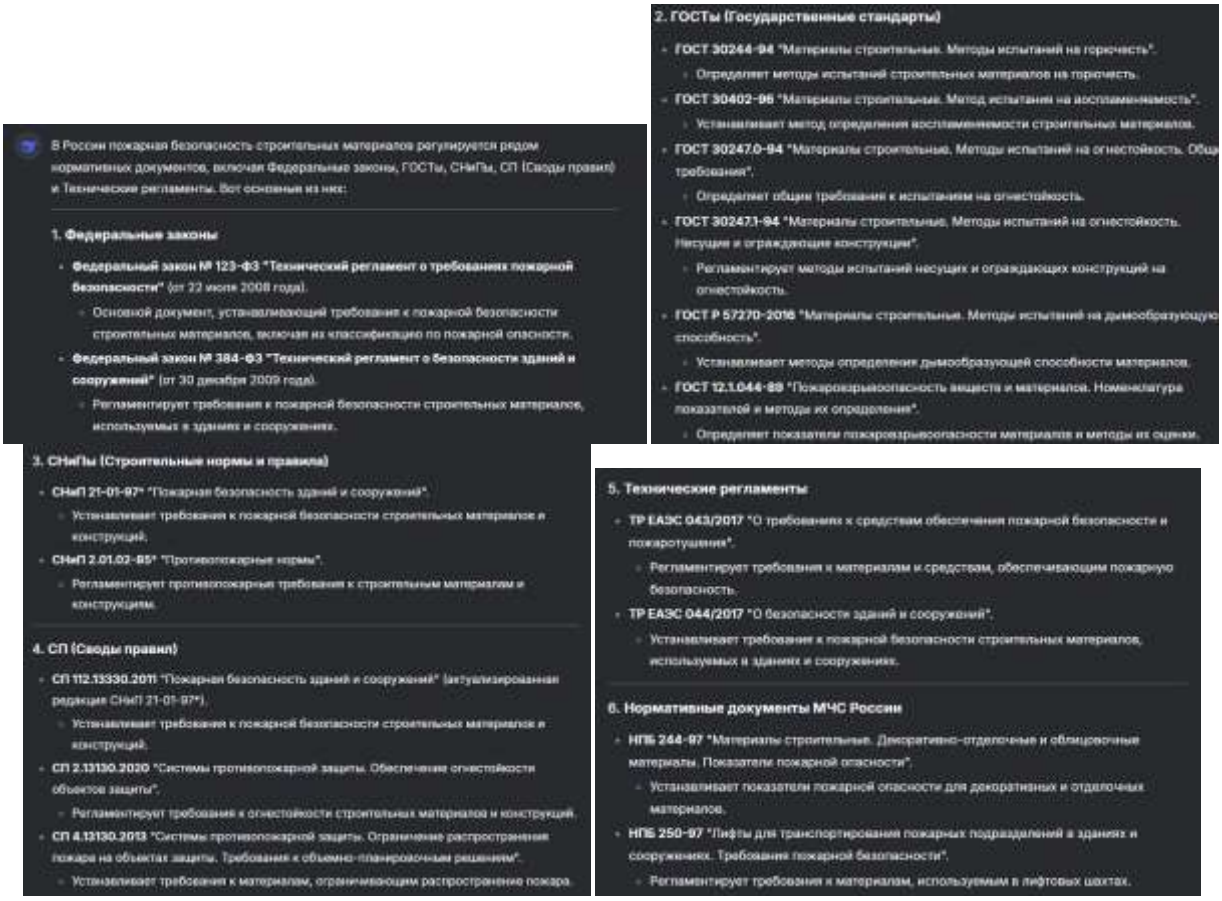




Ответ DeepSeek на запрос «Найди нормативные документы по пожарной безопасности строительных материалов» содержит большое количество ошибок. ГОСТ 30247.0-94 имеет название «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования». ГОСТ 30247.1-94 имеет название «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции». По этим двум ГОСТам нейросеть неверно переводит часть названия на английском «Elements of building constructions». ГОСТ Р 57270-2016 называется «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть». СНиП 21-01-97 вошел в СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений». СНиП 2.01.02-85 заменен на СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений». Ниже в списке нейросеть как раз приводит этот документ. ТР ЕАЭС 044/2017 называется «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду» и не соответствует предметной области. НПБ 244-97 отменен Постановлением Правительства РФ от 11.07.2020 № 1034.

Из полученных результатов ясно, что каждая нейросеть проводит поиск информации по определенной области Интернета и на том языке, на котором она обучалась и который в ней заложен по умолчанию. ChatGPT разработан американской компанией OpenAI, чат-бот DeepSeek создан китайской компанией, и следует полагать, что они осуществляют поиск по англоязычной части Интернета. Алиса является российской разработкой, поэтому она лучше справилась с подбором нормативных документов, действующих на территории РФ. Многие из замененных и обновленных документов были пересмотрены в

2021 году, из чего можно заключить, что нейросетевой поиск проводился по базам данных, в основном актуальных на конец 2020 года. Все выдаваемые нейросетевыми чат-ботами данные требуют проверки ввиду неактуальности и возможной фальсификации информации.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильева Е.Ю. Особенности проектирования инновационных строительных материалов на современном этапе развития отрасли // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. Вып. 12. С. 1757-1765.

2. Черкесов М.Т. Экологическая безопасность строительных материалов // NovaInfo, 2017. № 59. С. 104-109.

3. Гайдай М.Ф. Разработка экологически безопасной технологии производства строительной керамики с применением отходов угледобычи (терриконов) // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2016. № 1. С. 79-100.

4. Дурдымырадов М., Аннаев Х., Ашырдурдыев А. Разработка и применение экологически чистых строительных материалов и технологий: шаг к устойчивому строительству // Вестник науки. 2024. № 6 (75). Т. 3. С. 1693-1696.

5. Zhao J., Tong L., Li B., Chen T., Wang C., Yang G., Zheng Y. Eco-friendly geopolymer materials: A review of performance improvement, potential application and sustainability assessment // Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 307. Article ID 127085.

6. Thevega T., Jayasinghe J.A.S.C., Robert D., Bandara C.S., Kandare E., Setunge S. Fire compliance of construction materials for building claddings: A critical review // Construction and Building Materials. 2022. Vol. 361. Article ID 129582.

УДК 614.841.2

С. С. Косицкий, М. А. Заболотских, Д. Ю. Репин
Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения ВС РФ) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева

ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

В статье приводится обзор программных продуктов для расчета и прогнозирования опасных факторов пожара (ОФП) в соответствии с актуальной нормативно-технической документацией в сфере обеспечения пожарной безопасности на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: опасные факторы пожара; математическая модель пожара; программный продукт; прогнозирование динамики ОФП.

S. S. Kositskiy, M. A. Zabolotskikh, D. Yu. Repin

OVERVIEW OF FIRE HAZARD ASSESSMENT SOFTWARE

The article provides an overview of software products for calculating and predicting fire hazards in accordance with current regulatory and technical documentation in the field of fire safety in the Russian Federation.

Keywords: fire hazards; mathematical model of fire; software product; forecasting the dynamics of fire hazards.

Пожарные риски на территории Российской Федерации требуют постоянного совершенствования систем профилактики и просвещения в области пожарной безопасности. За последние пять лет наблюдается тревожная тенденция: количество пожаров увеличилось на 4,6 %, материальный ущерб – на 14,5 %, а число погибших возросло на 5,6 % [1–3]. Резонансные случаи, такие как пожары в клубе «Хромая лошадь» (2009 год, г. Пермь), ТРЦ «Зимняя вишня» (2018 год, г. Кемерово) и ТРЦ «Крокус Сити Холл» (2024 год, г. Москва), подчеркивают необходимость внедрения инновационных подходов и решений для минимизации пожарного риска. Данная проблема нашла отражение: Указом Президента Российской Федерации от 16 октября 2019 г.

© Косицкий С. С., Заболотских М. А., Репин Д. Ю., 2025

№ 501 была разработана федеральная стратегия [4], предусматривающая привлечение аппаратных и программных комплексов для моделирования и оптимизации противопожарной деятельности специализированных служб и органов.

Современные цифровые технологии и методы моделирования позволяют оптимизировать объемно-планировочные, пространственные и конструктивные решения в строительстве, организовать эффективные системы эвакуации и обеспечить адекватную противопожарную безопасность объектов. Использование передовых программных продуктов для анализа причин пожара, динамики его распространения и локализации очага возгорания предоставляет ценные модельно-аналитические данные. Эти данные имеют широкое применение не только в судебной пожарной экспертизе, но и в разработке мер по повышению противопожарной профилактики. Фундамент программных моделей составляют математические уравнения, описывающие физику пожара. Поэтому развитие математического аппарата для учета всех возможных физических проявлений опасных факторов пожара является актуальной задачей. Это позволит совершенствовать и оптимизировать программное обеспечение для моделирования пожаров и пожароопасных ситуаций.

В настоящее время в области противопожарной профилактики применяются численно-моделирующие программные комплексы [5], основанные на фундаментальной математической теории. Эта теория получила государственную поддержку в виде нормативно-регуляторного документа [6], регламентирующего применение конкретных математических моделей в зависимости от условий моделирования. Несмотря на это, существуют модели, не являющиеся универсальными и требующие дальнейшего развития. Это обусловлено упрощением ряда физических процессов, таких как динамика скорости газификации и теплового потока в очаге горения. Таким образом, возникает необходимость в системном подходе в системном подходе к выбору и назначению оптимального программного комплекса, который позволит получать приближенные к реальности данных о динамике опасных факторов пожара на объекте возгорания с учетом разработанной математической теории прогнозирования параметров пожаров.

Опасные факторы пожара (ОФП) представляют собой химические процессы, возникающие при возгорании и развитии пожара, которые несут угрозу как для самого объекта, так и для находящихся на нем людей. ОФП, в соответствии с классификацией № 123-ФЗ [7], ГОСТ 12.1.044-91 [8], проявляются такими характерными факторами как: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму [9].

Динамика ОФП описана математической теорией, предполагающей использование трех выделенных детерминантных математических моделей: интегральной, зонной и полевой. Применение этих моделей для

прогнозирования динамики ОФП на реальных объектах или объектах, близким к ним по характеристикам, представляет собой чрезвычайно сложный процесс. В связи с этим был разработан ряд программно-численных адаптаций указанных моделей, которые в настоящее время служат основой для развития соответствующих отраслевых программных комплексов [10]. Перечень - обзор отечественных и зарубежных адаптированных моделей, являющихся фундаментом для создания современных программных продуктов, представлен в таблице.

Таблица. **Перечень-обзор отечественных и зарубежных адаптированных моделей**

<table>
<tr><th colspan="2">Зарубежные</th><th>Отечественные</th></tr>
<tr><th>Наименование адаптивной модели, авторство</th><th>Применяемая математическая модель</th><th>Наименование адаптивной модели, авторство</th></tr>
<tr><td>• BISTRA, Physibel (Бельгия)
• BRANZ TR8/TR9, BRANZ (Новая Зеландия)
• SAFIR, Universite de Liege (Бельгия)
• VOLTRA, Physibel (Бельгия)</td><td>Интегральная модель</td><td rowspan="3">• ПК Пиротек, СИТИС (Екатеринбург)
• RiskManager, НОРДСОФТ (Иваново)
• Fenix+^{3}, Современные программные технологии (Нижний Новогород)
• Urban, Инвест Лайн (Краснодар)
• Фогард, Интернэкс (Москва)
• Сигма ПБ, 3к-эксперт (Красноярск)</td></tr>
<tr><td>• BRANZFIRE, BRANZ (Новая Зеландия)
• CRAST/FAST, NIST (США)</td><td>Зонная модель</td></tr>
<tr><td>• FDS, NIST (США)/ VTT (Финляндия)
• Kameleon FireEX, ComputIT (Норвегия)
• SMARTFIRE, FSEG (Великобритания)</td><td>Полевая модель</td></tr>
</table>

Программные продукты, применяемые на территории Российской Федерации для прогнозирования динамики ОФП должны соответствовать требованиям нормативных методик расчета [9,11].

Моделирование динамики развития пожаров на объектах различного назначения с использованием современных программных продуктов позволяет с высокой точностью прогнозировать место и время возможного возгорания. Эти программы дают возможность моделировать развитие и тушение пожара, учитывая применение систем пожаротушения. Трехмерная визуализация процессов помогает пользователю наблюдать за развитием опасных факторов пожара, что способствует более глубокому пониманию процесса и принятию обоснованных решений. Интегрированные модули программного обеспечения анализируют обстановку на месте пожара, решая системы дифференциальных уравнений, описывающих динамику развития пожара.

Таким образом, комплексный подход, реализованный в современных программных продуктах, способствует совершенствованию систем противопожарной защиты зданий и внедрению новых методов обнаружения и сбора информации о параметрах пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информ. – аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС Россия, 2024. 110 с.
2. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2023 г. [Текст]: Государственный доклад / МЧС России. М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2024. 289 с.
3. Официальный сайт Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: mchs.gov.ru/ (дата обращения: 08.02.2025).
4. Стратегия в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 16 октября 2019 № 501 «О Стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года» / Президент Российской Федерации. – Собрание законодательства Российской Федерации, № 42 (ч. III), 21.10.2019, ст.5892 // Официальный интернет-портал правовой информации: Режим доступа [сайт]: pravo.gov.ru, 16.10.2019, N 0001201910160046; docs.cntd.ru / (дата обращения: 09.02.2025).
5. Сухотина М.Л. Программные комплексы, используемые для определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Текст] / М.А. Сухотина, Н.В. Тихонова // Пожаровзрывобезопасность, 2012. № 4. Т. 21. С. 46–49.
6. Моторыгин Ю.Д. Моделирование пожароопасных режимов в электросети автомобилей для принятия решения при проведении пожарно-технической экспертизы // Пожаровзрывобезопасность, 2016. Т. 25. № 9. С. 45–51.
7. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст]: Федеральный закон (ФЗ) от 22 июля 2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 25 декабря 2023 года)» / Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации. Собрание законодательства Российской Федерации. № 30. 28.07.2008 (ч. I), ст. 3579 // Российская газета N 163, 01.08.208 // Парламентская газета, N 47-49, 31.07.2008 (без приложения) // Режим доступа [сайт]: docs.cntd.ru / (дата обращения: 09.02.2025).
8. ГОСТ 12.1.004-2018 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1) [Текст]: (Государственный стандарт) / Комитет стандартов, мер и измерительных приборов

при Совмине СССР. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2006 // Режим доступа [сайт]: docs.cntd.ru / (дата обращения: 10.02.2025).

9. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении [Текст]: Учеб. Пособие / Ю.А. Кошмаров [и др.]. М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. 126 с.

10. Алексеева Е.И. Обзор компьютерных программ моделирования динамики пожара в зданиях [Текст] / Е.И. Алексеева // БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ, 2017, Лесниково, 25–26 мая 2017 года, 2017. С. 377–380.

11. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [Текст]: Приказ МЧС России от 26 июня 2024 № 533 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» // Режим доступа [сайт]: docs.cntd.ru / (дата обращения: 09.02.2025).

УДК 614.8.084

А. С. Котосонов
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ИНДЕКСОВ ПОДВЕРЖЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН ПРИРОДНЫМ ПОЖАРАМ

В статье приводится подход определения индекса подверженности территории субъекта Российской Федерации природным пожарам, основанный на международном методе определения интегрального метода ИНФОРМ (INFORM – index for risk-management). Представлены результаты апробации предложенного метода с использованием данных Рослесхоза на примере Республики Татарстан.

Ключевые слова: индекс подверженности; индекс риска; метод ИНФОРМ; чрезвычайная ситуация; природный пожар.

A. S. Kotosonov

DETERMINATION OF CALCULATED INDICES OF EXPOSURE OF THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN TO WILDFIRES

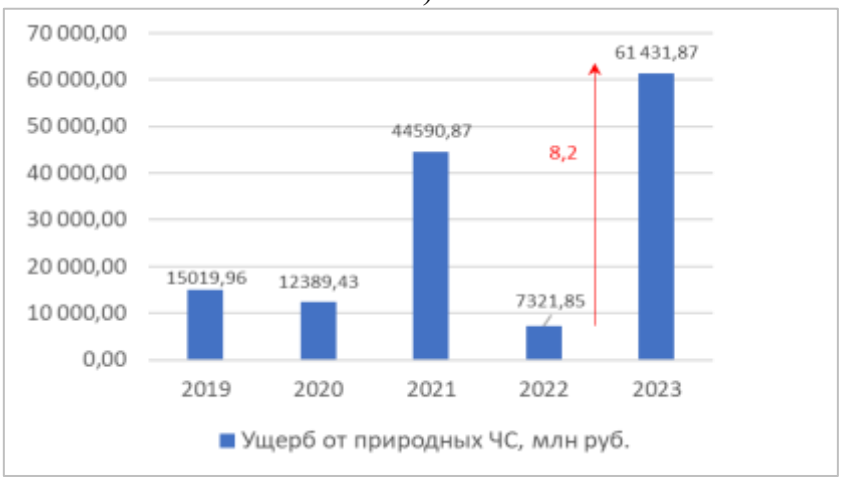
The article presents an approach to determining the index of exposure of the territory of a subject of the Russian Federation to natural fires, based on the international method of determining the integral INFORM method. The results of the approbation of the proposed method using ISDM-Rosleskhoz data on the example of a pilot subject of the Russian Federation (the Republic of Tatarstan) are presented.

Keywords: exposure index; risk index; metod INFORM; emergency; natural fire

© Котосонов А. С., 2025

На территории Российской Федерации за последние пять лет (2019-2023) по данным Государственных докладов о состоянии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций наблюдается увеличение количества природных чрезвычайных ситуаций, которые нарушают условия жизнедеятельности, приводят к гибели людей и значительному материальному ущербу. Количество природных ЧС в 2023 г., по сравнению с 2022 выросло более чем в 1,5 раза, а материальный ущерб, причиненный в результате этих ЧС в 2023 г., по сравнению с 2022 г. вырос более чем в 8 раз (рис.1) [1].

а)



б)

Рис. 1. Статистические данные о ЧС за период 2019-2023 гг.
на территории Российской Федерации:
а) Динамика изменения числа ЧС в 2019-2023 гг.
б) Динамика изменения материального ущерба от ЧС в 2019-2023 гг.

Повышение устойчивости и готовность местных сообществ и городов к опасностям остается важнейшей задачей в области защиты населения и территорий. Вместе с тем ограниченность ресурсов для проведения различного рода предупредительных и защитных мероприятий диктует выработку дополнительных механизмов и технологий принятия рациональных

управленческих решений, основанных на своевременном выявлении источников и факторов чрезвычайных ситуаций, их мониторинге и прогнозировании [2]. Для выработки и принятии решений о перечне необходимых мероприятий, снижающих риск ЧС и повышающих безопасность территорий, необходимо использовать дополнительный инструментарий, позволяющий регулировать и «улучшать» текущую ситуацию в сфере безопасности за счет мероприятий, направленных на повышение защищенности и снижение подверженности рискам [3]. Наиболее перспективным инструментарием, хорошо зарекомендовавшим себя в международной практике, является международный индексный метод ИНФОРМ (INFORM-index for risk-management), основанный на оценке готовности к бедствиям (чрезвычайным ситуациям) по трем показателям: индексу подверженности, индексу уязвимости и индексу отсутствия потенциала противодействия.

Этот подход позволяет получать текущую и прогнозную оценку индексов риска чрезвычайных ситуаций на основе построения трендов подверженности, уязвимостей и отсутствия потенциалов противодействия. ИНФОРМ является также сравнительным инструментом для выявления наиболее опасных и уязвимых регионов, районов, муниципалитетов.

В документах Международной стратегии уменьшения опасностей бедствий ООН (МСУОБ ООН) под «**подверженностью»** понимается степень нахождения объекта воздействия в контакте с опасным для этого объекта природным фактором; под «о**бъектом воздействия»** – компонент антропогенной или природной системы, функционирование которого зависит от природного фактора (факторов); под «**уязвимостью»** – условия, определяемые физическими, социальными, экономическими и экологическими факторами или процессами, которые усиливают подверженность того или иного объекта или сообщества воздействию опасностей; а под «**потенциалом противодействия»** – способность системы, сообщества или общества, подверженного угрозам, противостоять последствиям угрозы, переносить их, приспосабливаться к ним и восстанавливаться своевременно и эффективно, в том числе посредством сохранения и восстановления своих основополагающих структур и функций [4, 5].

Интегральный индекс риска ЧС определяется как среднее геометрическое из составляющих индексов подверженности (G), уязвимости (V) и отсутствия потенциала противодействия (L)

$$I = \sqrt[3]{G \times V \times L}. \quad (1)$$

В свою очередь, индекс подверженности (G) определяется как среднее арифметическое индексов природной $I_{\text{пр}}$ и техногенной опасностей $I_{\text{тех}}$

$$G = 0{,}5 \times (I_{\text{пр}} + I_{\text{тех}}) \quad (2)$$

Что касается оценки природного риска, то, как правило, наиболее значимыми опасностями для территорий и населенных пунктов являются наводнения и природные пожары, ущерб от которых измеряется десятками миллионов рублей. Данным природным опасностям уделяется значительное внимание в Государственных докладах о состоянии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В нашей работе индекс природной опасности представляется аддитивной сверткой индексов по наиболее значимым угрозам (природные пожары и наводнения):

$$I_{\text{пр}} = \lambda_{\text{пож.}} I_{\text{пож.}} + \lambda_{\text{н}} I_{\text{н}}; \tag{3}$$

$$\lambda_{\text{пож.}} + \lambda_{\text{н}} = 1.$$

где $I_{\text{пож.}}$, $I_{\text{н}}$ – индексы природных пожаров и наводнений;

$\lambda_{\text{пож.}}, \lambda_{\text{н}}$ – весовые коэффициенты значимости опасностей наводнений и природных пожаров.

Индексы природных пожаров и наводнений учитывают относительную площадь территорий, подвергаемой отмеченным опасностям. Соответственно индекс природных пожаров есть отношение площади территории, подверженной природным пожарам, усредненная по годам, ко всей площади административно-территориальной единицы

$$I_{\text{пож.}} = \frac{S^*}{S}, \tag{4}$$

где S^*– площадь территории муниципального образования, подверженной природным пожарам, усредненная по годам, кв. км;

S – площадь муниципального образования, кв. км.

В рассмотренной формуле изменяемой величиной является площадь территории, подверженная природным пожарам. Для более выверенных оценок целесообразно использовать усредненные значения.

Для определения данной величины следует использовать статистические данные из открытых источников (порталы федеральных органов исполнительной власти): Росстат; Минприроды России; Ростехнадзор; Рослесхоз; органы исполнительной власти субъектов РФ; местные органы исполнительной власти муниципальных образований. Однако, данные, представленные в указанных источниках, не всегда являются исчерпывающими (полными). Поэтому предлагается также использовать данные космического мониторинга.

Предлагаемый метод определения индекса подверженности территорий природным пожарам был апробирован на пилотном субъекте Российской Федерации – Республике Татарстан.

Для анализа были использованы данные обо всех природных пожарах на территории Республики Татарстан за три года (2019, 2020 и 2021 год) из сводных отчетов космического мониторинга и данные космического, авиационного и наземного мониторинга, которые были извлечены из информационной системы дистанционного мониторинга ИСДМ-Рослесхоза. При этом из числа зафиксированных термоточек / пожаров были исключены: техногенные пожары (факельное горение на техногенных объектах); термоточки, отмеченные как неподтвержденные пожары (были зафиксированы дистанционно, но проводящие обследование на месте лица не обнаружили пожара) и пожары построек (дома, бани и т. д.).

Каждая термоточка, содержит не только географические координаты, но и информацию о площади территории, пройденной соответствующим пожаром (всего и в том числе покрытой лесом) в каждом муниципальном районе [2].

Далее, используя формулу (4), были рассчитаны индексы подверженности территории природным пожарам по всем муниципальным районам Республики Татарстан.

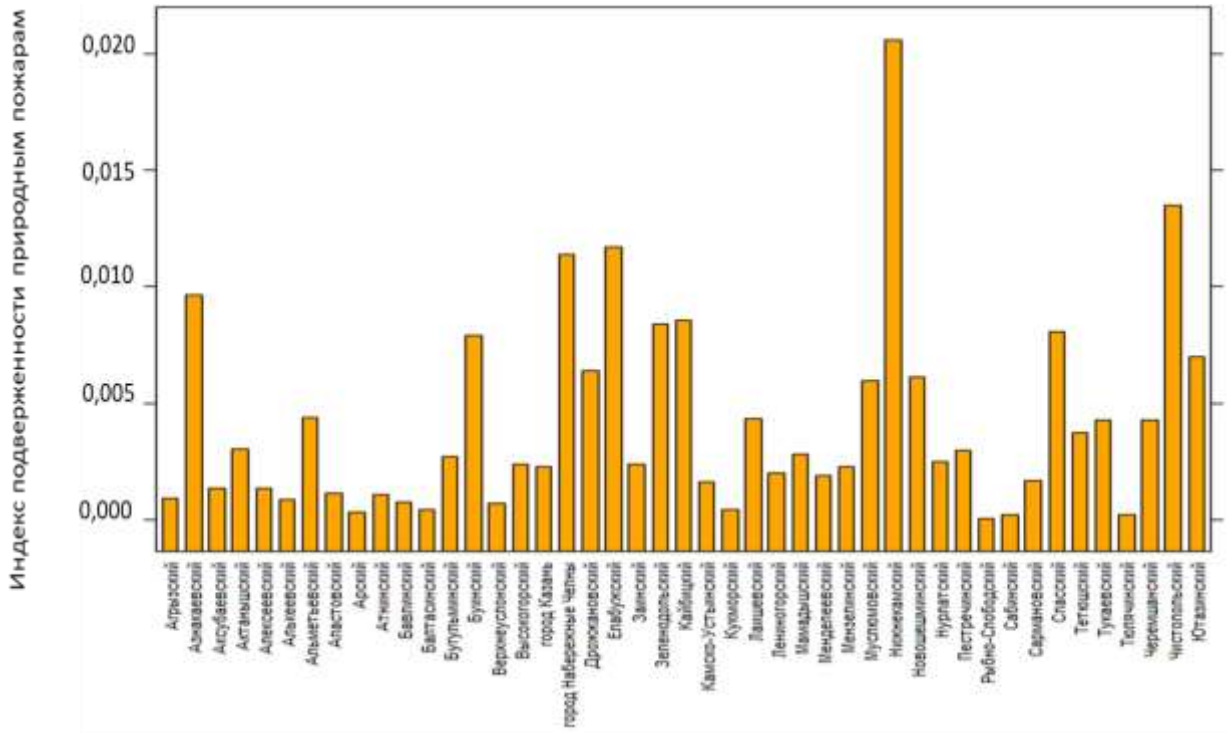


Рис. 2. Индекс подверженности территорий муниципальных районов Республики Татарстан природным пожарам

В результате была получена сравнительная оценка степени подверженности природным пожарам муниципальных районов Республики Татарстан. Данный индекс, наряду с индексами подверженности другим опасным процессам, позволит рационально распределять ограниченные ресурсы, вырабатывать оптимальные управленческие решения по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

Методология ИНФОРМ позволяет оценивать не только степень подверженности опасным процессам, но и учитывать уязвимость населения, объектов экономики, территорий, а также наращивать потенциал противодействия опасностям (силы и средства, системы инженерной защиты, системы оповещения и информирования населения).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций в 2023 году». URL: https://mchs.gov.ru/deyatelnost/itogi-deyatelnosti-mchs-rossii/2023-god (дата обращения: 10.02.2025)

2. Арефьева, Е. В. О подходе к определению расчетных индексов подверженности природным пожарам территорий пилотного субъекта РФ в рамках технологии дистанционной оценки риска / Е. В. Арефьева, В. В. Артюхин, А. С. Котосонов // Моделирование сложных процессов и систем : Сборник трудов секции № 10 XXXII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2022 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. – С. 74-80. – EDN DNFATA.

3. Анализ подходов и методов формирования интегральных индексов риска при работе с паспортами безопасности территории субъектов Российской Федерации / Е. В. Арефьева, Е. В. Муравьева, А. С. Котосонов [и др.] // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20, № 3(77). – С. 50-58. – EDN BXGJCJ.

4. Сендайская рамочная программа по снижению риска бедствий. A/RES/69/283.

5. Реализация Сендайской рамочной программы по снижению риска бедствий в Российской Федерации : Итоги пятилетия / И. Ю. Олтян, Е. В. Арефьева, В. В. Крапухин [и др.]. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2021. – 344 с. – ISBN 978-5-93970-252-2. – EDN JZQGAW.

УДК 614.8

Н. В. Лучина
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

ДОРАБОТКА СИСТЕМЫ-112 С ЦЕЛЬЮ ДОВЕДЕНИЯ ДО ЭКСТРЕННЫХ ОПЕРАТИВНЫХ СЛУЖБ ИНФОРМАЦИИ О ТИПЕ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА, ПОПАВШЕГО В АВАРИЮ

В данной статье рассматривается вопрос необходимости доработок в специальном программном обеспечении Системы-112, отвечающем за формирование унифицированной карточки информационного обмена в Системе-112 и в ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС» с целью раннего доведения до экстренных оперативных служб информации о типе электротранспорта, попавшего в аварию с учетом его повышенной пожароопасности.

Ключевые слова: пожароопасность; электротранспорт; унифицированная карточка информационного обмена; система вызова экстренных оперативных служб по единому номеру; ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС».

N. V. Luchina

REFINEMENT OF THE SYSTEM-112 IN ORDER TO PROVIDE EMERGENCY SERVICES WITH INFORMATION ABOUT THE TYPE OF ELECTRIC VEHICLE INVOLVED IN AN ACCIDENT

This article discusses the need for improvements in the special software of the System-112, responsible for the formation of a unified information exchange card in the System-112 and in the ERA-GLONASS traffic police in order to early inform emergency operational services about the type of electric vehicle involved in an accident, taking into account its increased fire hazard.

Keywords: fire hazard; electric transport; unified information exchange card; emergency call system by a single number; ERA-GLONASS.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 23.08.2021 № 2290-р [1] в России утверждена концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта на период до 2030 года. К 2030 году доля электротранспортных средств в Российской Федерации будет составлять 15 % от общего объема рынка автотранспорта. К сожалению электротранспорт, также как и другие средства транспорта иногда попадает в аварии. Актуальность проблемы пожара электрокаров связана с опасностью возгорания аккумуляторных батарей в случае их повреждения, когда происходит короткое замыкание и выделяемого тепла становится больше, чем аккумулятор может рассеять. Согласно данным EV FireSafe (компания собирает данные о возгораниях электромобилей по всему миру) [2] с 2010 года по 30 июня 2024 года известно о 511 случаях возгорания батарей пассажирских

© Лучина Н. В., 2025

автомобилей при том, что в эксплуатации находится около 40 миллионов. Не смотря на низкую частоту возгораний по сравнению с бензиновыми двигателями, пожар литий-ионных аккумуляторов потушить намного сложнее [3]. Более того, сегодня в городах присутствуют не только пассажирские электромобили, но и электробусы, электрогрузовики, а также всевозможные гибриды («Мелкие» источники проблем в виде электросамокатов и электровелосипедов можно даже не упоминать). Как минимум различают следующие виды электромобилей: гибридные электромобили, сочетающие двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель, и полностью электрические автомобили с питанием от аккумуляторной батареи. Гибриды в свою очередь делятся на последовательные, параллельные и последовательно-параллельные. Не вдаваясь в технические особенности каждого из типов приводов, следует отметить, что они обладают разной вероятностью воспламенения. Риск возникновения пожара у гибридных автомобилей составляет 3,5 % по сравнению с 1,5 % для бензиновых и 0,025 % для электромобилей [4]. Наличие бензинового двигателя рядом с мощной электрической системой и аккумулятором, по-видимому, является причиной большинства проблем, поскольку у гибридов под капотом выделяется много тепловой энергии. Проблема возгораний электрических или гибридных транспортных средств заключается не столько в их количестве, сколько в их интенсивности. Это связано с тем, что химический состав, используемый в аккумуляторах, подвержен так называемому тепловому разгону, который происходит, когда поврежденный аккумулятор нагревается настолько, что может самовоспламениться. Температура, возникающая в результате возгораний такого типа, часто бывает достаточно высокой, чтобы расплавить асфальт под автомобилем.

Бороться с этими пожарами также сложно, поскольку пожарным часто приходится опорожнять две или три автоцистерны, прежде чем аккумулятор остынет достаточно, чтобы его можно было потушить. Чтобы добавить еще один уровень сложности для огнеборцев, литиевые аккумуляторы имеют тенденцию воспламеняться самостоятельно через несколько часов после того, как пожар был потушен. Или еще хуже, они способны к самовозгоранию уже после ДТП при транспортировке электротранспорта с места происшествия, даже если пожара изначально не было.

С учетом пожароопасности электромобилей и других средств транспорта на электрическом приводе необходима выработка новых подходов к реагированию на дорожно-транспортные происшествия (ДТП) с участием электромобилей. Целью данной статьи является рассмотрение возможности оперативной передачи сведений об аварии с электротранспортом в экстренным оперативные службы до начала реагирования при этом, оставляя «за скобками» непосредственно вопросы тушения тяговых аккумуляторных батарей в электротранспорте различных типов.

Информация о ДТП поступает в систему обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» (Система-112) чаще всего через голосовой вызов (технически может быть короткое сообщение – SMS). При поступлении вызова оператор Системы-112 заполняет унифицированную карточку информационного обмена, утвержденную постановлением Правительства Российской Федерации от 12.11.2021 № 1931 [5]. Помимо отражения характера ДТП (наезд на препятствие, столкновение нескольких ТС и т.п.) в УКИО предусмотрена возможность указать наличие пострадавших и особенно зажатых в поврежденных транспортных средствах, что позволяет выезжающим экстренным оперативным службам заранее предусмотреть наличие соответствующих инструментов. Вместе с тем, полей, указывающих на участие в ДТП электромобиля не предусмотрено.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 03.10.2023 № 1633 [6] к единичным колесным транспортным средствам, не оснащенным «ЭРА-ГЛОНАСС», ввезенным на территорию РФ юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, добавлены транспортные средства, оснащенные силовым электрическим приводом (электромобили), т.е. электромобили теперь должны оснащаться модулем «ЭРА-ГЛОРАСС» так же, как и остальные транспортные средства. То есть с 2023 года информация о ДТП с электромобилями может поступить от «ЭРА-ГЛОНАСС» как в виде сообщения в унифицированном формате, так и в виде сообщения с голосовым вызовом. При этом формат предоставления информации в Государственную автоматизированную информационную систему «ЭРА-ГЛОНАСС» [7] предусматривает наличие информации о «типе энергоносителя транспортного средства». Возможными значениями данного поля могут быть: водород, электричество, жидкий пропан, сжиженный природный газ, дизель и бензин.

Типовая форма соглашения о порядке информационного взаимодействия между оператором Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» и уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых введена в эксплуатацию система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» [8] тоже предусматривает передачу информации о типе энергоносителя транспортного средства в Систему-112. Таким образом, при поступлении информации о ДТП в Систему-112 с участием транспортного средства, использующего силовой электропривод, максимум, что можно узнать, что есть наличие источника электрической энергии.

В связи с этим целесообразно изучить возможность дополнения УКИО полями, описывающими тип используемого привода (электрический, гибридный) и внести соответствующие изменения в принятые нормативные документы. Для этого необходимо:

1. Изучить практический опыт по организации реагирования на ДТП с участием транспорта с силовым электроприводом в различных модификациях

на примере нескольких субъектов Российской Федерации, где используется наибольшее количество электромобилей.

2. На основе полученных результатов провести оценку необходимых доработок в специальном программном обеспечении Системы-112, отвечающем за формирование УКИО в Системе-112 и в ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС».

3. Провести обсуждение полученных результатов с представителями органов исполнительной власти и организациями, ответственными за организацию работы и эксплуатацию Системы-112 в субъектах Российской Федерации, а также с привлечением оператора системы «ЭРА-ГЛОНАСС в лице акционерного общества «ГЛОНАСС».

4. Вынести на обсуждение необходимые поправки в нормативные документы.

5. По итогам обсуждения внести необходимые изменения в нормативные документы, регулирующие вопросы отражения в Системе-112 и ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС» типов электрических транспортных средств в зависимости от их пожароопасности.

Причисленные шаги позволят усовершенствовать подход к организации реагирования на ДТП с участием транспорта, имеющего электрический или гибридный силовой привод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.08.2021 № 2290-р / Официальный интернет-портал правовой информации. - Обновляется в течение суток. - URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202108240015 (дата обращения: 10.02.2025). - Текст : электронный.

2. EV FireSafe: [сайт]. – URL: https://www.evfiresafe.com/ev-battery-fire-data (дата обращения: 10.02.2025). – Текст : электронный

3. Емельянов Р. А., Казаков А. В., Бухтояров Д. В., Хатунцева С. Ю. Научно-технический журнал «Пожарная безопасность», 2024 № 1 (114), С. 97 — 101.

4. Anthony Lemonde, Hybrid Vehicles are More Likely to Catch Fire than Gasoline or Electric Ones / Motor Illustrated, Monday, August 12, 2024 - URL: https://motorillustrated.com/hybrid-vehicles-are-more-likely-to-catch-fire-than-gasoline-or-electric-ones/98175/ (date of access: 10.02.2025). - Text : electronic.

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 12.11.2021 № 1931 «Об утверждении обязательных требований к организации и функционированию системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112», в том числе порядка и сроков осуществления приема, обработки и передачи вызовов по единому номеру «112» диспетчерским служба» / Официальный интернет-портал правовой информации. - Обновляется в течение суток. - URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111160007 (дата обращения: 10.02.2025). - Текст : электронный.

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 03.10.2023 № 1633 «О внесении изменения в пункт 2 Правил применения обязательных требований в отношении отдельных колесных транспортных средств и проведения оценки их соответствия» / Официальный интернет-портал правовой информации. - Обновляется в течение суток. - URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202310060022 (дата обращения: 10.02.2025). - Текст : электронный.

7. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 04.08.2015 № 238 «Об утверждении Форматов предоставления информации в Государственную автоматизированную информационную систему «ЭРА-ГЛОНАСС» / Официальный интернет-портал правовой информации. - Обновляется в течение суток. - URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201509020012 (дата обращения: 10.02.2025). - Текст : электронный.

8. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации и МЧС России от 01.10.2015 № 293/525 «Об утверждении типовой формы соглашения о порядке информационного взаимодействия между оператором Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» и уполномоченными органами государственной власти субъектов Российской Федерации, на территориях которых введена в эксплуатацию система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» / Официальный интернет-портал правовой информации. - Обновляется в течение суток. - URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201602160005 (дата обращения: 10.02.2025). - Текст : электронный.

УДК 614.84

Д. М. Макулов, В. Е. Иванов, Л. Л. Хармич
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЖАРНОГО

Материал статьи посвящен роли современных технологий и виртуальной реальности в работе пожарного, а также идее проектирования и разработки устройства, предназначенного для облегчения работы пожарных в тяжелых условиях проведения боевых действий по тушению пожара и проведения аварийно-спасательных работ как на свежем воздухе, так и в непригодной для дыхания среде.

Ключевые слова: виртуальная реальность; симуляторы; комплексы; проецирование; пожарное оборудование.

© Макулов Д. М., Иванов В. Е., Хармич Л. Л., 2025

D. M. Makulov, V. E. Ivanov, L. L. Harmich

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE PROFESSIONAL ACTIVITY OF A FIREFIGHTER

The article is devoted to the role of modern technologies and virtual reality in the work of a firefighter, as well as the idea of designing and developing a device designed to facilitate the work of firefighters in harsh conditions of firefighting operations and emergency rescue operations both outdoors and in an inhospitable environment.

Keywords: virtual reality; simulators; complexes; projection; fire equipment.

Профессия пожарного – это одна из самых ответственных и важных специальностей, связанная с безопасностью людей и имущества. За частую, жертвуя своим здоровьем, а также жизнью они спасают тысячи судеб.

Требуя огромной подготовки, как физической, так и психологической, профессия заставляет работать в тяжелейших условиях даже для самого подготовленного бойца пожарной охраны. Внедрение современных средств и технологий позволит повысить безопасности работ и снизить риски для угрозы жизни пожарного.

В последние годы в обучении ПБ все больше используются современные технологии, которые позволяют повысить качество, эффективность и доступность процесса. Среди таких технологий можно выделить следующие:

Виртуальная реальность (VR)

Эта технология погружает пожарного в искусственно созданную среду, имитирующую реальные условия и ситуации. VR позволяет испытать различные сценарии пожаров, такие как возникновение, распространение, эвакуация, тушение и т.д. Также VR помогает пожарному уже непосредственно на месте тушения очага пожара, выводя перед его глазами всю нужную информацию [1, 2].

Симуляторы

Это технологии, которые воспроизводят реальные условия и ситуации, связанные с пожаром, с помощью специального оборудования – экранов, датчиков, контроллеров, роботов и т.д. Симуляторы позволяют обучающемуся практиковать различные действия и операции, связанные с пожаром, такие как тушение, спасение, оказание первой помощи и т.д. Симуляторы дают возможность получать обратную связь и оценку своих действий и результатов. Они способствуют развитию навыков технического и тактического мастерства, повышению уверенности и компетентности в пожарных ситуациях.

Данные методы обучения являются передовыми в подготовке сотрудников пожарной охраны [3]. Одним из таких является Многофункциональный виртуальный тренажерный комплекс «Огнеборец-ИТ», который предназначен для интерактивного обучения и получения навыков тушения пожаров, как отдельным обучающимся, так и совместными

действиями групп обучающихся с возможностью моделирования и имитации проблемных ситуаций на виртуальных объектах (рис. 1).

Рис. 1. Многофункциональный виртуальный тренажерный комплекс «Огнеборец-ИТ»

Обучающийся с применением виртуальных технологий может выполнять роль должностных лиц пожарно-спасательных подразделений при отработке боевых действий по тушению пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Также при поиске информации в интернете, были найдены множество разработанных прототипов устройств, позволяющих выводить перед глазами пожарного необходимую ему для тушения пожара информацию. Вот несколько примеров (рис. 2, рис. 2.1, рис. 3) [4].

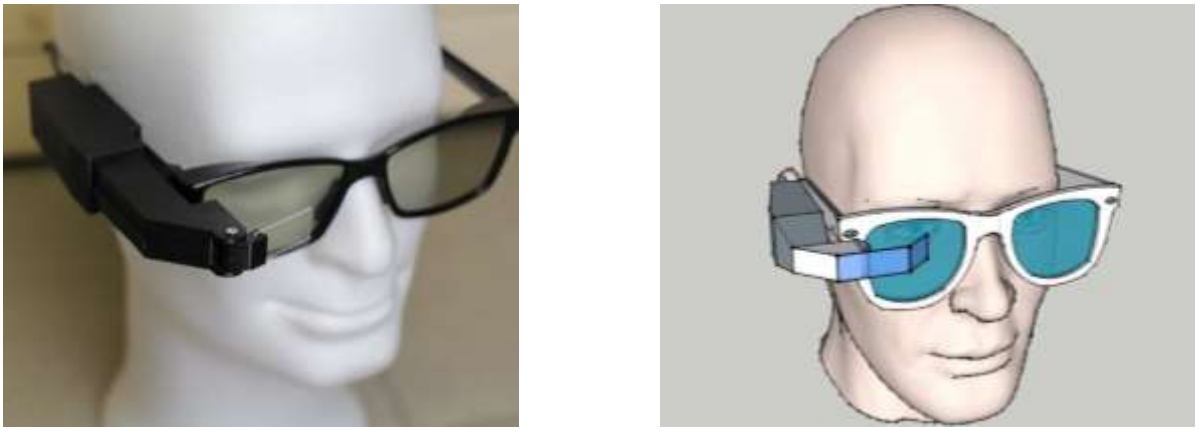


Рис. 2. Очки Arduino HMD для мультиметра

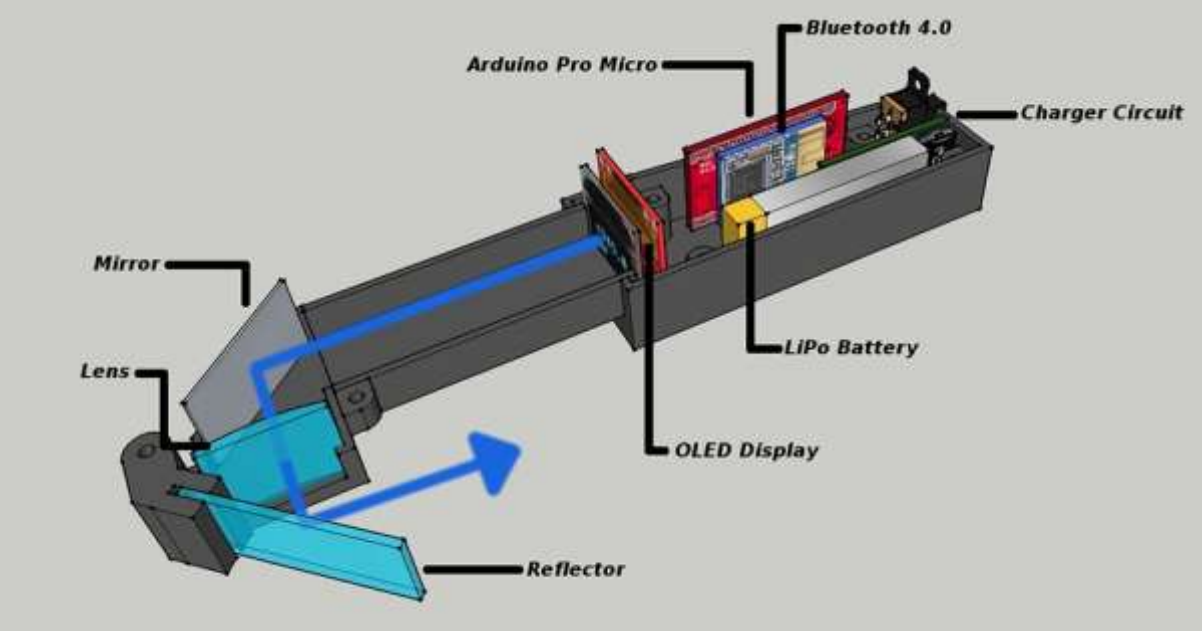


Рис. 3. Конструкция блока и устройства данного устройства.

В основе разработки лежит контроллер Arduino Pro Micro, маленький дисплей диагональю 0.66 дюймов (1.68 см), а также bluetooth модуль. Корпус устройства распечатывается на 3D-принтере [5, 6]. Прибор выводит перед глазами человека данные с мультиметра, что в свою очередь упрощает работу.

Похожее устройство разработали исследователи из Федеральной политехнической школы Лозанны. Визор (рис. 4), помогает пожарным ориентироваться в сильно задымленных помещениях с помощью термальной камеры, а также добавляет дополнительный слой информации в поле зрения пожарных, позволяя им заметить человека, не успевшего выбраться из дома, или же потенциальную опасность, которую иначе было бы не разглядеть.

Рис. 4. Визор, помогающий ориентироваться
в сильно задымленных помещений

Нами была предложена идея создания похожего оборудования. Взяв за основу плату Arduino Pro Micro, а также набор определенных датчиков (OLED Display, датчик газа и т.д.) планируется вывести методом проецирования такие данные как:

-Давление в баллоне;

-Время пребывания звена ГДЗС в НДС;

-Наличие газа и ядовитых паров;

Для разработки корпуса будет применена технология трехмерного моделирвоания и 3D-печати [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов, В. Е. Технология виртуальной реальности при моделировании ЧС / В. Е. Иванов, В. П. Зарубин, Д. Н. Вокуев // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2016. – Т. 1, № 1(7). – С. 249-251.

2. Виртуальная реальность для пожарных [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: https://www.techinsider.ru/gadgets/238939-videt-v-ogne-virtualnaya-realnost-dlya-pozharnykh (Дата обращения: 10.02.25).

3. Легкова, И. А. Особенности графической подготовки обучающихся пожарно-технического профиля / И. А. Легкова, В. П. Зарубин, В. Е. Иванов // Естественные науки и пожаробезопасность: проблемы и перспективы исследований : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 21 марта 2024 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, 2024. – С. 420-425.

4. Arduino Glasses Data [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: https://www.pvsm.ru/arduino/210729 (Дата обращения: 10.02.25).

5. Топоров, А. В. Исследование прочностных характеристик изделий, полученных с использованием технологии 3D печати / А. В. Топоров, В. Е. Иванов // Общенаучные проблемы инженерной подготовки кадров МЧС России : Сборник трудов секции № 15 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 175-179.

6. Топоров, А. В. Исследование прочности композиционного материала, полученного при помощи технологии 3D-печати / А. В. Топоров, В. Е. Иванов, Е. А. Топорова // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2023. – № 7. – С. 311-315. – DOI 10.36652/0202-3350-2023-24-7-311-315.

7. Иванов, В. Е. Повышение производительности системы при трехмерном моделировании деталей пожарной техники в КОМПАС-3D / В. Е. Иванов // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2023 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам

гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. – С. 224-226.

УДК 614.844

А. П. Мамонтов, В. А. Рубан, В. А. Антипов
Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ, КАК НОВЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЗАЩИЩЁННОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ ПОЖАРОВ

Данная научная работа посвящена рассмотрению робототизированной техники в области пожарной безопасности. Разновидность, достоинства и недостатки, перспективы развития.

Ключевые слова: робототехническое устройство, пожаротушение, пожар.

A. P. Mamontov, V. A. Ruban, V. A. Antipov

ROBOTIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS AS A NEW WAY TO INCREASE THE PROTECTION OF ENTERPRISES FROM FIRES

This scientific paper is devoted to the consideration of robotic technology in the field of fire safety. Variety, advantages and disadvantages, development prospects.

Keywords: robotic device; fire extinguishing; fire.

Роботизированная техника с каждым годом занимает все более значимое значение в различных направлениях жизнедеятельности людей. Тушение пожаров не стало исключением. Деятельность человека-пожарного связана с большим количеством риска для его жизни и здоровья. Применение роботов могут существенно снизить количество пострадавшего личного состава подразделений пожарной охраны, уменьшить материальный ущерб и времени, затраченного на его тушение.

При рассмотрении робототехнических устройств можно использовать следующую классификацию:

Мобильные роботы-пожарные. Данные устройства, разрабатываются для тушения пожаров при сложной обстановке местности, для чего они оснащены различными шасси. Обрушение конструкций, завалы, неровности территории могут создать проблемы для тушения пожаров для человека.

© Мамонтов А. П., Рубан В. А., Антипов В. А., 2025

Они могут применять различные огнетушащие вещества, для этого они оснащаются водяными стволами, пеногенераторами, а также системами для подачи огнетушащих газов или порошков.

На данный момент примерами таких роботов являются:

ЕЛЬ 4. Роботизированный комплекс предназначен для проведения различных задач в области тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ, вызванных различными современными техногенными авариями, сопровождаемых повышенным уровнем радиации, наличием отравляющих и сильнодействующих веществ в зоне работ, осколочно-взрывным поражением.

Рис. 1. Роботизированный комплекс ЕЛЬ 4

LUF 60. Данный роботизированный комплекс разработан для проведения дымоудаления и тушения пожаров. Данный робот способен подавать воду или воздушно-механическую пену средней кратности для тушения пожаров. Также он предоставляет возможность производить снижение температуры с помощью подачи мелкораспыленной воды.

Рис. 2. Роботизированный комплекс LUF 60

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с каждым годом получают большее развитие и применяются в различных сферах нашей жизни. Дроны могут использоваться для разведки на крупных пожарах, оценки путей возможного распространения горения и доставки огнетушащих веществ к месту пожара. На данный момент на рынке представлены различные модели и комплектации дронов. Они могут быть оснащены камерами, тепловизорами, детектором опасных веществ.

Роботизированная установка автоматического пожаротушения РУП «FR-mini». Данная установка предназначена для быстрого обнаружения возгорания и подачи огнетушащего вещества непосредственно в очаг пожара. В отличии от других видов автоматического пожаротушения данный вид характеризуется минимализацией урона от влияния огнетушащего вещества.

Также следует выделить роботов используемых для тушения пожаров на нефтяных платформах, где необходимо производить забор воды с большой глубины.

Роботы, предназначенные для тушения пожаров в зданиях. Данные роботизированные устройства выполнены специально для тушения пожаров в помещениях где высокая температура и сильное задымления, что делают невозможным проведение работ человеком. Данные роботы оснащаются системами водяного или пенного пожаротушения, системами навигации, датчиками и камерами, что позволяет производить поиск и спасение пострадавших, а также поиск и тушение возгораний.

При проведении анализа следует выделить основные преимущества робототехнических устройств:

Основным преимуществом можно считать безопасность применения роботов для здоровья и жизни человека. Роботы способны выполнять различные задачи в условиях опасных для человека.

Также важным преимуществом является точность работы. Робототехнические системы позволяют найти точное место возгорания и максимально эффективно подавать огнетушащие вещества. Так же современные системы навигации способны определять самый быстрый путь до места происшествия.

Следует отметить психологический аспект человека при работе связанную с риском для жизни и людскими жертвами. У человека могут возникать различные психологические проблемы, вызванные усталостью, различными нештатными ситуациями. Роботы могут работать непрерывно, не уставая и не подвергаясь стрессу.

Усовершенствование процесса разведки существенно упрощает сбор информации и выбор правильных действий.

Но у роботов есть свои ограничения, такие как высокая стоимость, ограниченная автономность и технические сбои. Данные ограничения, на данный момент, не позволяют применять роботизированные устройства в обычной жизни.

Следует отметить перспективы развития робототезированой техники. В первую очередь это внедрения искусственного интеллекта. Данная инновация позволит роботам самостоятельно принимать верные решения на основе анализа множества данных.

Интеграция роботов с различными системами способна существенно повысить эффективность тушения и эвакуации людей, имущества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин, А. В., Кузовлев, А. В. Использование робототехники при тушении пожаров / А. В. Никитин, А. В. Кузовлев // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. — 2018. — № . — С. 655-657..

2. Ермашев М.С. РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В БОРЬБЕ С ПОЖАРАМИ // Вестник науки №11 (80) том 3. С. 1153 - 1159. 2024 г. ISSN 2712-8849// Электронный ресурс: https://www.вестник-науки.рф/article/18852 (дата обращения: 19.02.2025 г.).

3. Горбань Ю.И. Пожарные роботы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране // М.: Пожнаука, 2013. 352 с.

4. Корсунский В. Разработка противопожарных роботов в России // Мир и безопасность. 2007. №3 С.42-46

5. Горбань Ю.И., Цариченко С.Г. Роботизированные установки пожаротушения — современные технологии пожаротушения с российским приоритетом. //Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2022. № 31(5). С. 54-66. https://doi.org/10.22227/0869-7493.2022.31.05.54-6.

6. Shanee Honig, Tal Oron-Gilad. Understanding and resolving failures in human-robot interaction: Literature review and model development // Frontiers in Psychology. — 2018. — Vol. 9. — Article No. 861.—21 p. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00861.

7. Jensen G. Fire fighting systems: Comparison of performances of interior and exterior applications at large wood buildings. KAPROJECT. Test report A075349. Final. Trondheim : COWI AS, 2018. 26 p.

8. Jensen G. Performance test series on exterior and interior water based fire suppression systems — Technical specification. COWI on behalf of KA. 2016.

9. Горбань Ю.И. От спринклеров к пожарным мини-роботам // Пожарная автоматика. Средства спасения: межотраслевой специализированный журнал. 2018. С. 44–45.

УДК 004.65

Д. А. Михайлов, А. А. Баешко
Донецкий институт ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ КОНТРОЛЯ И УЧЁТА ПОЖАРОВ НА БАЗЕ MYSQL С ПОМОЩЬЮ ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЯ

В статье рассмотрена возможность разработки базы данных контроля и учета пожаров на базе MySQL с помощью веб-приложения, обоснована актуальность данного исследования. Представлены результаты исследования эффективности функционирования баз данных SQL в прикладных задачах МЧС России. Проанализированы результаты взаимодействия и структурирования данных по контролю и учету пожаров между собой, определен перечень ключевых аспектов для внедрения данного проекта в работу соответствующих подразделений.

Ключевые слова: база данных; система управления базами данных; объектно-ориентированное программирование; инкапсуляция; наследование; полиморфизм; класс; объект; интерфейс.

D. A. Mikhaylov, A. A. Bayeshko

DEVELOPMENT OF A MYSQL-BASED FIRE CONTROL AND ACCOUNTING DATABASE USING A WEB APPLICATION

The article discusses the possibility of developing a MySQL-based fire control and accounting database using a web application, substantiates the relevance of this study. The results of a study of the effectiveness of databases in the applied tasks of the Ministry of Emergency Situations of Russia, are presented. The results of the interaction and structuring of fire control and accounting data among themselves are analyzed, a list of key aspects for the implementation of this project in the work of the relevant departments was determined.

Keywords: database; database management system; object-oriented programming; encapsulation; inheritance; polymorphism; class; object; interface.

В наш стремительно развивающийся век важно владеть всем объемом необходимой информации, умело идентифицируя ее в океане разнородных данных. Еще одним ключевым требованием современного времени является безопасность данных. Одним из методов успешного выявления информационных потоков является скорость доступа к конкретному массиву данных. Особые, сложности возникают при работе с данными больших объемов и одновременному обращению к данным различных форматов (тест, фото, видео, формулы, диаграммы, скрипты и т.п.). Создание простого, удобного и интуитивного интерфейса в разработке приложений — ключевой момент в проектировании эффективного программного продукта. Все эти особенности требуют более современного и эффективного подхода к работе

© Михайлов Д. А., Баешко А. А., 2025

программиста с потоками данными с целью значительного упрощения работы пользователя.

В современном программировании и работе с базами данных используется объектно-ориентированный подход. Каждый объект является экземпляром определенного класса. Например, из класса «пожар», подразумевающим абстрактный химический процесс неконтролируемого горения, причиняющего материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства, можно создать определенное количество объектов, уже владеющих определенной идентичностью, например, «пожар в зданиях и сооружениях», «пожар транспортный», «пожар вследствие боевых действий», «пожар техногенный» и т. п.

Возможности ООП поддерживают большинство популярных языков программирования, включая JavaScript, PHP, Python и другие.
Объектно-ориентированное программирование основано на трех принципах: инкапсуляция, наследование и полиморфизм (рис.1).

Рис. 1. Три принципа Объектно-ориентированного программирования

В общем виде наследование выглядит так: потомок при создании получает все свойства и методы родителя. Родитель — это класс, на основе которого создаётся что-то новое. Потомок (или дочерний элемент) — это то, что получилось при создании на основе. Данный принцип позволяет на основе начального проекта приложения создавать подобные. Например, из приложения по контролю и учету количества пожаров можно без особого труда сделать подобное приложение по учету и контролю горюче-смазочных материалов.

Наследование позволяет избежать повторного использования кода. Изменения в родительском классе автоматически распространяются на все подклассы, что упрощает поддержку и обновление кода приложения.

Разрабатываемое веб-приложение имеет следующую структуру функционирования:

– клиентская сторона (frontend): всё, что пользователи видят на сайте или в приложении, и с чем пользователь взаимодействует: меню, картинки, выпадающие списки, меню, анимация, кнопки, интерактивные элементы и т.д.

– (backend), серверная часть: логика работы сайта, скрытая от пользователя**.** Здесь находится база данных сайта SQL, скрипты PHP, библиотеки стилей CSS и т. д. (рис. 2).

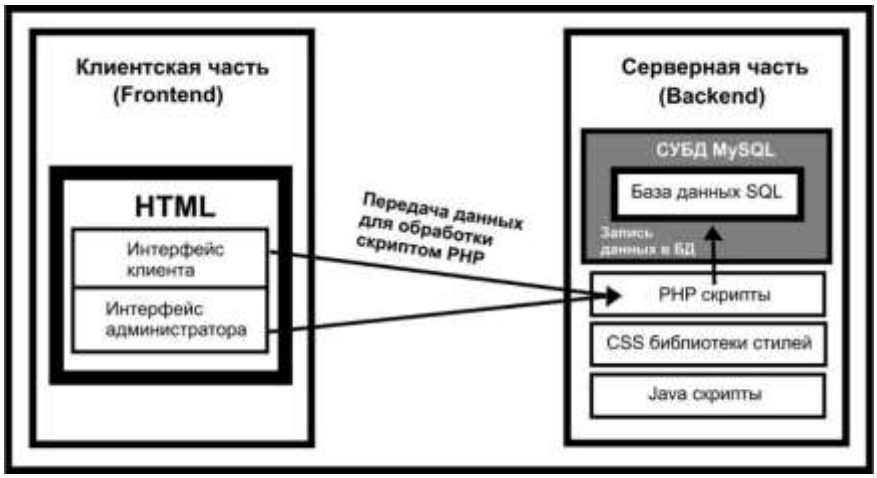


Рис. 2. Схема взаимодействия интерфейса базы данных в веб-приложении

Frontend в нашем проекте создается с помощью технологии HTML (разметка), backend подразумевает использование PHP скриптов, системы управления базами данных MySQL [1].

Для нашего исследования наиболее подходящей моделью базы данных используется именно реляционная база данных SQL (далее - БД). Реляционная база данных представляет собой набор именованных отношений Ri, каждое из которых обладает заголовком HRi, определенным в схеме БД, и телом BRi. BRi – это множество кортежей (табличных строк с порядковым номером**,** в которых содержится информация об одном конкретном объекте). Имя отношения Ri совпадает с именем заголовка этого отношения HRi.

Таблица 1. **Описанные множества**

Заголовок	**<A_1, T_1>**	**<A_2, T_2>**	**…**	**<A_n, T_n>**
Тело	**<A_1, T_1, v_{11}>**	**<A_2, T_2, v_{12}>**	**…**	**<A_n, T_n, v_{1n}>**
	<A_1, T_1, v_{21}>	**<A_2, T_2, v_{22}>**		**<A_n, T_n, v_{2n}>**

В табл. 1 приведён наглядный пример описанных множеств, где: $\mathbf{A_n}$ - имена столбцов, $\mathbf{T_n}$ - тип данных, $\mathbf{v_{in}}$ - данные. [2]

Таблица 2. **Таблица данных исследования**

Количество данных	Количество пожаров (1 мес.)	Количество сил и средств	**…**	Количество пострадавших
Значения	**350**	**522**	**…**	**36**
	259	**412**		**15**

В работе применяется база данных, которая имеет возможность структурировать значения в табличном виде, используя определенные соотношения и тождества данных между собой. Учитывая особенности информации по статистике пожаров, можно эффективно разместить все ее элементы в реляционной базе данных (табл. 2).

Для наибольшего удобства пользователя предлагается создать веб-интерфейс, состоящий из выпадающих списков. Осуществим это с помощью технологии разметки HTML и технологии создания стилей CSS. При добавлении новых данных в таблицу нет необходимости вручную вводить данные, рискуя вписать параметры иного типа: достаточно просто выбрать нужное значение из уже существующего и проверенного списка (рис. 3). Информация из добавленной строки таблицы сразу же записывается в базу данных SQL с помощью скрипта PHP и СУБД MySQL на сервере.

Рис. 3. Выпадающие списки интерфейса веб-приложения

Таблица данных по контролю и учету пожаров заполняется через интерфейс соответствующим специалистом МЧС России и может быть просмотрена, дополнена или, при необходимости, изменена на различных уровнях и в различных подразделениях, причем широта предоставления данной информации может варьироваться благодаря скрипту PHP, определяющим доступ к данным каждого конкретного пользователя или группы пользователей. Важно отметить, что на современных серверах есть возможность производить автоматическое резервное копирование баз данных, что позволяет сохранить информацию при сбоях или ошибках. Также данную процедуру возможно производить и вручную.

Благодаря тесному взаимодействию СУБД MySQL и PHP представляется возможным осуществлять необходимые расчеты статистических показателей, таких как среднее количество пожаров за определенный период, долю бытовых пожаров в общем объеме и т. д.
Для этого достаточно прописать необходимую формулу для вычисления в коде скрипта на языке PHP. [3]

Одним из основных направлений деятельности по обеспечению надежности баз данных контроля и учёта пожаров является их регулярное техническое сопровождение. [4] Взамен же мы получаем значительную экономию временных ресурсов, безопасность данных, иерархичность доступа к информации, удобный графический интерфейс, гибкость в настройках и круглосуточный доступ.

Подводя итоги, можно с точностью утверждать, что использование системы управления базами данных MySQL в работе МЧС России по контролю и учету пожаров позволит значительно сократить временные затраты на ввод и получение данных, повысит безопасность предоставления информации с помощью иерархической системы доступа, повысить целостность данных благодаря технологии резервирования, улучшит взаимодействие «клиент-приложение» благодаря удобному и интуитивному интерфейсу. Следует отметить, что максимальный эффект возможен в совокупности с другими техническими разработками в сфере IT: PHP, HTML, CSS, Java. Благодаря новым технологиям мы делаем важные шаги к эффективности рабочих процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уолтер Шилдс. SQL: быстрое погружение. Санкт-Петербург: Питер. 2024. - 224 с.

2. E. F. Codd. Derivability, Redundancy and Consistency of Relations Stored in Large Data Banks. New-York: ACM SIGMOD Record, 2009 (Vol. 38, No. 1)

3. Владимир Дронов. PHP и MySQL. 25 уроков для начинающих. Санкт-Петербург: «БХВ-Петербург». 2021. - 432 с.

4. Лейн Кемпбел, Черити Мейджорс. Базы данных. Инжиниринг надежности. Санкт-Петербург: Питер. 2020. - 301 с.

УДК 614.8.084

Т. Е. Наумова
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, ДЕЛАЮЩИЕ РАБОТУ ЕДИНЫХ ДЕЖУРНО-ДИСПЕТЧЕРСКИХ СЛУЖБ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЙ В УСЛОВИЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О ВОЗГОРАНИИ

Статья посвящена проблеме повышения эффективности работы единых дежурно-диспетчерских служб с использованием искусственного интеллекта, даны примеры того, как искусственный интеллект может улучшить работу этой службы, какие инструменты могут оптимизировать ее деятельность на различных этапах, начиная с приема звонков, их быстрой и качественной обработки, анализа и дальнейшей передачи специальным службам быстрого реагирования в целях обеспечения оказания неотложной и качественной помощи населению в чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: искусственный интеллект; единые дежурно-диспетчерские службы; чат-бот; колл-центр; облачные технологии.

T. E. Naumova

ARTIFICIAL INTELLIGENCE CAPABILITIES MAKING THE WORK OF UNIFIED DUTY-CONTROL SERVICES MORE EFFECTIVE IN THE CONDITIONS OF RECEIVING INFORMATION ABOUT A FIRE

The article is devoted to the problem of increasing the efficiency of unified duty-dispatching services using artificial intelligence, examples are given of how artificial intelligence can improve the work of this service, what tools can optimize its activities at various stages, starting with receiving calls, their fast and high-quality processing, analysis and further transfer to special rapid response services in order to ensure the provision of urgent and high-quality assistance to the population in an emergency.

Keywords: artificial intelligence; unified duty-dispatching services; chat bot; call center; cloud technologies.

Искусственный интеллект все шире входит во все сферы нашей жизни, есть огромный потенциал его использования и в сфере предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, например, в работе единых дежурно-диспетчерских служб (ЕДДС) [1,2].

По мере того, как принимающий вызов сотрудник единой дежурно-диспетчерской службы получает важную информацию о возникшем пожаре, искусственный интеллект сможет одновременно подключить к работе смежные ведомства: пожарную службу, правоохранительные органы или скорую

© Наумова Т. Е., 2025

помощь. Это обеспечит более слаженную и быструю мобилизацию ресурсов для урегулирования ситуации.

На начальном этапе прием звонков может осуществлять “чат-бот” - это общий термин, используемый для описания компьютерных программ с искусственным интеллектом, которые имитируют разговор с помощью голоса или текста. Многие знакомы с такими чат-ботами, как Siri или Алиса. Это новые технологии, которые влияют на повседневную жизнь, в будущем вероятно, станут неотъемлемой частью центров связи в сфере общественной безопасности и напрямую улучшат общественную безопасность и повысят эффективность при одновременном снижении потребностей в персонале и затрат на персонал.

Система, использующая искусственный интеллект, сможет распознавать поступающий поток звонков и задавать звонящим ряд вопросов, таких как: "Вы звоните, чтобы сообщить о пожаре?", "Вы находитесь на месте пожара?" и "Вы пострадали в пожаре?" Если абонент отвечает утвердительно на все вопросы, ему присваивается приоритет и звонок переводится оператору 112. Если кто-то звонит только для того, чтобы предупредить власти о возможном возгорании, отчет записывается, а другие потенциально более серьезные звонки перемещаются вверх по очереди [3, 4].

Система сможет отслеживать звонки по ключевым словам и тону звонящего и отслеживать насколько звонок особенно тревожный, а звонящий - напряженный.

Искусственный интеллект сможет анализировать ранее принятые и обработанные звонки и ситуации, чтобы представить абоненту различные предлагаемые варианты и ответы на текущую ситуацию. Это также окажет благотворное влияние на формирование коллективного опыта сотрудников диспетчерских служб. В условиях, когда не хватает опытных операторов, принимающих звонки, искусственный интеллект может стать виртуальной институциональной памятью, доступной каждому оператору с первого дня его службы [5].

Центр приема звонков будущего, где компьютеры, а не люди принимают экстренные вызовы от населения, будет резко отличаться от ныне существующих. Обычно за пультами сидят диспетчеры, и принимающие вызовы люди двигаются, перекладывают бумаги и негромко переговариваются. Здесь будет стоять тишина, сопровождаемая мигающими зелеными, красными и желтыми лампочками [6, 7].

Использование технологии искусственного интеллекта особенно полезно, когда экстренная чрезвычайная ситуация, такая как масштабный пожар, кратно увеличивает количество звонков. Механизм искусственного интеллекта хорошо подходит для реагирования на экстренные вызовы, поскольку, в отличие от сотрудника колл-центра, он может моментально, используя имеющийся информационный потенциал, получить данные о звонящем. Он также обеспечивает интеллектуальную маршрутизацию вызовов, упреждающие

исходящие уведомления, единую систему обмена сообщениями и интерактивный голосовой ответ.

Чат-бот может взаимодействовать с жертвой или гражданами, находящимися поблизости места пожара, через популярные каналы социальных сетей и просить их загрузить информацию о местоположении, фотографию и любое описание. Затем искусственный интеллект может проверить эту информацию из других источников и передавать соответствующие детали в центр по оказанию помощи в случае стихийных бедствий. Этот тип информации может помочь им оценить ущерб в режиме реального времени и определить приоритеты в усилиях по реагированию.

В случае любой чрезвычайной ситуации службы экстренной помощи переполнены сообщениями о бедствиях и вызовах на помощь. Управление таким огромным количеством вызовов отнимает много времени и обходится дорого, когда выполняется вручную. Также существует вероятность потери важной информации или того, что в силу загруженности оператор просто не заметит ее. В таких случаях искусственный интеллект может работать как диспетчер 24/7. Системы искусственного интеллекта и голосовые помощники могут анализировать огромное количество звонков, определять тип произошедшего инцидента и проверять местоположение. Они могут не только естественным образом взаимодействовать с абонентами и обрабатывать эти звонки, но также могут мгновенно расшифровывать и переводить языки. Системы искусственного интеллекта могут анализировать тон голоса на предмет срочности, фильтруя избыточные или менее срочные вызовы и расставляя им приоритеты в зависимости от чрезвычайной ситуации.

Когда человек набирает112 и оператор отвечает, для него в большинстве случаев не имеет значения, с кем он разговаривает - с человеком или с машиной, ему просто нужна помощь [8].

Однако искусственный интеллект лишен эмпатии, которая так часто необходима человеку в кризисных ситуациях, а ему приходится вести переговоры с ботом. Так что при всех возможностях искусственного интеллекта мы надеемся, что присутствие живого человеческого общения останется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жизненно важный номер: как служба 112 помогает людям https://ria.ru/20230703/nomer-1881458399.html?ysclid=ll27hjv7am231073339

2. Федеральный закон от 30 декабря 2020 г. N 488-ФЗ "Об обеспечении вызова экстренных оперативных служб по единому номеру "112" и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"

3. Качанов С. А., Агеев С. В., Ковтун О. Б., Грачев В. Л. Основные подходы по созданию системы-112 в рамках реализации федеральной целевой программы «Создание системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в Российской Федерации на 2013—2017 годы» // Технологии

гражданской безопасности : журнал. — 2013. — Т. 10, вып. 2 (36). — С. 10—16. — ISSN 1996-8493.

4. 911 and 112 are the world's standard emergency numbers, ITU decides, The Verge. https://www.theverge.com/2012/12/12/3758760/itu-911-112-standard-emergency-numbers

5. Картавцев Д. В, Колбашов М. А. Особенности внедрения систем обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112»: проблемы и перспективы // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: журнал. — 2013. — Т. 1, № 4. — С. 20—24.

6. Бостром Н. Искусственный интеллект. – М.: Мир, 2021. - 119 с.

7. Бруссард М. Искусственный интеллект. Пределы возможного. — М.: Альпина нон-фикшн, 2020.

8. Бутл Р. Искусственный интеллект и экономика. Работа, богатство и благополучие в эпоху мыслящих машин = Roger Bootle. The AI Economy: Work, Wealth and Welfare in the Age of the Robot. — М.: Интеллектуальная Литература, 2022. — 432 с.

УДК 519.23:614.849

А. Н. Петров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ВРЕМЕННОГО РЯДА НА ТОЧНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРОВ В ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

На примере Ярославской области проведено исследование влияния длины однородного ряда динамики ежемесячного количества пожаров на точность прогнозирования указанного показателя с помощью модели ARIMA на перспективу до 12 месяцев. Показано, что сокращение длины исходного ряда динамики приводит к уменьшению точности прогнозирования. Для получения прогнозов с приемлемой для практического использования точностью длина ряда динамики должна быть не менее 96 наблюдений (месяцев).

Ключевые слова: пожары; пожарная безопасность региона; временной ряд; динамика; прогнозирование.

A. N. Petrov

INFLUENCE OF TIME SERIES LENGTH ON THE ACCURACY OF FORECASTING THE NUMBER OF FIRES IN THE YAROSLAVL REGION

© Петров А. Н., 2025

Using the example of the Yaroslavl region, a study was carried out of the influence of the length of a homogeneous series of dynamics of the monthly number of fires on the accuracy of forecasting this indicator using the ARIMA model over a period of up to 12 months. It has been shown that reducing the length of the initial dynamics series leads to a decrease in forecasting accuracy. To obtain forecasts with an accuracy acceptable for practical use, the length of the time series must be at least 96 observations (months).

Keywords: fires; regional fire safety; time series; dynamics; forecasting.

Прогнозирование с достаточной точностью количества пожаров в регионе является необходимостью при принятии управленческих решений в области обеспечения пожарной безопасности. Источником информации для получения прогноза количества пожаров на конкретной территории Российской Федерации является однородный ряд динамики прогнозируемого показателя за достаточно протяженный интервал времени.

Несколько слов об объекте исследования. В настоящее время, в соответствии со статьёй 27 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», в Российской Федерации действует единая государственная система статистического учета пожаров и их последствий. Официальный статистический учет пожаров и государственную статистическую отчетность по пожарам и их последствиям осуществляет МЧС России.

Порядок учета пожаров и их последствий утвержден приказом МЧС России от 21.11.2008 № 714 «Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий». В соответствии с приказом МЧС России от 8 октября 2018 г. № 431 «О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714» изменился порядок учета пожаров с 2019 года: загорания учитываются как пожары. Это привело к резкому возрастанию количества пожаров в регионах. Например, количество пожаров в 2019 году по сравнению с предыдущим годом выросло в Центральном федеральном округе в 3,9 раза, в Ивановской области – в 3,7 раза, в Ярославской области – в 2,8 раза. Таким образом, с 2019 года нарушается однородность динамических рядов количества пожаров в регионах России.

В работах [2-5] было показано, что для прогнозирования ежемесячного количества пожаров в Ивановской, Ярославской и Владимирской областях на горизонте расчета 12 месяцев с приемлемой для практического применения точностью можно использовать модель ARIMA (англ. autoregressive integrated moving average), разработанную Дж. Боксом и Г. Дженкинсом в 1976 году [1, 6]. В работах [2-5] на основе однородных рядов динамики анализируемых показателей за девятилетний период (2009-2017 годы) были сделаны прогнозы на 12 месяцев 2018 года. В настоящее время встает актуальная практическая задача определения, при каких условиях целесообразно использовать модель ARIMA для прогнозирования ежемесячного количества пожаров в регионах.

Целью работы является определение минимальной длины однородного ряда динамики ежемесячного количества пожаров в Ярославской области на перспективу до 12 месяцев с точностью прогнозирования, приемлемой для практического использования.

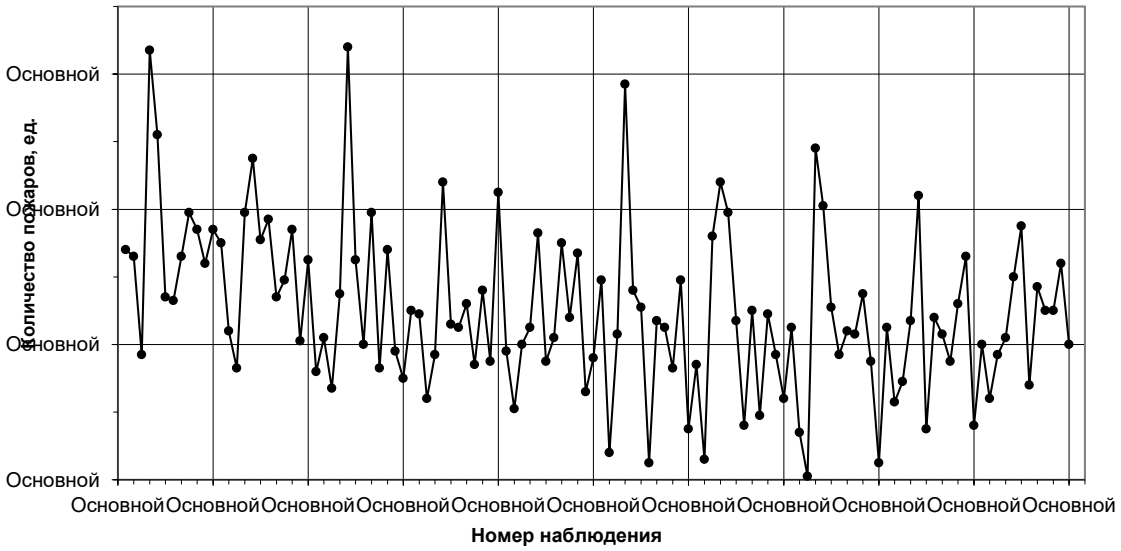


Рис. 1. Динамика ежемесячного количества пожаров в Ярославской области за 10 лет (2009-2018 гг.)

На рис. 1 приведена динамика ежемесячного количества пожаров в Ярославской области за 10 лет. Рисунок построен на основе официальных статистических данных, опубликованных ВНИИПО [7-10].

В работе [5] была предложена математическая модель ARIMA (0,1,1) (0,1,1), которая позволяет с приемлемой для практического использования точностью (от 86 до 99 %) прогнозировать ежемесячное количество пожаров в Ярославской области на перспективу до 12 месяцев. Длина однородного ряда динамики ежемесячного количества пожаров составляла 9 лет (108 месяцев). Прогноз был сделан на 2018 год. В настоящее время опубликованы статистические данные по ежемесячным количествам пожаров в регионах до 2023 года. Таким образом доступен временной ряд количества пожаров длиной в 5 лет (60 месяцев).

В работе построен прогноз ежемесячного количества пожаров в Ярославской области на 2018 год с помощью математической модели ARIMA (0,1,1) (0,1,1). За информационную базу прогноза взят однородный ряд динамики ежемесячного количества пожаров за предыдущие 5 лет (60 месяцев).

Результаты прогнозирования по одной и той же модели, но с длиной ряда динамики в 9 и 5 лет приведены на рис. 2.

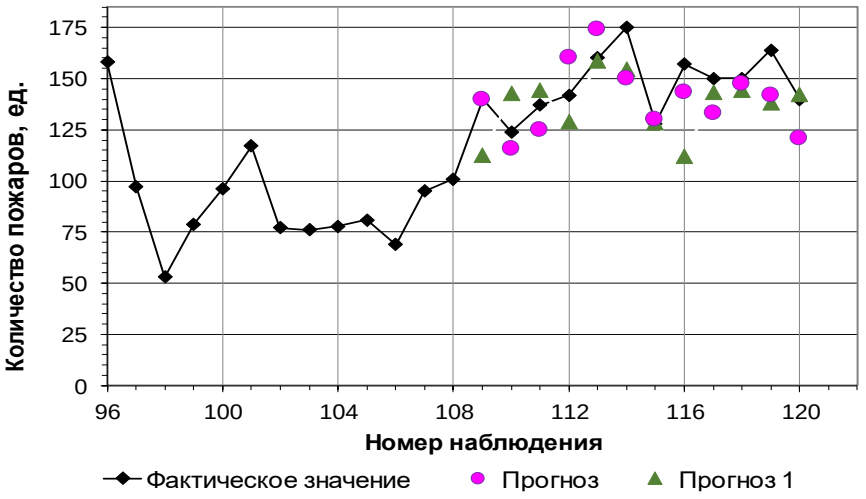


Рис. 2. Фактическое значение и прогнозы ежемесячного количества пожаров в Ярославской области, где Прогноз сделан на основе девятилетнего, а Прогноз 1 – пятилетнего ряда динамики

О точности полученного прогноза можно судить по численному значению относительной ошибки прогноза ежемесячного количества пожаров в регионе на горизонт прогнозирования 12 месяцев (рис. 3).

На рис. 3 видно, что на горизонте прогнозирования 12 месяцев относительная ошибка прогноза ежемесячного количества пожаров в Ярославской области варьировалась от 0,2 % до 14,3 % при использовании девятилетнего ряда динамики и от 1,5 % до 26,2 % для пятилетнего. Сокращение длины ряда динамики на 4 года (48 измерений) привело к снижению точности прогноза от 2 % до 26 % по отдельным месяцам, а в среднем за 12 месяцев точность прогнозов сократилась на 13 %.

Рис. 3. Динамика относительной ошибки прогноза ежемесячного количества пожаров в Ярославской области

На рис. 2 и 3 видно, что сокращение длины ряда динамики привело не только к количественному изменению прогнозных значений, но и к качественному: вместо роста количества пожаров в некоторых месяцах прогноз показал снижение и наоборот.

Компьютерное моделирование показало, что для получения прогнозов с приемлемой для практического использования точностью длина однородного ряда динамики ежемесячного количества пожаров в регионе должна быть не менее 96 наблюдений (месяцев).

Выводы

По результатам работы можно сформулировать следующие выводы:

1. Применение моделей ARIMA является перспективным направлением в прогнозировании ежемесячного количества пожаров в регионах на перспективу до 12 месяцев.
2. Точность прогнозов по модели ARIMA весьма чувствительна к длине однородного ряда динамики ежемесячного количества пожаров в регионе.
3. Для получения прогнозов с приемлемой для практического использования точностью длина такого ряда динамики должна быть не менее 96 наблюдений (месяцев).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дуброва, Т. А. Статистические методы прогнозирования. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 206 с.
2. Петров А.Н. Математическая модель для прогнозирования количества пожаров в Ивановской области // Пожарная и аварийная безопасность XVI Международная научно-практическая конференция «Пожарная и аварийная безопасность», посвященная проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году и 55-летию учебного заведения. Иваново, 10-11 ноября 2021 г. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. С. 134-140.
3. Петров А. Н Прогнозирование количества пожаров в регионе // Современные проблемы гражданской защиты. 2021. №4. С. 94-102.
4. Петров А.Н. Математическая модель для прогнозирования количества пожаров во Владимирской области // Пожарная и аварийная безопасность XVIII Международная научно-практическая конференция «Пожарная и аварийная безопасность». 23 ноября 2023 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. С. 816-821.
5. Петров А.Н. Математическая модель для прогнозирования количества пожаров в Ярославской области // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции, посвященной 375-летию пожарной охраны России, 21 ноября 2024 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. С. 696 – 701.
6. Box G. E. P. and Jenkins G. M. Time Series Analysis, Forecasting and Control, rev. Ed., San Francisco: Holden-Day, 1976

7. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2010. 135 с.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2013. 137 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2016. 124 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.

УДК 004.383.8.032.26

В. А. Рубан, В. А. Сальников
Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Данная научная работа посвящена различных направлений развития нейронных сетей в области обеспечения пожарной безопасности и тушения пожаров. Отражены основные преимущества и направления применения.
Ключевые слова: нейронная сеть; пожарная безопасность; управление эвакуацией.

V. A. Ruban, V. A. Salnikov

AREAS OF APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

This scientific paper is devoted to various areas of neural network development in the field of fire safety and fire fighting. The main advantages and directions of application are reflected.
Keywords: neural network; fire safety; evacuation management.

С каждым днем нейросети все больше и больше входят в привычную жизнь человека. Различные сферы нашей жизни внедряют нейросеть в свою деятельность. Обеспечение пожарной безопасности не стало исключением. В этом направлении их используют для: повышения эффективности обнаружения пожаров, прогнозирования риска и управления системами обеспечения пожарной безопасности. В этой статье будут рассмотрены ключевые направления, где они используются.

© Рубан В. А., Сальников В. А., 2025

Первым направлением является обнаружение пожаров. Нейросети используются в видеоаналитики и в анализе показателей различных датчиков: различные датчики умного дома, датчики систем охранно-пожарной сигнализации.

Современные технологии направленны на минимализацию времени до обнаружения пожара с помощью модернизации пожарных извещателей, а также разработка новой технологии для обнаружения следов возгорания.

Видеоаналитика – это технология, которая объединяет видеонаблюдение с алгоритмами компьютерного зрения. Нейронные сети анализируют множество видео с камер видеонаблюдения, чтобы обнаружить признаки горения. Данный способ позволяет выявить пожары на очень ранних стадиях, даже до момента срабатывания извещателей [1].

Данная система позволит решить большой спектр задач, но основными из них являются:

- Возможность обнаружения пожара на раннем этапе в таких ситуациях, когда пожарные извещатели будут не так эффективны;
- Анализ события и возможность принимать правильное решение, в основном по отмене пуска средств автоматического пожаротушения, при ложном срабатывании, с помощью перекрытия задвижек;
- Сохранения видео для восстановления событий приведшие к возгоранию.

Также нейросети используются при анализе данных со всех видов датчиков. Они обрабатывают и анализируют данные, получаемые с датчиков температуры, задымленности и газа. Это применяется для более точного обнаружения пожара и минимализации ложных срабатываний [1].

Вторым направлением применения можно считать оптимизацию прогнозирования рисков. Нейросети позволяют в несколько раз быстрее собрать и проанализировать погодные условия, исторические данные, места возможного возникновения пожара, состояние оборудования, в том числе пожароопасного и другие факторы для прогнозирования возможности возникновения пожара. Это позволяет предупредить возгорание, либо максимально минимизировать материальный ущерб от возгорания [2].

Также нейросети могут использоваться для мониторинга состояния инфраструктуры в зданиях и на промышленных объектах. Они могут отслеживать состояние коммуникаций и оборудования, выявляя потенциальные возможные источники возгорания. Самыми яркими примерами является на промышленных объектах, это перегрев оборудования, повышение температуры материалов, возможность вскипания материалов в жидком состоянии. В жилых и административных зданиях, короткое замыкание [2].

Третьим направлением можно считать управление системами, которые приходят в работу при уже начатом пожаре. Их разработка и внедрение в системы автоматического пожаротушения и системы оповещения и управления

эвакуацией людей позволит максимально снизить количество пострадавших и материального ущерба.

Для тушения различных материалов применяются различные огнетушащие составы. На данный момент использование различных систем пожаротушения, которые применяют различные огнетушащие составы в одном помещение является не эффективным, так как при обнаружении пожара они одновременно приводятся в действие, что негативно влияет на их эффективность. Нейросеть путем анализа горючей нагрузки помещения может автоматически активировать ту систему, которая будет наиболее оптимальна для данного пожара.

Также современные планы и системы эвакуации далеки от идеала. Каждый пожар индивидуальный и он может не дать людям эвакуироваться по одному из путей эвакуации. Нейросеть способна путем анализа сложившейся обстановки, за несколько секунд, определить наиболее безопасный и быстрый способ эвакуации [3].

Для ограничения распространения горения нейросеть может по максимуму автоматически закрыть все двери и окна на месте пожара, если отсутствует угроза людям, что значительно снизит количество поступаемого кислорода.

Четвертым направлением можно считать внедрение нейронных сетей в обучение мерам пожарной безопасности. Большее количество жертв на пожарах происходят по причине неправильных действий пострадавших. Обучение руководителей, персонала, детей является важным направлением в обеспечении пожарной безопасности [2].

Правильные действия человека при возникновении пожара, не только спасут его жизнь, но могут существенно снизить скорость его распространения. Нейросети могут быть использованы для создания и реализации различных сценариев пожара на конкретном объекте, что существенно повышает эффективность обучения персонала. Также нейронные сети могут проводить оценку эффективности тренировки и предлагать возможные способы повышения их эффективности.

Пятым возможным способом применения нейросетей в обеспечении пожарной безопасности можно считать возможность их совместной работы с устройствами IoT (Internet of Things, IoT) — это множество физических объектов, подключенных к интернету и обменивающихся данными. Концепция IoT может существенно улучшить многие сферы нашей жизни и помочь нам в создании более удобного, умного и безопасного мира. Примеры Интернета вещей варьируются от носимых вещей, таких как умные часы, до умного дома, который умеет, например, контролировать и автоматически менять степень освещения и отопления. Также ярким примером служит так называемая концепция умного предприятия (Smart Factory), которое контролирует промышленное оборудование и ищет проблемные места, а затем перестраивается так, чтобы не допустить поломок.

Это позволяет создать комплексные системы обеспечения пожарной безопасности, где нейросети будут постоянно проводить анализ обстановки и при необходимости активировать, или деактивировать различные устройства, такие как датчики, электричество.

Таким образом можно выделить основные преимущества использования нейросетей:

- Высокая точность обнаружения;
- Минимизация ложных срабатываний;
- Возможность прогнозирования и предотвращения пожаров;
- Автоматизация процессов и снижение зависимости от человеческого фактора.

Направления, где применение искусственного интеллекта будет наиболее актуальным:

- В умных зданиях для мониторинга и управления системами безопасности;
- На промышленных объектах для предотвращения аварий;
- В лесном хозяйстве для раннего обнаружения лесных пожаров с помощью дронов и спутников [3].

Таким образом, нейронные сети могут значительно повысить уровень пожарной безопасности, сделав системы более адаптивными, умными и надежными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, А. В., Доронин, А. С. Перспективы использования нейронных сетей для повышения надежности систем пожарной сигнализации / А. В. Андреев, А. С. Доронин [Текст] // Безопасность деятельности человека. — Санкт-Петербург:, 2021. С. 178-182.
2. Краснова, Л. В. Современные технологии оценки соответствия объектов защиты требованиям пожарной безопасности / Л. В. Краснова [Текст] // Технологии гражданской безопасности. Москва:, 2022. С. 63-68.
3. Хохлова М. Подкинуть в печку идей: ученые ТПУ создают противопожарные системы с помощью нейросетей / Хохлова М. [Электронный ресурс] // Страна Росатом : [сайт]. — URL: https://strana-rosatom.ru/2024/03/14/podkinutvpechkuidejkakuchenyetpus/?ysclid=m78xr50hxo958191499 (дата обращения: 17.02.2025).

УДК 614.847

Н. А. Саблин, В. А. Петрова
Кемеровский государственный университет

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ SWIR-КАМЕРЫ ПРИ ВЕДЕНИИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРОВ

В статье рассмотрены особенности применения SWIR-камер при ведении боевых действий по тушению пожаров. Так, их внедрение и интеграция с искусственным интеллектом, позволит отслеживать состояние конструкционных элементов здания в режиме реального времени, что существенно повысит безопасность личного состава. Также в работе представлены возможные варианты реализации описанной технологии при заданных условиях на пожаре.

Ключевые слова: тушение пожаров; SWIR-камера; искусственный интеллект; обеспечение безопасности.

N. A. Sablin, V. A. Petrova

FEATURES OF THE SWIR CAMERA APPLICATION IN CONDUCTING COMBAT OPERATIONS TO EXTINGUISH FIRES

The article discusses the specifics of using a SWIR camera in conducting combat operations to extinguish fires. Thus, their implementation and integration with artificial intelligence will allow monitoring the condition of building contracting elements in real time, which will significantly increase the safety of personnel. The paper also presents possible options for implementing the described technology under specified fire conditions.

Keywords: firefighting; SWIR camera; artificial intelligence; security.

Опасности, с которыми сталкиваются участники боевых действий по тушению пожаров [1], зачастую приводят к травматизму и гибели участников боевых действий по тушению пожара. Так, одной из основных причин, представляющих риск для жизни и здоровья пожарных, является потеря видимости в дыму, и, как следствие, нарушение восприятия и потеря ориентации внутри здания, где проводятся действия по тушению пожара.

Несчастные случаи, связанные с задымленностью в помещении, являются следствием дезориентации в окружающем пространстве. Длительный поиск выхода увеличивает время пребывания в зонах с экстремально высокими температурами или смертельными концентрациями газов, что, несомненно, приведет к быстрому перегреву, отравлению и потере сознания.

Стоит отметить, что пожарные во время тушения имеют множество задач [2], в том числе в их обязанности входит контроль за состоянием строительных конструкций и в случае изменения положения конструкций - незамедлительный

© Саблин Н. А., Петрова В. А., 2025

доклад и принятие мер по обеспечению безопасности участника тушения. В условиях потери видимости приходится работать «вслепую», что затрудняет отслеживание признаков ослабления несущих элементов здания или сооружения.

Условия на пожаре быстро меняются, следовательно, необходим такой способ оценки состояния строительных конструкций, который позволит осуществлять анализ их повреждений в режиме реального времени. Данное устройство позволит обеспечить достоверность разведки и повысит качество оценки обстановки руководителем тушения пожара (далее – РТП) и личным составом.

Техническим средством, подходящим для оценки обстановки на пожаре, может стать SWIR-камера, что с английского Short-Wave Infrared буквально означает коротковолновое инфракрасное излучение. Так, её устройство основано на восприятии невидимого человеческому глазу электромагнитного излучения в коротковолновом инфракрасном диапазоне спектра. SWIR-излучение проникает сквозь дым и туман, что невозможно для камер, работающих в видимом цветовом диапазоне. Необходимо отметить, что интенсивность и спектральный состав инфракрасного излучения напрямую зависят от температуры объекта: чем она выше, тем больше инфракрасного излучения испускает объект. Предметы также могут отражать инфракрасное излучение. Интенсивность отраженного излучения, свою очередь, зависит от свойств их поверхности.

Так, SWIR-камера распознает объекты за счет улавливания инфракрасного излучения, которое они испускают или отражают. Линзы фокусируют его на чувствительный датчик. Далее происходит инжекция электронов и создается фотоэлектрический эффект. Количество высвобожденных электронов пропорционально интенсивности зарегистрированного инфракрасного излучения. Электрические сигналы от каждого пикселя датчика усиливаются и преобразуются из аналогового сигнала в цифровой. По полученным данным генерируется изображение, где интенсивность каждого пикселя соответствует интенсивности обработанного излучения. Полученная картинка отображается на экране камеры и передается на компьютер. Цветовая палитра изображения может быть представлена в оттенках серого или с использованием ложных цветов для улучшения визуализации.

Так как интенсивность инфракрасного излучения зависит от температуры, одной из особенностей SWIR-камеры является относительная оценка температурного режима. Наблюдатель может визуально оценить температуру, отталкиваясь от «яркости» объекта на получаемом изображении: яркие области могут быть теплее темных.

Как уже говорилось ранее, получаемое изображение может выводиться на экран компьютера для последующего анализа. Так, анализ необходимо осуществлять непосредственно РТП или лицам его замещающим (состав оперативного штаба) на крупных пожарах.

Одной из первостепенных задач при обработке изображений является выявление опасностей и быстрое реагирование на них. Анализ изображений и выдачу по ним рекомендаций для участников тушения возможно доверить искусственному интеллекту (далее – ИИ). В табл. 1 рассмотрен принцип реализации действий ИИ и РТП при обнаружении опасности на полученном изображении.

Таблица 1. **Порядок действий при выявлении опасности с изображения SWIR-камеры**

Выводы ИИ исходя из анализа изображения	**Рекомендация ИИ**	**Действия РТП**
Изменения структурных особенностей (трещины, деформации) элементов строительных конструкций, выявлены признаки их ослабления, высокая вероятность обрушения	«Высокий риск обрушения несущей стены. Обнаружены трещины и деформации. Рекомендуется немедленно вывести личный состав из здания на безопасное расстояние»	1. Отдает приказ о выводе личного состава из опасной зоны; 2. Организует наблюдение за состоянием конструкции; 3. Дальнейшая тактика тушения зависит от риска обрушения конструкции (например, тушение с безопасного расстояния, использование лафетных стволов).
Анализ изображения показывает стремительное повышение температуры в определенной области перекрытия, видимых очагов возгорания нет. ИИ описывает эту область как «скрытый очаг возгорания»	«Обнаружен скрытый очаг возгорания в стене. Температура значительно выше окружающей. Рекомендуется вскрыть конструкцию для дальнейшей проверки»	1. Проверяет информацию с помощью тепловизора или направляет туда звено ГДЗС; 2. Отдает распоряжение звену ГДЗС вскрыть конструкцию в указанном месте.
Анализ изображения в зоне высокой задымленности указывает на наличие объекта с тепловым сигналом, соответствующим телу человека. Зарегистрировано отсутствие движения объекта.	«Человек, предположительно потерявший сознание, находится в комнате (указать координаты помещения). Рекомендуется направить звено ГДЗС»	1. Направляет звено ГДЗС в указанное помещение; 2. Координация действий звена ГДЗС, организация медицинской помощь Организует медицинскую помощь.

Стоит отметить, что ответственность за принятие решений лежит непосредственно на РТП, поскольку внедрение ИИ и внесение предложений на основании анализа обстановки несет исключительно рекомендательных характер. Замена человека ИИ на данный момент невозможна, так как при решении задач в области тушения поджара вероятнее всего наличие большого количества условий, которые в полной мере не сможет охватить ИИ, поскольку не обладает всесторонними данными. Так, РТП должен принимать решение на основе имеющейся информации об объекте, а также основываясь на личном опыте. Возможная реализация такого подхода представлена в виде табл. 2.

Таблица 2. **Решения РТП, принятые на основе имеющейся информации, исключающие влияние рекомендаций ИИ**

Вывод из анализа изображения	Особенности обстановки	Принятые решения и их обоснование	Возможные последствия
На изображении видны сосуды, содержание которых неизвестно. Зарегистрировано быстрое повышение температуры, возможен взрыв, если ёмкости находятся под давлением. ИИ рекомендует вывести личный состав из опасной зоны и проводить боевые действия по тушению пожара с безопасного расстояния лафетными стволами	По имеющейся информации от владельца объекта, содержащееся в сосудах вещество не представляет угрозу взрыва и не находится под избыточным давлением. Тушение лафетными стволами может привести к затоплению помещения	Звено ГДЗС продолжает боевые действия по тушению пожара в непосредственной близости от сосудов, расход воды снижен в целях исключения возможности затопления помещения. Обоснованием решения послужила достоверная информация от владельца объекта	Исключение затопления помещения и снижение материального ущерба

Одной из самых сложных задач при реализации данных процессов может стать обучение ИИ анализу изображения. Обучение должно проводиться на основе специально подготовленного набора данных, состоящего из множества изображений, охватывающих как можно больше реальных сценариев и ситуаций на пожаре. Так, примерный перечень данных и характеристик представлен в виде табл. 3.

Таблица 3. **Примеры изображений и характеристик для обучения ИИ**

Наименование изображения	**Дополнительные характеристики изображения**
Пожары на различных стадиях развития и разных типов	1. Типы зданий (жилые, производственные, торговые и т.д.); 2. Условия видимости (стадии задымленности, туман, ночное время); 3. Углы обзора (разный ракурс изображений); 4. Стадии пожара (начальная, развитая, затухания).
Объекты	1. Пожарные и пострадавшие (различная экипировка, поза, по одному или группой); 2. Источники огня (электрооборудование, печи, емкости с горючими жидкостями); 3. Опасные конструкции (различные виды деформаций, газовые баллоны и пр.); 4. Эвакуационные пути (лестницы, двери, указатели); 5. Виды горючих материалов (древесина, горючие жидкости и газы, текстиль и т.д.).

Исходя из вышесказанного, можно отметить следующие факторы, сопутствующие внедрению описанной технологии:

1. Технологическая доступность. SWIR-камеры являются существующей технологией, которая уже применяется в различных сферах жизнедеятельности человека;

2. Небольшие габариты. Размеры и вес SWIR-камеры сравнительно небольшие, что позволяет её монтаж в снаряжение пожарных (например, в шлемы);

3. Наличие технологий беспроводной передачи данных. В современном мире видеоданные передаются в режиме реального времени без задержек;

4. Возможность интеграции с ИИ. По вышеизложенному алгоритму SWIR-камеры могут быть интегрированы с ИИ для оперативного анализа получаемого изображения в целях выявления опасных ситуаций и выдаче рекомендаций.

Для того, чтобы реализовать данные технологии необходимо учесть их высокую стоимость, а также наличие технических ограничений, связанных с ранними этапами развития.

Внедрение SWIR-камер, интегрированных с ИИ, — это выполнимая задача, которая в будущем позволит повысить безопасность участников тушения пожара. Необходимо определить и учесть все существующие факторы, характеризующие внедрение данной технологии как с положительной, так и с отрицательной стороны для того, чтобы обеспечить её успешное использование в пожарной охране.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О пожарной безопасности. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ. Москва: ЦЕНТРМАГ, 2024. – 56 с.

2. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации «Гарант». — URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71746130/ (дата обращения 20.02.2025).

УДК 004

С. В. Смекалин, С. В. Таволжанский
Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

В данной статье раскрываются современные информационные технологии, которые применяются для обеспечения пожарной безопасности объектов защиты.

Ключевые слова: информационные технологии; пожарная охрана; пожарная безопасность; пожарная опасность.

S. V. Smekalin, S. V. Tavolzhansky

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN ENSURING FIRE SAFETY OF PROTECTED OBJECTS

This article reveals modern information technologies that are used to ensure fire safety of protected objects. This article reveals modern information technologies that are used to ensure fire safety of protected objects.

Keywords: information technology; fire protection; fire safety; fire hazard.

Развитие информационных технологий значительно улучшило подход к обеспечению пожарной безопасности, позволяя проводить более точные и обстоятельные исследования и разрабатывать более эффективные меры по предотвращению пожаров и защите людей и имущества.

© Смекалин С. В., Таволжанский С. В., 2025

Благодаря современным технологиям появилась возможность собирать и обрабатывать большое количество оперативной аналитической информации о пожарах и их последствиях. Такие данные могут включать информацию о причинах возникновения пожаров, способах их распространения, уровнях повреждений и травм, а также о мерах, предпринятых для борьбы с огнем. Анализ этих данных позволяет выявлять основные причины пожаров и определять наиболее уязвимые места и ситуации, требующие особого внимания.

Практика работы пожарной охраны показывает необходимость наращивания объемов информационного обеспечения, расширения масштабов внедрения автоматизированных систем до звеньев РСЧС начального уровня, возможно, более широкого внедрения ГИС-технологий. Это объясняется усложнением инфраструктуры городов, а также отдельных гражданских и промышленных объектов, появлением новых веществ, материалов и технологий. Работа пожарно-спасательных подразделений при этом сопряжена с обработкой большого количества информации, необходимой для правильной оценки возможного развития пожаров и оптимального выбора сил и средств для его ликвидации.

Современные компьютерные и информационные технологии играют непосредственную роль в обеспечении пожарной безопасности объектов защиты. Они позволяют своевременно обнаруживать и предотвращать возгорания, а также эффективно реагировать на них. Роль компьютерных и информационных технологий в обеспечении пожарной безопасности объектов защиты Пожарная безопасность является одним из важнейших аспектов обеспечения безопасности объектов защиты, будь то офисные здания, промышленные предприятия или жилые комплексы. С развитием компьютерных и информационных технологий, в данной сфере наблюдается значительный прогресс.

Некоторые примеры таких технологий:

Системы видеонаблюдения

Одним из важных инструментов в этой области являются системы видеонаблюдения, оснащенные специальными алгоритмами и программным обеспечением, способными автоматически обнаруживать задымление и открытые источники огня. Такие системы могут быть установлены как внутри помещений, так и на открытых территориях, и выполняют важную функцию контроля и быстрой реакции на пожарные ситуации.

Итак, системы видеонаблюдения с функцией обнаружения пожара являются надежными и эффективными инструментами безопасности. Они обеспечивают раннее обнаружение возгораний, быструю реакцию на пожарные ситуации и тем самым улучшают общую безопасность объектов. Эти системы являются необходимым компонентом современных противопожарных мероприятий и демонстрируют прогресс в области борьбы с пожарами. Компьютерные программы и информационные системы для анализа и

прогнозирования пожароопасности объектов. Они позволяют оценить вероятность возникновения пожара, выявить самые уязвимые места и разработать эффективные меры для предотвращения и борьбы с возгораниями.

Компьютерные программы и информационные системы

Играют важную роль в анализе и прогнозировании пожароопасности объектов защиты. Они позволяют нам оценить вероятность возникновения пожара, выявить самые уязвимые места и разработать эффективные меры для предотвращения и борьбы с возгораниями. Специализированные программы позволяют нам моделировать распространение огня в зданиях и на территориях, учитывая особенности и материалы, используемые в конструкции объекта. Это позволяет нам предоставить более точные и достоверные прогнозы и планы по обеспечению безопасности. Благодаря компьютерным программам и информационным системам мы можем оптимизировать наши усилия в области пожарной безопасности, сократить риски и увеличить эффективность наших мероприятий.

Системы автоматической пожарной сигнализации

Обеспечивают надёжное обнаружение пожара и немедленное оповещение персонала и спасательных служб. Еще одной важной сферой применения информационных технологий в пожарной безопасности является система автоматической пожарной сигнализации. Такие системы обеспечивают надежное обнаружение пожара и немедленное оповещение персонала и спасательных служб. Они могут быть интегрированы с другими системами безопасности и информационными сетями, что повышает их эффективность и удобство использования.

Системы умного дома и здания

Используются для оптимизации маршрутов эвакуации, обеспечивая безопасный выход для всех присутствующих. В случае возникновения пожара на объекте, компьютерные технологии могут сыграть важную роль в управлении процессом эвакуации людей. Системы умного дома и здания могут использоваться для оптимизации маршрутов эвакуации, обеспечивая безопасный выход для всех присутствующих. Благодаря информационным технологиям, возможно скоординировать действия службы пожаротушения и органов управления в чрезвычайных ситуациях, гарантируя эффективное взаимодействие всех структур. Это предоставляет возможность быстрого и координированного реагирования на происшествие, а также максимально эффективное спасение жизней. Такие системы также позволяют быстро обмениваться информацией между разными службами и оперативно принимать решения в критических ситуациях. В итоге, использование компьютерных технологий в случае пожара является неотъемлемой частью современных систем безопасности, обеспечивая более высокую степень защиты и координации действий при происшествии.

Облачные технологии

Позволяют хранить и анализировать большие объёмы данных о прошлых пожарах, аномалиях, инцидентах и других событиях. Это помогает разрабатывать более эффективные стратегии предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Благодаря аналитике данных, с помощью облачных технологий можно выявлять закономерности и прогнозировать возможные угрозы, что в свою очередь значительно повышает общий уровень безопасности объектов. Чтение и интерпретация информации, собранной в облаке, позволяет принимать адекватные меры по предотвращению пожаров и других подобных инцидентов. Основное преимущество облачных технологий в области пожарной безопасности заключается в возможности совместного использования ценных данных о прошлых событиях. Это позволяет определить основные факторы, приводящие к возникновению пожаров, и разработать соответствующие стратегии для минимизации рисков.

Более того, облачные технологии обладают высокой масштабируемостью, что позволяет обрабатывать и хранить огромные объемы данных без необходимости дополнительных физических ресурсов. Это особенно важно для государственных организаций и коммерческих предприятий, которые работают с большими объемами информации

Следовательно, использование облачных технологий в сфере пожарной безопасности становится все более популярным и имеет большой потенциал для создания более безопасной среды. Анализ данных и выявление закономерностей позволяют предсказывать возможные угрозы и реагировать на них своевременно. Это существенно снижает риск возникновения пожаров и способствует сохранению жизней и имущества.

Также стоит отметить, что информационные технологии не только способствуют обнаружению и борьбе с возгораниями, но и позволяют эффективно управлять оперативными мероприятиями по пожаротушению. Специализированные программы и системы контроля позволяют оперативно отслеживать расположение и состояние пожарных бригад, направлять их на место возгорания, а также координировать действия спасательных служб.

Таким образом, современные компьютерные и информационные технологии имеют огромный потенциал в пожарной безопасности объектов защиты, которые позволяют обнаруживать и предотвращать возгорания, анализировать пожароопасность, обеспечивать надежную сигнализацию и эффективную координацию спасательных операций. Поэтому развитие и применение таких технологий являются важными задачами для общего обеспечения безопасности и защиты людей и имущества от пожаров.

В ФГБУ ВНИИПО МЧС России создана техническая возможность интеграции большого количества информационных ресурсов в едином центре управления, что является оптимальным решением с точки зрения оперативности анализа обстановки и принятия решений в ходе ликвидации

пожаров и ЧС. Она реализуется программно-аппаратными комплексами "Стрелец-Мониторинг", "Радиоволна", АГИСППРиОУЗ. Указанные технические комплексы служат для своевременного оповещения людей о пожаре, автоматизированной передачи информации о параметрах возгорания в диспетчерские службы пожарной охраны и аварийно-спасательных сил, управления эвакуацией людей, оперативного управления действиями пожарно- и аварийно-спасательных формирований.

Программно-аппаратный комплекс "Стрелец-Мониторинг" с 2010 г. внедряется в подразделениях МЧС России.

ПАК "Стрелец-Мониторинг" предназначен для:

- применения в автоматизированной системе мониторинга, обработки и передачи данных о параметрах возгорания, угрозах и рисках развития крупных пожаров в сложных зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей;
- обеспечения автоматизированного вызова сил пожаротушения;
- обеспечения сил пожаротушения и системы управления эвакуацией актуальной информацией о ситуации на объекте, в т.ч. отображения распространения пожара на плане объекта с точностью до извещателя с целью своевременного определения правильных путей эвакуации;
- взаимодействия с внешними автоматизированными системами;
- раннего обнаружения неисправностей аппаратуры пожарной сигнализации на объекте с целью своевременного принятия мер по их ликвидации.

Комплекс позволяет контролировать и управлять работой различных систем пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения из единого центра управления, организовывать работу многоуровневых диспетчерских служб.

Новым этапом в развитии технологии мониторинга является создание системы "Радиоволна". Данная система предназначена для организации сбора по радиоканалу информации с датчиков пожарной сигнализации и датчиков технологических процессов, которые благодаря применению технологии маршрутизации и ретрансляции сигналов могут быть размещены на значительном удалении от центра управления. В настоящее время идет опытная эксплуатация данной системы.

Современные технологии управления пожарно-спасательными формированиями основаны на точном позиционировании местоположения личного состава и техники и привязке отображаемой информации к карте местности. Эти задачи решаются автоматизированной геоинформационной системой поддержки принятия решений.

Система обеспечивает отображение карт и планов местности и объектов с привязкой к географическим координатам, наложение на них информации о местонахождении людей и техники и другой графической информации, использующейся в работе органов управления различного уровня, оперативно-диспетчерских служб и штабов по ликвидации пожаров и ЧС. В состав системы

входят расчетные модули, с помощью которых осуществляется прогнозирование распространения опасных факторов пожаров и техногенных ЧС с отображением результатов расчетов на карте местности. Система проходит опытную эксплуатацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Курочкина Д.С., Аксенов С.Г., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях.

3. Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. Обеспечение первичных мер пожарной безопасности в муниципальных образованиях // Проблема обеспечения безопасности: Материалы Международной научно-практической конференции. – Уфа: РИК УГАТУ, 2020. С. 242-244.

4. Аксенов С.Г., Синагатуллин Ф.К. Чем и как тушат пожар // Современные проблемы безопасности (FireSafety 2020): теория и практика: Материалы Всероссийский научно-практической конференции, - Уфа; РИК УГАТУ, 2020, С. 146-151.

УДК 614.847

А. А. Третьяков
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ ИННОВАЦИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

В статье рассматриваются перспективные инновационные технологии и тенденции, помогающие предотвращать и снижать риски пожаров. Представлены основные пути повышения эффективности систем пожарной безопасности и защиты объектов, управления рисками и предотвращение пожаров.

Ключевые слова: системы пожарной безопасности, внедрение, инновационные решения, программы обучения.

A. A. Tretyakov

NEW TRENDS IN INNOVATION OF FIRE SAFETY PROTECTION FACILITIES

© Третьяков А. А., 2025

The article discusses promising innovative technologies and trends that help prevent and reduce fire risks. The main ways to improve the effectiveness of fire safety and facility protection systems, risk management and fire prevention are presented.

Key words: fire safety systems, implementation, innovative solutions, training programs.

За прошедшие годы системы пожарной безопасности прошли долгий путь, появились новые технологии и тенденции, помогающие предотвращать и снижать риски пожаров. Эти инновации, от передовых систем пожаротушения до интеллектуальных детекторов дыма, помогают защитить людей и имущество от разрушительных последствий огня. В настоящее время технологии меняют мир, и пожарная безопасность не является исключением. С появлением новых смарт-технологий в системах пожарной безопасности, управление рисками и предотвращение пожаров стали более эффективными и надежными [1].

Одним из самых интересных достижений в области систем пожарной безопасности является использование интеллектуальных технологий. Умные детекторы дыма, например, могут быть подключены к домашней сети Wi-Fi и отправлять оповещения на смартфоны домовладельцев при обнаружении дыма. Это позволяет сократить время реагирования и может помочь предотвратить превращение небольших пожаров в крупные бедствия.

Одним из примеров инноваций в пожарной безопасности является использование смарт-технологий в системах детектирования пожара. Эти системы используют сенсоры и датчики, которые могут обнаружить наличие дыма, огня или повышенной температуры в помещении. Когда система обнаруживает опасность, она автоматически отправляет уведомление на центр управления пожарной безопасностью или на мобильное устройство пользователя [2].

Также существуют смарт-технологии для управления эвакуацией людей в случае пожара. Например, системы автоматической оповещения и эвакуации могут использоваться для быстрого оповещения людей о пожаре и предоставления им инструкций по эвакуации. Эти системы могут также обеспечить информацию о том, где находятся люди в здании, чтобы спасатели могли быстро и безопасно их эвакуировать.

В целом, смарт-технологии в системах пожарной безопасности являются важным шагом в направлении более эффективной и надежной защиты от пожаров. Но, как и в любой другой области, необходимо постоянно развиваться и улучшать технологии, чтобы обеспечить максимальную безопасность для всех людей [3].

Еще одна инновация в области пожарной безопасности - это использование автоматических систем тушения пожаров. Основная идея этой технологии заключается в использовании видеонаблюдения, где применяются камеры с встроенным искусственным интеллектом — нейронной сетью. Эта сеть, анализируя изображение в соответствии с заранее заданными алгоритмами, способна определить источник возгорания гораздо быстрее, чем

человек, и моментально передает информацию на центральный пульт. Эффективность и точность таких систем с искусственным интеллектом значительно превосходят стандартные датчики дыма, что делает процесс обнаружения пожаров более быстрым и надежным. Такие системы могут быть установлены в помещениях с высоким риском возникновения пожара, таких как кухни, хранилища и технические помещения.

Современные системы пожаротушения используют передовые технологии, которые обеспечивают более эффективное и безопасное тушение пожара. Одной из самых популярных систем является автоматическая система пожаротушения, которая использует воду, газы или пены для тушения пожара. Водяные системы пожаротушения являются наиболее распространенными и широко используемыми системами. Они работают на основе подачи воды через специальные форсунки, которые расположены по всему зданию. В случае возникновения пожара, система автоматически активируется и начинает подачу воды на место возгорания [4].

Инновационные решения, такие как интернет вещей и беспроводные технологии, открывают новые горизонты для создания комплексных систем умных зданий, что в значительной мере способствует повышению безопасности и предотвращению возгораний. Они собирают информацию от всех систем пожарной безопасности в здании, включая сигнализацию, технологические датчики на оборудовании и данные с систем видеонаблюдения. Затем эти данные передаются на смартфон центрального контрольного пункта.

Современные системы умных зданий оборудованы специальными технологическими датчиками, которые контролируют состояние оборудования и используют технологии машинного обучения для предварительного выявления различных сбоев и поломок, включая те, которые могут привести к возникновению пожара. Благодаря оперативному получению этих данных можно своевременно реагировать на проблемы и тем самым уменьшать риск возгорания.

Одним из перспективных направлений в развитии таких систем является создание датчиков, реагирующих не только на дым, но и на угарный газ и другие газы, выделяющиеся при горении. Это повышает точность обнаружения угроз и снижает количество ложных срабатываний сигнализации. В перспективе появятся многоуровневые системы пожарной безопасности, предназначенные для зданий разнообразной этажности, площади и структуры.

Будущие многоуровневые системы пожарной безопасности представят собой сеть беспроводных датчиков, способных оперативно анализировать состояние окружающей среды и оборудования. Эти системы будут досконально изучать и выявлять потенциальные риски и факторы пожара, обеспечивая быструю реакцию. Информация, полученная от датчиков и переданная в облако или центральный компьютер, будет подвергаться анализу искусственным интеллектом. На основе этого анализа разрабатываются комплексные меры для предотвращения возможных катастроф [5].

Современные технологии призваны обеспечивать более эффективную защиту людей от пожаров, предлагая системы эвакуации, в которых активно участвует искусственный интеллект. Нейронная сеть напрямую отправляет сообщения на телефоны людей, находящихся в здании, и согласовывает процесс эвакуации, учитывая цифровую модель объекта. Нейросеть строит модель развития пожара, учитывая точку возгорания, и в течение короткого времени определяет наиболее безопасные маршруты для эвакуации. Хотя традиционные планы эвакуации на стенах зданий остаются актуальными, использование искусственного интеллекта в системах эвакуации спасает много жизней, особенно в ситуациях, когда пожарная сигнализация интегрирована с системой контроля доступа [6].

Современные комплексы умных зданий включают в себя продвинутые системы контроля и управления доступом, которые становятся неотъемлемой частью корпоративной структуры. Эти системы охватывают не только отдельные этажи, но и индивидуальные кабинеты, включая современные домофоны с биометрическим распознаванием лиц. Эти инновационные технологии обеспечивают возможность в режиме реального времени отслеживать количество присутствующих людей в различных зонах здания, предоставляя эффективные средства оповещения о возможных угрозах и обеспечивая безопасную эвакуацию в случае необходимости [7].

Современные программы обучения пожарной безопасности могут быть разработаны как для индивидуального, так и для группового обучения. Они могут включать в себя различные формы обучения, такие как лекции, семинары, тренинги, онлайн-курсы и т.д. [8]. Современные программы обучения пожарной безопасности также могут быть адаптированы к конкретным потребностям и требованиям различных групп людей. Например, программы обучения для детей должны быть более простыми и понятными, а программы для работников офисов должны учитывать специфические риски и требования [9].

Одним из главных преимуществ современных программ обучения пожарной безопасности является их доступность и гибкость. Они могут быть представлены в различных форматах, что позволяет выбрать наиболее удобный для каждого человека способ обучения. Кроме того, они могут быть доступны в любое время и в любом месте благодаря онлайн-формату.

Сегодня все большее внимание уделяется обучению людей правильным действиям в случае пожара. Современные программы обучения пожарной безопасности становятся все более интерактивными и адаптированными к конкретным потребностям. Они могут включать в себя виртуальные тренировки, симуляторы и другие инновационные методы обучения [10]. Многие компании в настоящее время предлагают обучающие программы для сотрудников о том, как действовать в случае пожара, а также о том, как в первую очередь предотвратить возникновение пожара. Это может помочь

гарантировать, что все в здании подготовлены и знают, что делать в случае возникновения пожара.

Еще одной новой тенденцией является использование дронов для обнаружения и борьбы с пожарами. Дроны могут быстро облететь здание или территорию и обнаружить возгорания, а также передавать информацию на пульт управления или на место происшествия [11].

Кроме того, все большее внимание уделяется разработке экологически чистых систем тушения пожаров [12]. Новые технологии и разработки позволяют использовать более безопасные и эффективные вещества для тушения пожаров, что помогает минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

В дополнение к этим технологическим достижениям в проектировании и строительстве зданий также появляются новые тенденции для повышения пожарной безопасности. Например, многие новые здания проектируются с использованием огнестойких материалов и таких элементов, как спринклерные системы и системы противодымной вентиляции. Это может помочь в первую очередь предотвратить возникновение пожаров и свести к минимуму их воздействие, если они все же произойдут.

Таким образом, в целом, инновации в системах пожарной безопасности помогают сделать наши дома, предприятия и сообщества более безопасными, чем когда-либо прежде. С постоянно появляющимися новыми технологиями и тенденциями мы можем ожидать еще большего прогресса в ближайшие годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руднев Е.В. и др. Инновационный подход к спасательным работам в Арктической зоне Российской Федерации // Фундаментальные и прикладные исследования в условиях геополитической нестабильности: материалы XXIII Всероссийской научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону, 2023. – С. 92 – 95.

2. Третьяков А.А. Перспективы развития и внедрения робототехнических технологий в МЧС России // Научные теории и разработки в условиях глобальных перемен: пределы и возможности: материалы XI Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2023. – С. 245 – 248.

3. Сабоненков Д. А. и др. Систематизация знаний по вопросам обеспечения пожарной безопасности полярных антарктических станций в структуре МЧС России // Рефлексия. – 2023. – № 5/2023. – С. 109 – 110.

4. Мельников Г.О. и др. Реализация комплексного подхода к спасательным работам МЧС России в Арктике // Рефлексия. – 2023. – № 6/2023. – С. 25 – 28.

5. Сабоненков Д.А. и др. Экологические аспекты безопасности и национальная система реагирования на риски техногенных аварий в условиях Арктики // Мировые стратегии развития науки и образования в новой реальности: междисциплинарные исследования: материалы I Международной научно-практической конференции. – Москва, 2024. – С. 222 – 224.

6. Третьяков А.А. Анализ факторов и условий, определяющих особые требования к пунктам жизнеобеспечения МЧС России в Арктическом регионе // Научно-исследовательские публикации. – 2023. – № 5/2023. – С. 48 – 51.

7. Папырин В.В. и др. Исследование вопросов развития и комплексной безопасности Арктического региона в структуре МЧС России // Естественные науки и пожаробезопасность: проблемы и перспективы исследований: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново, 2024. – С. 104-109.

8. Гусев И.С. и др. Применение информационных технологий на разных ступенях современного образовательного процесса // Фундаментальные исследования в современном социокультурном пространстве: Сборник научных статей. – Москва: Научно-издательский центр «ПУТЬ НАУКИ», 2024. – С. 141-143.

9. Стате Г.И. и др. Применение телекоммуникационных технологий и технических средств в образовании // Проблемы теории и практики естественных и технических исследований: Сборник научных статей. – Краснодар: Новация, 2024. – С. 146 – 148.

10. Калмыков В.Е. и др. Вопросы внедрения инновационных технологий на разных ступенях образовательного процесса вуза // Междисциплинарный подход к изучению социально-гуманитарных наук: теория, методика, практика: Сборник научных статей. – Ульяновск: Зебра, 2024. – С. 13 – 15.

11. Орлов Г.В. и др. О применении беспилотных летательных аппаратов для мониторинга пожаров и чрезвычайных ситуаций // Технические и естественно-научные достижения современности: актуальные вопросы и разработки: Сборник научных статей. – Волгоград, 2024. – С. 175 – 177.

12. Демьянов В.А. и др. Инновационные проекты средств пожаротушения на особо опасных объектах Арктического региона // Новые возможности и достижения в области естественных и технических исследований: Сборник научных статей. – Краснодар, 2024. – С. 222– 224.

УДК 355.588

А. А. Третьяков, А. А. Мельник, В. В. Папырин, А. А. Цой
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, НИИПИ

АКТУАЛЬНОСТЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

В статье рассматривается вопрос о перспективах внедрения компьютерных и информационных технологий в области обеспечения пожарной безопасности объектов защиты. Представлена их эффективность использования в управленческих и оперативных мероприятиях по чрезвычайным ситуациям.

© Третьяков А. А., Мельник А. А., Папырин В. В., Цой А. А., 2025

Ключевые слова: пожарная безопасность; компьютерные и информационные технологии; исследования; чрезвычайные ситуации.

A. A. Tretyakov, A.A. Melnik, V.V. Papyrin, A. A. Tsoi

THE RELEVANCE OF DIGITALIZATION AND THE INTRODUCTION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF FIRE PROTECTION SYSTEMS

The article discusses the prospects for the introduction of computer and information technologies in the field of fire safety protection facilities. The effectiveness of their use in management and operational measures for emergency situations is presented.

Keywords: fire safety; computer and information technology; research; emergencies.

В современную цифровую эпоху технологии проникли практически во все сферы нашей жизни, включая пожарную безопасность и охрану окружающей среды. Развитие компьютерных и информационных технологий (КиИТ) значительно улучшило подход к более точным и обстоятельным исследованиям и разработке более эффективных мер по предотвращению пожаров и защите людей и имущества [1].

Благодаря современным КиИТ появилась возможность собирать и обрабатывать большое количество оперативной аналитической информации о пожарах и их последствиях. Такие данные могут включать информацию о причинах возникновения пожаров, способах их распространения, уровнях повреждений и травм, а также о мерах, предпринятых для борьбы с огнем. Анализ этих данных позволяет выявлять основные причины пожаров и определять наиболее уязвимые места и ситуации, требующие особого внимания.

Компьютерные программы и информационные системы позволяют нам оценить вероятность возникновения пожара, выявить самые уязвимые места и разработать эффективные меры для предотвращения и борьбы с возгораниями. Специализированные программы позволяют нам моделировать распространение огня в зданиях и на территориях, учитывая особенности и материалы, используемые в конструкции объекта. Это позволяет нам предоставить более точные и достоверные прогнозы и планы по обеспечению безопасности. Благодаря компьютерным программам и информационным системам мы можем оптимизировать наши усилия в области пожарной безопасности, сократить риски и увеличить эффективность наших мероприятий [2].

Одним из важных инструментов в этой области являются системы видеонаблюдения, оснащенные специальными алгоритмами и программным обеспечением, способными автоматически обнаруживать задымление и открытые источники огня [3]. Такие системы могут быть установлены как

внутри помещений, так и на открытых территориях, и выполняют важную функцию контроля и быстрой реакции на пожарные ситуации. Они обеспечивают раннее обнаружение возгораний, быструю реакцию на пожарные ситуации и тем самым улучшают общую безопасность объектов. Эти системы являются необходимым компонентом современных противопожарных мероприятий и демонстрируют прогресс в области борьбы с пожарами [4].

Еще одной важной сферой применения КиИТ в пожарной безопасности является система автоматической пожарной сигнализации. Такие системы обеспечивают надежное обнаружение пожара и немедленное оповещение персонала и спасательных служб. Они могут быть интегрированы с другими системами безопасности и информационными сетями, что повышает их эффективность и удобство использования [5].

Система обеспечения пожарной безопасности направлена на защиту жизни, здоровья и имущества людей от пожаров. Она включает в себя ряд компонентов и мероприятий:

1. Правовые меры включают разработку и введение законодательства, норм и правил по пожарной безопасности, а также установление ответственности за нарушение этих правил.

2. Организационные меры включают создание пожарно-технических служб, формирование и подготовку пожарных подразделений, организацию планов эвакуации и обучение персонала в предотвращении пожаров и действиях в случае возникновения пожара.

3. Экономические меры включают выделение средств на закупку необходимых средств пожаротушения и оборудования, а также на содержание пожарно-технических служб и обучение персонала.

4. Социальные меры направлены на повышение осведомленности и ответственности населения в области пожарной безопасности. Они включают информационно-просветительскую работу и организацию пожарных тренировок и учений.

5. Научно-технические меры включают разработку новых технологий и инновационных решений в области пожарной безопасности, разработку новых материалов с низкой горючестью, а также исследования и анализ пожаров для совершенствования системы предотвращения и тушения пожаров.

Все эти компоненты системы обеспечения пожарной безопасности работают в совокупности для предотвращения пожаров, своевременного обнаружения и тушения пожаров, а также проведения эвакуации и спасательных операций [6].

Важную роль в таких системах играют автоматизированные системы управления по чрезвычайным ситуациям (ЧС), которые позволяют оперативно получать информацию о происшествии, оперативно принимать решения и координировать действия служб экстренного реагирования.

В случае возникновения пожара на объекте, КиИТ могут сыграть важную роль в управлении процессом эвакуации людей. Системы умного дома и здания

могут использоваться для оптимизации маршрутов эвакуации, обеспечивая безопасный выход для всех присутствующих. Благодаря КиИТ, возможно скоординировать действия службы пожаротушения и органов управления в ЧС, гарантируя эффективное взаимодействие всех структур. Это предоставляет возможность быстрого и координированного реагирования на происшествие, а также максимально эффективное спасение жизней. Такие системы также позволяют быстро обмениваться информацией между разными службами и оперативно принимать решения в критических ситуациях. Следовательно, использование КиИТ в случае пожара является неотъемлемой частью современных систем безопасности, обеспечивая более высокую степень защиты и координации действий при происшествии [7].

Создание и использование подобных систем безопасности позволяет значительно сократить время реакции служб экстренного реагирования и повысить эффективность их действий. Такие системы являются необходимой составляющей в современном мире, где возникают разнообразные угрозы жизни и здоровью людей.

Для всех видов ЧС можно выделить основные моменты:

1. Для обеспечения высокой скорости реагирования системы необходимо наличие эффективных механизмов связи и передачи информации между участниками системы, такими как спасатели, службы экстренной помощи, правоохранительные органы и другие. Это позволит сократить время, требуемое для передачи сигнала о чрезвычайной ситуации и принятия мер по оказанию помощи.

2. Комплексный характер помощи означает, что она должна включать в себя не только медицинскую помощь, но и меры по эвакуации, энергетическому обеспечению, обеспечению безопасности и другие необходимые действия. Такой подход позволяет более эффективно бороться с последствиями чрезвычайной ситуации и снизить ее негативные последствия.

3. Чтобы обеспечить высокую эффективность оказания помощи, необходимо иметь точную и достоверную информацию о характере и масштабе чрезвычайной ситуации. Спасатели должны иметь доступ к актуальным данным о помощи, ресурсах и возможностях, а также проводить оперативный анализ и оценку ситуации для принятия обоснованных решений. Предоставление достоверной информации с самого начала позволяет сократить время, потраченное на подготовку и организацию помощи, и повысить ее эффективность.

Это позволяет обеспечить быструю и надежную связь между диспетчерскими центрами и оперативными службами в случае чрезвычайной ситуации. Специальные телекоммуникационные системы позволяют оперативно получать информацию о происходящих событиях, передавать команды и инструкции спасателям, а также обмениваться данными с другими службами и организациями, такими как полиция, пожарная или медицинская служба [8].

Использование облачных технологий в сфере пожарной безопасности открывает новые возможности для хранения и анализа больших объемов данных о прошлых пожарах, аномалиях, инцидентах и других событиях. Это значительно способствует разработке более эффективных стратегий предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Благодаря аналитике данных, с помощью облачных технологий можно выявлять закономерности и прогнозировать возможные угрозы, что в свою очередь значительно повышает общий уровень безопасности объектов. Чтение и интерпретация информации, собранной в облаке, позволяет принимать адекватные меры по предотвращению пожаров и других подобных инцидентов. Основное преимущество облачных технологий в области пожарной безопасности заключается в возможности совместного использования ценных данных о прошлых событиях. Это позволяет определить основные факторы, приводящие к возникновению пожаров, и разработать соответствующие стратегии для минимизации рисков [9].

Более того, облачные технологии обладают высокой масштабируемостью, что позволяет обрабатывать и хранить огромные объемы данных без необходимости дополнительных физических ресурсов. Это особенно важно для государственных организаций и коммерческих предприятий, которые работают с большими объемами информации [10]. Следовательно, использование облачных технологий в сфере пожарной безопасности становится все более популярным и имеет большой потенциал для создания более безопасной среды. Анализ данных и выявление закономерностей позволяют предсказывать возможные угрозы и реагировать на них своевременно. Это существенно снижает риск возникновения пожаров и способствует сохранению жизней и имущества [11].

Таким образом, современные КиИТ имеют огромный потенциал в обеспечении пожарной безопасности объектов защиты, которые позволяют обнаруживать и предотвращать возгорания, анализировать пожароопасность, обеспечивать надежную сигнализацию и эффективную координацию спасательных операций и управленческих функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Третьяков А.А. и др. Перспективные направления научно-технической деятельности МЧС России на современном этапе // Технические и естественные науки: вчера, сегодня, завтра: Сборник научных статей. – 2024. – С. 98 – 101.

2. Мельник А.А. и др. Инновационные проекты развития робототехнических технологий для пожарно-спасательных подразделений МЧС России // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: материалы Международной научно-практической конференции. – С. Петербург, 2024. – С. 49 – 53.

3. Орлов Г.В. и др. Современные проекты применения воздушных робототехнических комплексов в интересах МЧС России // Технические и

естественно-научные достижения современности: актуальные вопросы и разработки: Сборник научных статей. – Волгоград, 2024. – С. 172 – 174.

4. Руднев Е.В. и др. Инновационный подход к спасательным работам в Арктической зоне Российской Федерации // Фундаментальные и прикладные исследования в условиях геополитической нестабильности: материалы XXIII Всероссийской научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону, 2023. – С. 92 – 95.

5. Третьяков А.А. и др. Перспективы применения искусственного интеллекта и робототехники в современных сферах деятельности // Информатизация, цифровизация, технический прогресс: новые возможности и достижения: Сборник научных статей. – Волгоград, 2024. – С. 66– 68.

6. Проценко Т.В. и др. Реализация комплексного подхода к спасательным работам МЧС России в Арктике // Рефлексия. – 2023. – № 6/2023. – С. 25 – 28.

7. Демьянов В.А. и др. Искусственный интеллект, робототехника и время инноваций // Информатизация, цифровизация, технический прогресс: новые возможности и достижения: Сборник научных статей. – Волгоград, 2024. – С. 63 – 65.

8. Нагорный Е.А. и др. Основные направления и методы защиты производственной и социальной инфраструктуры от беспилотных авиационных систем // Рефлексия. – Грозный: НИК «Парадигма», 2024. – № 6/2024. – С. 71 – 77.

9. Демьянов В.А. и др. Автоматизация процесса управления персоналом с помощью современных информационных технологий // Технические и естественнонаучные исследования в России и за рубежом: от теории к практике: Сборник научных статей. – Москва: Новация, 2024. – С. 58 – 60.

10. Папырин В.В. и др. Перспективы деятельности МЧС России в минимизации последствий чрезвычайных ситуаций в Арктике // Научно-исследовательские публикации. – 2024. – № 1/2024. – С. 15 – 18.

11. Бесков М.С. и др. Развитие коммуникационных технологий и систем связи для обеспечения деятельности спасательных центров МЧС России в Арктическом регионе // Стратегии развития и совершенствования науки и образования в новой реальности: материалы XXVI Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2023. – С. 172-173.

УДК 614.84.31

А. Г. Фирсов, М. В. Загуменнова, Е. Н. Малёмина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ИНТЕГРАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ И УПРАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНЫМИ ОРГАНАМИ МЧС РОССИИ В ЕДИНУЮ ГОСУДАРСТВЕННУЮ ЦИФРОВУЮ ПЛАТФОРМУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «ГОСТЕХ»

© Фирсов А. Г., Загуменнова М. В., Малёмина Е. Н., 2025

В статье рассмотрены вопросы импортозамещения IT-технологий и обеспечения кибер-безопасности Российской Федерации. В частности, рассмотрена миграция государственный информационных систем в управление единой цифровой платформой Российской Федерации «ГосТех». Приведена структура и основные характеристики цифровой платформы «ГосТех». Определена необходимость и проблемы, связанные с интеграцией автоматизированной аналитической системы поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России с цифровой платформой «ГосТех». Даны рекомендации по дальнейшему развитию системы.

Ключевые слова: IT-технологии; кибер-безопасность; государственная информационная система; единая цифровая платформа ГосТех; ААС КНД; модуль учета пожаров.

A.G. Firsov, M. V. Zagumennova, E. N. Malemina

INTEGRATION OF THE AUTOMATED ANALYTICAL SYSTEM FOR SUPPORT AND MANAGEMENT OF CONTROL AND SUPERVISORY BODIES OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA INTO THE UNIFIED STATE DIGITAL PLATFORM OF THE RUSSIAN FEDERATION «GOSTECH»

The article discusses the issues of import substitution of IT technologies and ensuring cyber security of the Russian Federation. In particular, the migration of state information systems to the management of the unified digital platform of the Russian Federation «GosTech» was considered. The structure and main characteristics of the «GosTech» digital platform are presented. The need and problems associated with the integration of the automated analytical system for support and management of control and supervisory bodies of the Ministry of Emergency Situations of Russia with the «GosTech» digital platform are identified. Recommendations for further development of the system are given.

Keywords: IT technologies; cyber security; state information system; GosTech unified digital platform; AAS KND; fire accounting module.

В мировом праве под государственным суверенитетом понимается независимость государства (его институтов) в проведении своей внутренней и внешней политики. Однако современное развитие общества предполагает наличие экономической, а иногда политической и военной интеграции. Это в свою очередь ведет к частичной или полной потере государственного суверенитета и определенной зависимости. Одно из средств давления на то или иное государство – это наложение различных санкций. В современной геополитической ситуации одной из таких санкций, применяемых странами запада по отношению к России, является ограничение в сфере IT-технологий. В результате часть иностранных IT-компаний прекратила или приостановила свою коммерческую деятельность на территории Российской Федерации. Среди них такие известные крупные высокотехнологичные компании как IBM, Oracle, AMD, Intel, Microsoft, Adobe, Acronis и многие др. [1]. Таким образом, с одной стороны Россия лишилась современных высокотехнологичных программных

продуктов и технической базы, а с др. стороны уже, имеющиеся официально закупленные программные средства не обеспечиваются необходимым сервисным обслуживанием (не поддерживаются и не обновляются). У некоторых программных средств, используемых в промышленности и государственном управлении, производителями были отозваны лицензии. В ряде случаев имело место дистанционное отключение программного обеспечения производственного оборудования, работающего на импортном программном обеспечении. Конечно, такие беспрецедентные действия в отношении России в первую очередь направлены на снижение ее уровня кибер-безопасности и увеличение уязвимости в данном направлении. Ярким примером такого воздействия может служить террористический акт осуществленный 17–18 сентября 2024 г. в Ливане и Сирии, связанный с взрывом нескольких тысяч пейджеров одновременно. «*Одиннадцать человек погибли, около четырех тысяч получили ранения, четыреста раненых находятся в критическом состоянии – таковы последние данные о теракте, совершенном спецслужбами Израиля*» [2]. В свою очередь снижение уровня кибер-защиты на государственном уровне ведет к увеличению различных видов кибер-атак на существующие IT-системы, в т.ч. используемые государственными структурами. По данным правоохранительных органов Российской Федерации в конце 2024 г. ежедневно регистрировалось более 6 млн звонков с мошенническими целями.

По оценкам аналитиков доля программного обеспечения иностранного производителя в государственном секторе Российской Федерации составляет от 15 % до 40 % [1]. Что касается негосударственного сектора, то его зависимость от импортного программного продукта значительно выше. Учитывая, что кибер-безопасность является одним из ключевых звеньев государственного суверенитета Правительство Российской Федерации с 2014 г. взяло устойчивый курс на развитие импортозамещения информационных технологий. При государственной поддержке активно развиваются такие российские IT-гиганты как «Яндекс», «Сбер», «Росатом», которые успешно создают, внедряют и развивают отечественные программные продукты и вносят существенный вклад в импортозамещение IT-технологий.

Для реализации возложенных на государственные органы полномочий и обмена информацией используются государственные информационные системы (далее – ГИС). Они создаются, модернизируются и эксплуатируются с учетом требований, предусмотренных соответствующим законодательством Российской Федерации [3]. По информации из открытых источников в Российской Федерации насчитывается порядка 876 федеральных ГИС и 3 303 региональных систем [4], работающих на разных порой плохо взаимодействующих между собой программных платформах. На их создание и сопровождение государством затрачиваются колоссальные силы и средства.

Учитывая все выше изложенное, Правительством Российской Федерации в 2022 г. было приняло решение о создании единой федеральной

государственной информационной системы «Государственные Технологии» [5] (далее – ГосТех). В дальнейшем функционирование всех ГИС должно осуществляться исключительно на данной цифровой платформе. ГосТех – это цифровая платформа с мультитенантнай архитектурой, разработанная компанией «Сбер». Оператор данной системы – федеральное казенное учреждение «Государственные технологии» являющееся структурным подразделением Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. При разработке цифровой платформы ГосТех использовались технологии No Code и Low Code, а также цифровые облачные решения, что позволило сконструировать архитектуру платформы микросервисной и полностью снять зависимость от различных языков программирования.

Принцип мультитенантности – это возможность изолированного обслуживания пользователей разных организаций на одном едином экземпляре программного приложения. Такой подход дает возможность быстро подготовить предлагаемые платформой сервисы к запуску, масштабировать ГИС без увеличения соответствующих финансовых затрат и технических средств. ГосТех включает в себя следующие основные элементы и направления: государственные услуги (сервисы, обеспечивающие взаимодействие с внешними пользователями), государственные базы данных (сервисы, задействованные в обработке государственных данных), ведомственные процессы (сервисы по управлению бизнес-процессами), технологические сервисы (инструменты по разработке необходимых цифровых приложений и работе с системой управления базами данных), единая среда динамического управления инфраструктурой, ИТ-инфраструктура (технологическое оборудование, каналы связи, средства защиты информации и т.д.), управление ГИС (разнообразные продукты и инструменты, связанные с разработкой и управлением ГИС), госмаркет (магазин цифровых продуктов для государственных органов).

ГосТех полностью обеспечивает необходимую информационную защиту всей цифровой платформы. Таким образом, ГосТех [6] является единым облачным информационным решением по созданию типизированных (универсальных) ГИС и необходимых в работе цифровых сервисов, обеспечивающих эффективное, устойчивое и главное безопасное функционирование различных органов государственной власти на федеральном и региональном уровнях. ГосТех предоставляет пользователям как базовые сервисы для разработки ГИС, так и дополнительные сервисы.

В настоящее время на цифровой платформе ГосТех уже действует более 100 различных доменов. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации [7] в период 2024–2034 гг. в соответствии с утвержденным планом будет осуществлена миграция всех существующих в России ГИС на платформу ГосТех. В МЧС России функционирует несколько ГИС соответствующих задачам, возложенным на ведомство. Одной из таких систем является

автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России (далее – ААС КНД). Функционирование ААС КНД определено соответствующими нормативными документами [8, 9]. Это достаточно сложная, иерархическая и многозадачная электронная система по осуществлению процесса автоматизации контрольно-надзорной деятельности МЧС России. В процессе работы ААС КНД обеспечивает тесное взаимодействие с другими ГИС: единый портал государственных услуг, ГИС государственных и муниципальных платежей, единый реестр проверок, система досудебного обжалования, государственная автоматизированная система «Управление» и федеральные органы исполнительной власти. ААС КНД состоит из следующих основных модулей: объекты федерального государственного пожарного надзора, профилактические мероприятия (предостережения, консультирование и профилактические визиты), планы проверок, контрольные (надзорные) мероприятия, административные правонарушения. Одним из составных блоков ААС КНД также является модуль «Учета пожаров и их последствий» (далее – МУП).

Несмотря на то, что ААС КНД в штатном режиме функционирует с 2022 г. остается еще много нерешенных программных проблем. Среди них отсутствие программного сервиса в виде запросной части (исключение – МУП), нестабильность в работе, «слепой» интерфейс, невозможность пользователем отмены невыполняемого запроса в МУП, отсутствие полноты и целостности в результатах сложного запроса в МУП и др. В публикации [10] приведена еще одна существенная недоработка. Учитывая, что ААС КНД работает в ведомственной сети интранет, то нет полной интеграции в обмене данными с другими ГИС, работающими в сети интернет.

С 2025 г. в МЧС России начинается процедура перевода ААС КНД на электронную платформу ГосТех. С этой целью будет сформировано техническое задание на разработку ГИС, в котором необходимо подробно прописать не только использование базовых сервисов и функций, заложенных в ГосТех, но указать и специфику формирования информации, а также запросной части к базе данных. Возможно, потребуется пересмотреть существующую структуру ААС КНД и с учетом опыта ее эксплуатации сформировать новую. Это в полной мере касается и МУП. С переводом на электронную платформу ГосТех взаимодействие в плане интеграции данных между ААС КНД и др. ГИС будет более отлаженным и скоординированным. Таким образом, миграция ААС КНД с одной платформы на другую вероятнее всего обеспечит более широкий спектр возможностей для осуществления контрольно-надзорной деятельности органами государственного пожарного надзора МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дундуев К. Б. Влияние санкций на IT-сферу в России / *К. Б. Дундуев* // Современные социальные и экономические процессы: проблемы, тенденции,

перспективы регионального развития: сборник научных статей всероссийской научно-практической конференции, Элиста, 28 февраля 2023 года. – Элиста: Институт комплексных исследований аридных территорий, 2023. – С. 30-32. – DOI 10.24412/cl-37063-2023-30-32. – EDN VEUJFM.

2. Пейджеры, взорвавшие мир, – это террор на новом уровне // Электронный портал «Российская газета». URL: https://rg.ru/2024/09/18/poluchite-soobshcheniem. (дата обращения: 24.01.2025).

3. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 23.11.2024) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025) Электронный портал // КонсультантПлюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/6b46c7cef112b2df9fc3d7f737c7bb1276e74225/ (дата обращения: 24.01.2025).

4. Счетная палата сосчитала и оценила федеральные ГИС // Электронный портал «Digital Russia». URL: https://d-russia.ru/schjotnaja-palata-soschitala-i-ocenila-federalnye-gis.html?ysclid=m6b49p6enk659 (дата обращения: 24.01.2025).

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2022 № 2194 «Об утверждении Положения о федеральной государственной информационной системе «Управление единой цифровой платформой Российской Федерации «ГосТех» и Положения о федеральной государственной информационной системе «Госмаркет». Электронный портал // Официальное опубликование правовых актов URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/ (дата обращения: 25.01.2025).

6. Единая цифровая платформа ГосТех. Электронный портал URL: https://platform.gov.ru/ (дата обращения: 25.01.2025).

7. Указ Президента Российской Федерации от 31.03.2023 № 231 «О создании, развитии и эксплуатации государственных информационных систем с использованием единой цифровой платформы Российской Федерации «ГосТех» Электронный портал // Официальное опубликование правовых актов URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001 (дата обращения: 25.01.2025).

8. Приказ МЧС России «О вводе в эксплуатацию информационной системы «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России» от 25.03.2022 № 262.

9. Приказ МЧС России «Об утверждении Регламента работы в информационной системе «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России» от 04.10.2022 № 954.

10. Шаймитов А.В. Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России как один из видов автоматизации контрольно-надзорной деятельности МЧС России / *А. В. Шаймитов*. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2023. – № 38 (485). — С. 233-236. — URL: https://moluch.ru/archive/485/105891/ (дата обращения: 25.01.2025).

УДК 004.93

С. П. Фурс
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ VR И AR ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ПРИНЦИПАМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ

В статье рассмотрены особенности применения XR технологий, а именно VR и AR в процессе обучения принципам пожарной безопасности, указаны приложения из данной сферы, наиболее актуальные в данный момент, указаны векторы развития данных технологий в дальнейшем.

Ключевые слова: виртуальная реальность; дополненная реальность; пожарная безопасность; обучение.

S. P. Furs

SPECIFICITY OF USING VR AND AR TECHNOLOGIES IN TEACHING FIRE SAFETY PRINCIPLES AND TRAINING SPECIALISTS

The article discusses the features of the application of XR technologies, namely VR and AR in the process of teaching fire safety principles, indicates the applications from this area that are most relevant at the moment, and indicates the vectors of development of these technologies in the future.

Keywords: virtual reality; augmented reality; fire safety; training.

Обучение принципам пожарной безопасности играет главную роль в готовности к стихийным бедствиям как для отдельных лиц, так и для организаций. Его цели включают обучение широкой общественности тому, как реагировать на чрезвычайные ситуации. Мировая статистика пожаров показывает, что пожары остаются значительной угрозой общественной безопасности, нанося разрушительный ущерб жизни и имуществу. Поэтому особое внимание необходимо уделять обучению людей правильным и безвредным действиям во время пожаров, а также процедурным мерам. Эффективное обучение способствует приобретению знаний и навыков, необходимых для эффективного и быстрого реагирования на пожар. Быстрое реагирование может как спасти жизни, так и смягчить ущерб. Сегодня большинство программ обучения пожарной безопасности опираются на традиционные пассивные методы, такие как лекции в классе, видео и листовки, которые могут не полностью вовлекать участников или эффективно имитировать реальные ситуации. Отсутствие практического обучения может создавать проблемы с сохранением информации с течением времени. Эти

© Фурс С. П., 2025

ограничения могут привести к пробелам в эффективности обучения, когда люди потенциально забывают важную информацию или навыки через некоторое время. И наоборот, практическое обучение требует разрешений на пожар и значительных затрат на оборудование, такое как большие площади, газовые горелки и огнетушители. Было предложено много инновационных решений для преодоления этих ограничений, включая компьютерные подходы, такие как расширенная реальность (XR).

Сектор пожарной безопасности переживает цифровую революцию с появлением технологий XR, охватывающих виртуальную реальность (VR) и дополненную реальность (AR):

1.Эти технологии предоставили новые методы для улучшения обучения пожарной безопасности, предлагая иммерсивный и интерактивный опыт.

2. Данные технологии могут точно имитировать реальные ситуации пожара в виртуальных средах, тем самым безопасно повышая вовлеченность и понимание.

3. Эти новые решения для обучения могут помочь пользователям развить надлежащие процедурные навыки и научить их, как реагировать при обнаружении опасности.

4. Обучение на основе XR не требует настоящего пожара. Его использование способствует сокращению любых рисков и побочных эффектов, связанных с настоящим пожаром. На сегодняшний день решения VR были предложены и протестированы в некоторых исследованиях, связанных с пожарной безопасностью.

Однако разработка решений для обучения на основе VR требует много времени и труда, поскольку VR определяет моделирование всего виртуального мира и окружения для цифровой репликации пользовательской среды [1]. Более того, симуляции VR удаляют восприятие и осознание пользователя из реального мира. В среде VR пользователи больше не осознают свое физическое окружение, поскольку они погружены в виртуальный мир, который скрывает реальность. Такое отсутствие реальности в сценарии цифрового обучения может поставить под угрозу их эффективность в реальных ситуациях. Использование AR в обучении безопасности имеет потенциал для преодоления некоторых ограничений VR в полевых условиях. Решения AR устраняют необходимость моделировать все окружение, поскольку они смешивают цифровой контент с физической средой, а не заменяют его.

Различные типы устройств могут обеспечить опыт AR, например шлемы или смартфоны. Многие приложения AR для подготовки к стихийным бедствиям были разработаны таким образом, что цифровой контент визуализируется с помощью двух методов: Video-See-Through (VST) и Optical See-Through (OST). Обычно устройства VST представляют собой мобильные карманные гаджеты, такие как смартфоны и планшеты, которые отображают дополненную среду через свою камеру. В отличие от них, устройства OST представляют собой носимые дисплеи, устанавливаемые на голову, такие как

умные очки и умные гарнитуры, которые напрямую отображают дополненную среду через свои прозрачные козырьки.

Учитывая, что AR может отображать цифровой контент, встроенный в окружение в режиме реального времени, AR может помогать пользователям в выполнении процедурных задач и служить эффективным инструментом обучения при необходимости. Он позволяет пользователям испытать интенсивность чрезвычайных ситуаций, принимать быстрые решения и практиковать процедуры предотвращения в контролируемой и реальной среде.

Поскольку технология AR продолжает развиваться и предоставлять инновационные способы объединения цифровой информации с физическим миром, крайне важно исследовать основные принципы и механизмы, чтобы гарантировать, что обучение AR является эффективным. Тестирование новых решений имеет решающее значение для понимания того, как пользователи взаимодействуют с AR в различных сценариях, и выявления возможных проблем взаимодействия человека и компьютера. Без тщательного тестирования потенциал AR для улучшения результатов обучения может быть неясен.

Системы дополненной реальности были исследованы в различных областях безопасности, включая военно-морскую промышленность, медицинскую хирургию, авиацию.

В области пожарной безопасности существуют следующие приложения для обучения. Они обсуждаются в этом разделе.

1. В январе 2021 года на портале иммерсивной журналистики РИА появилась новейшая разработка увлекательной игры “Как на пожар”, в которой пользователи смогут поуправлять самой современной пожарной автоцистерной и спасти город от пожаров [2]. Это яркий пример AR – игры, во время которой пользователь узнает об устройстве пожарной цистерны, прорывных технологиях, использованных при ее создании. Эти знания можно тут же применить, потушив на симуляторе несколько видов возгораний. Выполняя задания, игрок может “прокачивать” автоцистерну добавляя все новые и новые функции к автомобилю. Но с ростом технологичности виртуальной автоцистерны возрастает и сложность пожаров происходящих в городе. Важно понимать, что здесь удачно соединены увлеченность многих людей на компьтерными играми и приобретение полезных знаний и навыков из сферы пожарной безопасности в ходе такой игры.

2. Тренажер-симулятор на основе AR-технологии дополненной реальности StopFire. Это комплекс с развернутым ПО и оборудованием, куда входит AR-шлем, очки, костюм пожарного, пожарный рукав и ствол. Особенность данного комплекса в том, что он обеспечивает возможность проводить тренировки и моделировать возгорание на любом объекте, используя технологию AR. Согласно общим положениям разработчиков, данный тренажер позволяет проводить тренировки на любом объекте. Не требует дополнительных условий и данных для создания виртуальной среды.

Обеспечивает возможность перемещаться по всему физическому пространству, обеспечивает максимальную реалистичность.

3. Сервис ARgument.safety с помощью технологий дополненной реальности призван снизить травматизм и риск ЧС на предприятиях.

4. В феврале 2021 года компания «Башнефть» внедрила AR-тренажеры, которые не просто имитируют технологические процессы на производстве, а также нештатные ситуации, которые могут возникнуть, то сеть сделан акцент на проработке опыта возникновения и участия в ЧС.

5. На пожарной станции в Сингапуре в 2025 году завершается двухлетнее тестирование комплексного решения на основе искусственного интеллекта, 5G и AR [3]. Выехавшие на вызов пожарные в AR-гарнитурах находятся на связи с оперативным центром. Картинка из гарнитуры транслируется специалистам в центре, где специалисты анализируют происходящее и помогают находить очаги возгорания и отслеживать неполадки в оборудовании. Устройства управляются с помощью голосовых команд и выводят в поле зрения пожарного подсказки.

Здесь важно понять следующее: AR-технологии в области пожарной безопасности это непросто инновация, модное ноу-хау. Это удобный инструмент, метод, обеспечивающий как обучение принципам пожарной безопасности (сложной локации, на производственных объектах), так и подготовку спасателей, специалистов. И здесь возникает закономерный вопрос: в чем его особенность по сравнению с другими методами – текстовыми документами, видео-уроками и технологией VR.

Уже проведенные сравнительные исследования [4] показывают, что обучение AR превосходит обучение с помощью видео-уроков по эффективности (инструктаж через просмотр видео) или активно (т. е. выполнялся через VR или AR). В целом, это ожидаемо и очевидно, так как общая группа XR- технологий обеспечивает активное участие обучающихся. Это не пассивное восприятие информации, что зачастую ведет к потере данных и навыков спустя непродолжительный период времени, а включенность в процесс обучения, погружение в наблюдаемые процессы и активный отклик на задачи и происходящие в рамках заданного сценария события. Если же проводить сопоставление в рамках более узкого круга – между VR и AR технологиями, то следует иметь в виду, что AR –технологии в формате проработки принципов обеспечения пожарной безопасности и подготовки специалистов узкого профиля представляются более универсальными и прикладными, так как подразумевают более детальную работу с реальными объектами, в то время как использование VR подразумевает использование более общих моделей и сценариев, что может оказаться не столь нужным для конкретного объекта, предприятия или обучающейся аудитории. Применяя AR-технологии пользователь действует в пространстве привычной и актуальной для него среды, то есть прорабатывает навыки и знания, приближенные к его реальности.

Эти выводы предполагают несколько последствий для проектирования систем AR в дальнейшем. Проектирование взаимодействия должно быть направлено на улучшение вовлеченности и понимания пользователя, возможно, путем включения более интуитивных и интерактивных элементов. Это может включать слуховую и тактильную обратную связь для моделирования более реалистичных сценариев обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фурс, С. П. Анализ опыта применения vr технологии в рамках курса «профессиональная этика» / С. П. Фурс // Цифровизация высшего образования в России: перспективы и проблемы : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 17 февраля 2022 года. – Москва: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2022. – С. 440-447.

2. Электронный ресурс: https://moscow.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4359659 (дата обращения 19.02.2025).

3. Электронный ресурс: https://habr.com/ru/companies/onlinepatent/articles/764410/ (дата обращения 19.02.2025).

4. Полевода И.И., Иваницкий А. Г., Миканович А. С., Пастухов С. М., Грачулин А. В., Рябцев В. Н., Навроцкий О. Д., Лихоманов А. О., Винярский Г. В., Гусаров И. С. Технологии витруальной и дополненной реальности в образовательно процессе // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2022. №1.

УДК 535.65.088.3

И. В. Холодков, Н. В. Холодкова, К. С. Афонина
Ивановский государственный химико-технологический университет

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДАТЧИКА ЦВЕТА TCS 230 ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМОХРОМНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье рассмотрены физико-химические основы изменения цвета термохромных материалов. Проанализированы конструктивные особенности датчика цвета TCS 230. Исследована возможность использования датчика для определения координат цветности поверхности. Предложены оптимальные условия измерений, для которых наблюдается наименьшая погрешность измерений.

Ключевые слова: цветовые характеристики; датчики; термохромные материалы; спектральная характеристика.

© Холодков И. В., Холодкова Н. В., Афонина К. С., 2025

I. V. Kholodkov, N. V. Kholodkova, K. S. Afonina

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING TCS 230 COLOR SENSOR FOR THE STUDY OF THERMOCHROMIC MATERIALS

The article discusses the physico-chemical basis of color change of thermochromic materials. The design features of the TCS 230 color sensor are analyzed. The possibility of using a sensor to determine the chromaticity coordinates of a surface is investigated. Optimal measurement conditions are proposed, for which the smallest measurement error is observed.

Keywords: color characteristics; sensors; thermochromic materials; spectral characteristics.

В нормативно-технических документах достаточно широко представлены требования к защите оборудования от различных пожароопасных режимов [1]. Оценить вероятность развития пожароопасного режима работы оборудования по внешним признакам не всегда возможно, так как большинство развивающихся аварийных процессов протекает без внешних видимых проявлений и могут быть локализованы в местах, недоступных для наблюдения или контактных измерений. Термохромные соединения, как новый тип функциональных материалов с уникальным изменением цвета, являются предметом исследований начиная с 1970-х годов. В промышленной безопасности и прогностической техническом обслуживании изменение цвета материала позволяет осуществлять динамический контроль температуры без какой-либо проводки или электроснабжения. Термохромные покрытия могут использоваться для мониторинга различных поверхностей, подвергающихся нагреву в рабочем состоянии. Это позволяет контролировать и предупреждать нежелательные аномалии, возникающие на производстве [2].

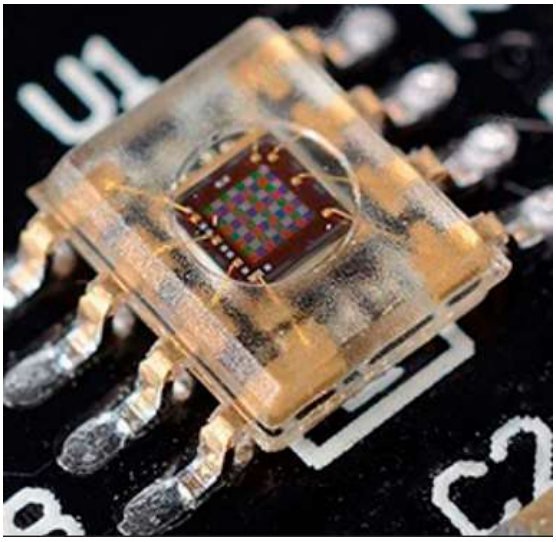
Термохромный материал содержит обесцвечивающие вещества и другие вспомогательные компоненты, который также называют термочувствительным материалом. Цвет такого материала может изменяться при изменении температуры в определенном температурном диапазоне, поскольку видимый спектр поглощения обесцвечивающих составов или смесей может изменяться при нагревании или охлаждении. Термохромные материалы бывают двух типов: необратимые и обратимые. Как правило, термохромные материалы необратимого типа проявляют изменение цвета при воздействии температуры выше 70 °С.

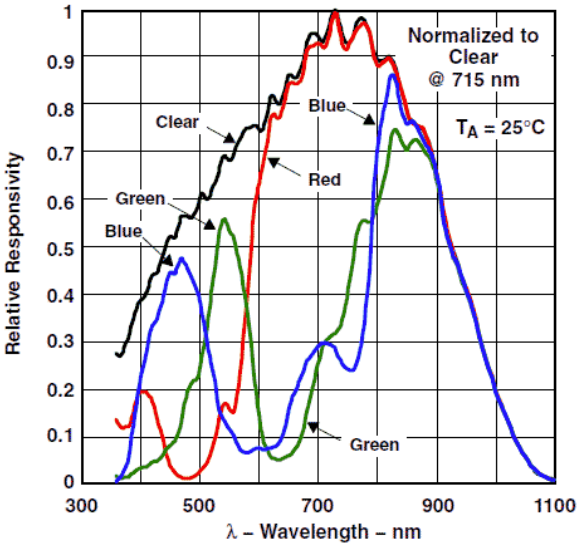
Для придания материалу термохромных свойств используют специальные пигменты, которые можно разделить на органические и неорганические. Органические пигменты позволяют достичь термохромных свойств от -5 °С до 80 °С. Они представляют собой микрокапсулы, изготовленные из красителя (флуорораны, спиропираны и др.) и растворителя (эфир). Наличие микрокапсулы (лейкокапсулы) является неоспоримым преимуществом для поддержания химической целостности и обратимости инкапсулированной жидкости и защиты ее от окружающей среды. Однако этот класс термохромных

пигментов (красителей) чрезвычайно чувствителен к силам сдвига и температуре выше 250 °С. Типичным примером действия неорганического пигмента является изменение состояния окисления никеля. Переход от $Ni(OH)_2$ к NiO при 200 °С приводит к изменению цвета с зеленого на темно-серый [2].

Практическое применение термохромных материалов требует количественных данных, описывающих изменение цветовых их параметров в процессе эксплуатации. Визуальный контроль за изменениями в цвете вносит существенную метрологическую погрешность и не позволяет получить достоверные результаты. В связи с этим, в данном исследовании была поставлена задача анализа возможности использования датчика цвета TCS 230 от Texas Advanced Optoelectronic Solutions (рис. 1, а) в области исследования и дальнейшего применения термохромных материалов.

Микросхема TCS230 оснащена матрицей из 64 фотодиодов четырех разных типов: 16 фотодиодов с красным фильтром, 16 фотодиодов с зеленым фильтром, 16 фотодиодов с синим фильтром и 16 фотодиодов без фильтра, обеспечивающих улучшенные характеристики измерений при малой освещенности поверхности. Чувствительные элементы расположены в шахматном порядке на площади Спектральная кривая для красных фотодиодов характеризуется наибольшей шириной пика и интегральной чувствительностью.





а) *б)*

Рис. 1. Внешний вид (а) и спектральная характеристика (б) датчика TCS230

Анализ конструктивных особенностей микросхемы TCS230 показал, что производителем не предусмотрено наличие встроенного инфракрасного фильтра. Как результат, на спектральной характеристике датчика (рис. 1, б) в сигнале присутствует достаточно большая составляющая в области длин волн

более 800 нм за пределами границ видимого света. Для длин волн от 900 нм до 1100 нм сигналы для всех четырех типов фотодиодов совпадают. Из этого можно сделать вывод, что все фотодиоды очень сильно подвержены засветке тепловым излучением и при использовании датчика требуется обязательное применение дополнительного специализированного инфракрасного фильтра.

Для управления и передачи данными в микросхеме TCS230 предусмотрены четыре управляющих входа S0-S3 и один выход, на котором формируется сигнал прямоугольной формы с заполнением 50 % (рис. 2).

Частота следования импульсов пропорциональна интенсивности излучения, попадающего на выбранную группу фотодиодов. Выбор осуществляется соответствующей цифровой комбинацией на входах S2 и S3. Входы S1 и S0 используются для настройки масштабирования частоты выходных импульсов. Коэффициент масштабирования имеет значения 2 %, 20 % и 100 % и определяет сколько импульсов будет усреднено на стороне сенсора, прежде чем будет сформирован усреднённый частотный импульс на выход.

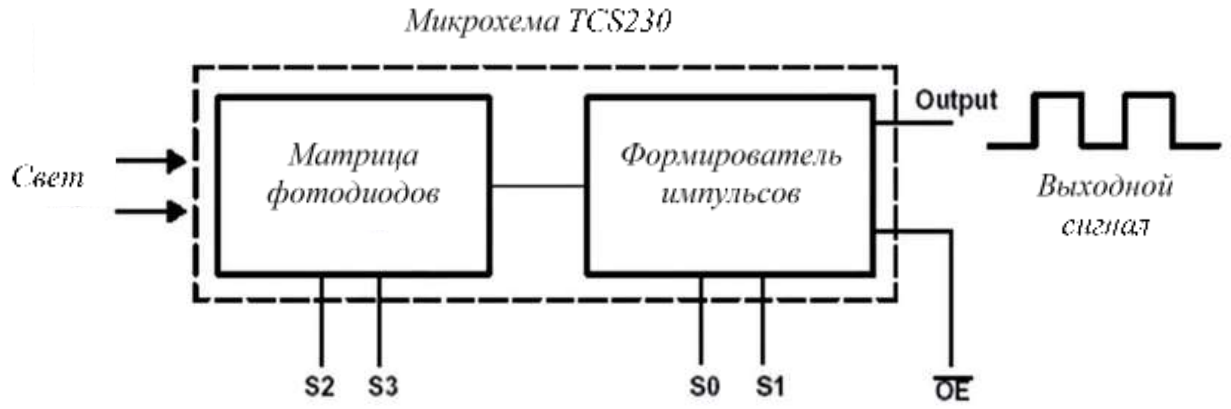


Рис. 2. Схема преобразования сигнала микросхемой TCS230

Измерения показывают, что максимальная частота следования импульсов на выходе микросхемы для разной освещенности лежит в диапазоне от 10 кГц до 600 кГц. Анализ формы сигнала для разных коэффициентов масштабирования показал, что при коэффициенте масштабирования 100 % длительность импульсов в выходном сигнале не постоянна. Можно выделить периодические повторяющиеся группы, разделенные импульсами большей длительности (рис. 3, а). Уменьшение коэффициента масштабирования позволяет устранить данное нежелательное явление и обеспечить постоянство длительности импульсов в течение всего периода измерения (рис. 3, б).

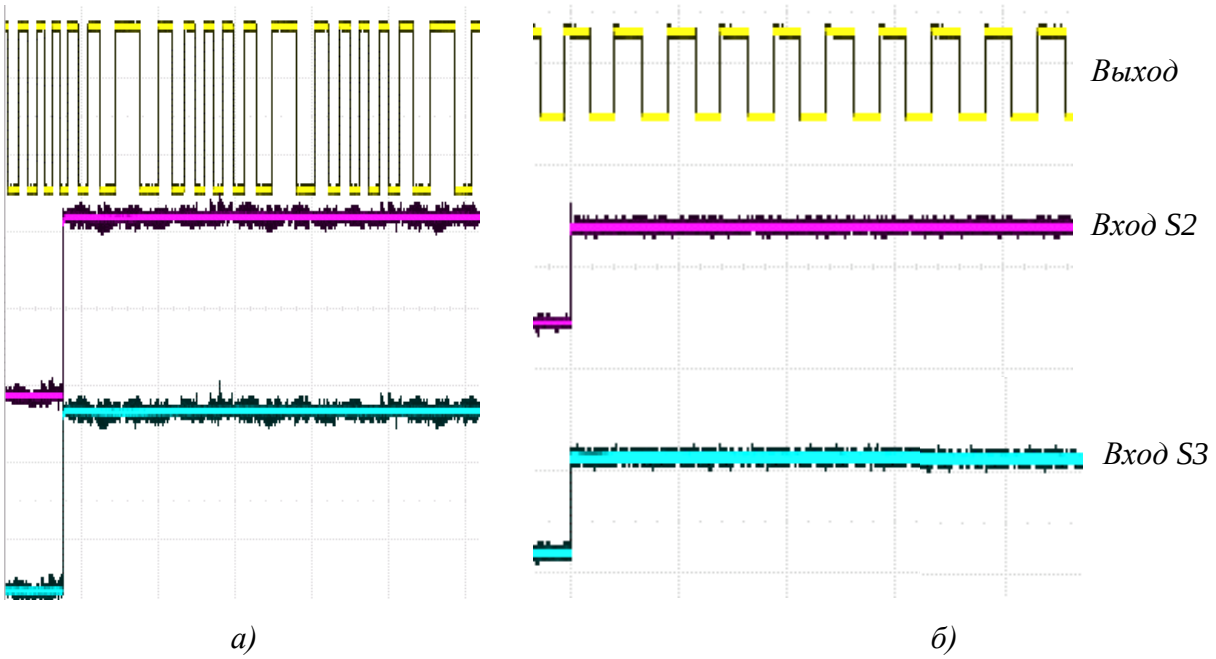


Рис. 3. Осциллограммы сигнала на выходе микросхемы TCS230 при коэффициенте масштабирования 100 % (а) и 50 % (б)

Для исследования работоспособности устройства была выбрана платформа Arduino на основе микроконтроллера ATmega328, который является высокопроизводительным 8-разрядным микроконтроллером на базе RISC AVR. Разработанный программный код управления для микроконтроллера обеспечивал возможность передачи данных с датчика на жидкокристаллический дисплей в виде набора значений интенсивности цвета в соответствии со стандартом RGB. В качестве тестовой поверхности использовалась жидкокристаллическая матрица типа IPS.

По результатам проведенных измерений можно сделать следующие выводы:

- использование датчика требует применения дополнительного фильтра, отсекающего инфракрасную составляющую спектра излучения,
- несоответствие измерений цветовой температуры от заданного значения по планковской кривой не превышает 200 К;
- наибольшая ошибка наблюдается в определении координат чистых спектральных цветов;
- самое точное определение цвета осуществляется при значениях насыщенности и светлоты в диапазоне 60 % до 80 %;
- при увеличении расстояния между датчиком и объектом более 2 см наблюдается уменьшение значений измеренных координат цвета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.08 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Cheng, Y. et al. Discoloration mechanism, structures and recent applications of thermochromic materials via different methods: A review // J. Mater. Sci. Technol., 2018, V.34, I. 12, p. 2225-2234.

УДК 004.087.2

И. В. Холодков, Н. В. Холодкова, Л. Е. Моисеев
Ивановский государственный химико-технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ В КОНЦЕПЦИИ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ

В статье проведен сравнительный анализ параметров и характеристик основных видов памяти, реализуемой в системах на основе микроконтроллеров. Показаны основные технические особенности сегнетоэлектрической памяти FRAM. Предложен блок расширения памяти на основе микросхем FM24C64B для совместной работы с устройствами под управлением микроконтроллера ATmega328.

Ключевые слова: энергонезависимая память; сегнетоэлектрические запоминающие устройства; интегральная схема; ячейка памяти; микроконтроллер.

I. V. Kholodkov, N. V. Kholodkova, L. E. Moiseev

THE USE OF FERROELECTRIC MEMORY IN THE CONCEPT OF AUTONOMOUS DATA COLLECTION SYSTEMS

The article provides a comparative analysis of the parameters and characteristics of the main types of memory implemented in microcontroller-based systems. The main technical features of ferroelectric FRAM memory are shown. A memory expansion unit based on FM24C64B chips has been developed to work with devices running the ATmega328 microcontroller.

Keywords: non-volatile memory; ferroelectric storage devices; integrated circuit; memory cell; microcontroller.

В процессе эксплуатации и разработки технических систем важное значение имеет предотвращение возникновения пожароопасных ситуаций. Обеспечение пожарной безопасности технологических процессов регламентируется системой стандартов безопасности труда [1]. Зачастую аварийные процессы развиваются без внешних видимых проявлений и для их обнаружения используются автоматизированные микропроцессорные системы измерения и управления, обеспечивающие возможность:

© Холодков И. В., Холодкова Н. В., Моисеев Л. Е., 2025

- контроля параметров процессов в местах, недоступных для человека;
- реализации продолжительных непрерывных измерений;
- единовременного параллельного измерения нескольких величин;
- управления быстропротекающими процессами;
- математической обработки большого объема данных непосредственно в ходе измерений.

Автономные системы сбора данных предусматривают возможность длительной работы от встроенного источника питания и в большинстве случаев строятся на основе AVR микроконтроллеров ATmega, представляющие собой высокопроизводительные 8-разрядные микроконтроллеры RISC архитектуры. Внутренняя организация микроконтроллеров (рис. 1) предусматривает возможность хранения данных в быстрой оперативной памяти (RAM) или более медленной энергонезависимой постоянной (EEPROM).

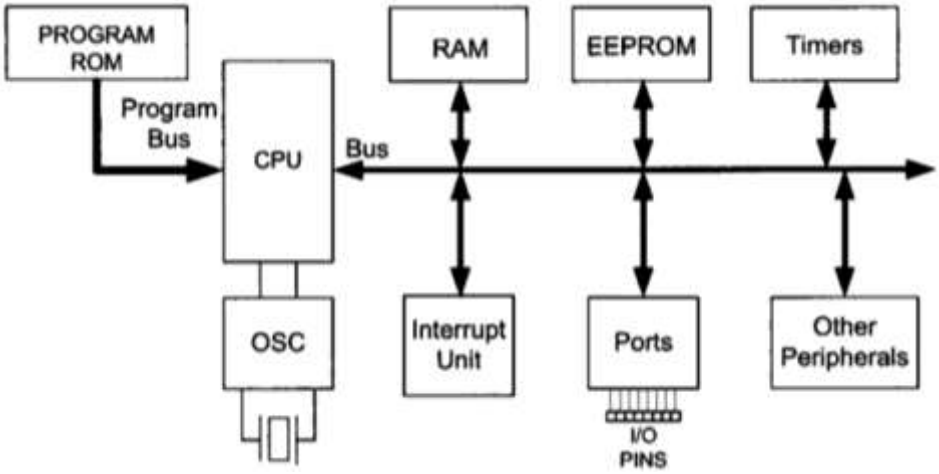


Рис. 1. Обобщенная структурная схема AVR микроконтроллера

Важное значение в построении автономных систем сбора данных имеет объем внутренней памяти микроконтроллера, которой в ряде случаев не может обеспечить долговременную запись большого количества данных. Расширение оперативной памяти возможно только для определенных типов микроконтроллеров ATmega, например, ATmega128. Использование внешней Flash памяти существенно ограничивает быстродействие устройства, так как среднее время записи одного блока достигает нескольких секунд. Одним из наиболее универсальных решений в таком случае является использование сегнетоэлектрической памяти (таблица).

Таблица. **Сравнительная характеристика основных видов памяти**

	FRAM	EEPROM	Flash	SRAM
тип	энерго-независимая	энерго-независимая	энерго-независимая	энергозависимая
метод записи	прямая перезапись	стирание и последующая запись (байтами)	стирание и последующая запись (блоками)	прямая перезапись
длительность цикла записи	до 150 нс	от 2 до 9 мс	от 0,5 до 4 с	до 55 нс
количество циклов записи/стирания	100 триллионов (10^{14})	1 миллион (10^6)	1 миллион (10^6)	неограниченное

Сегнетоэлектрическая оперативная память (ferroelectric random access memory, FRAM) представляет собой энергонезависимую память с произвольным доступом. Сегнетоэлектрический эффект – это способность материала сохранять электрическую поляризацию в отсутствие приложенного электрического поля. Элемент памяти FRAM представляет собой конденсатор, в котором в качестве диэлектрика используется пленка цирконат-титаната свинца ($Pb(Zr,Ti)O_3$) в кристаллической форме.

В отличие от обычных энергонезависимых запоминающих устройств, таких как Flash и EEPROM, содержимое ячейки FRAM хранится не в виде заряда в плавающем затворе, а определяется состоянием поляризации сегнетоэлектрической пленки, что обеспечивает надежное хранение данных более 150 лет, устраняя проблемы с надежностью на системном уровне, связанные с использованием EEPROM и других энергонезависимых запоминающих устройств. Важной особенностью этой технологии является высокая устойчивость к радиации, поскольку, в отличие от памяти с плавающим затвором, рентгеновское, альфа-, бета- и гамма излучение не изменяет текущее кристаллическое состояние сегнетоэлектрика и не может повредить информацию, содержащуюся в микросхеме, что позволяет применять данный вид памяти в отраслях, где ионизирующее излучение может использоваться в технологическом процессе.

Поскольку память FRAM работает на основе произвольного доступа, процесс записи требует минимального машинного времени. Непосредственное время, затрачиваемое на запись и чтение в элементе памяти, составляет 2-3 наносекунды и сопоставимо с данными параметрами для оперативной памяти. В результате FRAM может завершить процесс записи даже при внезапном отключении питания, что обеспечивает целостность данных.

Максимальное количество циклов записи/стирания для Flash и EEPROM составляет от 100000 до 1 миллиона. Память FRAM обладает гораздо большей

устойчивостью к многочисленным операциям чтения и записи с гарантированными более чем 100 триллионами циклов записи/чтения. Теоретически доступ к записи/чтению может осуществляться из ячейки более 300000 лет с интервалом в одну секунду.

Необходимо сделать одно важное замечание относительно названия данного вида памяти – термин «ferroelectric» не имеет отношения к понятию ферроэлектрические материалы. В элементе памяти FRAM не используется железо или другие ферромагнетики, поэтому они не чувствительны к внешним магнитным полям, как и обычные элементы оперативных запоминающих устройств динамического типа.

В рамках проведенного исследования был разработан блок расширения памяти для микроконтроллера ATmega 328 емкостью от 64 до 256 КБит на основе микросхемы FM24C64B, в которой для обмена данными реализован стандартный двунаправленный протокол шины I^2C. В отличие от EEPROM, в данном случае операции записи реализуются на скорости шины, что обеспечивает отсутствие задержек при записи: данные записываются в массив памяти сразу после успешного ввода каждого байта. Таким образом, каждый следующий цикл передачи данных по шине может начаться без необходимости опроса о результате завершения предыдущего цикла.

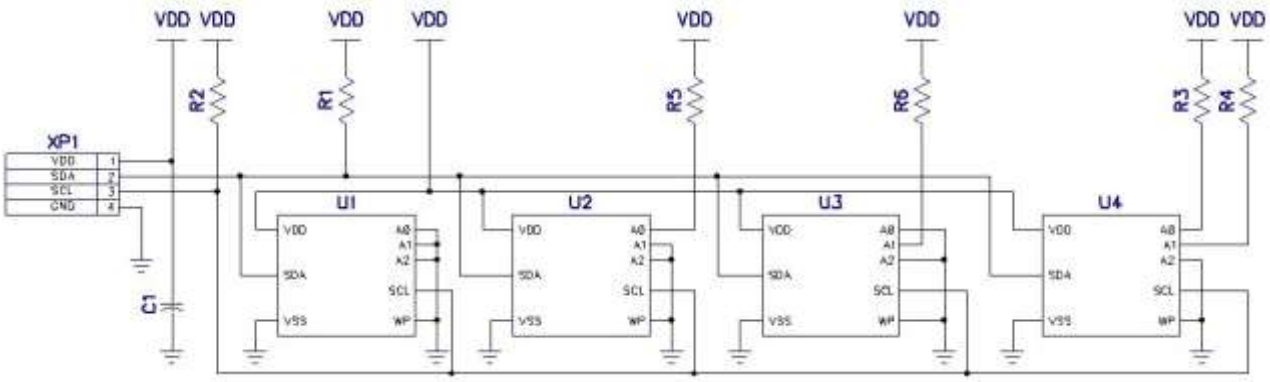


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема блока расширения памяти (R1-R4 – 10 кОм, C1 – 10 нФ, U1-U4 – FM24C64B)

Принципиальная электрическая схема разработанного блока приведена на рис. 2. Входы A2-A0 служат для выбора диапазона адресов, по которым будет доступна запись в данную микросхему. Для установки заданного адресного пространства используются резисторы R3-R6, формирующие на соответствующих входах уровень логической «1».

Конструктивно блок расширения реализован в виде дополнительной платы, на которой могут быть размещены от 1 до 4 микросхем FM24C64B в корпусе SOIC-8 (рис. 3). Для подключения блока к основному устройству предусмотрен стандартный PLS разъем.

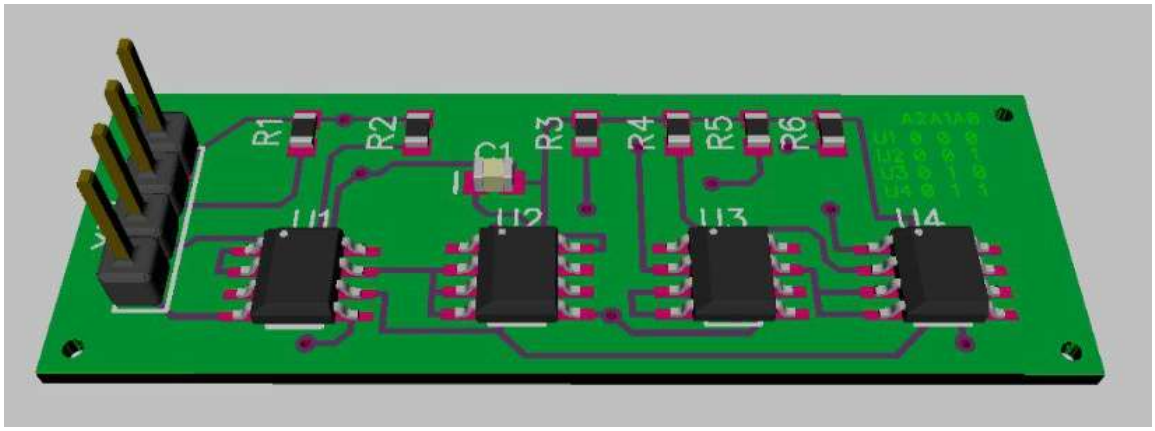


Рис. 3. Внешний вид платы блока расширения памяти на основе микросхем FM24C64B

Предлагаемый модуль позволяет обеспечить запись до 65500 значений переменной типа float с частотой до 400 кГц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2014. – 65 с.
2. Абдуллаев Д.А., Милованов Р.А., Волков Р.Л., Боргардт Н.И., Ланцев А.Н., Воротилов К.А., Сигов А.С. Сегнетоэлектрическая память: современное производство и исследования // Российский технологический журнал. – 2020. – Т. 8, №5. – С. 44-67.

УДК 614.841.332

П. А. Чернышов, М. С. Лебедев, В. В. Зубань, В. В. Ильичев, Е. Д. Панфилова
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ПРИНЯТЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В ЧАСТИ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЫМОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ В СОСТАВЕ СИСТЕМ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Рассмотрен пример оценки принятых проектных решений в части взаимного расположения дымоприемных устройств в составе систем вытяжной противодымной вентиляции и приточных устройств в составе систем приточной противодымной вентиляции,

© Чернышов П. А., Лебедев М. С., Зубань В. В., Ильичев В. В., Панфилова Е. Д., 2025

установленных в поэтажных межквартирных коридорах многоквартирных жилых домов. Построена математическая модель с геометрическими параметрами, позволяющими оценить распространение опасных факторов пожара и работы систем противодымной вентиляции. Представлен анализ данных, полученных при расчете.

Ключевые слова: пожар; продукты горения; система вытяжной противодымной вентиляции; модель; коридор.

P. A. Chernyshov, M. S. Lebedev, V. V. Zuban, V. V. Ilyichev, E. D. Panfilova

THE USE OF MATHEMATICAL MODELING IN EVALUATING DESIGN DECISIONS REGARDING THE RELATIVE LOCATION OF SMOKE INTAKE DEVICES AS PART OF SMOKE VENTILATION SYSTEMS

An example of evaluating design decisions made in terms of the relative location of smoke intake devices as part of exhaust smoke ventilation systems and supply air devices as part of supply smoke ventilation systems installed in floor-to-floor inter-apartment corridors of apartment buildings is considered. A mathematical model with geometric parameters has been constructed to assess the spread of fire hazards and the operation of smoke ventilation systems. The analysis of the data obtained during the calculation is presented.

Keywords: fire; combustion products; exhaust smoke ventilation system; model; corridor.

В данной работе проанализированы технологические и объемно-планировочные решения, а также технические решения по устройству систем приточно-вытяжной противодымной вентиляции, установленных в поэтажных межквартирных коридорах жилого здания. В рассматриваемом примере допущены отступления от положений п. 7.17 ж) СП 7.13130.2013 [1], в части фактически принятого расстояния между дымоприемным устройством системы вытяжной противодымной вентиляции (далее - ДУ) и приточным устройством системы приточной противодымной вентиляции (далее - ПД) (менее 1.5 м по вертикали). Фактическое расстояние между дымоприемным устройством системы ДУ и приточным устройством системы ПД составляет 845 мм. Таким образом, актуальность работы вызвана необходимостью расчетного подтверждения эффективности проектного расположения дымоприемных и воздухоприточных устройств систем противодымной вентиляции, защищающих поэтажные межквартирные коридоры в рассматриваемом здании. Экспертным методом принята область моделирования и построена математическая модель, с геометрическими параметрами, позволяющими оценить распространение опасных факторов пожара (далее – ОФП), с учетом работы противодымной вентиляции.

Расчетное определение произведено с использованием полевой модели распространения пожара. Для расчета распространения продуктов горения по объему принятой области моделирования была выбрана программа FDS (Fire Dynamic Simulator) [2], разработанная в научно-исследовательской лаборатории по пожарной безопасности Национального института стандартов и технологий (NIST) США. Алгоритм программы соответствует полевому методу

моделирования пожара в здании, представленному в Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [3].

В ходе анализа представленных на рассмотрение материалов была установлена область моделирования, в которую входит общая площадь, полная высота и конфигурация поэтажных коридоров жилого здания, помещение с очагом пожара. При моделировании учтены системы противодымной защиты с расчетными техническими характеристиками и проектным расположением, а также установленный алгоритм работы. Производительность вентиляторов систем вытяжной противодымной вентиляции принята по расчетному расходу смеси воздуха, дыма и их плотностей. Геометрические размеры рассматриваемого здания установлены по архитектурным чертежам, графически область моделирования представлена ниже (рис. 1–2).

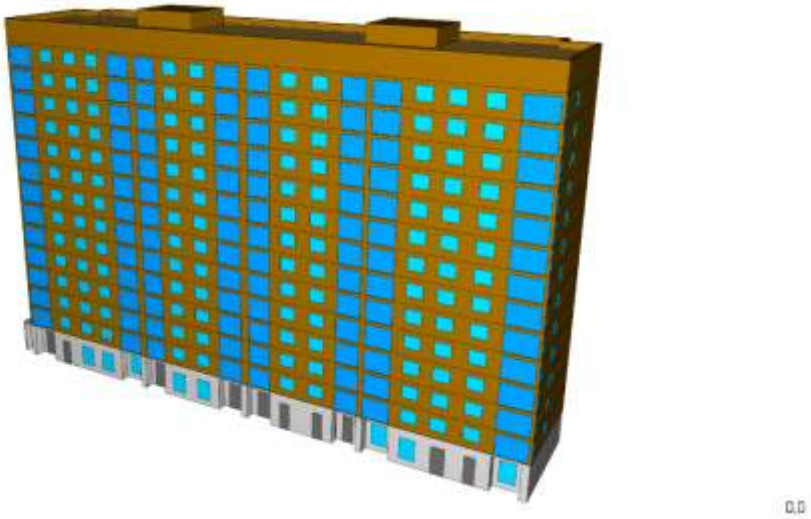


Рис. 1. Общий вид модели

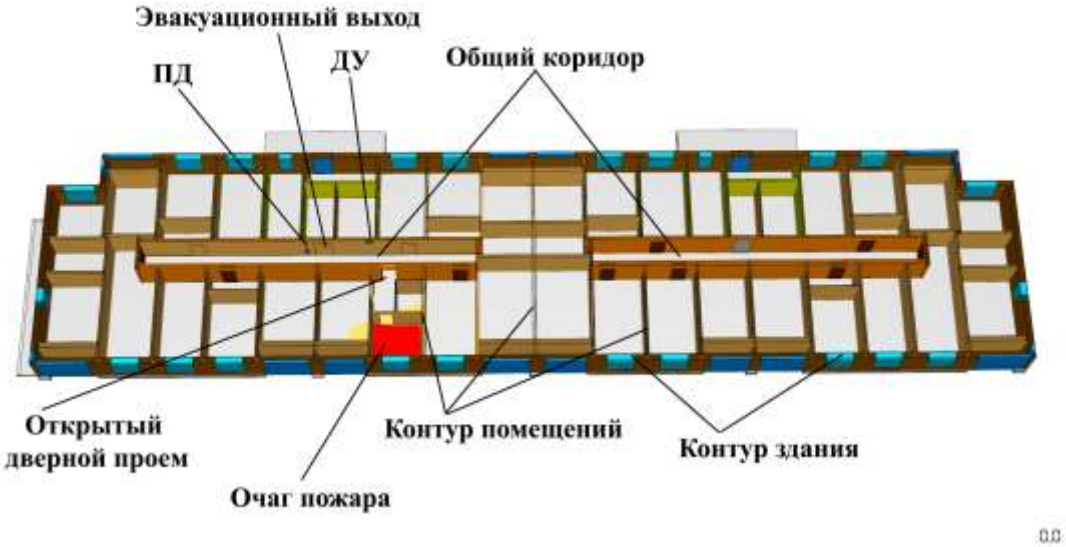


Рис. 2. Расчетная схема

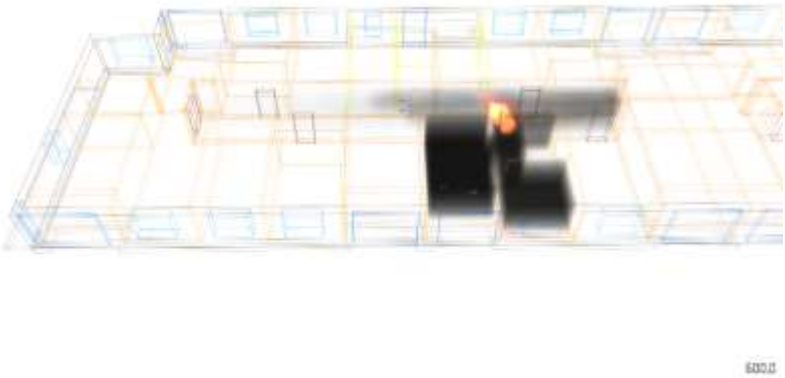


Рис. 3. Динамика распространения продуктов горения.

Показатели фиксировались группами измерительных датчиков, расположенными в рассматриваемой области моделирования. Дополнительно показатели фиксировались группами измерительных плоскостей (полей) (рис. 3). Размер ячеек сетки, принятой области моделирования составил 0.25×0.25×0.25 м.

Дополнительно параметры противодымной защиты выполнена расчетная оценка вероятности воздействия ОФП на эвакуирующихся людей. При этом принималось во внимание, что допускается постепенное снижение нижней границы дымового слоя до уровня размещения верхних эвакуационных выходов за время, превышающее расчетное значение, необходимое для полной эвакуации людей в безопасные зоны (пространства).

Анализ полученных расчетных данных показал, что противодымная вентиляция рассматриваемых поэтажных коридоров жилого здания создает необходимые условия для безопасной эвакуации людей, с учетом принятых технических решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».

2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности – Приложение к приказу МЧС России от 14.11.2022 № 1140.

3. M. Vanella, K. McGrattan, R. McDermott, G. Forney. Advances in simulation capability for complex geometry. Fire research division, National Institute of Standards and Technology (NIST) & Department of Mechanical and Aerospace Engineering, The George Washington University. Fire Safety Journal. P. 11.

РАЗДЕЛ 4
ПЕДАГОГИКА И МЕТОДОЛОГИЯ ОБЩЕЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ

SECTION 4
PSYCHOLOGICAL AND EDUCATIONAL ASPECTS OF FIRE AND RESCUE TRAINING

УДК 316.776

В. В. Ардисламов, Р. М. Шипилов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ДРУГОЙ ВЗГЛЯД НА ТРЕНИРОВКИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ

Статья посвящена вопросам тренировок и обучения газодымозащитников, вопросом закрепления необходимых навыков в процессе проведения игры.
Ключевые слова: пожарные; газодымозащитники; игра; эстафета.

V. V. Ardislamov, R. M. Shipilov

ANOTHER LOOK AT THE TRAINING OF GAS AND SMOKE DEFENDERS

The article is devoted to the issues of training and education of gas and smoke defenders, the issue of consolidating the necessary skills during the game.
Keywords: firefighters; gas and smoke protectors; game; relay race.

Газодымозащитная служба – специальная служба пожарной охраны, организуемая в органах управления, подразделения ГПС, пожарно-технических учебных заведениях МЧС России для ведения действий по тушению пожаров в непригодной для дыхания среде [1]. За девяносто два года существования газодымозащитной службы [2] и тридцать пять лет существования министерства принято не мало усилий для обеспечения безопасности личного состава. Безопасность обеспечивается различными путями, речь и про оснащение, и про экипировку, но самое главное условие безопасности сотрудника – знания. Как бы странно не звучало, но знание механизма горения, образования паровоздушных смесей и пути их предотвращения спасают тысячи людей ежедневно. С целью совершенствования и систематизации знаний, навыков и полученного опыта газодымозащитники раз в месяц проводят тренировку на свежем воздухе, раз в квартал в непригодной для дыхания среде и не менее одной тренировки в год на огневой полосе психологической подготовки [3]. Данные виды тренировок уже

© Ардисламов В. В., Шипилов Р. М., 2025

на протяжении многих лет демонстрируют свою работоспособность, однако, в некоторых подразделениях стали появляться и иные виды соревнований, например – футбол (в полной экипировке и аппаратах защиты).

Стоит рассмотреть вариант проведения соревнований в форме эстафет, в экипировке и дыхательном аппарате. Суть проведения тренировки в виде соревнований в эмоциональной окраске. Дело в том, что эмоции, переживаемые во время эстафет, играют ключевую роль в обучении и запоминании новых навыков. Это связано с тем, что эмоционально насыщенные события лучше фиксируются в памяти благодаря активации определенных областей мозга. Азарт, адреналин и дофамин, которые вырабатываются у участников команды в момент отработки эстафеты позволяют зафиксироваться в памяти и не вызвать затруднений в момент стресса.

Такая форма соревнований позволяет смешивать подразделения между собой. С одной стороны, караул или отделения представляется достаточно слаженной командой, однако, бывают крупные, затяжные пожары во время которых умение вовремя перераспределиться играет важную роль.

Этапы эстафеты должны быть приближены к реальным задачам с игровым элементом, что позволит не так сильно концентрироваться на сложности задачи, как например в теплодымокамере, но и принесет практическую пользу для обучения и тренировок.

Вариант проведения эстафеты

- Первый участник. Надевание боевой одежды. Участники по очереди надевают полный комплект боевой одежды пожарного (боевую одежду пожарного, шлем-каску, краги) и пробегают дистанцию с мячом в руках, далее передают следующему участнику.
- Второй участник. Надевание включение в аппарат защиты и преодоление «змейки с мячом в руках». В конце дистанции необходимо закинуть мяч в корзину, по факту попадания (промаха) в корзину бежит третий участник.
- Третий участник. Преодолевает забор, пробегает вперед и вяжет веревку (узел) одним из четырех способов.
- Четвертый и пятый участники. Переносят условного пострадавшего (манекен) на безопасное расстояние.
- Шестой участник. Осуществляет подъем по штурмовой лестнице в окно второго этажа.

По времени подъема последнего (шестого участника) определяется общекомандное время, плюс штрафные минуты за различные нарушения, включая нарушения правильности выполнения элементов и нарушения требований охраны труда [4].

До недавнего времени одним из методов определения уровня физической работоспособности был степ-тест, однако с отменой приказа № 3 [5] многие подразделения перестали использовать данный вид контроля уровня физической работоспособности.

Безусловно, эстафета не станет полноценным инструментом для определения уровня выносливости сотрудника или подразделения в целом, но она, как и любая полноценная тренировка способствовать повышению уровня физической подготовки пожарных и спасателей. Наличие эмоциональной окраски мероприятия благоприятно скажется на закреплении навыков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газодымозащитная служба и тренировка газодымозащитников // fireman.club URL: https://fireman.club/statyi-polzovateley/gazodymozashhitnaya-sluzhba-i-trenirovka-gazodymozashhitnikov/ (дата обращения: 18.01.2025).
2. Кафедра "Пожарная безопасность" // kpbpnz.ru URL: https://kpbpnz.ru/news/1-мая-день-создания-гдзс-россии (дата обращения: 17.01.2025).
3. Приказ МЧС России от 26 октября 2017 г. N 472 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны».
4. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 декабря 2020 года N 881н Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны.
5. Приказ МЧС РФ от 9 января 2013 г. N 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде».

УДК 614.842

И. В. Багажков, А. В. Кузнецов, И. В. Пестов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРИМЕНЕНИЯ ТАКТИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ КУРСАНТАМИ ИВАНОВСКОЙ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ АКАДЕМИИ ГПС МЧС РОССИИ

В данной статье рассматриваются особенности применения современных способов достижения основной боевой задачи на пожаре, путем применения тактической вентиляции в рамках управления газообменом на пожаре.

Ключевые слова: пожар; дымосос; звено газодымозащитной службы.

© Багажков И.В., Кузнецов А. В., Пестов И. В., 2025

I. V. Bagazhkov, A. V. Kuznetsov, I. V. Pestov

DEVELOPMENT OF METHODS FOR THE USE OF TACTICAL VENTILATION BY CADETS OF THE IVANOVO FIRE AND RESCUE ACADEMY

This article discusses the specifics of using modern methods to achieve the main combat mission in a fire, through the use of tactical ventilation in the framework of gas exchange control in a fire.

Keywords: fire; smoke extraction; gas and smoke protection service.

В рамках управления газообменом на пожаре с 2024 года профессорско-преподавательским составом кафедры пожарной тактики и основ аварийно-спасательных работ (в составе УНК «Пожаротушение») Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России были впервые организованы и проведены практические занятия с обучающимися по применению тактической вентиляции.

На загородной учебной базе при организации специальной подготовки пожарных и спасателей в качестве основных тренажеров были задействованы комплексы «Огненный дом», а также комплекс по ликвидации последствий пожаров в здании различного функционального назначения («Общежитие»). При проведении занятий с курсантами использовалось пожарно-техническое вооружение – пожарные дымососы, вентиляционные рукава, воздуховоды и воздушно-механическая пена средней кратности (рисунок).

Рисунок. Организация газообмена на пожаре

Вся работа коллектива была построена на основе трудов заместителя начальника управления – начальника службы пожаротушения управления организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ Главного управления МЧС России по г. Москве полковника внутренней службы Серегина Максима Вадимовича.

При проведении практических занятий были рассмотрены приемы и методы, которые напрямую связанны с характерными особенностями объемно-планировочных и конструктивных решений самого жилого дома, объемно-планировочных особенностей условного объема (отсека/квартиры) в которой произошел пожар, а также наличия пространственного соединения между

отдельно взятыми отсеками [3]. Далее, будут рассмотрены особенности проведения тактической вентиляции в жилом доме в зависимости от обстановки на месте пожара, отмеченные в своих трудах Серегиным М.В.

В контексте рассматриваемого вопроса жилой дом следует представлять, как единый замкнутый объем, являющейся суммой отдельно взятых объемов – объем квартиры, объем приквартирного холла, объем лестничной клетки и т.д. При этом отдельные объемы могут иметь пространственное соединение с улицей или не иметь такового. Либо один объем, например квартира, может быть разделена на более меньшие объемы – комнаты, так же имеющие или не имеющие между собой пространственные соединения – двери; или представлять из себя единое целое, например квартира-студя, или однокомнатная квартира без межкомнатных дверей.

С учетом этого, а так же при любых пожарах в домах высотой 2 этажа и более, РТП должен учитывать, что лестничная клетка является основным путем эвакуации для жильцов, а так же что защита путей эвакуации это одна из приоритетных задач при управлении газообменом в целом и организации тактической вентиляции в частности [1].

Разберем порядок действий пожарно-спасательных подразделений на примере нескольких вариантов развития пожара в квартире жилого дома, в зависимости, от определенных условий. Для примера взят характерный пожар в квартире, расположенной на третьем этаже пятиэтажного жилого дома. Условно считаем, что пожар имеет развившуюся форму, продукты горения и высокая температура интенсивно распространяются [1,2]. На основании вышесказанного формулируем тактичесий замысел для обучающихся при проведении практического занятия.

Вариант № 1

Условия пожара: очаг пожара находится в квартире. Дверь в квартиру – закрыта, продукты горения не поступают в лестничную клетку, остекление в квартире не вскрылось.

Основная задача – предупредить распространение продуктов горения в лестничную клетку.

Выполнение задачи – дымосос устанавливается перед входом в лестничную клетку. В объем лестничной клетки нагнетается воздух, создавая в объеме лестничной клетке положительное давление. Звено ГДЗС с подготовленным к работе ручным водяным стволом вскрывает дверь в горящую квартиру, проникает к очагу пожара, вскрывает остекление (создает вытяжное отверстие). Проводит работы по поиску и спасанию людей, тушению пожара

Вариант № 2

Условия пожара: очаг пожара находится в квартире. Дверь в квартиру – закрыта, продукты горения не поступают в лестничную клетку (на пути эвакуации), остекление в квартире вскрылось.

Выполнение задачи – дымосос устанавливается перед входом в лестничную клетку. В объем лестничной клетки нагнетается воздух, создавая в объеме лестничной клетки положительное давление. Звено ГДЗС с подготовленным к работе ручным водяным стволом вскрывает дверь в горящую квартиру, проникает к очагу пожара, проводит работы по поиску и спасанию людей, тушению пожара.

В ходе тушения пожара может сложиться ситуация, когда не весь объем лестничной клетки будет освобожден от продуктов горения, например, в случае поэтажной вентиляции, а звено тушения уже будет готово к входу в горящую квартиру. В данном случае решение на вход принимает РТП (командир звена ГДЗС после получения разрешения на вход от РТП). Но стоит учитывать, что мощности дымососа может не хватить для нормальной работы двух вытяжных отверстий – в лестничной клетке и горящей квартире.

Таким образом на примере стандартных пожаров в жилом доме мы видим, что в применении ППД в современной пожарной тактике не должно вызывать абсолютно никаких сложностей. При комплектовании расчетов пожарно-спасательных подразделении необходимым современным вооружением, незначительным пересмотрением требований к организации газодымозащитной службы, в сторону стандартного уменьшения размера звена до двух человек и надлежащему обучению личного состава, уже сегодня можно использовать управление газообменом на пожаре на совершенно новом уровне [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багажков И.В. Организация пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ. Часть 1: учебное пособие / С.Н. Никишов, А.В. Наумов, Д. Ю. Палин. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – 162 с.

2. Багажков И.В. Тактика аварийно-спасательных работ: учебное пособие / О.Н. Белорожев, А.Н. Мальцев, С.Н. Никишов. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 112 с.

3. Стандартные приемы тактической вентиляции в жилом доме [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://5nomer.ru/2022/03/28/%d1%81%d1%82%d0%b0%d0%bd%d0%b4%d0%b0%d1%80%d1%82%d0%bd%d1%8b%d0%b5%d0%bf%d1%80%d0%b8%d0%b5%d0%bc%d1%8b%d1%82%d0%b0%d0%ba%d1%82%d0%b8%d1%87%d0%b5%d1%81%d0%ba%d0%be%d0%b9-%d0%b2%d0%b5%d0%bd%d1%82/.

УДК 614.8

В. П. Гаврюшенко, В. В. Володченкова
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ

Статья посвящена актуальным вопросам внедрения передовых технологий в процесс подготовки пожарных и спасателей. Рассматриваются ключевые проблемы, такие как недостаточное использование инновационных методов обучения, ограниченный доступ к современным технологиям и отсутствие интеграции междисциплинарных подходов. Предлагаются пути решения, включая внедрение виртуальной и дополненной реальности (VR/AR), использование искусственного интеллекта (AI) и разработку интерактивных обучающих платформ. Обосновываются перспективы дальнейших научных разработок в данной области.

Ключевые слова: передовые технологии; подготовка пожарных; подготовка спасателей; виртуальная реальность; искусственный интеллект; интерактивные платформы; инновационные методы обучения.

V. P. Gavryushenko, V. V. Volodchenkova

THE USE OF ADVANCED TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF TRAINING FIREFIGHTERS AND RESCUERS

The article is devoted to topical issues of the introduction of advanced technologies in the process of training firefighters and rescuers. Key issues such as insufficient use of innovative teaching methods, limited access to modern technologies and lack of integration of interdisciplinary approaches are considered. Solutions are proposed, including the introduction of virtual and augmented reality (VR/AR), the use of artificial intelligence (AI), and the development of interactive learning platforms. The prospects of further scientific developments in this field are substantiated.

Keywords: advanced technologies, firefighter training, rescue training, virtual reality, artificial intelligence, interactive platforms, innovative teaching methods.

В условиях роста числа чрезвычайных ситуаций, усложнения технологий и изменения характера рисков и угроз, подготовка пожарных и спасателей требует внедрения современных методов обучения. Использование передовых технологий, таких как виртуальная реальность (VR), искусственный интеллект (AI) и интерактивные платформы, позволяет повысить качество подготовки специалистов, обеспечивая их готовность к работе в сложных и динамичных условиях. Актуальность темы обусловлена необходимостью модернизации системы подготовки с учетом современных вызовов и требований.

© Гаврюшенко В. П., Володченкова В. В., 2025

Современные технологии меняют подход к обучению и тренировкам спасателей, делая их более реалистичными, интерактивными и эффективными, а присутствие игровых элементов в учебном процессе способствует повышению мотивации обучающихся.

Одними из наиболее значимых инновационных технологий, применяемых при подготовке пожарных и спасателей, являются симуляторы и виртуальная реальность, обеспечивая реалистичные и эффективные тренировки, которые помогают развивать навыки, улучшать реакцию на чрезвычайные ситуации и принимать правильные решения [1].

Внедрение виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) позволяет моделировать сценарии чрезвычайных ситуаций для отработки навыков, создавать интерактивные учебные программы. Разработка систем анализа и прогнозирования чрезвычайных ситуаций возможна при использовании искусственного интеллекта (AI). Симуляторы и виртуальная реальность позволяют создать безопасную и контролируемую среду для тренировок, снижая риски для пожарных и спасателей при подготовке к работе в реальных условиях. Они позволяют повысить профессиональную подготовку спасателей и улучшить реакцию на чрезвычайные ситуации, что в конечном итоге способствует спасению жизней и сокращению ущерба от чрезвычайных ситуаций [2, 3].

Рассмотрим некоторые примеры использования симуляторов и VR при подготовке пожарных и спасателей. Благодаря использованию модулей виртуальной реальности, спасатели могут проводить тренировки в условиях, максимально приближенных к реальности, включая симуляцию пожаров, аварий, спасательных операций и других чрезвычайных ситуаций. Это позволяет пожарным и спасателям максимально реалистично отработать процедуры и поведение в различных сценариях. Симуляторы пожаров могут создавать эффекты имитации огня и дыма, позволяя пожарным тренироваться в условиях борьбы с возгораниями, оценке опасности, эвакуации. Симуляторы и VR позволяют пожарным и спасателям тренироваться координации действий, обмене информацией и оттачивать навыки командной работы, принятия коллективных решений в экстремальных ситуациях. VR-технологии также могут использоваться для обучения медицинским навыкам в экстренных ситуациях [1].

В последние годы проблема использования передовых технологий в подготовке пожарных и спасателей активно изучается как в России, так и за рубежом. Современные исследования подчеркивают важность интеграции новых технологий, таких как виртуальная реальность (VR) и искусственный интеллект (AI), в образовательный процесс. Также отмечается необходимость разработки интерактивных обучающих платформ и использования больших данных для анализа и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Однако многие вопросы остаются недостаточно изученными, что требует дальнейших научных разработок.

Рассмотрим перспективы научных разработок в этой предметной области. Будущие исследования должны быть направлены на разработку новых педагогических методик и подходов, учитывающих специфику работы пожарных и спасателей, изучение эффективных способов интеграции современных технологий в образовательный процесс; исследование эффективности инновационных методов обучения, таких как VR и AI, а так же анализ и адаптацию международного опыта подготовки специалистов в области чрезвычайных ситуаций, разработку междисциплинарных программ, интегрирующих в себе различные области научного знания.

На практике существует ряд проблем при реализации передовых технологий, таких как недостаточное использование инновационных методов обучения: большинство учебных программ не включают использование современных технологий (VR, AR и AI); отсутствие объективной возможности использовать передовые методы обучения: отдельные учебные заведения не имеют доступа к современным технологиям из-за недостатка финансирования и ресурсов.

Современная система подготовки пожарных и спасателей играет ключевую роль в обеспечении безопасности населения и территорий в условиях чрезвычайных ситуаций. Высокий уровень профессиональной подготовки данных специалистов напрямую влияет на эффективность и оперативность их действий в экстремальных условиях. В связи с этим, разработка и внедрение современных педагогических методик и подходов к обучению пожарных и спасателей является важной задачей, требующей постоянного внимания со стороны научного сообщества и практиков.

Подготовка пожарных и спасателей требует постоянного совершенствования и регулярной адаптации к современным реалиям. Решение существующих проблем возможно за счет модернизации образовательных программ, внедрения в образовательный процесс симуляторов, виртуальной и дополненной реальности, интерактивных тренажеров для повышения уровня подготовки и мотивации обучающихся, усиления практической подготовки, развития междисциплинарного подхода и внедрения инновационных методов обучения. Это позволит повысить качество подготовки специалистов и их готовность к работе в сложных и динамичных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грачев А. В. Применение современных инновационных технологий при подготовке пожарных и спасателей // Символ науки. 2024. №11-1-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-sovremennyh-innovatsionnyh-tehnologiy-pri-podgotovke-pozharnyh-i-spasateley (дата обращения: 14.02.2025).

2. Ласута Г.Ф. Внедрение технологий виртуальной реальности в учебный процесс подготовки специалистов органов государственного пожарного надзора. 2009. №2 (10). С. 25-29.

3. Применение технологий виртуальной реальности при первоначальной подготовке газодымозащитников / И.Ю. Шарабанова, Б.Б. Гринченко, М.О. Баканов, А.В. Суровегин // Проблемы и перспективы развития IT- и VR-технологий в области комплексной безопасности: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 26-27 октября 2023 года. -Екатеринбург: Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, 2023. - С. 58-65

4. Fireman.club: сайт пожарных и спасателей [Электронный ресурс]. - URL:https://fireman.club/staty

УДК 614.84

Г. Г. Гойкалов, С. В. Гузь
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Проанализированы статистические данные анализа состояния здоровья сотрудников ФПС ГПС МЧС России. Удаленность ведомственных медицинских учреждений. Сделан вывод о необходимости совершенствования подготовки пожарных и спасателей, а также необходимости прохождения лечения в медицинских учреждениях Минздрава России.

Ключевые слова: обучение и прививание навыков; соблюдение техники безопасности, оказание первой медицинской помощи, удаленность ведомственных медицинских учреждений.

G. G. Goikalov, S.V. Guz

PROBLEMATIC ISSUES OF TRAINING FIREFIGHTERS AND RESCUERS IN THE ELIMINATION OF FIRES, EMERGENCIES AND RESCUE OPERATIONS

The statistical data of the analysis of the health status of the staff of the FPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia are analyzed. The remoteness of departmental medical institutions. It is concluded that it is necessary to improve the training of firefighters and rescuers, as well as the need for treatment in medical institutions of the Russian Ministry of Health.

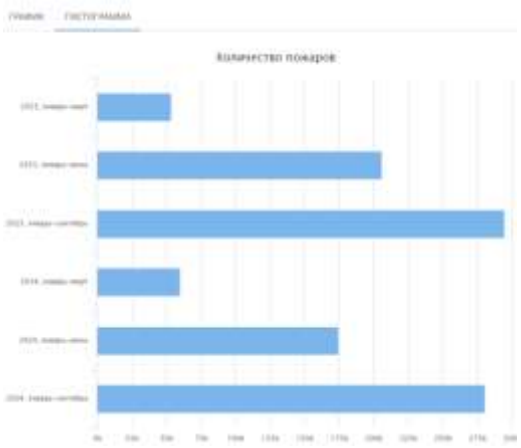
Keywords: training and instilling skills, compliance with safety regulations, first aid, remoteness of departmental medical institutions.

© Гойкалов Г. Г., Гузь С. В., 2025

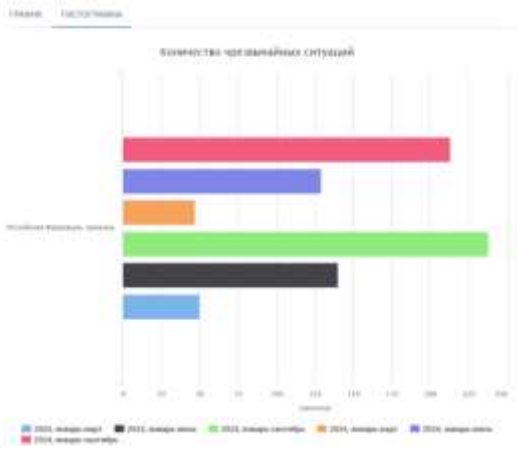
В период ликвидации пожаров, аварии требует от личного состава подразделений строгого соблюдения мер безопасности. Соблюдение, которых позволит предотвратить несчастные случаи или потери личного состава.

Руководители подразделений обязаны обучать личный состав характерным особенностям предстоящих действий, знакомить его с порядком проведения работ и правилами безопасности, строго следить за их выполнением. Также проводится инструктаж по мерам безопасности личному составу на участке (объекте) работ одновременно с постановкой задач.

По данным официальной статистики единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС), введенной в эксплуатацию совместным приказом Минкомсвязи России и Росстата от 16 ноября 2011 года № 318/461 в за 9 месяцев (январь-сентябрь) 2024 года произошло 280 457 пожаров и 213 чрезвычайных происшествия, между тем за аналогичный период 2023 года произошло 294 745 пожаров и 238 чрезвычайных происшествия. Снижение пожаров в 2024 году составило 4,8 % пожаров и 10,5 % чрезвычайных ситуаций, что видно на графиках (рис. 1)



Ист. https://fedstat.ru/indicator/59305



Ист. https://fedstat.ru/indicator/41317

Рис. 1. Показатели количества пожаров и чрезвычайных ситуаций за периоды: январь-март, январь-июнь и январь-сентябрь 2023 и 2024 годов

Между тем единая межведомственная информационно-статистическая система приводит следующие данные по количеству человек получивших травмы на пожарах за тот же период (рис. 2):

- за 2023 год: январь-март – 2096 человек, апрель-июнь – 2291 человек, июль-сентябрь – 1931 человек;
- за 2024 год: январь-март – 2213 человек, апрель-июнь – 2196 человек, июль-сентябрь – 1863 человек.

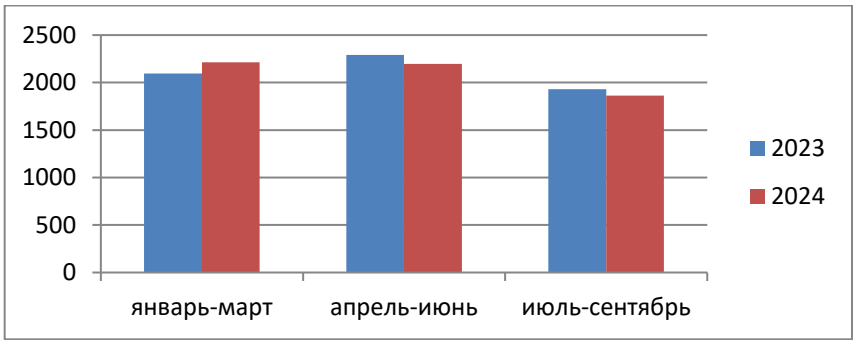


Рис. 2. Количество человек получивших травмы на пожарах за периоды: январь-март, апрель-июнь и июль-сентябрь 2023 и 2024 годов

Даже не смотря на снижение количества травмируемых людей в 2024 году, можно заметить, что в холодное время года количество травмируемых на порядок выше. Это происходит в следствии воздействия климатических факторов: температуры воздуха, давления водяного пара в воздухе, скорости движения воздуха, температуры излучения окружающих предметов [1]. Неблагоприятное сочетание этих четырех факторов, создают дополнительные риски возникновения травматизма. Так как при работе на пожаре или при ликвидации чрезвычайных ситуаций (аварии, опасные природные явления, катастрофы, стихийные или иного бедствия) личный состав подразделений МЧС постоянно взаимодействует агрессивной средой (холод, жар, пар, вода) и достаточно часто меняющиеся локальными климатическими факторами создаются оптимальные условия получения травматизма.

Прошедший профессиональную подготовку рядовой пожарный знает и умеет оказывать первую помощь пострадавшим гражданам или коллегам на пожаре, так же в случае серьезных травм подразделения скорой медицинской помощи всегда находятся (дежурят) у мест ликвидации пожаров, чрезвычайных ситуаций.

Проблемный вопрос заключается в легких травмах, таких как ушибы, растяжения, переохлаждение групп мышц. Подход к лечению данных травм весьма консервативный, другими словами, с ними непринято обращаться за помощью к медицинским работникам, более того ввиду отсутствия информационного обучения, сотрудники фактически вынуждены использовать самолечение. А ведь в период действия агрессивной среды есть риск развития легкой травмы до ампутации конечности или инвалидности.

В соответствии с приказом МЧС России от 20.10.2017 № 452 [2] боевое дежурство осуществляется личным составом дежурного караула посредством посменного несения службы непрерывно в течение рабочего дня (суток). По окончании дежурства, проводится смена в течение 30 минут (допускается увеличение смены дежурства до 45 минут в зависимости от степени оснащенности подразделения).

То есть при смене дежурства лица сменяющегося караула не всегда сообщают о получивших травмах в период дежурства ввиду их незначительности, забывчивости, занятости сдачей смены дежурства, внезапным выездом на пожар или чрезвычайную ситуацию.

При этом воздействии пониженных температур, некоторые ушибы легко перепутать с серьезным переломом, к тому же болевые ощущения и внешние признаки у них схожи, запущенность таких травм может привести к непредсказуемым последствиям. Принято считать, что отсутствие синяка или гематомы и кровоподтеков, признак того, что ушиб незначительный и лечить его не стоит. Данное убеждение ошибочно, так как при серьезных травмах синяки могут не появляться до 3х дней.

Ссадины, царапины и неглубокие порезы обычно отличаются быстрым заживлением, при выполнении своевременной дезинфекции пораженного участка. Однако основной опасностью считается занесение инфекции, которая в свою очередь опасно не предсказуемыми последствиями.

В целом самолечение имеет ряд отрицательных эффектов, таких как низкая неэффективность, возможность развития микроорганизмов, несовместимость с другими препаратами, побочные эффекты.

В настоящее время процесс подготовки личного состава пожарных подразделений определяется согласно приказу МЧС России от 26 октября 2017 г. № 472 "Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны"[3]. Составляется годовой план распределения времени по дисциплинам и месяцам обучения для личного состава подразделений, однако общее количество часов, выделенных на определенные предметы ограничено.

Так на предмет «Оказание первой помощи» выделяется всего 10 академических часов в год или 8 для малочисленных подразделений, медико-психологическая подготовка – 14 часов, охрана труда – 8 часов.

Следующий проблемный вопрос заключатся в недостаточном времени для выработки и приобретения навыков личным составом пожарных подразделений. Общая методика формирования навыков [4], разделена на несколько этапов, которые должны тщательно прорабатываться, таких как:

- поэтапное формирование навыка;
- комплекс методов и методических приемов;
- упражнения, темп и усложнение условий которых индивидуализируются.

Тема для изучения достаточно обширная, к тому же необходимо на практике постоянно отрабатывать некоторые навыки и методы первой оказания помощи. По данным Анализа состояния здоровья сотрудников Федеральной противопожарной службы ГПС МЧС России в 2023 году [5] (рис. 3) зафиксировано 7820 случая госпитализации сотрудников ФПС ГПС территориальных органов, из которых:

- 1,7 % оставили случаи госпитализации сотрудников ФПС ГПС с инфекционными и паразитарными болезнями;

- 6,7 % сотрудников ФПС ГПС получили инвалидность вследствие инфекционных и паразитарных заболеваний;
- 9,7 % оставили случаи госпитализации сотрудников ФПС ГПС с травмами или отравлением воздействия внешних причин;
- 13,3 % сотрудников ФПС ГПС получили инвалидность вследствие травмами или отравлением воздействия внешних причин;
- 45,8 % сотрудников ФПС ГПС с летальным исходом вследствие травмам или отравления воздействия внешних причин.

Так же одной из распространенных причин не обращения за получением медицинской помощи является удаленность ведомственных медицинских учреждений от подразделений МЧС России. Например, в Московской области, из некоторых подразделений для прохождения лечения приходится добираться до ведомственного медицинского подразделения больше двух часов, в некоторых районах России еще больше.

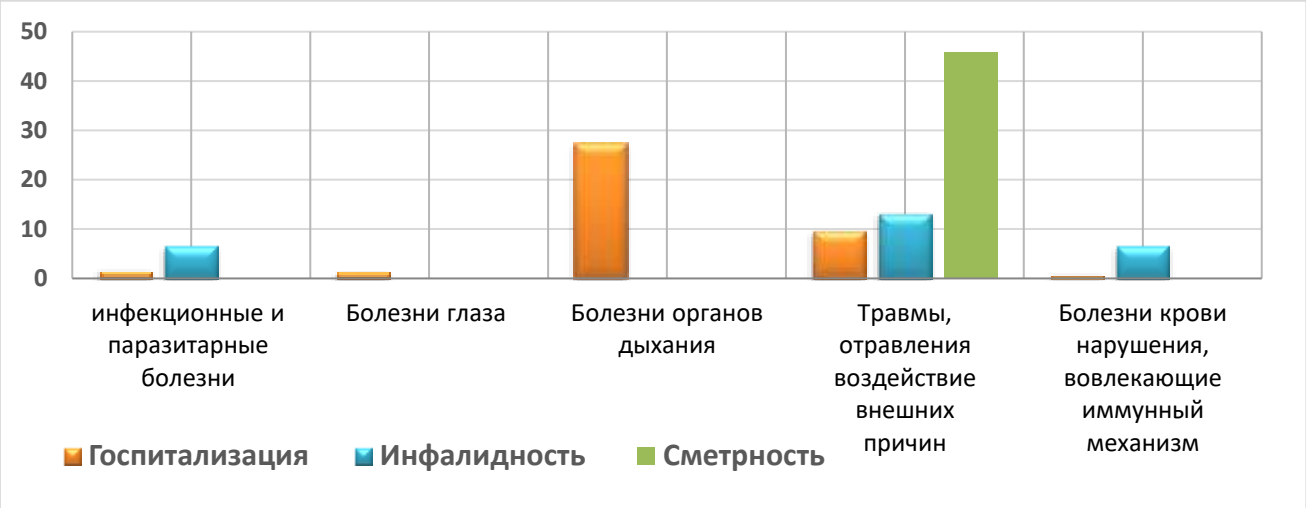


Рис. 3. Структура случаев госпитализации, инвалидности и смертности сотрудников ФПС ГПС территориальных органов МЧС России в 2023 году по классам болезней (%).

Выводы:

С целью профилактики и не допущения травматизма в подразделениях МЧС России при ликвидации пожаров, чрезвычайных ситуаций в период проведении аварийно-спасательных работ необходимо:

1. Проработать вопрос увеличения количества часов для непрерывного обучения и прививания навыков сотрудникам ГПС МЧС России по соблюдению техники безопасности при исполнении служебных обязанностей, в быту, оказания первой медицинской помощи.

2. Проработать вопрос оценки полученных травм и их опасность в период несения службы, особенно при смене дежурства, с целью исключения самолечения личным составом подразделений.

3. Рассмотреть вопрос удаленности ведомственных медицинских учреждений от подразделений МЧС России, и возможность прохождения

лечения в медицинских учреждениях Минздрава России находящихся по месту дислокации подразделений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Судебно-медицинская оценка причин и условий возникновения холодной травмы. В.Б. Шигеев, С.В. Шигеев. 2017 г.
2. Приказ МЧС России от 20.10.2017 №452 «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны».
3. Приказ МЧС России от 26 октября 2017 г. № 472 "Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны" (ред. от 28.02.2020).
4. Шпаргалка по общим основам педагогики. Войтина Ю.М. 2009 г.
5. Анализ состояния здоровья сотрудников Федеральной противопожарной службы ГПС МЧС России в 2023 году. ФГБУ ВЦЭРМ им А.М. Никифорова МЧС России СП-б 2023 г.

УДК. 004.43

Н. Р. Голубцов, С. С. Губина
Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

В статье рассмотрен пример применения навыков программирования в процессе создания прикладного программного средства оценки и контроля знаний обучающихся. Представлены некоторые фрагменты кода. Приведены материалы по методологической основе тестирования, что делает обоснованным интеграцию программных средств в процесс проверки знаний.

Ключевые слова: образовательный процесс; программный продукт; язык программирования; контроль знаний.

N. R. Golubtsov, S. S. Gubina

IMPLEMENTATION OF A SOFTWARE PRODUCT FOR TESTING STUDENTS' KNOWLEDGE IN THE EDUCATIONAL PROCESS

The article considers an example of the use of programming skills in the process of creating an applied software tool for assessing and controlling students' knowledge. Some code snippets are presented. The materials on the methodological basis of testing are presented, which makes it reasonable to integrate software tools into the knowledge verification process.

Keywords: educational process; software product; programming language; knowledge control.

© Голубцов Н. Р., Губина С. С., 2025

Процесс обучения в учебных заведениях по подготовке пожарных и спасателей – это организованный процесс совместной деятельности преподавателей и личного состава, в ходе которого обучаемые овладевают знаниями, умениями и навыками, согласно утвержденной программы подготовки. Преподаватели при этом руководят познавательной и практической деятельностью обучаемых, развивают умение самостоятельного приобретения, переноса и интеграции знаний.

Обучение является одним из важнейших средством образования. Под образованием понимают, во-первых, процесс усвоения человеком определенной системы знаний, навыков и умений и, во-вторых, результат этого усвоения, выраженный в определенном уровне развития познавательных сил, а также теоретической и практической подготовке человека.

Всякое обучение начинается с получения знаний. Например, чтобы умело решить пожарно-тактическую задачу, обучаемый прежде всего должен хорошо знать объект, соответствующие положения Уставов и т.д.

Знания помогают глубже понять пожарную опасность технологических процессов производств, причины возникновения пожаров, наметить необходимые мероприятия по предупреждению пожаров, предвидеть ход развития пожара, принять правильное решение по его тушению и т.д.

Оптимизация методов обучения, внедрение новых технических устройств и их активное использование является важным направлением повышения качества учебного процесса. Процесс обучения в вузах Государственной противопожарной службы связан не только с общей физической подготовкой, но и с знанием необходимого учебного материала.

В настоящее время тестирование широко применяетсядля оценки уровня знаний в учебных заведениях, при приеме на работу, для оценки квалификации персонала учреждений.

Для создания тестов по предметной области существуют и разрабатываются специальные инструментальные программы – оболочки, позволяющие вырабатывать компьютерные тесты путём формирования базы данных из набора тестовых заданий. При наличии соответствующих навыков можно создать программное средство для тестирования в различных средах разработки (Pascal, Delphi, Visual Studio и другие).

Существуют различные типы тестовых заданий.

1. Задания закрытого типа включают задания четырёх видов: альтернативных ответов, множественного выбора, восстановления соответствия и восстановления последовательности. Тестовые задания закрытого типа предусматривают различные варианты ответа на поставленный вопрос: из ряда предлагаемых выбираются один или несколько правильных ответов, выбираются правильные (или неправильные) элементы списка и др.

2. Задания открытого типа включают задания дополнения и свободное изложение на поставленный вопрос.

Создать программу для тестирования предлагается с помощью языка программирования Pascal [1], который входит в учебную программу курсантов. Алгоритм заключается в следующем: заполняется массив вопросов и правильных ответов, при запуске в цикле перебираются вопросы. Вопросы представляют собой задания закрытого типа с выбором единственного правильного варианта ответа из нескольких предложенных. Данный подход является простым и надежным с точки зрения реализации. Разработанная программа отличается простотой редактирования вопрос и ответов, отсутствием необходимости установки дополнительного программного обеспечения. Далее текст статьи, заключенный между символами «{{» и «}}», является фрагментами из исходного кода программы. Рассмотрим более подробно структуру программы.

При запуске теста курсанту предлагается ряд вопросов, на которые он должен ответить. По результатам тестирования вычисляется общий балл. На его основе делается вывод об уровне подготовленности курсанта, рассчитывается сумма правильных ответов в процентном соотношением к общему числу.

Структура окон программы:

1) раздел заголовка;
2) раздел оценок;
3) раздел вопросов;
4) раздел результата.

Заголовок содержит общую информацию о тесте, о его назначении. За заголовком следует раздел оценок, в котором приводятся критерии оценивания и количество соответствующих баллов:

{{
TextOtvet(150,140,' Критерии оценивания по количеству правильных ответов:
оценка "5" - 18-20;
оценка "4" - 15-17;
оценка "3" - 14-9;
оценка "2" - 0-8; ');
}}

За разделом оценок следует раздел вопросов теста. Каждый вопрос начинается текстом вопроса и вариантами ответов. Текст ответа может занимать несколько строк. В приведенном ниже вопросе третий ответ отмечен как правильный:

{{
textvopros[7]:=' Как часто следует перезаряжать углекислотные огнетушители?';
variantO[7,1]:=' 1 раз в года';
variantO[7,2]:=' 1 раз в 3 года;
variantO[7,3]:=' Не реже 1 раза в 7 лет';

```
variantO[7,4]:=' Не реже 1 раза в 5 лет';
correct_variantO[7]:=4;
}}
```

Для подсчета правильных ответов задается переменная *s*, и создается цикл, в котором при правильном ответе значение переменой *s* увеличивается на единицу:

```
{{
s:=0
for i:=1 to 20 do
begin
  pict.Draw(0, 0);
  fillrectangle(74,130,700,350);
  TextOtvet(76,132,'№'+i+': '+textvopros[i]);
  for j:=1 to 4 do TextOtvet(76,140+j*30, j+'. '+variantO[i,j]+'. ');
  read(x);
  if x=correct_variantO[i] then inc(s);
end;
}}
```

где *textvopros[i]* – одномерный массив из 20 вопросов, *variantO[i,j]* – двумерный массив *i* – номер вопроса, *j* – вариант ответа, а *correct_variantO[i]* – одномерный массив правильных ответов.

Раздел результата содержит информацию о количестве и проценте правильных ответов, итоговой оценке за тест. Расчет итоговых результатов происходит следующим образом:

```
{{
TextOtvet(250,140,'Процент ваших правильных ответов -
'+round(s/20*100));
TextOtvet(250,170,'Правильных ответов - '+s);
if s>=18 then TextOtvet(250,200,'Ваша оценка: 5')
else if s>=15 then TextOtvet(250,200,'Ваша оценка: 4')
else if s>= 9 then  TextOtvet(250,200,'Ваша оценка: 3')
else TextOtvet(250,200,'Ваша оценка: 2');
}}
```

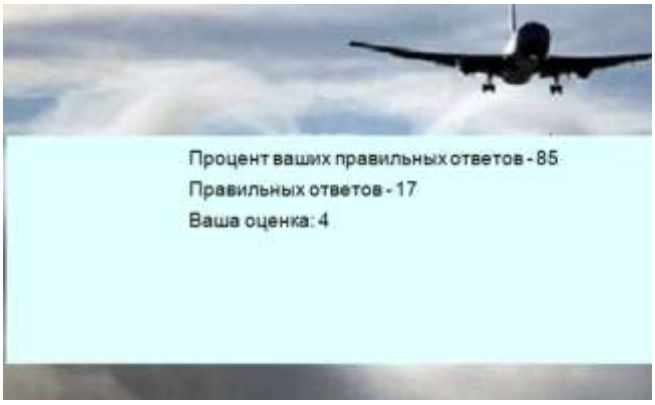


Рис. 1. Раздел результата

Тестовые формы контроля обладают рядом преимуществ, в числе которых:

– объективность измерения результатов обучения, так как они ориентируются на объективные эмпирические критерии, а не на субъективное мнение преподавателя;

– выявление индивидуального темпа обучения, а также наличие пробелов в текущей и итоговой подготовке;

– возможность регулярного систематичного проведения контроля в процессе обучения;

– единство требований ко всем обущающимся, вне зависимости от их прошлых учебных достижений [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грызлов В.И., Грызлова Т.П. Турбо Паскаль 7.0. г. Москва: "ДМК", 2000. 416 с.

2. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. г. Москва: Интеллект Центр, 2001 г. 296 с.

УДК 378

Н. И. Егорова, А. И. Трубилко, Л. В. Медведева
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева

ВИРТУАЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСВЕЛЛА-БОЛЬЦМАНА В РАЗДЕЛЕ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»

В статье приведено описание виртуального эксперимента для изучения распределения Максвелла – Больцмана в цикле лабораторно-практических работ в разделе «Молекулярная физика». В разработанном виртуальном эксперименте обучающиеся индивидуально овладевают учебной информацией, представленной в знаковой и графической формах.

Ключевые слова: распределение Максвелла-Больцмана; виртуальный лабораторный эксперимент; индивидуализация интерактивного обучения; молекулярная физика.

N. I. Egorova, A. I. Trubilko, L. V. Medvedeva

VIRTUAL EXPERIMENT ON STUDYING THE MAXWELL-BOLTZMANN DISTRIBUTION IN THE SECTION "MOLECULAR PHYSICS"

The article describes a virtual experiment for studying the Maxwell-Boltzmann distribution in a series of laboratory and practical work in the section “Molecular Physics”. Students

© Егорова Н. И., Трубилко А. И., Медведева Л. В., 2025

independently learn educational information presented in symbolic and graphic forms through a developed virtual experiment.

Keywords: Maxwell-Boltzmann distribution; virtual laboratory experiment; individualization of interactive learning; molecular physics.

Владение выпускниками вузов МЧС России знанием базовых понятий и законов раздела «Молекулярная физика» является одним из условий обеспечения техносферной безопасности. Например, для обеспечения своевременной эвакуации населения при аварийных ситуациях важно грамотно рассчитать не только скорость и направления распространения опасных газов в атмосфере, но и высоту их подъема от поверхности земли [1].

С целью повышения качества практического освоения базовых законов и понятий раздела «Молекулярная физика» на кафедре ФТООПБ Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России была создана комплексная лабораторная работа посвященная изучению распределения Максвелла-Больцмана [2]. Работа содержит две части: 1) Распределение Максвелла, 2) Распределение Больцмана.

В первой части работы обучающиеся исследуют функцию распределения Максвелла по модулю скорости для молекул идеального газа и определяют с ее помощью определенные физические характеристики неизвестного им газа. Напомним, что распределение Максвелла в данном случае имеет следующий вид [3]:

$$F(v) = 4\pi\left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{3/2} v^2 e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}},$$

где m_0 – масса молекулы, k – постоянная Больцмана, T – температура газа. Данное уравнение показывает, как распределены молекулы определенного газа по скоростям при конкретной температуре.

	скорость v, м/с	функция Максвелла F(v), с/м
1	0	0
2	100	0,000605
3	200	0,001818
4	300	0,002538
5	400	0,002312
6	500	0,00153
7	600	0,00077
8	700	0,000303
9	800	9,45E-05
10	900	2,36E-05
11	1000	4,74E-06
12	1100	7,73E-07
13	1200	1,02E-07
14	1300	1,1E-08
15	1400	9,71E-10
16	1500	6,99E-11
17	1600	4,12E-12
18	1700	1,99E-13

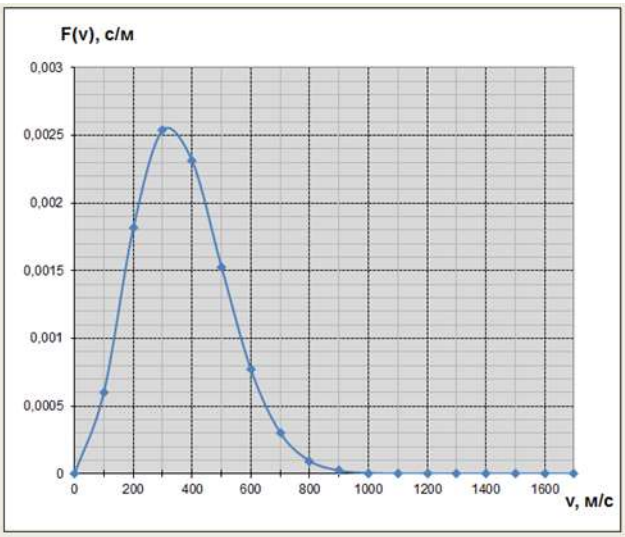


Рис. 1. Функция распределение молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла). Функция выводится разных значений температуры

При выполнении исследования на экран выводится графический вид функции распределения Максвелла (рис. 1). Обучающимся предлагается определить значения наиболее вероятной скорости молекул газа при разных значениях температуры газа, построенному в масштабе максимального разрешения, по максимальному значению этой функции (рис. 2).

	скорость v, м/с	функция Максвелла F(v), с/м
1	250	0,002292
2	260	0,002361
3	270	0,00242
4	280	0,00247
5	290	0,002509
6	300	0,002538
7	310	0,002556
8	320	0,002565
9	330	0,002564
10	340	0,002553
11	350	0,002532
12	360	0,002504
13	370	0,002467
14	380	0,002422
15	390	0,00237
16	400	0,002312
17	410	0,002248
18	420	0,00218
19	430	0,002106
20	440	0,00203

Рис. 2. График для более точного определения наиболее вероятной скорости и значения функции Максвелла в максимуме

При этом демонстрируется изменение функции с ростом температуры: рост количества молекул с большими скоростями, убывание максимума по высоте и его смещение в область больших скоростей. Затем обучающимся предлагается построить графическую зависимость температуры газа от квадрата величины наиболее вероятной скорости и по наклону прямой определить молярную массу газа μ [3]:

$$\mu = 2R\frac{T_2 - T_1}{(v_2^2 - v_1^2)},$$

где R – газовая постоянная.

Кроме этого, при определенной температуре газа обучающимся нужно рассчитать среднюю арифметическую и среднюю квадратичную скорости газа, а также вероятность обнаружения молекул, имеющих скорость в заданном интервале.

Работа содержит 15 вариантов, в каждом из которых исследуется газ с определенной молекулярной массой, тип которого предлагается определить по полученным в работе значениям.

Окончательные результаты измерений должны содержать для температуры, указанной преподавателем, следующие значения:

– наиболее вероятную скорость молекул газа v при определенной температуре;

– максимальное значение величины функции Максвелла $F(v)$ при определенной температуре;

– вероятность обнаружения молекул в заданном интервале скоростей;

– молярной массы газа с учетом погрешности и правил округления;

– значения средней арифметической и средней квадратичной скоростей при определенной температуре;

– молекулярный веса молекулы газа М;

– вид газа, исходя из значения молекулярного веса.

– вывод о зависимости функции Максвелла от температуры.

Во второй части работы обучающимся исследуется распределение Больцмана на примере барометрической формулы для идеального газа:

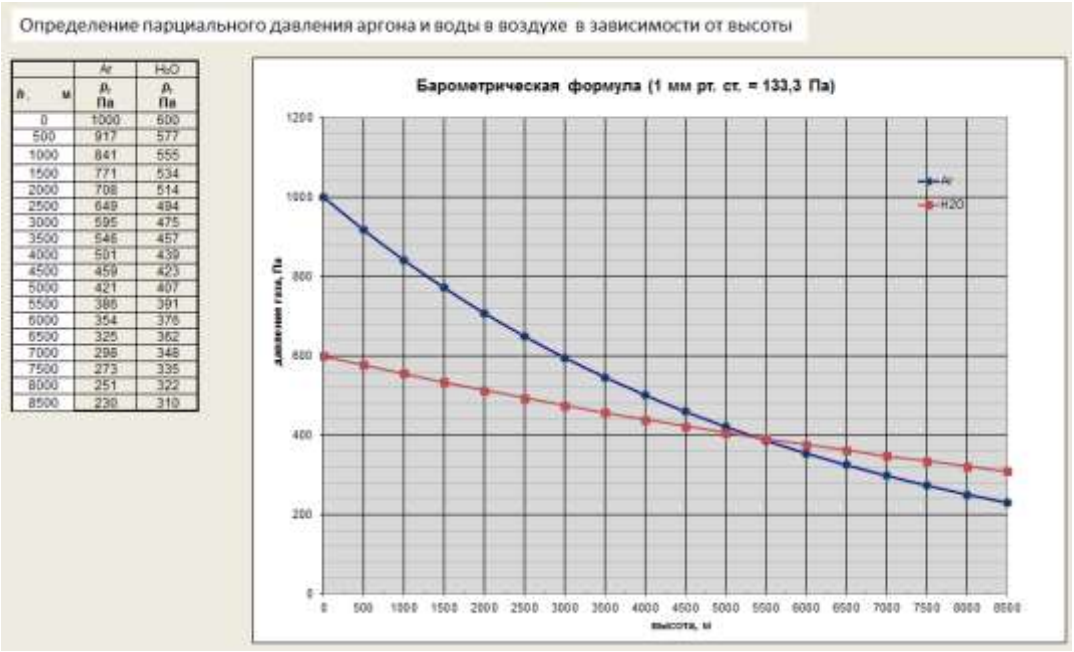
$$p(h) = p_0 \cdot e^{-\frac{\mu g h}{RT}},$$

где p_0 – давление газа на нулевой высоте, p – давление газа на высоте h, μ – молярная масса газа.

Во время выполнения работы обучающиеся водят согласно своему варианту исходные параметры газов, составляющих атмосферу (молярные массы и давление на нулевой высоте). На экран выводятся графики зависимостей давления газов от высоты в пределах от 0 до 8500 м (рис. 3, 4). Из графиков нужно определить давление на высоте 5000 м, найти температуру воздуха, используя данный для азота и кислорода, на данной высоте и убедится, что она будет одинаковой. Далее, зная температуру воздуха и давление водяного пара, определить влажность на заданных высотах.

h, м	N_2 p_1 Па	O_2 p_2 Па
0	78000	21000
500	73418	19596
1000	69105	18286
1500	65046	17064
2000	61225	15923
2500	57628	14859
3000	54243	13865
3500	51057	12939
4000	48058	12074
4500	45235	11267
5000	42577	10513
5500	40076	8811
6000	37722	9155
6500	35506	8543
7000	33420	7972
7500	31457	7439
8000	29609	6942
8500	27870	6478

Рис. 3. График зависимости давления азота и кислорода от высоты



h, м	Ar p_i, Па	H_2O p_i, Па
0	1000	600
500	917	577
1000	841	555
1500	771	534
2000	708	514
2500	649	494
3000	595	475
3500	546	457
4000	501	439
4500	459	423
5000	421	407
5500	386	391
6000	354	376
6500	325	362
7000	298	348
7500	273	335
8000	251	322
8500	230	310

Рис. 4. График зависимости давления азота и кислорода от высоты

Следует отметить, что в ходе выполнения виртуального эксперимента обучающиеся овладевают навыками работы с учебной информацией, представленной в знаковой и графической форме. При таком подходе к разработке виртуального эксперимента обеспечивается требуемый уровень овладения понятийным аппаратом раздела «Молекулярная физика».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сытин В.Г., Молекулярная физика в жизни, технике и природе: учебное пособие / СПб.: Издательство «Лань», 2016. 624 с.
2. Данилов И.Л., Егорова Н.И., Карташова А.П., Романов Н.Н. Автоматизацияизучения характеристик молекул и газов на основе классической статистикиМаксвелла-Больцмана // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016615696 от 27 мая 2016 г.
3. Трофимова Т.И. Курс Физики / 24-е изд., стер. - М.: Академия, 2020. 560 с.

УДК 614.849

С. В. Иванов, Д. М. Ковшар
Филиал «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЫСОТНОЙ ТЕХНИКИ

В статье рассмотрены подходы и особенности обучения работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь управлению специальной высотной техникой (автолестницы и автоподъемники). Представлен опыт преподавания дисциплины «Управление высотной техникой» в филиале «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Ключевые слова: высотная техника; пожарная автолестница; пожарный автоподъемник; водитель-оператор; комплект колен; опорный контур; подъемно-поворотное устройство; блокировки и сигнализации.

C. V. Ivanov, D. M. Kovshar

PECULIARITIES OF TRAINING OF DRIVERS OF SPECIAL HIGH-ALTITUDE EQUIPMENT

The article deals with the approaches and features of training the workers of the bodies and departments of emergency situations of the Republic of Belarus in the management of special high-altitude equipment (ladders and aerial elevators). The experience of teaching the discipline «Management of high-altitude equipment» in the branch «Institute of Professional Education» of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus is presented.

Keywords: high-rise equipment; fire ladder; fire aerial elevator; driver-operator; set of knees; supporting contour; lifting and turning device; interlocks and signaling.

В наше время подразделения по чрезвычайным ситуациям имеют на своем вооружении современную технику, способную эффективно помогать в решении вопросов ликвидации чрезвычайных ситуаций. Вместе с этим, современные пожарные автомобили являются достаточно сложными механизмами, требовательными к квалификации использующих их людей.

Не будет преувеличением отметить, что особое место в типологии пожарной техники занимают автомобили, предназначенные для работ на высотах – автолестницы и автоподъемники (далее – АЛ и АПК) (рисунок).

© Иванов С. В., Ковшар Д. М., 2025

а) АЛ

б) АПК

Рисунок. Внешний вид АЛ и АПК

Пожарная автолестница – пожарный автомобиль, оборудованный стационарной поворотной раздвижной стрелой, выполненной в виде непрерывного лестничного марша (лестницей).

Пожарный автоподъемник – пожарный автомобиль со стационарной механизированной поворотной коленчатой, телескопической и коленчато-телескопической подъемной стрелой, последнее звено которой заканчивается люлькой.

Основными задачами пожарных АЛ и АПК являются:

доставка к месту работ личного состава, ПТВ и оборудования;

обеспечение эффективного проведения работ на высоте;

подъем боевого расчета, ПТВ и оборудования на высоту, а также подача огнетушащих веществ;

эвакуация людей с высоты;

выполнение вспомогательных работ на высоте;

использование в качестве подъемного крана.

При этом АЛ и АПК, ввиду специфики выполняемых задач, оборудованы большим количеством датчиков, выключателей, блокировок и сигнализаций, направленных на обеспечение устойчивости при работе на высотах. Современные автомобили оборудованы дисплеями, на которые выводятся сведения о текущем состоянии и положении автомобиля и его элементов, что сопровождается большим количеством звуковой и визуальной информации, которую водитель-оператор обязан своевременно и правильно воспринять и интерпретировать, чтобы обеспечить успешное решение поставленной задачи. Также водитель-оператор пожарной АЛ (АПК) обязан правильно ориентироваться в обстановке на месте чрезвычайной ситуации, так как, в первую очередь, ему необходимо правильно определись позицию установки, исходя из складывающихся обстоятельств.

Все вышеописанное в совокупности приводит к тому, что к водителям специальной высотной техники зачастую предъявляются повышенные требования по сравнению с водителями пожарных автоцистерн. Это, в свою очередь, диктует необходимость искать нестандартные подходы уже на первоначальном этапе их становления – при обучении, объединяя знание

материальной части и тактики проведения аварийно-спасательных работ и навыки использования техники.

В филиале «Институт профессионального образования» Университета гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь с августа 2022 года проходят обучение работники органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (рядовой и младший начальствующий состав) по учебной программе курсов целевого назначения «Управление высотной техникой». За несколько лет преподавателями дисциплины был наработан определенный опыт, позволяющий за 4 недели обучения выпустить достаточно квалифицированного работника, способного к выполнению поставленных задач при работе на пожарных АЛ и АПК. Конечно, путей достижения данной цели – получения грамотного специалиста – достаточно много, и в данной статье рассмотрен лишь один из вариантов, эффективность которого, тем не менее, достаточно высока.

Обучение по данному направлению делится на несколько этапов.

1) Теоретическая часть.

На данном этапе рассматриваются назначение, параметры и общее устройство техники, причем изучение производится от простого к сложному – от общих сведений по АЛ и АПК до устройства и принципа действия отдельных узлов и механизмов. Крайне важно в качестве примеров использовать актуальную технику – ту, которая наиболее распространена в подразделениях на момент обучения. Отдельное внимание уделяется изучению требований правил безопасности (согласно руководствам по эксплуатации и локальным техническим нормативным актам), которое производится с демонстрацией и последующим обсуждением фото- и видеоматериалов с мест учений и мест ликвидации чрезвычайных ситуаций. Отдельными темами также являются эксплуатация АЛ и АПК (особенности и порядок работы на разных технических средствах, нестандартные случаи из практики, причины возможных негативных последствий и способы их избежать) и вопросы технического обслуживания АЛ и АПК.

2) Практическая часть.

С этого этапа начинается практическая отработка навыков. Здесь обучение также построено по мере повышения сложности.

Сначала – несколько дней работы только по установке на опорный контур, в различных режимах (ручной, автоматический) и на различных площадках (асфальт и грунт, с поперечным и продольным уклоном, одноуровневые и разноуровневые поверхности). Это сделано для доведения навыков «до автоматизма», чтобы в дальнейшем слушатель как можно быстрее и правильнее выполнял установку на опоры. Одновременно в это же время слушатели тренируются управлять АЛ (АПК) как транспортными средствами под руководством инструктора-водителя. Процент этих занятий от общего числа невелик, так как, в основной массе, на обучение приходят уже опытные

водители, поработавшие в подразделениях, однако это тоже важно для понимания особенностей управления данным видом техники.

После отработки навыков установки на опоры слушатели начинают работу с комплектом колен. Начинают с примитивных действий – подъем-выдвигание-поворот, после чего, освоив управление, начинают выполнять задачи по подаче комплекта колен в заданную точку. Завершающим этапом является объединение всех этапов практической части в единое целое – постановка преподавателем слушателю задачи и выполнение слушателем всего комплекса действий: выбора позиции, подъезд к месту, установка на опоры, управление подъемно-поворотным устройством, приведение автомобиля в транспортное положение.

Отдельно стоит остановиться на элементах работы с подъемно-поворотным устройством. Важно, чтобы слушатель умел использовать все возможности по управлению им (включение освещения, использование двусторонней связи с вершиной, управление, при наличии, механизмом бокового выравнивания, совмещение рабочих операций, правильная интерпретация и реагирование на сработку блокировок и сигнализаций), для чего преподаватель постоянно дает слушателю соответствующие вводные. Обязательно должны присутствовать такие виды работы, как работа при максимальном вылете, работа с блокировкой датчиков боковых столкновений, установка в оконные проемы, на кровли и балконы (причем, по возможности, как можно выше, в пределах возможностей техники), работа с лифтом и люлькой (для чего желательно иметь технику с соответствующими механизмами, для наиболее всестороннего обучения), работа в стесненных условиях и на разноуровневых поверхностях. При возможности проведения всех этих работ слушатель будет готов (по крайней мере, знать об их особенностях) к их проведению и в повседневной деятельности.

Также необходимо в ходе обучения задействовать аварийный привод автомобиля, причем не в теории, а практически – выставить и застопорить АЛ (АПК), приведя ее в транспортное положение с помощью имеющегося аварийного привода. Не стоит забывать и про подачу огнетушащих веществ и использованием навесного оборудования – лафетных стволов и пеногенераторов, причем с реальной подачей, что является одной из основных задач АЛ (АПК). Важным элементом обучения будет работа на АЛ (АПК) в качестве грузоподъемного крана – несмотря на то, что эта функция является вспомогательной, применение техники в данном режиме также имеет ряд нюансов.

Наконец, успешная эксплуатация техники невозможна без качественного технического обслуживания, основные направления которого (в пределах своих компетенций и требований завода-изготовителя) водитель-оператор должен знать и уметь выполнять. Вопросы технического обслуживания также вынесены и в практическую часть обучения (в части смазочных, настроечных и регулировочных работ, проведения ежедневного технического обслуживания,

технического обслуживания № 1, сезонного технического обслуживания, технического обслуживания в зонах ЧС, учений и по возвращению из них).

Таким образом, совокупность теоретических знаний об устройстве и правилах работы с техникой и тактики проведения аварийно-спасательных работ на высотах, и практических навыков ее эксплуатации, последовательный подход в обучении (от простого к сложному), актуальная и соответствующая материально-техническая база (техника, учебные площадки) и как можно более полная имитация боевой работы гарантированно позволят качественно подготовить водителя-оператора АЛ (АПК), способного в дальнейшем успешно решать задачи по спасению людей и ликвидации чрезвычайных ситуаций с применением высотной техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Республика Беларусь. Министерство по чрезвычайным ситуациям. Об утверждении правил безопасности в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям [Электронный ресурс] : приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 16.06.2022 № 200 : в редакции приказа Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29.12.2023 № 438 / Республика Беларусь. Министерство по чрезвычайным ситуациям. – Текст: электронный // Ilex.by – (дата обращения: 20.01.2025).
2. Управление пожарными автолестницами : пособие / С. В. Иванов, Д. М. Ковшар, В. Б. Боднарук [и др.]. – Минск : УГЗ МЧС, 2023. – 67 с. – Текст : непосредственный.
3. Система стандартов пожарной безопасности. Автолестницы пожарные и их составные части. Общие технические требования. Методы испытаний : СТБ 2512-2017. – Введ. 31.07.17. – Минск : Изд-во стандартов, 2017. – 47 с. Текст: электронный // Ilex.by – (дата обращения: 20.01.2025).
4. Система стандартов пожарной безопасности. Автоподъемники пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний : СТБ 2513-2017. – Введ. 31.07.17. – Минск : Изд-во стандартов, 2017. – 40 с. Текст: электронный // Ilex.by – (дата обращения: 20.01.2025).
5. Преснов, А.И. Пожарные автолестницы: учебное пособие / А.И. Преснов, М.А. Марченко, Н.А. Мороз. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2017. – 376 с. – Текст : непосредственный.

УДК 614.842.831

Г. Е. Исаев
Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ОБ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ СВОЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье проведён анализ деятельности добровольческих (волонтерских) общественных пожарных организаций обеспечивающих защиту людей в чрезвычайных ситуациях. Рассмотрен вопрос, касающийся деятельности общественных объединений пожарной охраны, созданных казачьими общественными объединениями. Сегодня добровольческие организации, осуществляющие деятельность в области пожарной безопасности защиты населения и территорий. Обеспечение пожарной безопасности – это реальная помощь профессиональным пожарным и спасателям.

Ключевые слова: добровольчество (волонтерство); общественные организации; добровольные пожарные дружины; казачьи добровольные пожарные отряды.

G. E. Isaev

ON PUBLIC ORGANIZATIONS CARRYING OUT THEIR ACTIVITIES IN THE FIELD OF PROTECTION OF THE POPULATION AND TERRITORIES FROM EMERGENCY SITUATIONS, FIRE SAFETY AND SAFETY OF PEOPLE ON WATER BODIES

Lecturer of Civil Defense Courses of the St. Petersburg State Public Institution of Additional Professional Education "Training and Methodological Center for Civil Defense and Emergency Situations" (abbreviated name - St. Petersburg State Public Institution of Additional Professional Education "Training Center for Civil Defense and Emergency Situations"), St. Petersburg, Russia (195197, St. Petersburg, Metallistov Avenue, 119, letter A)

The article analyzes the activities of volunteer (volunteer), public, search and rescue and fire organizations that provide protection of people in emergency situations. The issue of the activities of public associations of fire protection created by Cossack public associations is considered. Today, volunteer organizations that carry out activities in the field of protecting the population and territories from emergencies, ensuring fire safety are a real help to professional firefighters and rescuers.

Keywords: volunteering; public organizations; voluntary fire brigades; Cossack volunteer fire brigades.

В Российской Федерации добровольчество (волонтерство) играет все возрастающую роль, это в частности касается и вопросов обеспечения защиты людей на пожарах [1].

© Исаев Г. Е., 2025

Личный состав общественных добровольных спасателей и пожарных оказывают активное содействие профессиональным службам в вопросах обеспечения безопасности на массовых мероприятиях и молодежных форумах, в местах отдыха и на туристских маршрутах. Проводят пожарную профилактику, обучают население навыкам оказания первой помощи и психологической поддержки, а также как правильно вести себя в условиях ЧС и пожаров. На сегодняшний день, благодаря систематично проводимой политики государства количество добровольцев (волонтеров), готовых оказывать помощь людям неуклонно растет, что в свою очередь приводит к росту числа регистрируемых общественных организаций социальной направленности.

Согласно Федеральному закону от 19.05.1995 № 82-ФЗ «Об общественных объединениях» под общественным объединением понимается добровольное, самоуправляемое, некоммерческое формирование, созданное по инициативе граждан, объединившихся на основе общности интересов для реализации общих целей, указанных в уставе общественного объединения.

В ходе проведения анализа функционирования общественных организаций, осуществляющих деятельность в области пожарной безопасности, было выявлено что:

по итогам 2022 года на территории Российской Федерации зарегистрировано более 22 тысяч добровольческих организаций, имеющих уставные задачи в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах (далее – в области ЧС), в состав которых входят 493772 добровольца, среди которых 13834 аттестованы на право ведения аварийно-спасательных работ [2].

По итогам 2023 года на территории Российской Федерации зарегистрировано более 21 тысячи добровольческих организаций, имеющих уставные задачи в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах, в состав которых входят более 400 тысяч добровольцев. Из них в области обеспечения пожарной безопасности – 20834 общественных объединений, численностью личного состава более 324 тысяч человек, все добровольцы прошли обучение по программам подготовки добровольных пожарных, из которых более 6,8 тысяч добровольцев аттестовано на право ведения АСР [3].

По итогам 2024 года на территории Российской Федерации зарегистрировано 20543 общественных объединения пожарной охраны, в том числе: 560 общественных объединений пожарной охраны, зарегистрированных в качестве юридических лиц; 19983 общественных объединения пожарной охраны без регистрации в качестве юридических лиц.

В состав общественных объединений пожарной охраны входят: 1) добровольные пожарные дружины (далее – ДПД) – 24493, численность добровольцев – 247169 человек, на вооружении состоит 5898 мотопомп. По

итогам года создано 616 новых ДПД, их количество увеличились на территории республик Бурятия, Калмыкия, Крым и Татарстан, КабардиноБалкарской и Чувашской республик, Красноярского, Приморского, Краснодарского и Пермского краев, Иркутской, Томской, Свердловской, Тюменской, Ростовской, Брянской, Костромской и Нижегородской областей, Ямало-Ненецкого автономного округа. 2) добровольные пожарные команды (далее – ДПК) – 9573, численность добровольцев – 54030 человек, в составе: 7783 территориальных ДПК, численность добровольцев – 41545 человек; 1785 объектовых ДПК, численность добровольцев – 13037 человек. В течение 2024 года в 41 субъекте Российской Федерации созданы 702 ДПК (наибольшее количество – на территории Красноярского края (31), Республики Крым (15)). Количество добровольных пожарных в 2024 году увеличилось на 3 439 человек, наибольшие показатели зафиксированы на территории Республики Татарстан (932), Тюменской области (249), Нижегородской области (214), Кемеровской области-Кузбасса (145), Республики Калмыкия и Калининградской области (123), Краснодарского края (120), Республики Дагестан (113), Республики Крым (109), Свердловской области (100) [4].

Рассматриваемые пожарные добровольческие организации в течение 2022 года участвовали:

27834 раз в тушении техногенных пожаров, из них 2707 потушили самостоятельно;

320 раз в тушении лесных пожаров, из них 13 потушили самостоятельно;

18730 раз в тушении иных ландшафтных (природных) пожаров, из них 1608 потушили самостоятельно;

в рамках участия в ликвидации ЧС и тушении пожаров добровольцами спасено 536 человека.

Кроме этого, в 2022 году добровольческими организациями в целях оказания адресной помощи и поддержки населению, пострадавшему в результате ЧС и пожаров, проведено 6 927 мероприятий, помощь и поддержка оказана более 375 тысячам человек [2].

Добровольческие пожарные организации в течение 2023 года участвовали:

26152 раза в тушении техногенных пожаров, из них 2352 потушили самостоятельно;

341 раз в тушении лесных пожаров, из них 5 потушили самостоятельно;

15582 раза в тушении иных ландшафтных (природных) пожаров, из них 1680 потушили самостоятельно.

В рамках участия в ликвидации ЧС и тушении пожаров добровольцами спасено 364 человека.

Кроме этого, в 2023 году добровольческими организациями в целях оказания адресной помощи и поддержки населению, пострадавшему в результате ЧС и пожаров, проведено 1873 мероприятий, помощь и поддержка оказана более 281 тысяче человек [3].

Подразделения ДПО в 2024 году участвовали: 22166 раз в тушении техногенных пожаров, из них 2015 пожаров потушено ими самостоятельно; 150 раз в тушении лесных пожаров, из них 3 потушено ими самостоятельно; 10 462 раза в тушении иных ландшафтных (природных) пожаров, из них 1570 потушено ими самостоятельно. При тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ подразделениями ДПО спасено 178 человек. Наибольшее количество случаев привлечения подразделений ДПО к тушению пожаров в 2024 году зафиксировано на территории Ростовской области 4 (3 292), Московской области (1 939), Краснодарского края (1 938), Курской области (1 776), Республики Башкортостан (1 766). В среднем в 2024 году добровольные пожарные приняли участие в тушении 12% пожаров, от общего числа пожаров, произошедших на территории Российской Федерации [4].

В 2023 году, в рамках реализации Указа Президента Российской Федерации от 09.08.2020 № 505 «Об утверждении Стратегии государственной политики Российской Федерации в отношении российского казачества на 2021-2030 годы» и Плана мероприятий по реализации Стратегии государственной политики Российской Федерации в отношении российского казачества на 2021-2030 годы, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 09.11.2020 № 2920-р, было организовано взаимодействие МЧС России с российским казачеством.

В реестр общественных объединений пожарной охраны включено 291 подразделение добровольной пожарной охраны, созданное казачьими общественными объединениями (152 добровольные пожарные дружины и 139 добровольных пожарных команд), которыми обеспечивается защита от пожаров 947 населенных пунктов. В сводный реестр добровольных пожарных включено 3635 казаков.

В 2023 году войсковые казачьи общества участвовали:

в ликвидации 29 ЧС (спасено 15 человек);

в ликвидации последствий 14 дорожно-транспортных происшествий (спасено 54 человека);

в тушении 1 256 техногенных и иных ландшафтных (природных) пожаров (спасен 61 человек);

в тушении 31 лесного пожара;

в проведении 22399 профилактических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности и 1660 профилактических мероприятий на водных объектах [3].

В целях организационного и методического обеспечения участия добровольческих организаций и добровольцев в социально ориентированных мероприятиях в прошедших годах принято участие в разработке законодательных инициатив и нормативных правовых актов по вопросам осуществления добровольческой деятельности в области ЧС:

Федеральный закон от 04.08.2023 № 445-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О добровольной пожарной охране» (в части упрощения процедур создания объектовых добровольных пожарных подразделений и актуализации терминологии (основных понятий) в законодательстве о добровольной пожарной охране);

Федеральный закон от 29.12.2022 № 606-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в части установления ограничения привлечения к дисциплинарной ответственности руководителя тушения пожара, лиц, осуществляющих тушение пожаров за причинение материального ущерба, вреда здоровью спасаемых людей или их гибель в условиях оправданного риска и (или) крайней необходимости);

Федеральный закон от 27.11.2023 № 558-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в части увеличения числа участников добровольческой деятельности, включения в перечень организаторов добровольческой деятельности коммерческих организаций, утверждения единых требований к медицинскому обследованию и обучению добровольцев при осуществлении ими своей деятельности);

Постановление Правительства Российской Федерации от 07.03.2023 № 356 «Об утверждении Правил назначения и выплаты компенсации, предусмотренной пунктом 1.1 статьи 17.1 Федерального закона «О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)»;

План мероприятий по реализации в 2024 – 2025 гг. Концепции содействия развитию добровольчества (волонтерства) в Российской Федерации до 2025 года, утвержденный Заместителем Председателя Правительства Российской Федерации Т.А. Голиковой 06.02.2024 № ТГ-П44-3426;

Приказ Минпросвещения России от 14.07.2023 № 534 «Об утверждении Перечня профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение» (Перечень дополнен профессиями «добровольный пожарный» и «добровольный спасатель»);

Приказ МЧС России от 01.11.2023 № 1128 «О внесении изменений в Порядок обеспечения работников добровольной пожарной охраны и добровольных пожарных, принимающих непосредственное участие в тушении пожаров, средствами индивидуальной защиты пожарных и снаряжением пожарных, необходимыми для тушения пожаров, утвержденный приказом МЧС России от 04.04.2012 № 170» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 7 декабря 2023 г., регистрационный № 76301);

Приказ МЧС России от 01.11.2023 № 1129 «Об утверждении типовых положений об объектовых добровольных пожарных подразделениях» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 12 января 2024 г., регистрационный № 76843);

Приказ МЧС России от 01.11.2023 № 1130 «Об утверждении Порядка формирования и ведения реестра добровольной пожарной охраны и сводного реестра добровольных пожарных» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 30 января 2024 г., регистрационный № 77041).

Говоря о финансовой поддержке добровольчества можно отметить, что в рамках реализации государственной программы Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах» по мероприятию «Содействие деятельности некоммерческих организаций, осуществляющих деятельность в области защиты населения и территорий» МЧС России ежегодно в форме субсидии выделяется СОНКО до 80 млн. рублей. Ожидаемым результатом реализации данного мероприятия является привлечение СОНКО (Социально ориентированные некоммерческие организации) к решению вопросов обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, формирование у граждан и подрастающего поколения сознательного и ответственного отношения к вопросам личной и общественной безопасности.

Кроме этого помимо финансовой поддержки, комиссией МЧС России по согласованию предложений о передаче (приеме) движимого имущества, на основании представленных предложений территориальных органов МЧС России, согласовано оформление документов по передаче в собственность субъектов Российской Федерации или муниципальную собственность для постановки в боевой расчет подразделений добровольной пожарной охраны 154 единицы мобильных средств тушения пожаров.

Таким образом добровольчество в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности имеет под собой высоконравственную основу - естественном желании людей помогать друг другу. Результатом становятся спасенные жизни и безопасность граждан. Сегодня добровольческие организации, осуществляющие деятельность в области защиты населения и территорий от ЧС, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах – это реальная помощь профессиональным пожарным и спасателям. А когда речь идет о детских и молодежных объединениях – это еще и резерв будущих сил пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матюшин А.В., Ратникова О.Д., Безбородов В.В., Кононко П.П. Перспективы развития добровольных аварийно-спасательных формирований // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – № 5(57). – С.18. 117

2. Анализ развития добровольческой деятельности в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах в Российской Федерации по

итогам 2022 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://mchs.gov.ru/dokumenty/6609 / (дата обращения 8.02.2025 г.).

3. Анализ развития добровольческой деятельности в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах в Российской Федерации по итогам 2023 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://mchs.gov.ru/dokumenty/7279/ (дата обращения 7.02.2025 г.).

4. Анализ развития добровольной пожарной охраны в Российской Федерации по итогам 2024 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://mchs.gov.ru/dokumenty/vse-dokumenty/7586 (дата обращения 10.02.2025 г.).

УДК 376.32 (614.841.31.001.83)

С. Х. Киздермишова, Е. А. Кучинская
Майкопский государственный технологический университет

ИЗ ОПЫТА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 20.05.01 ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СООТВЕТСТВИИ С ПЕДАГОГИЧЕСКИМ ПОДХОДОМ "ОБУЧЕНИЕ СЛУЖЕНИЕМ"

В статье рассмотрен опыт организации проектной деятельности обучающихся специальности 20.05.01 Пожарная безопасность в соответствии с педагогическим подходом "Обучение служением".

Ключевые слова: проектная деятельность; обучение служением, противопожарная пропаганда, ограниченные возможности здоровья.

S. H. Kizdermishova, E. A. Kuchinskaya

PROJECT ACTIVITY OF STUDENTS OF SPECIALTY 20.05.01 FIRE SAFETY ON FIRE PREVENTION PROPAGANDA AND EDUCATION OF CHILDREN ON FIRE SAFETY MEASURES

The article considers the experience of organizing project activities for students of the specialty 20.05.01 Fire safety in accordance with the pedagogical approach of "service training".

Keywords: project activity; ministry training, fire prevention propaganda, limited health opportunities.

Модуль федеральной программы «Обучение служением» включён в образовательные программы высшего образования по поручению Президента

© Киздермишова С. Х., Кучинская Е. А., 2025

Российской Федерации [1, 2] в целях способствования развитию обучающихся и решению ключевых социальных задач.

Внедрение адаптивных, практико-ориентированных и гибких образовательных подходов позволяет вузу стать центром общественного развития, активно влияя на улучшение качества жизни в своих регионах. ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет» с 2023 года в числе 100 пилотных российских вузов реализует программу «Обучение служением». В соответствии с разработанными и утвержденными локальными нормативными актами обучающимся предоставлена возможность реализовать общественно значимый социальный проект в рамках дисциплины, факультатива, курса или модуля, курсового проекта (работы) или выпускной квалификационной работы.

Выполнение проектов, направленных на решение общественно значимых задач студентами, обучающимися по специальности «Пожарная безопасность», способствует формированию универсальных и профессиональных компетенций. Развиваются навыки командной работы, формируются гражданские качества и ценностные ориентации, воспитываются профессионализм и ответственность. Совершенствуются профессиональные знания и навыки в области противопожарной пропаганды и обучения в области пожарной безопасности, способность оценивать деятельность по организации обучения в области пожарной безопасности и организовывать пожарно-пропагандистскую работу; способность информировать общественность по вопросам организации и осуществления ГПН.

Одним из направлений проектной деятельности студентов является разработка и апробация технологии противопожарной пропаганды и обучения мерам пожарной безопасности детей, в том числе с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Создание инклюзивной информационной среды в области пожарной безопасности является социальной задачей, не теряющей своей актуальности. Выработка основ безопасного поведения в условиях воздействия опасных факторов пожара, представляющих угрозу жизни и здоровью, для людей с ОВЗ представляется особо сложно достигаемой, но важнейшей целью [3].

В ролевой модели реализации общественно значимых проектов в зависимости от формата реализации объединены обучающиеся, руководство выпускающей кафедрой, преподаватели, рецензенты, экспертный совет по общественным проектам и социальные партнеры, которые активно включены в реализацию проекта.

Так, ГУ МЧС России по Республике Адыгея в качестве социального партнёра проектов оказывает методическую, консультативную помощь при разработке и проведении совместных занятий в образовательных организациях, предлагает темы для разработки, ставит проектные задачи.

Адыгейская республиканская школа-интернат для детей с нарушениями слуха и зрения (ГКОУ РА «АРШИДНСиЗ») осуществляет методическое

сопровождение проектной деятельности при разработке и проведении занятий по пожарной безопасности, адаптированных для детей с ОВЗ.

МБОУ «Образовательный центр № 10 Майкопского района», в структуре которого функционирует кадетский класс МЧС, создает необходимые условия для разработки и внедрения результатов проектной деятельности студентов.

ГКУК Республики Адыгея «Адыгейская республиканская специальная библиотека для слепых» осуществляет подготовку и проведение совместных занятий с обучающимися, оказывает методическую помощь при разработке информационно-образовательных продуктов и помощь в их адаптации и апробации на своей базе, публикует информацию о проектах в СМИ.

Республиканской специальной библиотекой для слепых для формирования у обучающихся навыков работы с людьми с ОВЗ организованы занятия по изучению образовательных технологий среди инвалидов по зрению [3]. Организована творческая студия «Доступная пожарная безопасность», в которой в ходе иммерсивных мероприятий студентам рассказывают о специфике восприятия информации людьми с нарушениями зрения, о видах представления информации для людей с нарушением зрения и методике создания тактильных книг. На занятии «Полное погружение» студенты попадают в сложный мир незрячего человека, узнают, как инвалиды по зрению справляются с повседневными делами, как они воспринимают этот мир и ориентируются в нем.

Опыт, приобретенный в ходе таких мероприятий, позволяет студентам разрабатывать эффективные образовательные технологии по формированию знаний в области пожарной безопасности среди различных социально-демографических групп населения.

В помощь студентам сотрудниками кафедры экологии и защиты окружающей среды разработаны методические информационно-образовательные продукты для организации противопожарной пропаганды и обучения мерам пожарной безопасности различных групп населения, которые используются в учебной, проектной и общественной деятельности студентов специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, а также в работе Адыгейского регионального отделения всероссийской общественной молодежной организации "Всероссийский студенческий корпус спасателей" и добровольной пожарной охраны МГТУ.

Итогом проектной деятельности являются уникальные отчуждаемые продукты.

Разработаны и апробированы дидактические материалы под общим названием «Если вдруг пожар случится», адаптированные для детей с нарушениями слуха и зрения [3]. В комплекс вошли 4 тактильные книги и приложение «Пальчиковый театр из фетра «Кошкин дом»». Для этой работы была создана смешанная команда из числа обучающихся специальности «Пожарная безопасность» и обучающихся направления подготовки бакалавров «Технология изделий легкой промышленности». Дидактические разработки

используются в работе республиканской библиотеки для слепых, в интернате и коррекционном детском саду для воспитанников с ОВЗ, в том числе при проведении совместных мероприятий со студентами.

Составлена, совместно с республиканской специальной библиотекой для слепых адаптирована и апробирована анкета для опроса людей с нарушениями зрения с целью выявления проблем, возникающих при обеспечении безопасности в условиях их повседневной жизни и в случае возникновения пожара.

Также совместно с библиотекой для слепых составлена и издана комплексная разработка «Памятки о мерах пожарной безопасности для лиц с нарушением зрения» для слабовидящих и слепых людей, а также зрячих людей, которые помогают им в различных жизненных ситуациях. Студентами осуществлена аудиозапись памятки в звукозаписывающей студии библиотеки для прослушивания на тифлофлешплеере.

Все разработки используются студентами в общеобразовательных организациях республики при проведении открытых занятий, мастер-классов на всероссийских, республиканских и городских мероприятиях. Успешный опыт распространяется на научно-практических конференциях, встречах с бизнес-сообществом, в ходе участия в конкурсах проектов.

Командный проект «Противопожарная пропаганда и обучение детей с ограниченными возможностями здоровья мерам пожарной безопасности» был представлен на I открытый вузовский конкурс социальных проектов «Обучение служением», где занял 1 место. Проект «Выпускная квалификационная работа, реализованная в соответствии с подходом "Обучение служением": "Использование функционального потенциала специальных библиотек для слепых при создании инклюзивной информационной среды в области пожарной безопасности (на примере ГКУК РА "Адыгейская республиканская специальная библиотека для слепых")" был представлен на Всероссийском конкурсе лучших практик реализации подхода «Обучение служением» в 2024 г. и занял 2 место. ФГБОУ ВО «МГТУ» награжден Министерством науки и высшего образования РФ благодарственным письмом за вклад в развитие программы «Обучение служением».

Таким образом, в ходе общественно значимой проектной деятельности у обучающихся формируются знания и навыки по осуществлению противопожарной пропаганды и разработке эффективных образовательных технологий по формированию знаний в области пожарной безопасности среди различных социально-демографических групп населения и обучению их мерам пожарной безопасности.

Включение обучающихся в повестку развития страны через решение общественно значимой задачи по противопожарной пропаганде и обучению мерам пожарной безопасности различных групп населения, в том числе с ОВЗ, в рамках своей образовательной траектории, является важным фактором подготовки грамотного специалиста в области пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перечень поручений по итогам заседания Госсовета (утв. Президентом РФ 29 января 2023 г. N Пр-173ГС) // ГАРАНТ: справочно-правовая система. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. N 309 "О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года" // ГАРАНТ: справочно-правовая система. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Киздермишова С.Х. Из опыта профилактической работы в области пожарной безопасности / С.Х. Киздермишова, Е.А. Кучинская, В.О. Кулакова, М.С. Ботвинский // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования, 2021. № 3 (10). С. 178-185.

УДК 796: [355:378]

А. С. Киселёв, А. В. Кроливец, Е. А. Чумила
Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

ОРГАНИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В УНИВЕРСИТЕТЕ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

В статье рассматриваются особенности организации физической подготовки в Университете гражданской защиты как неотъемлемой части профессиональной подготовки будущих спасателей. Акцентируется внимание на важности физической подготовки для выполнения оперативных задач и преодоления стрессовых ситуаций, возникающих в процессе деятельности спасателей.

Ключевые слова: физическая подготовка; физические качества; учебные занятия; индивидуальный подход.

A. S. Kiselev, A. V. Krolivets, E. A. Chumila

ORGANIZATION OF PHYSICAL TRAINING AT THE UNIVERSITY OF CIVIL DEFENSE

The article considers physical training in the educational institution of the University of Civil Defense as a key area of professional training of cadets. Attention is focused on the importance of physical training for performing operational tasks and overcoming stressful situations that arise in the process of rescuers' activities.

Keywords: physical training; physical qualities; training sessions; individual approach.

© Киселёв А. С., Кроливец А. В., Чумила Е. А., 2025

Физическая подготовка в Университете гражданской защиты (далее – УГЗ МЧС) является одним из основных направлений профессиональной подготовки будущих спасателей, важной и неотъемлемой частью обучения и воспитания [1].

Цель физической подготовки состоит в том, чтобы подготовить обучающихся к выполнению оперативных задач, которые ставятся перед органами и подразделениями по чрезвычайным ситуациям. Это включает в себя способность эффективно справляться с физическими нагрузками, стрессовыми ситуациями и неблагоприятными условиями, возникающими в ходе боевой деятельности.

Общими задачами физической подготовки являются:

– развитие и непрерывное улучшение ключевых физических качеств: выносливости, силы, гибкости, скорости и координации движения;

– улучшение физических качеств и двигательных умений в зависимости от типа деятельности;

– улучшения уровня профессиональной физической подготовки с целью подготовки к будущей трудовой деятельности;

– освоение техник самоконтроля за состоянием здоровья во время групповых и индивидуальных тренировок;

– развитие дисциплины, взаимопомощи среди товарищей и правильное формирование строевой выправки и подтянутости;

– становление здорового образа жизни [2].

Физическая подготовка организуется и проводится в следующих формах: учебные занятия, утренняя физическая зарядка, самостоятельные занятия физическими упражнениями, спортивно-массовая работа.

На учебных занятиях по физической подготовке курсанты получают теоретическе знания, развивают организаторские и методические навыки, а также улучшают свои физические и психические качества, приобретая практические умения, необходимые для будущей профессиональной деятельности.

Утренняя физическая зарядка помогает быстро привести студентов в бодрое состояние после сна, укрепляет их здоровье и способствует закаливанию. Спортивно-массовая работа способствует улучшению физической подготовки и спортивного мастерства курсантов, а также помогает организовать их досуг и вовлечь в регулярные занятия спортом.

Общая выносливость формируется через упражнения, которые в основном выполняются в умеренном и среднем темпе, а также за счет активной работы всех функциональных систем организма, что приводит к утомлению (например, бег на длинные дистанции, плавание и спортивные игры).

Скоростная выносливость развивается благодаря многократному выполнению упражнений на скорость, таких как пробежки на короткие дистанции с небольшими перерывами, преодоление препятствий, плавание, бег с ускорениями и спортивные игры.

Сила и силовая выносливость развивается с помощью упражнений, требующих значительных и максимальных усилий мышц, таких как силовые тренировки на гимнастических снарядах и тренажерах, выполняемые на количество повторений.

Скорость движений и реакций развивается через выполнение упражнений, которые требуют быстрой реакции на команды и сигналы, максимальной частоты отдельных движений, а также скоростных и скоростно-силовых действий, таких как бег на короткие дистанции, прыжки, преодоление препятствий и участие в спортивных играх.

Ловкость, пространственная ориентация и координационные способности формируются с помощью упражнений, требующих сложной координации движений, быстрого переключения между точно согласованными действиями и решения неожиданных двигательных задач, например, на гимнастических и специальных снарядах, в прыжках и спортивных играх.

К специальным качествам можно отнести: устойчивость к укачиванию, к гравитационным перегрузкам, к кислородному голоданию, к гиподинамии (негативному влиянию ограниченной физической активности), а также психическую и эмоциональную устойчивость, и устойчивость внимания.

Физическая подготовка в УГЗ МЧС направлена на решение общих и специальных задач, повышение и поддержание высокого уровня работоспособности, привитие привычки к систематическим занятиям физическими упражнениями и спортом на протяжении всей службы.

На занятиях по физической подготовке используется индивидуальный подход к обучающимся, с учетом уровня их физической подготовленности. Индивидуальный подход осуществляется через тщательное регулирование нагрузки, выбор наиболее подходящих по сложности двигательных заданий и рациональных методов выполнения физических упражнений. В ходе учебных занятий курсанты осваивают методические знания, навыки и умения. Они вовлекаются в процесс обучения физическим упражнениям, обучаются правильной подаче команд, оказанию помощи и страховки, а также проверке и оценке уровня физической подготовки своих подчиненных.

Организацию занятий по физической подготовке в УГЗ МЧС осуществляет кафедра физической подготовки и спорта.

Методика физической подготовки курсантов УГЗ МЧС в основном базируется на последовательном воплощении общепедагогических принципов и основополагающих принципов методики физического воспитания, которые конкретизируются применительно к особенностям ее содержания и построения в реальных условиях профессионального образования и жизнедеятельности.

Моделирование отдельных требований профессиональной деятельности в процессе физической подготовки достигается преимущественно применением упражнений на специализированных тренажерах.

Таким образом, большинство принятых в системе физической культуры форм занятий может быть использовано в той или иной мере в целях физической подготовки обучающихся УГЗ МЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чумила, Е. А. О некоторых аспектах подготовки спасателей / Е. А. Чумила, Р. А. Климович // Военная безопасность государства в современных условиях : тез. докл. Междунар. науч. конф. УО «ВА РБ», 24–25 апреля 2024 г. – Минск : ВА РБ, 2024. – С. 744.
2. Чумила, Е. А. Повышение уровня профессионально-прикладной физической подготовленности курсантов учреждений высшего образования МЧС Республики Беларусь : дис. … канд. пед. наук : 13.00.04 / Е. А. Чумила. – Минск, 2016. – 213 л.
3. Об организации физической и пожарной аварийно-спасательной подготовки в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь : Приказ МЧС Республики Беларусь от 22.01.2018 г., №27. – Минск, 2018 [Электронный ресурс].
4. Физическая подготовка : учеб.-метод. пособие для обучающихся Университета гражданской защиты МЧС Беларуси / авт.-сост. Е. А. Чумила [и др.]; Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, Кафедра ФПиС. – Минск : УГЗ МЧС, 2021. – 416 с.

УДК 378

Н. А. Кропотова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РОЛЬ МОТИВАЦИИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

В статье рассмотрены основные понятия мотивации и мотивов учебном процессе. Для формирования устойчивого мнения о значимости мотивов, проведено педагогическое тестирование среди обучающихся первого и второго года обучения в ведомственной образовательной организации высшего образования. Представлено обоснование наиболее значимых видов повышения мотивации обучающихся. Актуализирована роль мотивации к профессиональной деятельности в процессе подготовки кадров пожарно-технического профиля, а также получена зависимость ее от степени овладения профессиональными компетенциями.

Ключевые слова: мотивация обучения; качество обучения; освоение компетенций; активаторы познания и творчества; мотиваторы учения; успешная подготовка специалистов.

© Кропотова Н. А., 2025

N. A. Kropotova

THE ROLE OF MOTIVATION FOR PROFESSIONAL ACTIVITY IN THE TRAINING OF FIRE-TECHNICAL SPECIALISTS

The article discusses the basic concepts of motivation and motives in the educational process. In order to form a stable opinion about the importance of motives, pedagogical testing was conducted among students of the first and second years of study at a departmental educational organization of higher education. The substantiation of the most significant types of increasing students' motivation is presented. The role of motivation for professional activity in the process of training fire-technical personnel is actualized, and its dependence on the degree of mastery of professional competencies is obtained.

Key words: motivation of learning; quality of learning; mastery of competencies; activators of cognition and creativity; motivators of learning; successful training of specialists.

В современном мире в переходную эпоху повсеместной цифровой трансформации возникают новые мотивации и ценностные ориентиры, новые потребности и интересы, которые являются единым целым и влияют на развитие личности [1]. Проблематика учебной мотивации – актуальная тема как в России, так и за рубежом. Несмотря на то, что данные вопросы психологии и педагогики рассматривалась еще в прошлом столетии, ей посвящено не мало научно-исследовательских работ таких ученых как В. Г. Асеева, В. И. Ковалева, П. М. Якобсона, Д. А. Кикнадзе, А. Г. Маслоу, Д. Халла, вопросам профессиональной учебной деятельности рассматривали Э. Ф. Зеер, И. А. Королева, практические аспекты активизации мотивации профессиональной деятельности посвящены работы А. И. Гиро, В. Г. Третьяка, В. В. Юдина и др. Проблема мотивации учения соприкасается с двумя огромными направлениями обучения и воспитания. Возрастающая роль и значимость учебных мотивов оказывает влияние на поведение обучающей личности и способно прогнозировать основные тенденции образовательного процесса с учетом потребности и вовлечения в профессиональную направленность. Мотивы к профессиональной деятельности в процессе обучения в вузе считаются одними из основных ведущих и побуждающих, поэтому их исследование вызвало огромный интерес. Процесс совершенствования подготовки будущих специалистов в условиях современного образования с применением цифровых технологий обусловлен многими факторами, в том числе мотивации обучающихся.

Практико-ориентированная учебная деятельность высшего образования ведомственной организации – это политика передовой образовательной организации, способная адаптировать образовательную среду для освоения компетенций и их развития. Рассмотрим формирование роль мотивирующих факторов для становления профессионально значимых компетенций для обучающихся ведомственной образовательной организации высшего образования. Актуальность данного исследования заключается в снижении

учебной мотивации н первом году обучения [2-4]. Ранние работы [5] исключают влияние большого адаптационного периода. Современные исследователи едины во мнении, что результативность и качество выполняемой работы напрямую зависит от мотивации конкретного специалиста. Мотивация является следствием внешнего воздействия, а вот мотив отождествляет желание конкретного специалиста к выполнению различных задач. Разберем более подробно.

Мотивация обучения – это инструмент обучающегося к продуктивной познавательной деятельности, активному усвоению содержания образования.

Мотив (в контексте учебного процесса) – это направление обучающегося на всестороннее развитие, связанное с внутренним отношением обучающегося и предметом его деятельности, которая выражается в степени заинтересованности его к постижению профессии в целом.

В системе учебных мотивов тесно увязаны внутренние и внешние мотивы (рис. 1).

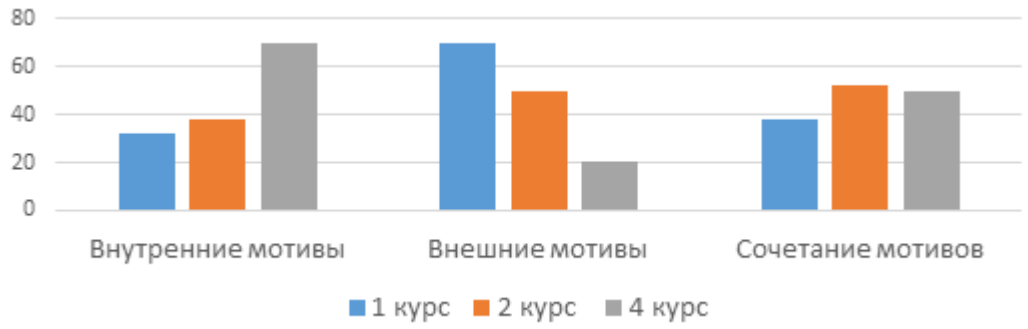


Рис. 1. Доминирование в мотивации у обучающихся

Первокурсники приходят на кафедру для освоения основ инженерно-технической направленности и сталкиваются с тем, что учеба для него – это вынужденное поведение. Решающее значение в этом случае придается не мотивам обучения, а мотивам учения – внутренним побудителям обучающегося. Предполагается, что данные мотивы имеют ярко выраженные внешние проявления: ради оценки и избежания неудач. Дейл Карнеги в своих исследованиях приходит к выводу, что одним из эффективных способов побудить человека к действию – заставить его захотеть это сделать. Формирование мотивации у обучающихся основано на трех законах, которые отображены в работах Л. С. Выготского: 1) учебный процесс продуктивен, если преподаватель заинтересовал обучающегося; 2) Обучающийся сам заинтересован в получении знаний; 3) интерес обучающихся вызывается при одновременном действии теоретических знаний и практической деятельностью.

Обучающимся ведомственной академии проявляются данные мотивы сложнее, формируя сложные мотивационные системы. Для выяснения подобного, организовано педагогическое исследование, в котором приняли участие обучающиеся первого года обучения. Всего было опрошено около

140 обучающихся. Обучающимся предлагалось записать основные факторы, способствующие повышению мотивации к обучению. Из множества представленных факторов, было определено 10 основных, по большинству указанных факторов. Предлагаем вам некоторые виды повышения мотивации обучающихся глазами самих обучающихся: увлекательные суждения преподавателя заинтересовывают изучением учебной дисциплины, а также популяризация примеров профессиональной деятельности преподавателя – личный опыт; преподаватель мотивирует на результат, успешность выполнения профессионально-важных задач и упражнений, а не оценку; преподаватель играет роль наставника обучающегося, реализуя педагогику сотрудничества; уважительная речь педагога и способствует активизации обучающегося на ответ и монологическую речь собственного мнения по рассматриваемой проблематике, доказательство с фактологическими доводами и данными; одобрение и популяризация успехов в глазах сверстников; мотивация на самообразование и опережающее обучение; мотивация интересов к обучению, и др.

Затем предлагалось обучающимся распределить основные мотивации, которые повлияли бы на обучение. Распределение некоторых видов повышения мотивации обучающихся в академии представлено на рис. 2. Из распределения видно, что для первокурсников двумя мотиваторами выступают преподаватели: для одних он наставник, а для других – вызывает интерес учебным материалом дисциплины. Обучающиеся с увлечением слушают и улавливают моменты, с которыми сталкиваются специалисты в своей профессиональной деятельности, которые могут касаться работы специальной техники в условиях чрезвычайных ситуаций. Собственная заинтересованность материалом учебной дисциплиной во многом определяет отношение самого обучающегося к данной дисциплине, а профессионализм преподавателя является стимулятором на пути к достижению успешности обучающегося в освоении компетенций [6]. Важно понимать, что обучающийся может обратиться к преподавателю за консультацией, в свою очередь, преподаватель укрепляет уверенность обучающегося в собственных силах и возможностях. Для второго года обучения сильнейшими мотиваторами выступает деловое общение, которое реализуется в ходе педагогики сотрудничества. Если авансировать положительные сдвиги у обучающегося, то у него не только появятся возможности стать таким, каким мы его взращиваем, но и преуспеть во многом их.

Схожую картину можно наблюдать по минимальным значениям мотивирующих факторов, где «важен результат, а не оценка» – 5 % от числа всех опрошенных, и опережающее обучение – 7 %. Обучающихся мало заинтересовать материалом учебной дисциплины, преподаватель открывает возможные пути практического применения приобретаемых знаний в профессиональной деятельности. Приведем пример, мало объяснить и показать основные принципы, изучить устройство и методы определения показателей работоспособности агрегатов, нужно раскрыть применение этих знаний в профессиональной деятельности и научить ими пользоваться –

выполнить расчет и проектирование привода подъема пожарных рукавов в башенную сушилку. На первых годах обучения закладываются основы для дальнейшего развития инженера-конструктора, рационализатора, способного внести немало новшеств, благодаря которым будет повышение эффективности работы подразделений пожарной охраны, повышение качества выполняемых функций, т.д.

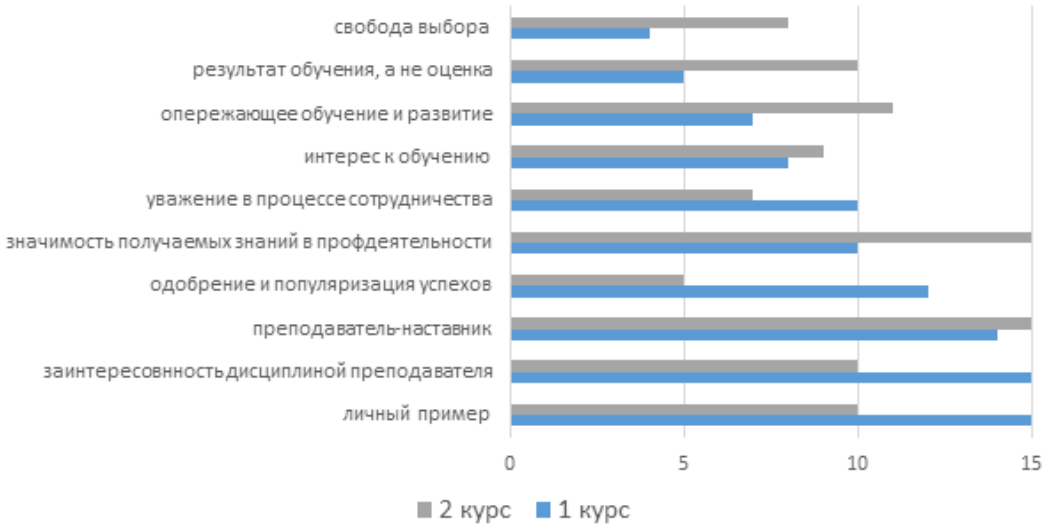


Рис. 2. Результаты опроса респондентов по видам повышения мотивации обучающихся, в %

Для второкурсников «одобрение и популяризация успехов» является минимальной – 5 %, причем не требуя «уважения со стороны преподавателя» - 7 %. Обучающийся, который хотя бы один раз испытавший публичной похвалы, чувствует в себе уверенность, и одновременно с этим повышается его внутренняя мотивация, что и подтверждают данные исследования.

Преподаватели используют в своей деятельности различные инструменты для организации учебных занятий с применением интерактивных элементов, позволяя преодолевать академическую прокрастинацию, реализуя когнитивный подход к развитию обучающегося. Уверены, что погружая его в нестандартную или нештатную ситуацию, приближенную к экстремальным условиям профессиональной деятельности, способно раскрыть его творческий потенциал, направленный на поиск решений, что подтверждают данные опроса по уровню удовлетворенности профессиональной направленности в процессе обучения, представленные на рис. 3.

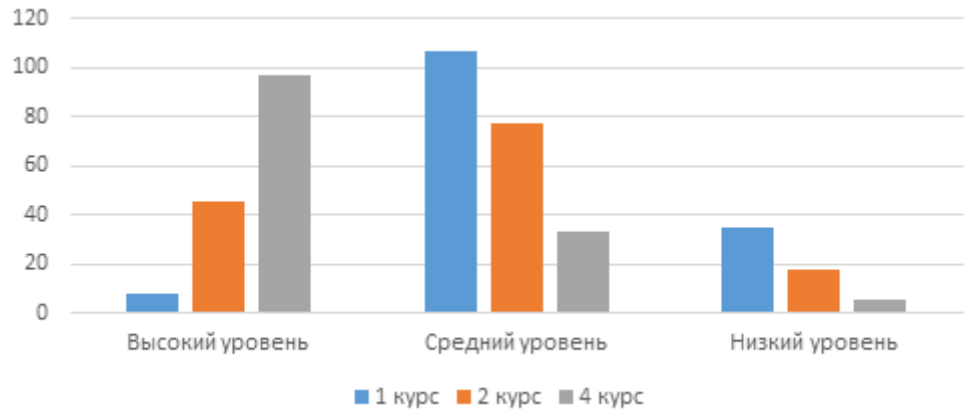


Рис. 3. Соотношение численности опрошенных обучающихся с уровнем удовлетворенности профессиональной направленности

Степень освоения профессиональных компетенций на первом и втором годах обучения самая низкая, они практически не освоены. Основное представление о профессии пожарного первокурсники формируют на практике. Но тем не менее уже на первом году обучения закладываются основные тренды профессии. Поэтому обучающиеся подразделяют для себя мотивационную направленность, рис. 4.

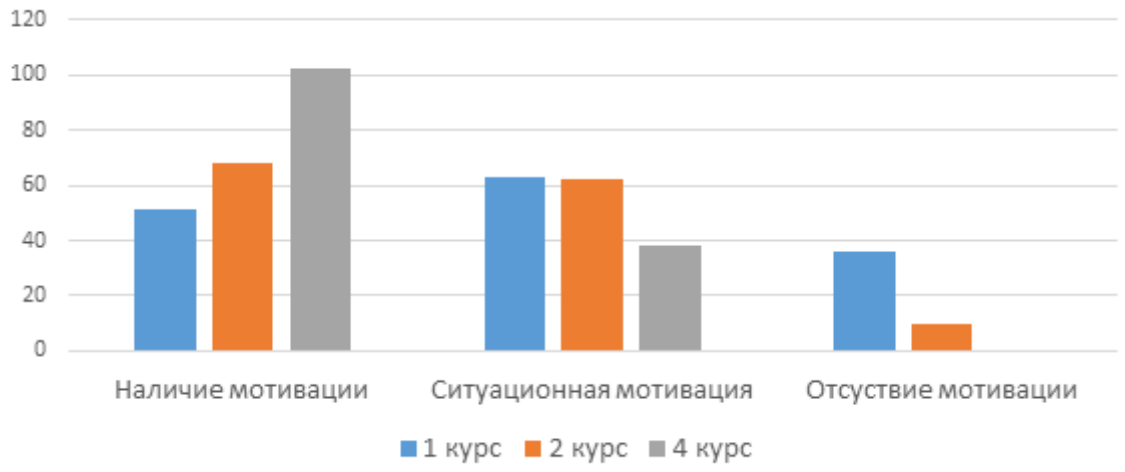


Рис. 4. Разделение мотивационной направленности в годы обучения опрошенных обучающихся

Отметим зависимость между степенью освоения профессиональных компетенций обучающихся на последнем году обучения (4 курс) среди обучающихся, которые проявили заинтересованность к преподаваемым дисциплинам педагогами-наставниками, реализующими педагогику сотрудничества их средний балл (среднее арифметическое значение всех оценок по дисциплинам, которые вошли в освоение профкомпетенций) составил 5,0, а обучающиеся, которые ставили перед собой заработать оценку, то средний балл по освоенным профкомпетенциям составил 3,9. Формируя

мотивационное зерно, обучающиеся вовлекается с разной заинтересованностью в образовательную среду по получению профессионально важных и значимых компетенций [7].

Роль мотивации к профессиональной деятельности при обучении заключается в следующем:

– побуждает к учебной активности, т.к. влияет на формирование цели и выбор путей их достижения;

– определяет характер познавательной деятельности, поскольку затрагивают профессиональные мотивы, которые являются ведущими в процессе обучения;

– служит внутренней движущей силой в становлении личности как профессионала – профессионализации личности.

Обучающегося заставить сидеть на занятиях можно, он будет дисциплинированным, а вот принудительно заставить ему чему-то научиться, а тем более развить его профессиональные способности, невозможно. Поэтому обучающиеся будут учиться, когда они этого сами захотят. Одна восточная мудрость гласит: «Великое состоит из малого, а многое – из немногого». Основная задача преподавателя современности – мотивировать обучающихся на учение. Молодые специалисты являются не только основой стабильного развития общества и государства, но его движущей силой, несмотря на все его нестабильные проявления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеер Э.Ф., Сыманюк Э.Э. Кризисы профессионального становления личности // Психол. журнал. 1997. Т.18. №6. С. 35-44.

2. Кропотова Н.А. Рейтингование обучающихся по набору профессиональными компетенциями: особенности разработки и внедрения // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С. 266-268.

3. Саковская О.Н. Мотивация профессиональной деятельности. Ярославль: ЯрГУ, 2014. 88 с.

4. Кропотова Н.А., Легкова И.А. Цифровая трансформация образования: проблемы, направления, риски и перспективы // Пожарная и аварийная безопасность. 2022, №1 (24). С. 84-94.

5. Кропотова Н.А., Горинова С.В., Малый И.А. Анализ адаптационной составляющей в подготовке специалистов РСЧС для работы в сложных климатических условиях. / Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 29-30 ноября 2017 г. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 815-818.

6. Кропотова Н.А. Мотивация к профессиональной деятельности в подготовке специалистов МЧС России // Пожарная и аварийная безопасность: сборник

материалов XVIII Международной научно-практической конференции, 23 ноября 2023 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. С. 916-921.

7. Кропотова Н.А., Легкова И.А. Компетентностная карта выпускника // Сибирский пожарно-спасательный вестник: научно-аналитический журнал. 2020, №1. С. 77-82. [Электронный ресурс] URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2020/v1/N16_77-82.pdf.

УДК 378

А. А. Лобова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИЗУЧЕНИЕ ПРОФЕССИИ ЧЕРЕЗ ИЗУЧЕНИЕ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА: ПРОПЕДЕВТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ ДИСЦИПЛИН ГУМАНИТАРНОГО ЦИКЛА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В статье рассмотрен пропедевтический потенциал дисциплины «Иностранный язык». Обозначены преимущества пропедевтического подхода при изучении иностранного языка. Приведены конкретные инструменты профессионализации обучающихся по специальности «Судебная экспертиза» (профиль «Пожарно-технические экспертизы») средствами изучения иностранного языка. Обращается особое внимание на использование аутентичных иноязычных материалов профессиональной направленности и межкафедрального взаимодействия при применении пропедевтического подхода к изучению иностранного языка.

Ключевые слова: пропедевтический подход; профессионализация; пожарно-технический эксперт; иностранный язык; профессионально ориентированное общение; профессиональная лексика; мотивация обучающихся.

An. An. Lobova

LEARNING A PROFESSION THROUGH LEARNING A FOREIGN LANGUAGE: A PROPAEDEUTIC APPROACH TO TEACHING HUMANITIES SUBJECTS AT A TECHNICAL UNIVERSITY

The article considers the propaedeutic potential of the discipline "Foreign language". The advantages of the propaedeutic approach in learning a foreign language are outlined. Specific methods for the professionalization of students in the specialty "Forensic examination" (profile "Fire investigation") by means of learning a foreign language are given. Special attention is paid to the use of authentic foreign language text materials of professional orientation and interdepartmental interaction when applying a propaedeutic approach to learning a foreign language.

© Лобова А. А., 2025

Keywords: propaedeutic approach; professionalization; fire investigator; foreign language; professionally oriented communication; professional vocabulary; motivation of students.

Дисциплины гуманитарного цикла, преподаваемые в техническом вузе, не относятся к дисциплинам прямой профессиональной направленности, однако могут оказывать сильное влияние на овладение профессиональными дисциплинами в дальнейшем. Речь идет не о формировании необходимых умений и навыков аналитической работы, критического мышления, а о подготовке к профессии через содержательную часть этих дисциплин. С одной стороны, это может показаться трудно осуществимым, с другой стороны, это вполне реально, если включать в содержание дисциплин профессионально ориентированную тематику (в виде заданий, тем и т.д.). В этом случае гуманитарная дисциплина несет пропедевтическую функцию. Мы рассмотрим пропедевтический подход к дисциплине «Иностранный язык», которая должна не только готовить к реальным ситуациям речевой коммуникации, но и носить профессионально ориентированную направленность, мотивировать обучающихся к изучению специальных дисциплин.

Таким образом, целью нашей статьи является рассмотрение пропедевтического потенциала дисциплины «Иностранный язык» (английский) на примере её преподавания у обучающихся по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза» (профиль «Пожарно-технические экспертизы»).

Термин «пропедевтика» пришел к нам из области медицины как понятие, связанное с введением в профессию. При изучении дисциплин, которые напрямую не связаны с профессией, пропедевтика приобретает иной окрас этого значения. Как отмечается, пропедевтика средствами иностранного языка становится способом профессионализации средствами межпредметной и внутрипредметной интеграции через корректный подбор учебного материала профессиональной значимости, а также «интеграцию и имплицитность подачи опережающего знания». [2]

Актуальность и преимущества такого подхода к изучению иностранного языка отмечается много исследователями, так как в этом случае обучающиеся погружаются в профессиональную речевую деятельность («квазипрофессиональная» деятельность [5]), формируют профессиональную идентичность и те профессионально значимые качества, которые будут актуализированы в процессе дальнейшего обучения. [1; 6]

В связи с этим возникает проблема организации самого курса изучения иностранного языка в рамках определенной образовательной среды и отбора материала и инструментов, которые способны давать наиболее положительные устойчивые результаты в освоении коммуникативной компетенции.

На изучение дисциплины «Иностранный язык» у обучающихся по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза (профиль «Пожарно-технические экспертизы»)» отведено 288 часов, из них 126 аудиторных часов, на два года обучения. Основными проблемами в данном случае являются малое количество

часов на изучение дисциплины и большие промежутки между занятиями в расписании. Ситуация также осложняется тем, что обучающиеся приходят с очень разными уровнями подготовки, и зачастую, в группе есть обучающиеся с уровнем ниже базового. Поэтому при освоении дисциплины приходится, в первую очередь, формировать и совершенствовать базовые языковые знания, умения и навыки. При всем при этом уже на первом курсе мы применяем пропедевтический подход к изучению дисциплины.

Одним из инструментов применения пропедевтического подхода к изучению иностранного языка является включение слов специальной профессиональной направленности в изучаемую тематику.

Например, уже на первом курсе при изучении первой темы «Моя биография. Моя семья» вводятся термины *forensics* – судебная экспертиза, *a fire investigator* – пожарный дознаватель, *a fire* – пожар, *an arson* – поджог, the *cause of fire* – причина пожара, которые будут активизированы в дальнейших темах. Активизация лексики осуществляется не только во время выполнения заданий на произношение, словообразование, составление словосочетаний, но и во время работы с текстом. В конце изучения темы обучающиеся готовят устные рассказы, где они должны не только рассказать о себе, но и кратко представить свои мотивы поступления в учебное заведения и причины выбора профессии пожарно-технического эксперта (или пожарного дознавателя). В дальнейшем в более развернутом виде они расскажут об этом в теме «Моя будущая профессия» (второй семестр первого курса), где уже будет привлечено большее количество профессионально ориентированных языковых единиц (например: *accelerant* – катализатор, *crime scene* – место преступления, *evidence* – доказательство (улика), *fire pattern* – признак очага горения, *point of origin* – точка (очаг) возгорания) и др.

При этом важно сопровождать текстовый материал аутентичными аудио- и видеоматериалами по теме, которые будут способствовать не только развитию речевых навыков понимания информации на английском языке на слух, но формировать референтный образ профессионала, то есть образ, на который обучающиеся будут ориентироваться в дальнейшем как на значимый. [4]

Содержание дисциплины «Иностранный язык» у специальности «Судебная экспертиза» имеет четкую профессиональную направленность. На втором курсе изучаются такие темы, как «Пожары в зданиях и сооружениях. Поджог», «Расследование поджогов. Сбор вещественных доказательств», «Отчет о расследовании. Необходимые документы с места пожара». Поэтому следующим инструментом является использование в качестве учебного материала аутентичных материалов, желательно, взятых из специальной литературы по подготовке специалиста в определенной области. В нашем случае для обучающихся по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза» нами было созданы учебное пособие и словарь профессиональных терминов [7] на основе пожарных стандартов Национальной ассоциации противопожарной защиты США – NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations

(Руковдство по расследованию пожаров и поджогов) и NFPA 1033: Standard for Professional Qualifications for Fire Investigator (Профессиональный стандарт для пожарных следователей).

Задания, построенные на основе материалов из этих документов, имеют большой пропедевтический эффект, так как позволяют распознавать нюансы смысла узко профессиональных терминов (например: “*cobweb” pattern* – «паутина» трещин, *burn pattern* – признак очага пожара, *fire pattern* – признак очага горения, *alligator char* – ячеистый уголь, *V-pattern* – очаговый конус), обеспечивая реалистичное использование языка. Работа с профессиональными терминами является также средством расширения знаний в предметной области и междисциплинарной интеграции. [8]

Важно отметить, что в этом случае иностранный язык не будет являться инструментом изучения специальности, так как преподаватель английского языка может не обладать знаниями по технической специальности. Однако иностранный язык будет инструментом профессионализации, введения обучающихся в профессиональный контекст. Подобный подход соотносится с подходом Content Language Integrated Learning (предметно-языковое интегрированное обучение), который уже давно, успешно и результативно применяется для освоения общепрофессиональной иноязычной коммуникативной компетенции за короткое время не только зарубежом, но и в России. [3;10]

Еще одним эффективным инструментов профессионализации обучающихся через изучение иностранного языка является внеаудиторная работа по подготовке к научным конференциям на основе отбора и анализа информации, полученной из аутентичных иноязычных источников. Это может быть подготовка реферативного обзора одной статьи или нескольких по профессиональной теме, анализ какой-либо профессиональной проблемы на основе информации, полученной из зарубежных и отечественный научных источников. Например, в 2023 году мы с обучающимися подготовили целый ряд статей, который был посвящен проблеме неправосудных приговоров, вынесенных на основе некорректно проведенных экспертиз пожаров. За основу была взята информация о деле Тодда Уиллингема, казненного за совершение поджога с гибелью двоих детей, который, как оказалось, он не совершал. Обвинение опиралось в том случае на заключения экспертов, которыми выступили двое опытных пожарных Мануэль Васкес и Дуглас Фогг, вынесшие свои заключения не на основе проведения лабораторной экспертизы, а на основе своего личного опыта. [9; 11; 12] Работа с подобной информацией позволяет не только совершенствовать навыки перевода профессиональной научной литературы, но расширять знания о профессии, о проблемном поле изучаемой области знаний.

Пропедевтический подход к преподаванию иностранного языка невозможен без такого важного аспекта как межкафедральное сотрудничество. Оно способствует интеграции гуманитарных и специальных дисциплин через

взаимодействие преподавателей друг с другом, так как, например, работа над переводом узко профессиональных терминов невозможна без консультаций преподавателей иностранного языка с преподавателями специальных дисциплин. Также оно позволяет вовлекать обучающихся в научную деятельность по профессиональной проблематике на ранних этапах обучения, с первого и второго курсов, когда специальные дисциплины еще не изучаются или только начинают вводиться.

Подводя итоги, хотелось бы отметить, что дисциплина «Иностранный язык» обладает большим пропедевтическим потенциалом для подготовки специалистов технической направленности, в частности, пожарно-технических экспертов. Важными инструментами профессионализации обучающихся при использовании пропедевтического подхода к преподаванию иностранного языка являются введение профессиональной лексики уже на первом курсе, активное привлечение аутентичных материалов из числа изданий по подготовке специалистов в конкретной профессиональной области, вовлечение обучающихся в научную работу, а также межкафедральное взаимодействие.

Считаем, что в дальнейшем стоит совершенствовать работу по отбору и внедрению в учебный процесс интересного профессионально ориентированного материала для обучающихся с целью формирования мотивации к дальнейшему освоению профессии, а также к самообразованию в профессиональной сфере через изучение и обобщение зарубежного опыта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кизима А.А. Организации профессиональной языковой пропедевтики экономистов-международников // Современное педагогическое образование. 2020. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsii-professionalnoy-yazykovoy-propedevtiki-ekonomistov-mezhdunarodnikov .

2. Кисс О.С., Барсегян К.Р. Пропедевтика как средство профессионализации студента-юриста при обучении иностранному языку // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2020. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/propedevtika-kak-sredstvo-professionalizatsii-studenta-yurista-pri-obuchenii-inostrannomu-yazyku .

3. Кузнецова Е.Б. Принципы создания рабочей программы по иностранному языку при предметно-языковом интегрированном обучении в медицинском вузе // КПЖ. 2020. №1 (138). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-sozdaniya-rabochey-programmy-po-inostrannomu-yazyku-pri-predmetno-yazykovom-integrirovannom-obuchenii-v-meditsinskom-vuze

4. Кузнецова Е.В. Пропедевтика профессиональной коммуникативной подготовки будущего специалиста-выпускника технического вуза средствами иностранного языка // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2007. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/propedevtika-professionalnoy-kommunikativnoy-podgotovki-buduschego-spetsialista-vypusknika-tehnicheskogo-vuza-sredstvami

5. Куклина С.С., Кирилловых А.А. Реализация проблемно-поискового подхода в иноязычной подготовке студентов-нелингвистов // Проблемы современного педагогического образования. 2022. №76-3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-problemno-poiskovogo-podhoda-v-inoyazychnoy-podgotovke-studentov-nelingvistov.

6. Куликова Л.Г., Иванова Ю.Д. Пропедевтика педагогической подготовки школьников как инновационный процесс развития системы общего образования // Проблемы современного педагогического образования. 2022. №76-3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/propedevtika-pedagogicheskoy-podgotovki-shkolnikov-kak-innovatsionnyy-protsess-razvitiya-sistemy-obschego-obrazovaniya .

7. Лобова А.А. Английский язык для пожарно-технических экспертов: учебное пособие / А. А. Лобова. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. – 151 с.

8. Лобова А.А. Американские пожарные стандарты как средство изучения профессиональной пожарно-технической лексики на занятиях по иностранному языку» // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, 23 ноября 2023 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С.929-933.

9. Малкова А. П., Лукаш Ю. А., Лобова А.А. Дело Уиллингема как показатель недопустимости ошибок в проведении пожарной экспертизы (на основе анализа англоязычных источников) // Гуманитарные аспекты формирования специалистов в области обеспечения безопасности жизнедеятельности: сборник материалов Студенческой научно-практической конференции среди образовательных организаций высшего образования. Иваново, 13 апреля 2023 г. / сост. А. А. Лобова. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПСМЧС России, 2023. – с.25-30

10. Потапова В.Ю. Отбор предметно-тематического содержания обучения иностранному языку для профессионального общения в медицинском вузе в рамках предметно-интегрированного обучения // Вестник ТГУ. 2021. №193. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otbor-predmetno-tematicheskogo-soderzhaniya-obucheniya-inostrannomu-yazyku-dlya-professionalnogo-obscheniya-v-meditsinskom-vuze-v

11. Румянцев И.А., Лобова А.А. Влияние некорректных пожарно-технических экспертиз на совершенствование законодательства: опыт США (на основе анализа англоязычных источников) // Гуманитарные аспекты формирования специалистов в области обеспечения безопасности жизнедеятельности: сборник материалов Студенческой научно-практической конференции среди образовательных организаций высшего образования. Иваново, 13 апреля 2023 г. / сост. А.А. Лобова. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПСМЧС России, 2023. – с.40-46.

12. Dioso-Villa R. Scientifi and Legal Developments in Fire and Arson Investigation Expertise in Texas v. Willingham // Minnesota Journal of Law, Science & Technology. Volume 14. Issue 2. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3009065

УДК 371.26

В. В. Логинов
Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЕМЫХ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ТЕРРИТОРИЙ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В статье рассмотрены вопросы применения тестирования для оценки уровня достижения обучаемыми профессиональных компетенций. Обобщается опыт использования метода тестирования при изучении дисциплин, связанных с организацией управления в чрезвычайных ситуациях. Приводиться анализ применения метода в образовательном процессе.

Ключевые слова: тестирование; профессиональные компетенции; образовательный процесс; управление в чрезвычайных ситуациях.

V.V. Loginov

EXPERIENCE IN USING TESTING TO EVALUATE STUDENTS' PREPARATION IN THE FIELD OF PROTECTING THE POPULATION AND TERRITORIES FROM EMERGENCY SITUATIONS

The article discusses the use of testing to assess the level of students' achievement of professional competencies. The experience of using the testing method in the study of disciplines related to the organization of emergency management is summarized. An analysis of the application of the method in the educational process is provided.

Keywords: testing; professional competencies; educational process; emergency management.

В современных условиях вопросы подготовки специалистов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЧС), являются актуальными и требуют тщательного рассмотрения. Это положение актуально не только для образовательного процесса высших учебных заведений, но и всей системы подготовки населения и органов управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС) [1]. Данное положение является актуальным также и для системы гражданской обороны (ГО) [2].

Тестирование в образовательном процессе, является одним из методов оценки знаний обучаемых, очень часто, особенно при дистанционной форме обучения, он является основным и даже единственным позволяющим оценить полученные знания и умения специалистов.

При безусловных преимуществах применения метода тестирования, многие исследователи отмечают его безусловные недостатки [3], особенно для

© Логинов В. В., 2025

оценки практических навыков, необходимых специалистам для профессиональной деятельности в конкретной области.

При применении тестирования важно четкое определение целей обучения, под которыми в современной высшей школе понимают достижение определённых компетенций, которые, согласно федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования (ФГОС ВПО) определяются как способность обучаемого изменять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области. Индикаторами достижения компетенций является обобщенные характеристики, уточняющие и раскрывающие формулировку компетенции, и в виде конкретных действий, выполняемых обучаемым, освоившим данную компетенцию. Индикаторы достижения компетенции должны быть измеряемы с помощью средств, доступных в образовательном процессе [4].

В целом принято считать, что результаты освоения – это ожидания того, что обучающийся будет знать и уметь делать, какие навыки, владения, опыт деятельности он будет иметь, какие трудовые (учебные) действия он сможет выполнять после успешного освоения отдельных элементов (дисциплин (модулей), практик) и образовательной программы в целом [5].

Таким образом, в образовательном процессе, при изучении определённой дисциплины, важно определить средства измерения индикаторов достижения компетенций и их вес и место в общей системе проверки результатов промежуточной аттестации.

Говоря о роли тестирования в системе применения средств измерения индикаторов достижения компетенций, следует сделать очевидный вывод о том, тесты не в полной мере применимы для измерения всех индикаторов. В этом смысле тестирование может быть достаточно широко применяться для оценки уровня знаний, но для оценки умений, а тем более практического опыта оно будет иметь ограниченный характер, что справедливо отмечается многими авторами [6].

При оценке умений и практического опыта (навыка) обучаемых система тестирования не способна в полной мере стать средством измерения этих индикаторов по причине:

— шаблонный подход к оценке выполнения практической работы, заставляющий обучаемого подстраиваться не под результат решения практического задания, а под правильный ответ теста;

— отсутствие творческого подхода к решению практических задач, вступающий в явное противоречие с универсальными компетенциями (УК);

— трудность объективной оценки выполнения практических заданий, ограниченность связи с реальной обстановкой, невозможность учета всех факторов, влияющих на выполнение задания.

На кафедре Безопасности в чрезвычайных ситуациях Уральского института ГПС МЧС России при преподавании дисциплины «Основы информационного обеспечения и управления в ЧС», параллельно с оценкой

выполнения практических заданий, была использована тестовая система проверки знаний обучаемых и проведен анализ полученных результатов.

Система тестов была создана на основе учебного пособия по дисциплине в котором на основе актуализированных руководящих документов и документов из реальной практики организации информационного обеспечения и управления при ликвидации ЧС (происшествий) содержался материал лекций и методические материалы для выполнения практических заданий. Содержание тестов охватывало весь материал учебной дисциплины.

Тесты выполнялись учащимися как в часы самостоятельной работы (при изучении материала лекций), так и в период учебных занятий (для проверки знаний содержания и последовательности действий, требующих практической работы), в последнем случае параллельно с выполнением практических заданий.

Практические задания, в рамках учебной дисциплины, при использовании системы тестирования, изменениям не подвергались и были направлены на привитие обучаемым умений, касающихся в основном:

- оценки возможной обстановки;
- отработки документов информационного обмена;
- организации реагирования на ЧС (происшествие);
- сбора и передачи информации о ЧС (происшествии).

При применении тестовой системы были отмечено повышение уровня знаний обучаемых по материалу дисциплины, развитие у них понятийного аппарата, осознанность действий по отработке практических умений. Неоспоримым преимуществом тестирования была возможность широкого охвата проверки знаний, улучшение качества отработки практических заданий.

Анализируя результаты применения тестирования, и сравнивая их с системой обучения без её применения на обсуждение можно вынести следующие положения для совершенствования образовательного процесса вузов и системы подготовки специалистов в области ГО и ЧС. Система тестирования должна:

- использоваться в основном для проверки знаний обучаемых, для оценки их умений должны разрабатываться практические задания;
- охватывать весь учебный материал по дисциплине, обозначенный дидактическими единицами;
- носить системный характер, с повышенным вниманием к знаниям, составляющим основу будущей профессиональной деятельности, определенными формулировками профессиональных компетенций (ПК);
- иметь обязательные связи с знаниями, получаемыми по смежным дисциплинам;
- носить объективный характер, обеспечивающий логическую связь материала тестирования с изучаемой литературой и руководящими документами;

- обеспечивать обоснованность оценки и её открытость, возможность закрепления знаний и их корректировки по желанию самого обучаемого.

В заключении необходимо отметить проблемные вопросы, связанные с системой тестовой оценки:

- соотношение времени отводимого на изучение предмета и, собственно, на тестирование (которое для каждого обучаемого строго индивидуально);
- невозможность в полной мере объективно оценить знания обучаемого и его способность применить эти знания, без устных ответов, особенно при оценке практических работ;
- определенная необъективность, связанная с использованием компьютеров и гаджетов, имеющих выход в сеть Internet, как технического средства обучения, при котором оно с одной стороны используется как средство контроля, а с другой стороны предоставляет обход контроля, ввиду доступности использования справочного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 № 804 «Об утверждении положения о гражданской обороне в Российской Федерации» (с изменениями на 12 марта 2024 года).
2. Приказ МЧС России от 14.11.2008 г. № 687 «Об утверждении Положения об организации и ведении гражданской обороны в муниципальных образованиях и организациях».
3. Что плохого в тестах? // Скепсис. Научно-просветительский журнал: сайт. — URL: https://scepsis.net/library/id_614.html (дата обращения: 17.02.2025).
4. Дорошенко В. А. Компетенции как нормы образовательного стандарта / В. А. Дорошенко // История науки и техники в современной системе знаний: Первая ежегодная конференция кафедры истории науки и техники, 8 февраля 2011. — Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2011. — С. 39-44.
5. Щербаков, Н. П., Семкин, Б.В. Проектирование результатов освоения образовательной программы [Текст] /Н. П. Щербаков, Б.В. Семкин // Гарантии качества профессионального образования: материалы международной научно-практической конференции / [редкол.: Л.И. Сучкова и др.]. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2019. С. 62-65.

УДК 316.776

Е. В. Лопанова
Академия гражданской защиты МЧС России

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ ОБЗР С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОДКАСТОВ

В статье рассматриваются подкасты, как образовательная технология, которая предоставляет возможность учащимся получать знания в удобном для них формате, повышая вовлеченность в изучение таких ключевых тем, как личная безопасность, реагирование на чрезвычайные ситуации и оказание первой помощи. Представленный в работе подход позволяет повысить эффективность освоения материала, что способствует формированию у школьников более высокого уровня ответственности и знаний в сфере безопасности и защиты Родины.

Ключевые слова: безопасность; подкастинг; чрезвычайные ситуации; обучение, школьники.

E. V. Lopanova

PODCASTING FORMATION OF SUBJECT RESULTS STUDENTS IN REVIEW LESSONS USING PODCASTS

The article discusses podcasts as an educational technology that provides students with the opportunity to gain knowledge in a format convenient for them, increasing their involvement in the study of key topics such as personal safety, emergency response and first aid. The approach presented in the work makes it possible to increase the efficiency of mastering the material, which contributes to the formation of a higher level of responsibility and knowledge among schoolchildren in the field of security and protection of the Homeland.

Keywords: security; podcasting; emergencies; education; schoolchildren.

Применение подкастов в образовательном процессе, позволяет усвоить и закрепить материал в самостоятельном и интерактивном формате, что особенно полезно для обучения навыкам, связанным с поведением в экстремальных условиях и ситуациях, требующих ответственного подхода к жизни и здоровью. В условиях растущей значимости вопросов безопасности и необходимости формирования у молодежи устойчивых практических навыков подкасты позволяют школьникам осваивать не только теоретические основы, но и применять полученные знания в практических заданиях, проектах и ситуациях. Подкасты объединяют теоретические материалы, интервью с экспертами, примеры из жизни, что помогает учащимся понять важность изучаемых тем и связать их с практическими навыками безопасности. Такая доступность и

© Лопанова Е. В., 2025

многообразие подходов к обучению стимулируют познавательный интерес и делают предмет ОБЗР более привлекательным.

Подкасты позволяют моделировать сценарии, которые могут быть полезны при изучении основ безопасности и защиты Родины. Учащиеся могут слушать инструкции и примеры ситуаций, в которых требуется определенное поведение: будь то пожар, землетрясение или другие экстремальные условия. Такой формат подачи материала помогает учащимся лучше понять алгоритмы действий, что значительно повышает интерес к предмету и мотивацию к его изучению.

В условиях, когда традиционные формы обучения нередко уступают место цифровым технологиям [5], подкастинг становится уникальным средством для поддержания познавательного интереса к предмету «Основы безопасности и защиты Родины». Учащиеся могут взаимодействовать с материалом через прослушивание, анализ и обсуждение, что делает процесс обучения более увлекательным и эффективным. Интеграция подкастинга в образовательный процесс позволяет преподавателям значительно повысить качество и интерес к обучению в рамках данной дисциплины, что делает его одним из наиболее перспективных методов цифрового обучения. Кроме того, как отмечает Котова Е.В., компоненты когнитивных стратегий пользователей сети Интернет обусловлены, в частности «активностью в построении индивидуальной образовательной траектории и общей психологической культурой» [1].

Возрастающий интерес педагогов к подкастингу во многом объясняется гибкостью цифровых технологий и способностью повышать познавательный интерес обучающихся. Так, Петрова И.В. обращает внимание на то, что подкасты способствуют закреплению теоретических знаний благодаря возможности многократного прослушивания аудиоконтента, а также развивают самостоятельность и ответственное отношение к обучению [4]. Подкасты дают учащимся возможность возвращаться к сложным темам и освежать знания, что особенно полезно для таких предметов, как ОБЗР, где понимание алгоритмов действий в чрезвычайных ситуациях является ключевым. Таким образом, подкасты позволяют ученикам более осознанно подходить к изучению дисциплины, формируя их ответственность за собственное обучение и безопасность. Важно отметить то, что несмотря на возможности самообучения, основными субъектами образования остаются преподаватель и обучающийся [2].

Психологический аспект подкастинга также является важным элементом учебного процесса. Орлов В. К. и Смирнова А. А. считают, что аудиоформат подкастов позволяет учащимся формировать эмоциональные связи с изучаемым материалом, создавая ассоциативные образы, которые улучшают восприятие и запоминание информации [3]. Исследование подтверждает, что благодаря аудиовизуальному восприятию подкасты позволяют школьникам более глубоко погружаться в учебные темы, а моделирование реальных

сценариев в аудиоформате способствует формированию устойчивых реакций на потенциальные опасности.

Смирнова Т. Б. указывает, что внедрение подкастов в уроки по безопасности повышает интерес школьников к изучению таких тем, как экстренные меры, действия при угрозе или оказание первой помощи. Учащиеся могут многократно переслушивать материал, чтобы понять ключевые моменты, а также адаптировать свои действия в зависимости от ситуации. Психологические исследования подтверждают, что такой метод обучения позволяет учащимся становиться более подготовленными к экстремальным условиям и развивает навыки, которые трудно закрепить в рамках традиционных уроков.

Результаты всех приведенных исследований указывают на значительный образовательный потенциал подкастинга, особенно в предметах, направленных на формирование навыков безопасного поведения и защиту жизни и здоровья.

Основной целью нашего исследования было выяснить, как применение подкастов на уроках ОБЗР влияет на уровень знаний обучающихся и на их готовность к действиям в ситуациях угрозы.

Исследование проводилось в МБОУ Средняя общеобразовательная школа № 20 среди обучающихся 9-11 классов. Экспериментальная группа обучалась с применением подкастов на уроках ОБЗР, а контрольная – по традиционной методике.

Рассмотрим более подробно результаты анализа полученных знаний и приобретенных практических навыков (табл. 1, табл. 2).

Таблица 1. **Итоговое тестирование и прирост знаний**

Группа	Средний балл до обучения	Средний балл после обучения	Прирост
Контрольная группа	56,2	71	+14,8
Экспериментальная группа	55,8	82,2	+26,4

Таблица 2. **Процент успешного выполнения практических заданий**

Группа	Процент успешного выполнения практических заданий (%)
Контрольная группа	68 %
Экспериментальная группа	87 %

Экспериментальная группа показала более высокие результаты: 87 % учеников успешно справились с практическими заданиями, тогда как в контрольной группе этот показатель составил 68 %. Это демонстрирует, что

учащиеся, использовавшие подкасты, лучше подготовлены к практическим действиям и более уверенно реагируют на учебные задачи, связанные с безопасностью.

В целом, данные показывают, что подкасты являются эффективным образовательным инструментом, который может значительно повысить интерес учащихся к предмету, развить у них практические навыки и улучшить усвоение учебного материала.

Исходя из проведенного исследования, мы можем сделать вывод, что экспериментальная группа, использовавшая подкасты в процессе обучения, показала прирост среднего балла на 26,4 после двух месяцев обучения, в то время как прирост в контрольной группе, обучавшейся традиционными методами, составил 14,8 балла. Это статистически значимое различие свидетельствует о том, что подкасты способствовали более глубокому пониманию и усвоению материала. Подкасты, доступные для многократного прослушивания, позволили учащимся детально проработать темы, вернуться к трудным вопросам и зафиксировать важные аспекты на уровне личного опыта. Статистический анализ прироста среднего балла в обеих группах подчеркивает, что интерактивный аудиоформат оказался более эффективным для развития когнитивных интересов школьников.

Также при моделировании практических ситуаций, таких как действия при пожаре или оказание первой помощи, учащиеся экспериментальной группы продемонстрировали более высокую степень готовности к действиям. 87% учеников экспериментальной группы успешно выполнили практические задания, в то время как аналогичный показатель у контрольной группы составил 68%. Эти результаты показывают, что учащиеся, использующие подкасты, лучше запоминают инструкции и алгоритмы действий в стрессовых условиях. Возможность многократно прослушивать материал позволила им не только запомнить алгоритмы, но и чувствовать себя более уверенно, применяя полученные знания на практике. Таким образом, подкастинг, помимо теоретической подготовки, показал свою эффективность в практическом обучении и формировании устойчивых поведенческих моделей.

Результаты исследования демонстрируют, что подкастинг не только повышает уровень знаний и практических навыков учащихся, но и стимулирует их познавательный интерес и мотивацию. Экспериментальная группа, использовавшая подкасты, достигла более высоких результатов по всем показателям, что подтверждает ценность подкастинга как образовательного инструмента. Статистические данные показывают, что подкасты позволяют не только изучать информацию, но и осознавать её значимость, формируя ответственное отношение к вопросам личной и общественной безопасности.

Можно сделать вывод о том, что подкасты, представляющие собой цифровой аудиоформат, дают учащимся возможность изучать материал в удобное время и в своем темпе, возвращаясь к сложным темам и закрепляя знания. Этот формат объединяет теоретические материалы с примерами

реальных ситуаций, моделями поведения в экстремальных условиях и рекомендациями экспертов, что делает процесс обучения практичным, увлекательным и доступным. Таким образом, подкастинг стал важным средством развития познавательного интереса школьников к предмету ОБЗР.

Проведенное нами исследование показало, что подкасты значительно повышают уровень знаний и практических навыков, помогая ученикам уверенно справляться с задачами, связанными с безопасностью. Экспериментальная группа, обучавшаяся с использованием подкастов, продемонстрировала прирост среднего балла на 26,4 по сравнению с 14,8 в контрольной группе, что подтверждает, что интерактивный аудиоформат позволяет учащимся глубже усваивать материал. Кроме того, 87 % учеников экспериментальной группы успешно справились с практическими заданиями, демонстрируя уверенное поведение в моделируемых условиях угрозы. Это доказывает, что подкастинг не только повышает теоретическую осведомленность, но и укрепляет практическую подготовку учащихся. Таким образом, мы приходим к выводу о том, что применение подкастов на уроках ОБЗР способствует формированию более высокого уровня предметных результатов обучающихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котова Е. В. Цифровизация образования:когнитивные стратегии студентов-пользователейсети Интернет / Е. В. Котова // Философия сознания и языка : Материалы II Всероссийской научной конференции, посвященной 300-летию создания арифметической машины Христианом Людвигом Герстеном на основе работ Лейбница, Красноярск, 23–26 ноября 2023 года. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2024. – С. 56–62.

2. Лавриненко Ю. С. Особенности межличностного взаимодействия преподавателей и студентов и их влияние на образовательный процесс / Ю. С. Лавриненко, А. К. Карташов // Современная педагогика и научные исследования в образовательной организации высшего образования : МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Кострома, 17 февраля 2024 года. – Кострома: Федеральное государственное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С.К. Тимошенко Министерства обороны Российской Федерации», 2024. – С. 216–224.

3. Орлов В. К., Смирнова А. А. Подкасты в обучении // Образовательные технологии и общество. – 2019. – Т. 22, № 3. – С. 112–119.

4. Петрова И. В. Применение подкастов в образовательной практике // Образование и наука. – 2021. – Т. 23, № 4. – С. 78–85.

5. Рыбакова А. М. О проблемах формирования профессиональных компетенций обучающихся высших учебных заведений МЧС России в условиях внедрения искусственного интеллекта в образовательную деятельность / А. В. Рыбаков, А. М. Рыбакова // Психолого-педагогические аспекты подготовки

спасателей к профессиональной деятельности в экстремальных условиях : Сборник трудов научно-практической конференции, Московская область, Парк "Патриот", 31 мая 2024 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России им. генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2024. – С. 43–49.

УДК 378.147

А. В. Поздеева, Е. А. Чумила, А. В. Сорокин
Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЗА УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ И РАБОТНИКОВ МЧС

В статье рассмотрены особенности организации педагогического контроля за уровнем физической подготовленности работников и обучающихся МЧС Республики Беларусь. Обозначена важность педагогического контроля в процессе учебных занятий по физической подготовке. Представлена оценка физической подготовленности обучающихся и работников МЧС Республики Беларусь

Ключевые слова: физическая подготовка; работники МЧС; педагогический контроль.

A. V. Pozdeeva Y. A. Chumila, A. V. Sorokin

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF THE ORGANIZATION OF PEDAGOGICAL CONTROL OVER THE LEVEL OF PHYSICAL FITNESS OF STUDENTS AND EMERCOM WORKERS

The article discusses the features of organizing pedagogical control over the level of physical fitness of workers and students of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus. The importance of pedagogical control in the process of physical training classes is indicated. An assessment of the physical fitness of students and employees of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus is presented.

Keywords: physical training; Emergency Situations Ministry workers; pedagogical control.

Педагогический контроль, или оценка результатов выполнения контрольных тестов, является обязательным компонентом образовательного процесса по дисциплине «Физическая подготовка». При этом педагогический контроль должен проводится на всех этапах процесса обучения. В УГЗ МЧС педагогический контроль является обязательным для обучающихся всех курсов. Как правило он проводится в начале и конце семестра обучения, в зависимости от изучаемых разделов учебной программы.

© Поздеева А. В., Чумила Е. А., Сорокин А. В., 2025

Оценка результатов обучения заключается в определении степени освоения знаний и умений, а также степени формирования навыка обучающимися, которые должны соответствовать требованиям образовательного стандарта по избранной специальности.

Педагогический контроль физической подготовки проводится с целью определения уровня физической подготовленности работников, качества организации и методики их обучения.

Каждый начальник органа (подразделения) обязан знать, систематически проверять, анализировать и оценивать уровень физической подготовленности подчиненных ему работников.

При проведении контроля оценивается:

– степень физической готовности к служебно-боевой деятельности;

– уровень теоретической и методической подготовленности работников, проводящих занятия по физической подготовке;

– качество руководства, организации, обеспечения и проведения физической подготовки;

– состояние физической подготовки работников органа (подразделения).

В рамках осуществления педагогического контроля учебного заведения в целом, оценивается:

– качество руководства, организации, обеспечения и проведения физической подготовки;

– полнота и качество усвоения программы по физической подготовке обучающимися;

– уровень физической, теоретической и методической подготовленности работников, отвечающих за организацию и проведение занятий по физической подготовке;

– состояния физической подготовки в учебном заведении [1, 2].

Особенности подготовки работников ОПЧС, а также обучающихся и слушателей УГЗ МЧС, вне зависимости от формы и ступени получения образования, предъявляют особые требования к организации педагогического контроля.

Непосредственное руководство физической подготовкой в органах (подразделениях) осуществляет соответствующий начальник органа (подразделения) или один из его заместителей.

На учебных занятиях по физической подготовке работники овладевают теоретическими знаниями, организаторскими и методическими умениями, развивают наиболее важные физические и психические качества, приобретают прикладные навыки, необходимые для профессиональной деятельности.

Помимо этого, организация физической подготовки включает: планирование, обеспечение, подготовку руководителей, в том числе осуществление педагогического контроля.

Количественные и качественные показатели педагогического контроля физической подготовки отражаются в документах планирования и учета, а также в специально разрабатываемых ведомостях результатов оценки работников по физической подготовке.

В течение учебного года работники проходят обучение по соответствующим учебным планам и упражнениям программы обучения по физической подготовке

Оценка результатов работников проводится ежеквартально в дни проведения занятий в конце каждого квартала, а также в дни, определенные начальником органа (подразделения) согласно утвержденного графика.

Обучающиеся УГЗ МЧС на зачетах и экзаменах оцениваются по трем - пяти упражнениям, характеризующим различные физические качества и специальные навыки.

Уровень развития каждого физического качества и специального навыка проверяется не более чем по одному упражнению.

Работники сдают нормативы по физической подготовке в спортивной форме одежды, за исключением выполнения упражнений, для которых предусмотрена только специальная форма одежды.

Работник, не выполнивший назначенное упражнение без уважительной причины, оценивается по нему «неудовлетворительно». При невозможности выполнить упражнение из-за болезни или травмы проверяющий может назначить упражнение для замены (кроме упражнений на выносливость).

При освобождении работника от выполнения какого-либо физического упражнения его практическая подготовленность оценивается не выше «удовлетворительно» при наличии положительных оценок по другим упражнениям и не менее одной из них не ниже «хорошо».

Если работник не прибыл на проверку без уважительной причины, то по окончании проверки он оценивается «неудовлетворительно».

Индивидуальная оценка физической подготовленности работника слагается из оценок, полученных им за выполнение всех назначенных для проверки упражнений, и определяется:

«отлично» – если половина и более оценок «отлично», а остальные - «хорошо»;

«хорошо» – если половина и более оценок не ниже «хорошо», а остальные - «удовлетворительно»;

«удовлетворительно» – если более половины оценок «удовлетворительно» при отсутствии неудовлетворительных оценок или одна оценка «неудовлетворительно» при наличии остальных оценок не ниже «хорошо».

Оценка по физической подготовке органов (подразделений) слагается из оценок, полученных работниками, и определяется:

«отлично» – если не менее 90 % работников получили положительные оценки, при этом более 50 % проверенных работников получили оценку «отлично»;

«хорошо» – если не менее 80 % работников получили положительные оценки, при этом более 50 % проверенных работников получили оценку не ниже «хорошо»;

«удовлетворительно» – если не менее 70 % работников получили положительные оценки;

«неудовлетворительно» – если не выполнено требование на оценку «удовлетворительно», или же на проверку представлено менее 70 % работников от списочного состава, при этом работникам выставляются индивидуальные оценки.

Таким образом, физическая подготовка обучающихся и работников МЧС должна быть, прежде всего, направлена на совершенствование основных физических качеств, укрепление здоровья и повышение устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов, формирование здорового образа жизни, воспитание дисциплинированности, коллективизма, формирование строевой выправки и подтянутости. Основным направлением повышения эффективности процесса физической подготовки является высокая специализация двигательных задач в ходе проведения всех форм физической подготовки, соответствующая характеру профессиональной деятельности как по форме, так и по содержанию [3, 4].

Организация педагогического контроля за уровнем физической подготовленности обучающихся и работников МЧС имеет важное значение в системе профессионального становления спасателей. Результаты проведенного контроля позволяют определить степень физической готовности спасателей к служебно-боевой деятельности, а также своевременно внести, в случае необходимости, коррективы в планирующие, организационные и научно-методические документы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жигалова, М. Н. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов, обучающихся по специальностям «Пожарная безопасность» и «Защита в чрезвычайных ситуациях» / М. Н. Жигалова, Н. Е. Калинина // Ученые записки ун-та им. П. Ф. Лесгафта. – 2010. – С. 30–34.

2. Белякова, Р. Н. Педагогический и медицинский контроль физического воспитания учащихся. Пособие для преподавателей физ. культуры и мед. работников учебных заведений // Р. Н. Белякова, Г. А. Боник, И. А. Мотевич. – Минск : УП «ИВЦ Минфина». – С. 154.

3. Бондаренко, Л. Ю. Подготовка пожарных и спасателей // Л. Ю. Бондаренко. – М. : Мед. подгот., 2008. – С. 254–258.

4. Куприянов, А. А. Проверка и оценка знаний учащихся проф. тех. училищ по специальным дисциплинам. – М.: Высш. шк., 1984. – С. 112–115.

УДК 372.8:54

О. В. Рева
Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

МЕТОДЫ АКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ

В статье проведен критический анализ достоинств и недостатков методов активного обучения по отношению к изучению в техническом ВУЗе естественнонаучных дисциплин для последующего успешного овладения студентами профессиональными компетенциями.

Ключевые слова: мотивация к обучению; деловая игра; брейн-ринг; учебно-познавательная деятельность; совершенствование знаний.

O. V. Reva

METHODS OF ACTIVE LEARNING IN THE TEACHING OF NATURAL SCIENCE DISCIPLINES IN THE TRAINING OF FIREFIGHTERS AND RESCUERS

The article provides a critical analysis of the advantages and disadvantages of active learning methods in relation to the study of natural science disciplines at a technical university for the subsequent successful mastery of professional competencies by students.

Key words: motivation to learn, business game, brain ring, educational and cognitive activity, improvement of knowledge.

Введение. В настоящий момент в области естественных наук постоянно увеличивается объем значимой информации, причем достаточно большая ее часть нуждается в постоянном обновлении. Следовательно, привычная схема обучения, ориентированная главным образом на запоминание материала, уже не может полностью удовлетворять современным требованиям подготовки специалиста технического профиля. В современном ВУЗе остро стоит проблема формирования таких качеств мышления человека, которые позволяют самостоятельно критически анализировать постоянный поток новой информации и целенаправленно совершенствовать свой уровень знаний и умений применять новые методы и технологии. В условиях техногенного

© Рева О. В., 2025

общества это особенно актуально для людей опасных профессий, когда от быстрого анализа ситуации и принятия решения зависит жизнь и здоровье.

Общепризнано, что для успешного обучения и готовности человека к самообразованию необходимо развитие познавательных мотивов и возможностей, что является эффективным способом улучшения результатов обучения [1-4]. Однако развитие мотивации к обучению – достаточно непростой и неоднозначный процесс изменения отношения человека как к конкретному изучаемому предмету, так и ко всему образовательному процессу. В настоящее время считается, что основными мотивами учебы студентов являются «познавательные» и «профессиональные»; а также что мотивацию к учебной деятельности можно сформировать многоуровневым оцениванием и специально организованной самостоятельной работой [5]. При этом необходимым условием для создания у студентов интереса к изучению дисциплины выступает возможность проявить в процессе обучения самостоятельность и инициативность [1-4]; к тому же развитие данных качеств является необходимым при обучении пожарных-спасателей.

Методы активного обучения как средство развития познавательной деятельности студентов, разделяют на три группы, наиболее интересные для формирования мышления: методы программированного обучения, проблемного обучения, интерактивного (коммуникативного) обучения [2]. Возникновение и развитие активных методов обусловлено тем, что в процессе обучения необходимо не только дать студентам знания, но и обеспечить формирование творческого мышления, познавательных интересов и способностей, в частности умения строить причинно-следственные связи на основе полученной информации.

В научно-методической литературе большое внимание уделяется развитию таких методов и подходов в обучении, которые подтолкнут студентов самостоятельно находить и усваивать нужную информацию [1-3]. Широко обсуждаются следующие приемы обучения: «кейс-метод», «деловые игры», «круглые столы», «мозговые атаки», «конференции», «брейн-ринги» и тому подобные [2], которые способствуют активному взаимодействию студентов и преподавателей. Утверждается, что на занятиях этих форм студенты развивают способности к формулированию своей точки зрения, осмыслению системы аргументации, т. е. превращения информации в знание, а знаний в убеждения и взгляды.

Основная часть. В очень большом количестве литературных источников встречается утверждение, что чем активнее методы обучения, тем легче заинтересовать ими обучающихся; причем большинство литературных источников по упомянутым вопросам носит однозначно хвалебный и некритический характер. Тем не менее, этот тезис является достаточно спорным. Например, то, что при формировании специальных условий произойдет активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся ***независимо от их желания*** [2]. Утверждается также, что благодаря активному

обучению в учебный процесс будут включены ***все студенты без исключения*** [2]. Причем доминирующую позицию в постоянном взаимодействии участников процесса обучения, которые находятся в режиме непрерывного диалога, должны занимать именно учащиеся, роль преподавателя сводится к направлению их работы на достижение основных целей данного занятия [5].

Однако все чаще встречаются научные материалы, в которых приведены результаты обобщения и негативного опыта применения данных методик и анализа обнаруженных проблем. В частности отмечается, что вовлечение студентов в мыслительный и образовательный процесс «***независимо от их желания»***, в особенности применительно к естественнонаучным дисциплинам, ***практически нереализуемо.*** А непрерывный диалог, в котором лидируют обучающиеся, часто далек от изучаемого материала или воспроизводит его на крайне примитивном и искаженном уровне.

То же касается и утверждения «***все без исключения»***. По нашим собственным наблюдениям, даже при выполнении обучающимися самостоятельной лабораторной работы по специальной химии (парами или малыми группами), всегда имеются студенты, которые пассивно следят за товарищами и, в лучшем случае, некритично записывают полученный ими результат, далеко не всегда правильный. Таким образом, для успешного применения методики активного обучения нуждаются в углубленном исследовании и развитии.

Также немаловажно, что подавляющее большинство литературных источников, в которых описываются методы активного обучения и конкретные сценарии «деловых игр» и «мозговых атак», посвящены изучению гуманитарных или общественных дисциплин (иностранные языки, политология, экономика, менеджмент и т.д.), и только незначительная часть – профессиональных и естественнонаучных. В комплексе это свидетельствует явно не о косности мышления преподавателей-естественников и отсутствии желания введения инноваций, а о наличии в процессе изучения естественных и технических дисциплин ряда ограничительных особенностей, без выполнения которых активные методики обучения малоэффективны.

Так, метод «деловой игры» первоначально появился в практической сфере управления. Сейчас деловые игры применяются в исследовательской работе, в процессе проектных разработок, при коллективном формировании административных и финансовых решений, в военной стратегии. В вузовской подготовке специалистов различного профиля деловая игра применяется в основном для обучения управленческой деятельности. Суть ее заключается в моделировании ситуации той деятельности, применительно к которой предстоит обучить студентов выполнять соответствующие профессиональные функции [2, 3]. Применительно к классической физике или химии вряд ли возможна игра с моделированием поведенческих ситуаций; тогда как при моделировании алгоритмов конкретных действий при управлении или

формировании навыков техники безопасности полезность данного метода неоспорима.

Метод «круглого стола» был заимствован педагогами из области политики и науки. Как правило, «круглый стол» организуется для обсуждения какой-нибудь многоплановой комплексной проблемы представителями разных политических или научных направлений. Чтобы заседание «круглого стола» проходило продуктивно и заинтересованно, необходимо настроить слушателей на непредвзятый обмен мнениями и поддерживать атмосферу свободного обсуждения [1]. В обучении метод «круглого стола» используется в основном для повышения эффективности усвоения сложных и неоднозначных теоретических постулатов путем рассмотрения их с разных точек зрения и в разных научных аспектах, что требует от участников обсуждения хорошего владения рассматриваемой информацией. Основная проблема в процессе реализации этого весьма перспективного метода обучения заключается в отсутствии у многих студентов необходимого базового уровня знаний и навыков, необходимых для обсуждения и усвоения более сложного материала.

Метод «брейн-ринга», как отмечают многие преподаватели, эффективен как занятие повторения и обобщения [3,4]; и, равно как и метод «мозговой атаки», полезен только в том случае, если всем участникам процесса есть что сказать и понятен обсуждаемый вопрос. Мы, к сожалению, часто сталкиваемся с той ситуацией, что как минимум четверть обучающихся на семинарском занятии, проводимом по данной форме, не участвуют в дискуссии, а при прямом вопросе преподавателя демонстрируют отсутствие мнения по рассматриваемой проблеме. Выработка так называемого «коллегиального решения» на семинарском занятии типа «конференция» или «брейн-ринг» происходит без их интеллектуального участия. Таким образом, данный метод обучения интересен и полезен только той части студентов, которые овладели фактическим учебным материалом и проработали его перед занятием. Существенное же количество студентов систематически не готовятся к практическим и семинарским занятиям. Кроме того, поиск ответа на сложный вопрос «мозговой атакой» посредством интенсивных высказываний участниками всевозможных приходящих в голову идей и предложений, при условии «ничто из произнесенного не подвергается сомнению, не критикуется, обеспечивается полная свобода высказыванию любых идей» при недостаточном уровне подготовки учащихся в области естественных наук приводит к выработке абсолютно неверного решения.

Также считается, что при работе в группе (например, решении расчетной задачи или логического упражнения) обучающиеся помогают друг другу усваивать материал; делятся мыслями, идеями, что-то друг другу подсказывают. Это действительно так, но опять-таки, не для «***всех без исключения»***. Такая методика результативна, если высока мотивация всех обучающихся. Но гораздо чаще реально в работе участвуют один или двое членов группы: те, кто быстрее соображают или больше знают. Остальные в

лучшем случае успевают понять, как была решена ***эта*** задача, но не научиться решать задачи данного типа. Разумеется, если фактически выполняет задание один студент из группы, а остальные просто бездумно записывают, алгоритм решения недолго задерживается в памяти, что и выясняется во время контрольных мероприятий.

Одним из способов привлечь студентов с недостаточной базовой подготовкой по теоретически сложным дисциплинам к активному участию в упомянутых игровых методах обучения является упрощение изложения или содержания изучаемого материала, что, собственно, и происходит в течение последних лет. Однако такое упрощение тоже имеет свои пределы, так как в конце концов приводит не к выработке практических навыков и умения логически мыслить, а только к формированию у обучающихся обрывочных знаний без понимания сути и взаимосвязи явлений.

Выводы. Таким образом, применяя активные методики обучения, следует помнить, что овладение знаниями все-таки не игра, а работа; причем работа безусловно сознательная и целенаправленная. Игровые методы только позволяют сделать эту работу над собой более увлекательной и продуктивной, в чем состоит их несомненное достоинство.

Следовательно, для успешного овладения студентами профессиональными компетенциями сложных и достаточно теоретизированных естественнонаучных дисциплин, которые, как правило, являются основой изучения специальных профессиональных дисциплин, требуются не только новые методы и подходы в обучении, но и развитие сознательного ответственного отношения самого студента к образовательному процессу и готовности обучающегося к систематическому интеллектуальному труду. Непосредственно на примере обучающихся Университета гражданской защиты наблюдалось повышение успеваемости по специализированным техническим предметам после осмысленного усвоения студентами законов функционирования материального мира и причинно-следственных связей в областях современных химии и физики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павленко Т.Г., Горбатенко А.И. Активные формы и методы обучения в современном вузе // Материалы 12-й Международной молодежной научной конференции «Молодежь и XXI век», 2022, 17-18 февраля, Курск, В 4-х томах, Отв. редактор М.С. Разумов, Т. 2.– С. 298-302.
2. Шамис В.А. Активные методы обучения в вузе // Сибирский торгово-экономический журнал. – 2011. – №14. – С. 136-144.
3. Огольцова Е.Г., Хмельницкая О.М. Формирование активного обучения как средство развития познавательной деятельности студентов // Материалы региональной научно-практической Интернет-конференции «Развитие качества высшего профессионального образования в современных условиях», 2009.– С. 129-133.

4. Сидорович О.В., Елизарова С.Ю., Нестеренко О.В., Хижняк А.В. Использование интеллектуальной игры брейн-ринг в практике кафедры педиатрического профиля // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 5-3. – С. 363-363.

5. Карасёва С. Интерактивные методы обучения в ВУЗе. Электронный ресурс: FB.ru: http://fb.ru/article/44274/interaktivnyie-metodyi-obucheniya-v-vuze (дата обращения: 16.01.2025).

УДК 378

А. В. Супонева, В. В. Антоненко
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия
имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

ПРИМЕНЕНИЕ ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ В ВОЕННОМ ВУЗЕ

В статье рассмотрены игровые технологии как метод реализации компетентстного подхода в процессе обучения математическим дисциплинам. Обоснована актуальность данного исследования. Представлены некоторые результаты исследования. Определен перечень рекомендаций по включению дидактических игр в процесс обучения.

Ключевые слова: компетентностный подход; дидактическая игра; математическая компетенция; игровая технология.

A. V. Suponeva, V. V. Antonenko

THE USE OF GAMING TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF TEACHING MATHEMATICAL DISCIPLINES AT A MILITARY UNIVERSITY

The article considers game technologies as a method of implementing a competence-based approach in the process of teaching mathematical disciplines. The relevance of this study is substantiated. Some results of the study are presented. A list of recommendations on the inclusion of didactic games in the learning process has been defined.

Keywords: competence approach; didactic game; mathematical competence; game technology.

В современном мире образование играет ключевую роль в формировании личности и подготовке ее к профессиональной деятельности. Перед высшими учебными заведениями стоит задача не только передать теоретические знания, но и сформировать навыки и умения, необходимые для успешной работы

© Супонева А. В., Антоненко В. В., 2025

выпускников в различных сферах. В условиях постоянно меняющихся требований к подготовке военных специалистов крайне важно найти эффективные методики и технологии обучения, которые помогут сформировать у обучающихся необходимые навыки. Компетентностный поход позволяет решить поставленные задачи. Важным аспектом данного похода является использование игровых технологий, которые делают процесс обучения более интересным и эффективным. Математические игры позволяют обучающимся не только изучить теоретические основы математики, но и применить их на практике, решая различные задачи. Игровые технологии также способствуют развитию критического мышления, навыков анализа и принятия решений, а также умения работать в команде. В данной статье рассматриваются игровые технологии как модель реализации данного подхода. Показывается как на практике можно применять дидактические игры для повышения мотивации обучающихся и качества обучения

На занятиях очень часто встречается потеря мотивации обучающего. Они задаются вопросами: «Зачем нам это надо? Почему так сложно?» Постоянно твердят, что ничего не понимают, что материал, который проходят на занятии слишком сложен и не интересен. Увлекательные занятия перестают быть скучными и утомительными. Соревновательный момент стимулирует внимательное отношение к новому материалу. Игра таит богатейшие обучающие возможности, помогает снять скованность, повышает внимание, оживляет, улучшает восприятие. В процессе игры у обучающихся вырабатывается привычка сосредотачиваться мыслить самостоятельно, развивается внимание, стремление к знаниям. Необходимо помнить, что дидактическая игра - не самоцель, а средство обучения и воспитания. Рассматривать ее следует как дополнение к основному процессу обучения.

На каждом занятии не стоит применять игру, иначе изучение математики может превратиться в несерьезное занятие. Но желательно иногда создавать игровые моменты, так как в игре человек лучше понимает, легче принимает правила и не боится трудностей.

Игры бывают разные. Согласно Г. К. Селевко, дидактические игры можно классифицировать по нескольким параметрам. Например, по виду деятельности игры делятся на интеллектуальные, социальные, трудовые, психологические, релаксационные; по этапу педагогического процесса - на информационные, тренинговые, диагностические, обобщающие, контрольные; по характеру познавательной деятельности - на продуктивные, репродуктивные, творческие; по игровой методике - на соревнования, ролевые, деловые, драматизация; по количеству участников - на индивидуальные, парные, групповые, коллективные; по времени проведения: занимающие часть занятия, все занятие, лонгитюдные (от нескольких дней до целого учебного года).

Дидактические игры на занятиях по математике могут быть посвящены закреплению пройденного материала, проверке математических знаний, выработке навыков и отработке умений. Одни игры длятся 5-7 минут, для

других требуется целое занятие. Игры могут проводится либо полностью в оригинальном исполнении, либо могут быть скорректированы в соответствии с обучающейся группой (усложнены или упрощены, добавлены некоторые элементы).

Из-за специфики вуза многие игровые технологии проблематично внедрить в структуру занятия. Но даже с ограниченными условиями можно разнообразить занятие. Например, фронтальный опрос группы провести в игровой форме. Наполняемость математическим содержанием зависит от конкретной темы изучения. Длительность таких игр на практических занятиях может достигать 5-10 минут в среднем. Если в плане присутствует обзорное занятие, то его тоже можно провести игровой форме, например, на повторение пройденного материала. Это будет намного продуктивнее и интереснее для обучающихся, чем простое решение задач.

В рамках научно-исследовательской работы в вузе были проведены занятия с использованием игровых технологий. Приведем в качестве примера два таких занятия. Первое было реализовано в рамках факультатива среди обучающихся первого курса по теме «Производная сложной функции». Участники выполняли три задания, по итогу которых получали баллы. В конце занятия объявлялись команда победителей и обучающиеся, проявившие себя наилучшим образом. Для подготовки к занятию обучающимся было настоятельно рекомендовано выучить таблицу производных и правила вычисления производных. Преподаватель готовит карточки-задания, приз победителям, раздаточный материал.

Все обучающиеся были поделены на две команды. Первое задание: вычислить производную функции, представленной в виде умножения или деления двух функций. Каждый участник получил карточку задание, выполнив которую, он мог принести команде 1 балл. Второе задание было с творческим подходом. Каждому участнику необходимо было придумать сложную функцию и отдать сопернику напротив для решения. Если функция составлена верно, то команда соперников зарабатывает 1 балл за каждую правильно вычисленную функцию. Если участник команды соперника не справляется с решением задачи, то функция возвращается к автору, который должен показать ее решение, заработав 1 балл своей команде. Если автор не справляется с вычислением, то команде автора минус один балл. Если функция изначально составлена неверно, то команде автора также минус один балл. В третьем задании по очереди участники команд подробно объясняют решение вычисления производной сложной функции. Функцию можно самим придумать, а можно воспользоваться карточками преподавателя. Количество участников в третьем задании варьируется преподавателем в зависимости от времени. Баллы начисляются по схеме: плюс два балла, если участник решил и объяснил решение подробно с указанием правил и таблицы производных без подсказок; плюс один балл, если потребовались подсказки от преподавателя; ноль баллов, если не справился с заданием.

В конце занятия производится подсчет баллов и награждение победителей. Для более удобного и быстрого подсчета баллов желателен помощник преподавателю.

По итогам данного факультатива можно сделать промежуточные выводы. Задания должны соответствовать уровню обучающихся. С неподготовленными учащимися проводить занятие на закрепление материала в виде игры лишено смысла. На занятии присутствовал высокий интерес к решению задач, несмотря на неудачи в вычислениях. Как показал опрос и практическое занятие по дисциплине на следующий день, даже у самых слабых обучающихся остались знания, полученные во время факультатива, и закрепились умения.

Второе занятие в игровой форме было проведено при подготовке к контрольной работе по теме «Дифференциальное исчисление функции нескольких переменных». Группа была поделена на три команды. За каждой командой из числа наиболее подготовленных обучающихся закреплялся судья-помощник. Он следил за дисциплиной, активностью и включенностью каждым участником команды, составлял рейтинг внутри команды, отслеживал правильность выполнения заданий. Было предложено два задания. Первое – необходимо составить незнакомый математический термин из шести букв. Каждому члену команды был предоставлена индивидуальная карточка с заданием на вычисление частных производных и вариантами ответов, решив которую, участник называл вариант ответа и взамен получал букву для составления термина. При выполнении данного задания были вовлечены все обучающиеся, даже те, кто обычно на занятии отсиживается молча. Второе задание было командное, вычисляли дифференциал второго порядка по цепочке. Помощь товарищей по команде не возбранялась, но каждый должен решить свое задание. За этим следит судья. Баллы распределялись следующим образом: первая команда - 3 балла, вторая – 2 балла, третья – 1 балл. В конце занятия были подсчитаны баллы, выявлена команда победителей. Все три команды были оценены, согласно рейтинга, составленным судьей-помощником.

По итогу занятия можно выявить и положительные и отрицательные моменты. Некоторые из них можно описать следующим образом:

длительная подготовка и продумывание всех нюансов игры;

занятия направлены только на закрепление полученных знаний;

активное участие и вовлеченность в процесс всех обучающихся.

Занятия с применением игровых технологий получили положительные отклики среди обучающихся.

По двум занятиям, проведенных в игровой форме однозначные выводы сделать нельзя, но некоторые положительные моменты присутствуют. Такие занятия делают разнообразнее процесс обучения и повышают мотивацию. Закрепление полученных знаний происходит в более легкой форме. Мы сравнили средние баллы по контрольным работам. Подготовка к первой контрольной работе велась в традиционной форме, ко второй - в игровой. На

средний балл влияют много факторов, которые сразу все учесть очень сложно, но некоторая положительная динамика присутствует. Результаты в процентном соотношении следующие. Во всех трех группах средний балл повысился соответственно на 8,9 % в первой группе, на 4,6 % во второй группе, на 4,5 % в третьей группе.

На что следует обратить внимание при использовании дидактических игр на занятиях:

математическое содержание предлагаемого материала должно быть доступно пониманию;

все участники должны быть задействованы;

по содержанию необходимо идти от простого к сложному;

игра должна заканчиваться на занятии и результаты подводятся сразу.

Преподаватель определяет место игровой ситуации на занятии, целесообразное использование на разных этапах изучения материала, разрабатывает методику проведения с учетом дидактической цели занятия и уровня подготовленности обучающихся. Это все занимает достаточно много времени, сил и ресурсов. Поэтому преподаватели не часто используют игровые технологии на своих занятиях. Важно помнить, что дидактические игры лишь дополняют традиционные формы обучения, но не заменяют их. Использование игровых технологий дает наибольший эффект в группах, где преобладают обучающиеся с пониженным интересом к предмету, неустойчивым вниманием.

Анализ и систематизация психолого-педагогических исследований отечественных и зарубежных авторов, а также анализ проведенного эксперимента по внедрению дидактических игр на занятиях по математике среди обучающихся 1 курса показал, что использование дидактических игр на занятиях математике позволяет: повысить интерес обучающихся к изучаемому предмету; использовать знания, умения и навыки, полученные в практической деятельности; сформировать представление о математике как о предмете, где каждому есть возможность выразиться.

До недавнего времени игру в вузах практически не использовали в учебном процессе. Отсутствие соответствующих методических разработок и постоянная нехватка личного времени преподавателя для создания игр затрудняют процесс внедрения игровых технологий в образовательный процесс. Поэтому преподаватели не так уж часто допускают игру на своих занятиях.

Результаты исследования могут быть использованы при разработке практических занятий для повышения эффективности образовательной деятельности естественно-математических дисциплин в вузе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Емельянова Т.В. Игровые технологии в образовании: электронное учеб.-метод. пособие / Т. В. Емельянова, Г.А. Медяник. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2015 – 1 оптический диск. 87 с.

2. Коваленко В.Г. Дидактические игры на уроках математики: М., Просвещение, 1990. – 94 с.

3. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий. Том 1: М., Народное образование, 2005. – 816 с.

4. Супонева А.В. Игровые технологии как модель реализации компетентностного похода в процессе обучения математическим дисциплинам в военном вузе // Некоторые вопросы анализа, алгебры, геометрии и математического образования: материалы VIII-ой международной молодежной научной школы «Актуальные направления математического анализа и смежные вопросы», посвященной 100-летию Н.Ф. Неклюдовой. – Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2024. – Вып. 14. С. 166-167.

УДК 355.586

А. А. Третьяков[1], М. А. Марченко[1], Б. И. Попов[2]
[1]Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева
[2]Филиал Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва в г. Омске

АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗОВ МЧС РОССИИ

В статье рассматриваются возможности комплексного подхода для подготовки пожарных и спасателей, реализуемого посредством информационно-коммуникационных технологий виртуальной реальности. Представлены основные задачи и пути решения повышения качества уровня профессиональной готовности выпускников образовательных учреждений МЧС России к проведению аварийно-спасательных работ и пожаротушению.

Ключевые слова: обучение; внедрение; информационно-коммуникационные технологии; виртуальная реальность.

A. A. Tretyakov, M. A. Marchenko, B. I. Popov

THE RELEVANCE OF THE INTRODUCTION OF NEW INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF UNIVERSITIES OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

The article discusses the possibilities of an integrated approach for the training of firefighters and rescuers, implemented through information and communication technologies of virtual reality. The main tasks and solutions for improving the quality of professional readiness of

© Третьяков А. А., Марченко М. А., Попов Б. И., 2025

graduates of educational institutions of the Ministry of Emergency Situations of Russia for emergency rescue and fire fighting are presented.

Key words: introduction; information and communication technologies; virtual reality.

Оптимизация методов обучения, внедрение новых технических устройств и их активное использование является важным направлением повышения качества учебного процесса. Использование нового оборудования, решающего профессиональные задачи, способствует формированию профессионализма будущего специалиста, особенно если от качества его подготовки зависит жизнь другого человека. Профессия спасателя сопряжена с работой в сложных, а иногда в экстремальных условиях, и это не зависимо от того, проходит ли процесс обучения или это реальные события, связанные с ликвидацией последствий стихийных бедствий [1].

Современная система образования является оптимальной площадкой для создания и внедрения новых технологий доставки и трансляции знаний для качественной подготовки и обучения спасателей, работающих в чрезвычайных ситуациях (ЧС). Особого внимания заслуживает применение в образовательном процессе МЧС России информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которые представляют собой процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов [2].

В целом ИКТ достаточно широко внедрены в деятельность образовательных организаций Российской Федерации и получают свое дальнейшее развитие за счет создания новых программных средств, повышения скорости и объема передачи данных, использования новых мобильных устройств и совершенствования методик их применения в теоретическом и практическом обучении [3]. Развитие ИКТ, в том числе технологий виртуальной и дополненной реальности, позволит в ближайшей перспективе значительно изменить образовательный процесс, сделать его более индивидуализированным, интересным и эффективным [4].

Технологии виртуальной и дополненной реальности предоставляют человеку абсолютно новую среду, открывающую посредством цифровых технологий новые возможности по восприятию мира и взаимодействию с ним. В цифровой виртуальной среде возможно абсолютно любое воспроизведение реального мира, а также его преобразование и развитие, ограниченное только фантазией человека. Цифровая среда позволяет посредством различных аппаратных устройств обеспечить полное взаимодействие человека с виртуальной средой, включая перемещение, воздействие на предметы, получение обратной связи и отклика. Человек воспринимает виртуальную среду и реагирует на происходящие внутри виртуального мира события точно так же, как на имеющие место в реальности. Это происходит благодаря свойствам нейронов мозга, которые реагируют на виртуальные элементы так же, как и на элементы реального мира [5].

Совершенствование технологии виртуальной реальности позволило перейти к массовому ее использованию в различных областях, в том числе для моделирования и визуализации данных, навигации, проектирования, обучения и формирования коммуникационных качеств. Заметное развитие получили технологии виртуальной и дополненной реальности в индустрии туризма и развлекательно-игровой сфере [6].

Применение технологии виртуальной реальности для обучения получило название «иммерсивный (англ. immersive — погружать) подход» [7].

Следовательно, можно сформулировать основные преимущества применения в образовательном процессе вузов МЧС России технологии виртуальной реальности:

– эффект погружения в виртуальную реальность способствует возникновению у человека глубоких впечатлений от происходящего даже в том случае, если ему известно, что эти впечатления являются следствием искусственно синтезированных с помощью специальных программно-аппаратных средств обстоятельств;

– возможность индивидуализации процесса обучения, в том числе за счет увеличения уровня самостоятельной деятельности обучаемых;

– формирование мотивации и интереса обучаемых к получению знаний, умений и навыков за счет применения виртуально-игровых форм обучения;

– наличие эффекта фокусировки, исключающего отвлечение обучаемых от внешних раздражителей, но усиливающего сосредоточение на учебном процессе;

– осуществление безопасной подготовки специалистов, деятельность которых связана с потенциальной угрозой для жизни или здоровья;

– возможность применения программно-аппаратного комплекса, реализующего технологию виртуальной реальности, для проведения занятий по широкому спектру учебных дисциплин [8].

Технологии виртуальной реальности открывают широкие перспективы для обучения профессиям, связанным с повышенным риском для здоровья и окружающей среды, например для подготовки спасателей и пожарных, сотрудников правоохранительных органов, вооруженных сил, а также специалистов, работающих на опасных производственных объектах [9].

Формирование базовых профессиональных умений и физических качеств у пожарных и спасателей не вызывает больших затруднений и достигается системными тренировками. Основной проблемой в подготовке является формирование умений и навыков принятия управленческих решений в условиях развития нестандартных ситуаций, а также проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения на объектах защиты, имеющих сложную объемно-планировочную структуру, эксплуатирующих опасное производственное оборудование, неисправности которого в случае аварии (пожар, землетрясение и т. п.) могут привести к тяжелым последствиям [10].

В условиях полигонной базы учебного заведения, даже самой развитой, невозможно:

– создать и разместить широкий перечень объектов защиты различного функционального назначения (жилого, производственного, социально-бытового и др.) для отработки с учетом особенностей объекта действий по проведению аварийно-спасательных работ и пожаротушения;

– реализовать на объектах различного функционального назначения различные сценарии развития пожара и иных ЧС для выработки оптимального алгоритма их ликвидации;

– многократно отрабатывать навыки взаимодействия между пожарно-спасательными подразделениями, принятия управленческих решений и руководства пожарно-спасательным подразделением в условиях различных сценариев развития пожаров и иных ЧС;

– погрузить каждого обучаемого или группу в условия профессиональных стрессовых ситуаций для выработки психологической устойчивости к их воздействию и механизмов преодоления;

– организовать совместную подготовку пожарных и спасателей, находящихся по тем или иным причинам вне полигонной базы;

– организовать на постоянной основе пожарно-тактические учения для ликвидации сложных пожаров и иных ЧС с привлечением различных структур, входящих в состав РСЧС – единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Для повышения уровня профессиональной готовности пожарных и спасателей наиболее интересной представляется иммерсивная форма подготовки, реализуемая посредством технологий виртуальной и дополненной реальности [11].

В качестве основных преимуществ, которые дает технология виртуальной реальности в подготовке пожарных и спасателей, можно отметить следующие:

– расширение перечня объектов для подготовки пожарных и спасателей к проведению аварийно-спасательных работ и пожаротушения;

– формирование навыков управления пожарно-спасательным подразделением, выработки и принятия управленческих решений, а также взаимодействия в условиях ликвидации пожаров и иных ЧС;

– формирование психологической подготовки к работе в условиях воздействия опасных факторов пожара, на высоте, в замкнутом пространстве и т. п.;

– возможность неоднократного проигрывания различных сценариев развития пожаров для обоснования и выработки алгоритма наиболее эффективных решений и действий, связанных с проведением аварийно-спасательных работ и ликвидацией пожаров;

– изучение особенностей различных объектов, типовых и нестандартных планировок зданий, в том числе уникальных промышленных предприятий, для

выработки умения ориентироваться и перемещаться в незнакомых и сложных конфигурациях зданий и сооружений;

– уменьшение учебно-материальных и временных затрат на подготовку обучаемых;

– снижения риска получения травм, которые могут быть получены на реальных объектах в условиях воздействия опасных факторов пожара;

– формирование интереса и мотивации к обучению за счет применения игровой формы обучения в виртуальном пространстве.

Качество подготовки пожарных и спасателей, проводимой посредством применения технологии виртуальной реальности, зависит прежде всего от возможностей программно-аппаратного комплекса, должного обеспечить как можно более максимальное погружение в виртуальную реальность, имитирующую те или иные профессиональные ситуации и сценарии [12].

Таким образом, новые задачи с использованием ИКТ в образовательном процессе вузов МЧС России позволяют разработать свою специальную методику организации подготовки пожарных и спасателей МЧС России в виртуальной среде для формирования практических умений и навыков проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демьянов В.А. и др. Актуальные тенденции внедрения информационных технологий в образовательный процесс подготовки курсантов вузов // Современные технологии и инновационные решения в области технических наук: Сборник научных статей. – Москва: Сигма, 2024. – С. 65 – 68.

2. Третьяков А.А., Демьянов В.А. Необходимость информатизации учебного процесса современного военного вуза // Технические и естественнонаучные исследования в России и за рубежом: от теории к практике: Сборник научных статей. – Москва: Новация, 2024. – С. 61– 63.

3. Нагорный Е.А. и др. Учебно-воспитательная роль цифровых технологий в образовании // Память поколений. История и современность, XXIX Димитровские образовательные чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ростов-на-дону, 2024. – С. 267-269.

4. Калмыков В.Е. и др. Вопросы внедрения инновационных технологий на разных ступенях образовательного процесса вуза // Междисциплинарный подход к изучению социально-гуманитарных наук: теория, методика, практика: Сборник научных статей. – Ульяновск: Зебра, 2024. – С. 13 – 15.

5. Иванько А.Ф. и др. Виртуальная реальность в образовании // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. № 3–1. – С. 20–25.

6. Вяльцев А.В. и др. Использование технологий виртуальной реальности в подготовке горноспасателей // Инновационная наука. – 2017. – № 1–2. С. 59–61.

7. Стате Г.И. и др. Внедрение информационных технологий в преподавательский процесс современного вуза // Дискуссии в контексте развития социогуманитарного знания: теории и практики: Сборник научных статей. – Краснодар, 2024. – С. 113 – 115.

8. Евдокимов И.В. и др. Прогнозирование эффективности использования технологий виртуальной реальности в образовательном процессе // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2017. – № 3 (29). – С. 129–135.

9. Стате Г.И. и др. Применение телекоммуникационных технологий и технических средств в образовании // Проблемы теории и практики естественных и технических исследований: Сборник научных статей. – Краснодар: Новация, 2024. – С. 146 – 148.

10. Гусев И.С. и др. Применение информационных технологий на разных ступенях современного образовательного процесса // Фундаментальные исследования в современном социокультурном пространстве: Сборник научных статей. – Москва: Научно-издательский центр «ПУТЬ НАУКИ», 2024. – С. 141-143.

11. Третьяков А.А. и др. Роль и возможности информационных технологий в образовательном процессе современного ВУЗа // Современные подходы к организации образовательного процесса: традиции и инновации: Сборник научных статей. – 2024. – С. 71 – 73.

12. Коломиец В.А. и др. Особенности психолого-педагогического обучения курсантов высших учебных заведений // Трансформация методологии педагогических и психологических исследований: Сборник научных статей. – Ульяновск. – 2024. – С. 25 – 27.

УДК 355.097.2

Т. Е. Холодкова, Д. С. Ковалева
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

РОЛЬ ВОЛОНТЕРОВ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ: ПОДХОДЫ И ПРАКТИКИ В ЛИКВИДАЦИИ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

В статье рассматривается роль волонтеров в повышении эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации. Авторы статьи анализируют различные аспекты волонтерской деятельности в контексте реагирования на природные пожары, включая организационные, технические и социальные аспекты. Статья также исследует различные подходы и методы, используемые волонтерами для повышения эффективности их работы, включая координацию действий.

Ключевые слова: добровольчество, ландшафтные пожары, пожароопасный период, ликвидация последствий.

© Холодкова Т. Е., Ковалева Д. С., 2025

T. E. Kholodkova, D. S. Kovaleva

THE ROLE OF VOLUNTEERS IN IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF EMERGENCY RESPONSE: APPROACHES AND PRACTICES IN ELIMINATING OF WILDFIRES

The article examines the role of volunteers in improving the effectiveness of emergency response. The authors of the article analyze various aspects of volunteer activity in the context of responding to wildfires, including organizational, technical and social aspects. The article also explores the various approaches and methods used by volunteers to improve the effectiveness of their work, including coordination of actions.

Keywords: volunteerism; landscape fires; fire-hazardous period; elimination of consequences.

Начало пожароопасного периода в нашей стране начинается весной, когда сходит снежный покров, новая трава не покрыла луга и поля, и на обширных луговых пространствах скапливается большое количество горючих материалов из сухой прошлогодней травы. Согласно статистике природных пожаров в Российской Федерации, примерно 95 % степных и луговых пожаров вызвано антропогенным фактором. Более половины степных и луговых пожаров возникают в период с конца апреля по июнь. Этому способствуют метеорологические условия – быстрое нарастание среднесуточной температуры, малое количество осадков, низкие снеговые запасы. Но главный фактор – весенние поджоги сухостоя (палы). Несмотря на существующую административную ответственность за данные действия (ст. 8.32 и 20.4 Кодекса Российской Федерации об административных нарушениях) и даже уголовную ответственность за нарушение требований пожарной безопасности (ст. 168 Уголовного кодекса Российской Федерации), весенние палы травы проходят в нашей стране ежегодно. Из-за перемены направления и силы ветра часто контролируемый поджог сухой травы на поле переходит в неконтролируемый. Так, при сильном ветре скорость распространения огня по полю может достигать до 30 км/ч [1].

Общая площадь степей, лугов и сельскохозяйственных полей занимает примерно 330 млн. га [2, 3], это почти 20 % территории России, а пожары на них являются самыми распространенными природными пожарами в нашей стране. Крупные степные пожары изменчивы, и обусловлены силой и направлением ветра. В процессе распространения степного/лугового пожара часто образуется так называемый «огненный шторм» [4], который перебрасывает огонь на большие расстояния, преодолевая при этом искусственные и естественные преграды шириной до 12–15 м. Это приводит не только к сильному задымлению, ухудшающему состояние здоровья местного населения, но и к угрозе перехода огня на города и объекты экономики.

Катастрофические последствия, включая разрушение инфраструктуры и утрату сельскохозяйственных угодий, требуют немедленного реагирования и помощи.

Локализацией и ликвидацией ландшафтных пожаров в нашей стране занимаются подразделения Авиалесохраны и региональные органы управления лесным хозяйством. Силы и средства МЧС России привлекаются в случае введения режима чрезвычайной ситуации или угрозы переброса пламени на населенные пункты или объекты инфраструктуры. Рослесхоз занимается только тушением пожаров на землях лесного фонда. Финансирование ликвидации и локализации лесных пожаров идет за счет федеральных бюджетных средств, иные ландшафтные пожары, в том числе степные и полевые финансируются за счет средств субъекта и данного финансирования не всегда хватает.

В таких условиях становится особо важной роль волонтеров. Они не только активно участвуют в локализации и ликвидации пожаров, но и помогают в восстановлении экосистем, пострадавших от огня.

Деятельность волонтеров, задействованных в тушении природных пожаров, становится все более важной в условиях растущей частоты и интенсивности этих явлений. Согласно официальной статистике представленной на сайте МЧС России за 2023 г. волонтеры 15 582 раз приняли участие в тушении ландшафтных (природных) пожаров, из них 1 680 потушили самостоятельно, что на 4 % выше, чем в прошлый отчетный период [5]. Волонтеры не только помогают в локализации и ликвидации пожаров, но и активно участвуют в профилактике, образовательных инициативах, а также в восстановлении пострадавших территорий. Многие из них проходят специальное обучение, обучаются работе с современным оборудованием и техниками тушения, что повышает эффективность их действий.

Одной из основных причин привлечения волонтеров к тушению лесных и степных пожаров является нехватка государственного финансирования. В условиях ограниченных бюджетов многие регионы сталкиваются с недостатком ресурсов для приобретения необходимого оборудования и привлечения профессиональных пожарных команд. Это особенно актуально в удаленных или труднопроходимых местах, где доступ к традиционным службам экстренной помощи затруднен.

Волонтерские движения способны оперативно реагировать на возникшие угрозы, мобилизуя людей и ресурсы в короткие сроки. Они могут быстро организовать группы для тушения пожаров, предоставляя не только физическую помощь, но и психологическую поддержку пострадавшим. Кроме того, волонтеры активно информируют население о мерах безопасности и правилах поведения в условиях повышенного риска возникновения пожаров.

Объединение усилий государства и волонтеров открывает возможности для создания эффективных моделей управления пожарами. Недостаток финансирования можно компенсировать путем организации благотворительных мероприятий, сбора средств и спонсорской помощи. Важно развивать

партнерство с местными сообществами и частным сектором, чтобы обеспечить необходимое финансирование и поддержку волонтерских инициатив.

Таким образом, вовлечение волонтеров в борьбу с природными пожарами не только имеет непосредственную практическую значимость, но и позволяет развивать гражданское участие, повышать уровень общественного сознания и ответственности. Этот подход может стать залогом успешной борьбы с угрозами, которые представляют собой природные пожары в современном мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особенности пожаров на безлесных территориях, управление их тушением и профилактикой / С. В. Гундар, М. М. Данилов, А. Н. Денисов, А. М. Данилов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2016. – № 2. – С. 26-31. – DOI 10.25257/FE.2016.2.26-31. – EDN WICFYN.
2. Оценка состояния растительности: луга и тундры : [учеб.-метод. пособие] / Т. А. Радченко, Л. М. Морозова, Д. В. Веселкин, Ю. С. Федоров ; [науч. ред. Г. И. Махонина] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 86 с. ISBN 978-5-7996-1897-1
3. Большая Российская энциклопедия. Электронный ресурс https://bigenc.ru/c/pastbishche-12b000 (дата обращения 14.02.2025)
4. Особенности тушения пожаров в степной местности / З. Д. Мушкаева, П. Ц. Анкаев, Д. Д. Макаев, Б. П. Иванов // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2020. – № 2(6). – С. 285-289. – EDN OMQDKW
5. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Электронный ресурс: Добровольчество (волонтерство) в МЧС России - Деятельность - МЧС России (дата обращения 14.02.2025)

УДК 378.147

С. М. Червоноокая
Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ ИНТЕГРАЦИИ САПР В ИНЖЕНЕРНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: МОТИВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

В статье исследуются педагогические стратегии интеграции систем автоматизированного проектирования (САПР) в учебный процесс инженерной графики.

© Червоноокая С. М., 2025

Определены критерии формирования предпрофессиональных компетенций, включая навыки 2D-моделирования и работы с цифровыми инструментами. Особое внимание уделено мотивационным механизмам, стимулирующим самостоятельное освоение графических программ. На основе экспериментального подхода с использованием отечественного ПО «Компас-3D» выявлена эффективность творческих заданий для повышения вовлеченности обучающихся.

Ключевые слова: САПР; инженерная графика; педагогические инновации; цифровые компетенции; мотивация самообразования; творческие задания; образовательные технологии.

S. M. Chervonookaya

PEDAGOGICAL STRATEGIES FOR INTEGRATING CAD INTO ENGINEERING AND GRAPHIC EDUCATION: MOTIVATIONAL MECHANISMS AND THE FORMATION OF DIGITAL COMPETENCIES

The article examines pedagogical strategies for integrating computer-aided design (CAD) systems into the educational process of engineering graphics. The criteria for the formation of pre-professional competencies, including the skills of 2D modeling and working with digital tools, are determined. Particular attention is paid to motivational mechanisms that stimulate the independent development of graphic programs. On the basis of an experimental approach using the domestic software "Compass-3D", the effectiveness of creative tasks for increasing the involvement of students was revealed.

Keywords: CAD; engineering graphics; pedagogical innovations; digital competencies; motivation for self-education; creative tasks; educational technologies.

Геометро-графическая подготовка является базовым элементом инженерного образования, формируя навыки пространственного мышления и работы с технической документацией. Внедрение САПР в учебный процесс позволяет адаптировать образовательные программы к требованиям цифровой трансформации. Однако переход на новые программные продукты, такие как отечественный «Компас-3D», сопряжен с необходимостью разработки эффективных педагогических подходов, направленных на преодоление когнитивных барьеров и стимулирование самостоятельного обучения.

Образовательная программа учебных заведений технического профиля направлена на освоение обучающимися необходимых компетенций, которые ориентированы на будущую успешную профессиональную инженерную деятельность. Геометро-графическая подготовка признана фундаментальной для всех технических специальностей и, как правило, преподается на первом году обучения [1].

На протяжении последних десятилетий активным образом в учебный процесс при изучении инженерной графики внедрялись различные графические программы САПР для будущих специалистов пожарной, техносферной и комплексной безопасности, позволяющие сформировать предпрофессиональные компетенции у обучающихся — умение читать, создавать и редактировать машиностроительные чертежи, узлы металлических

и железобетонных конструкций, чертежи архитектурных решений, схемы расстановки сил и средств, схемы электрические принципиальные.

Вопрос внедрения в учебный процесс компьютерных графических программ, а также разработка мотивационных приемов для самообразования освещался в научно-исследовательских работах кафедры за 2020-2023 гг. [2].

Любой новый программный продукт, вводимый в учебный процесс, несет определенные сложности как для обучающихся, так и для педагогического состава. Перед педагогами встает вопрос, как доходчиво донести до обучающихся основные принципы и тезаурус программного продукта, довести до уровня «уверенного пользователя ПО» навыки владением инструментарием графического редактора.

Целью данного исследование является анализ и оценка эффективности усвоения графической программы Компас-3D, разработка мотивационных аспектов для повышения уровня знаний и умений обучающихся в области цифровых технологий, направленных на усвоение предпрофессиональных компетенций, а также стимулирование творческой составляющей

Исследование базируется на анализе опыта кафедры инженерной графики Академии ГПС МЧС России за 2020–2023 гг. В рамках экспериментальной программы обучающиеся первого курса осваивали «Компас-3D» за четыре модуля:

1. Интерфейс и базовые примитивы.
2. Редактирование элементов.
3. Работа с текстом и размерами.

Использование библиотек стандартных изделий.

Каждый этап освоения программы дает возможность обучающимся расширить свои навыки, переходя к использованию системы автоматизированного проектирования (САПР) КОМПАС. Опыт преподавания показал наиболее эффективным модульный процесс обучения [3]

В практике многих преподавателей для мотивации самостоятельного изучения графического редактора обучающимся предлагается выполнить самостоятельно работы, используя не только полученные знания и навыки на выделенных для изучения графической программы занятиях, но и освоить самостоятельно некоторые примитивы и опции редактирования, которые не затрагивались на занятии: например, сопряжения поверхностей, построение массивов (рис.1).

В процессе выполнения работ проводится исполнителями комплекс изыскательной деятельности: расчет параметров, необходимых для построения; введение обозначений и символов, стилей знако-цифровой категории информации, отличающихся от представленной в заданиях, изначально выполненных без применения компьютерных технологий.

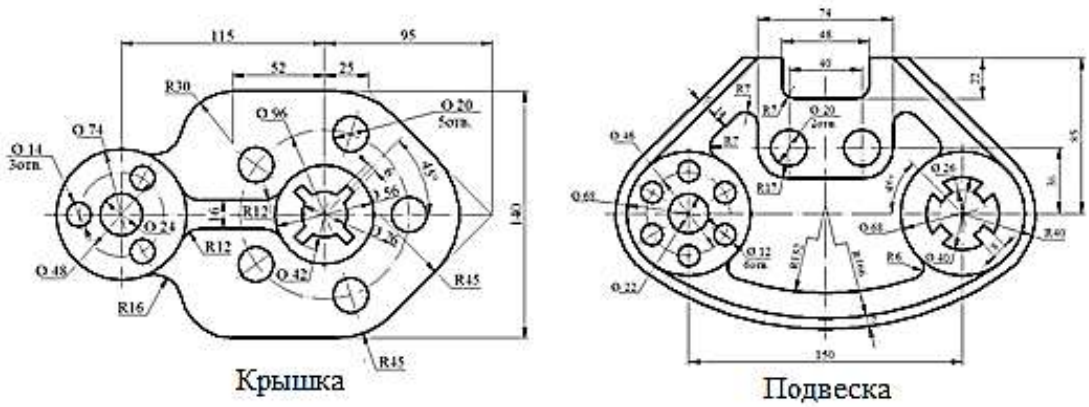


Рис. 1. Пример заданий для самостоятельного построения

Для оценки эффективности освоения современных цифровых технологий применялся творческий кейс «Дом мечты», требующий использования максимального числа функций программы. Работы студентов анализировались по критериям: сложность геометрических примитивов, уровень творчества, время выполнения, наличие ошибок.

В качестве эксперимента в некоторых учебных группах после двух занятий изучения Компас-3D (освоение некоторых примитивов «Геометрии» и опций «Правка») было предложено смоделировать «Дом мечты», используя как можно больше геометрических примитивов и опций редактирования.

Эксперимент выявил четыре стратегии выполнения задания:

1. Репликация типовых объектов (рис. 2) — минимальная творческая составляющая, ориентация на шаблоны, представленные в интернете.
2. Модификация существующих проектов (рис. 3) — частичная адаптация творческого замысла по имеющимся модулям.
3. Оригинальное проектирование (рис. 4) — высокий уровень креативности и владения инструментарием.
4. Формальное выполнение — использование базовых функций без инноваций.

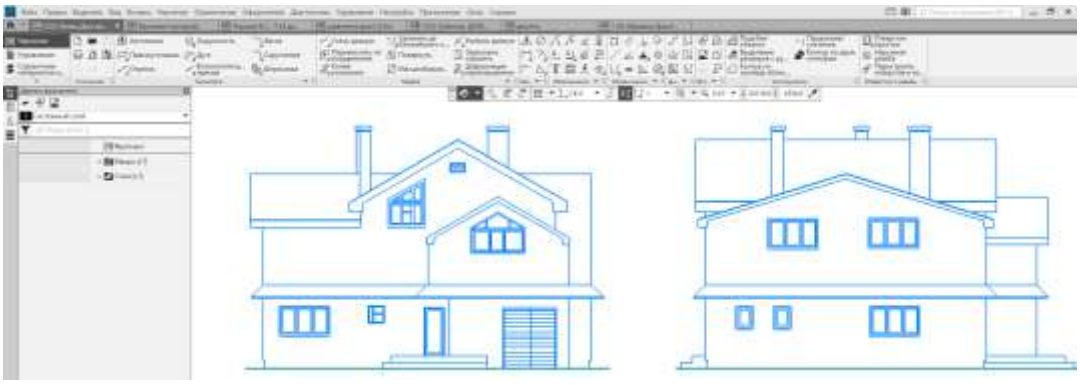


Рис. 2. Использование интернет шаблонов для создания объекта «Дом мечты»

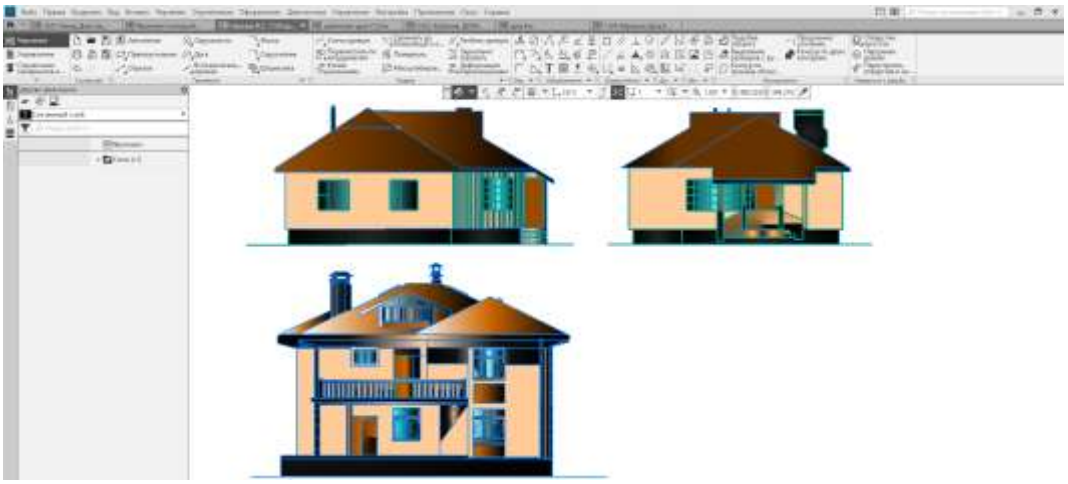


Рис. 3. Адаптация творческого замысла для типового объекта «Дом мечты»

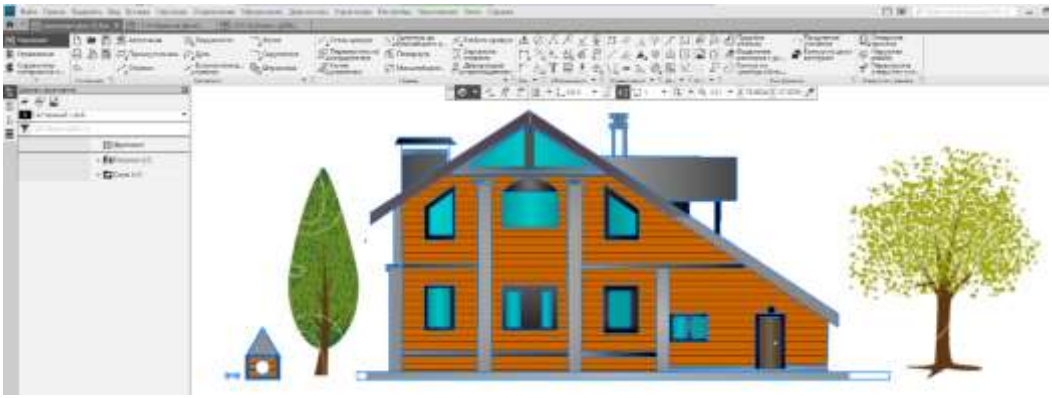


Рис. 4. Создание оригинального объекта «Дом мечты» с творческой составляющей

Анализ показал, что 65% обучающихся, выбравших оригинальное проектирование, продемонстрировали повышенную мотивацию к самостоятельному изучению дополнительных опций ПО. Напротив, в группах с репликацией и формальным подходом отмечался низкий уровень вовлеченности.

Творческие задания, такие как «Дом мечты», активизируют познавательную активность и способствуют формированию soft skills (креативность, критическое мышление). Однако их эффективность зависит от: доступности методических материалов; поддержки преподавателя в процессе самостоятельной работы; интеграции проектного подхода в учебный план.

Переход на отечественное ПО «Компас-3D» подтвердил возможность импортозамещения без потери качества обучения, но требует адаптации педагогических программ под специфику интерфейса и функционала.

Данная работа дала возможность в процессе анализа выявить сильные и слабые стороны усвоения программного продукта, внести корректировку в изучаемый материал. Так же при демонстрации работ обучающиеся увидели и оценили более «продвинутых» пользователей САПР и успешных в освоении дисциплины ребят, что явно повлияет на авторитет их в группе. Обучающиеся

использовали элемент творчества в поиске необходимого объекта и элементов декора здания, используя примитивы для реализации сложных построений.

По результату проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы:

– модульная система обучения САПР обеспечивает поэтапное формирование цифровых компетенций;

– творческие задания повышают мотивацию и стимулируют самообразование;

– использование отечественного ПО требует разработки специализированных учебных материалов.

Рассматривая перспективы подобного подхода к организации занятий, можно сделать вывод, что поиск новых форм привлечения обучающихся к самообразованию так же является мотивирующим компонентом для самого преподавателя, внесшего элементы творчества в учебный процесс. Обучающиеся, участвующие в данном проекте, в дальнейшем становятся более опытными пользователями графического редактора КОМПАС-3D, стремящиеся к самообразованию в области освоения новых цифровых технологий.

В качестве рекомендаций дальнейшего развития мотивационных аспектов для освоения цифровых технологий обучающимися необходимо:

- внедрять проектные методы обучения (например, создание виртуальных моделей реальных объектов);
- организовывать мастер-классы с участием более опытных пользователей ПО, практикующих в реальных проектах;
- разработать онлайн-курсы для самостоятельного освоения продвинутых функций САПР;
- проводить регулярный мониторинг цифровой грамотности преподавательского состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верхотурова Е. В. Причинно-следственный анализ проблем геометро-графической подготовки обучающихся технического вуза / Е. В. Верхотурова, Г. А. Иващенко // Геометрия и графика. – 2022. – Т. 10, № 2. – С. 60-69.

2. Развитие мотивационных аспектов при самостоятельном изучении инженерной графики с использованием компьютерных технологий [Текст]: отчет о НИР (заключит.): 07-12/ Академия ГПС МС России; рук. Червоноокая С. М.; исполн.: Червоноокая С.М., Толпекина М.Е., Кучер Т.В., – М., 2023. – 71 с.

3. Токарева О. В. Творчество как один из способов воспитания графической культуры / О. В. Токарева, С. М. Червоноокая // Культура и безопасность. – 2023. – № 2. – С. 33-44. – DOI 10.25257/KB.2023.2.33-44. – EDN NNWUEC.

4. Недосекова Т. С. САПР 3D: инструмент инженерной графики и мотивация к обучению / Т. С. Недосекова, В. А. Скорых, Л. Ю. Воднева // Вопросы науки. – 2022. – № 2. – С. 65-67. – EDN NWOEKW.

УДК 616.831-001.45-036

В. В. Черкесов, А. В. Петров, М. С. Хацько
Донецкий институт ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПОЖАРНЫМИ-СПАСАТЕЛЯМИ МЧС ПРИ МИННО-ВЗРЫВНОЙ ТРАВМЕ В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ СВО

В статье рассмотрены клинико-анатомические особенности минно-взрывной травмы (МВТ) у пострадавших в ходе ведения СВО, а также особенности оказания им первой помощи. Предлагается внедрение в практику оказания первой помощи данной категории пострадавших протокола cABCDE, что позволит значительно снизить догоспитальную летальность и развитие жизнеопасных состояний – травматического шока и кровотечений.

Ключевые слова. минно-взрывная травма; оказание первой помощи; протокол cABCDE; специфика ведения спасательных работ в условиях СВО.

V. V. Cherkesov, A. V. Petrov, M. S. Khatsko

FEATURES OF FIRST AID PROVIDED BY FIREFIGHTERS AND RESCUERS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS IN CASE OF A MINE-EXPLOSION INJURY IN THE CONDITIONS OF THEIR

The article discusses the clinical and anatomical features of mine-explosion injury (MW) in victims during the conduct of their own, as well as the features of first aid. It is proposed to introduce the cABCDE protocol into the practice of first aid for this category of victims, which will significantly reduce prehospital mortality and the development of life–threatening conditions such as traumatic shock and bleeding.

Keywords: mine explosion injury; first aid; cABCDE protocol; specifics of conducting rescue operations in the conditions of SMO.

Введение. В настоящее время аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР) на территории Донбасса проходят в условиях СВО, а работники МЧС России сталкиваются с высоким риском получения тяжелых комбинированных и сочетанных травм вследствие вторичных целенаправленных минно-ракетных обстрелов подразделений пожарных-спасателей. Наземные мины и боеприпасы взрывного действия, в том числе неразорвавшиеся и брошенные боеприпасы, а также ракетные и артиллеристские обстрелы при приведении спасательных работ направлены на причинение увечий и смерти и наиболее опасны как для спасателей, так и для мирных жителей, находящихся вблизи эпицентра взрыва. У всех, кто подвергся

© Черкесов В. В., Петров А. В., Хацько М. С., 2025

действию взрыва, осколков и высокой температуры, при условии выживания во время взрыва высок риск получения МВТ.

Поражающие факторы взорвавшейся наземной мины, снаряда или взрывоопасных компонентов обуславливают особенности травм, отличающихся от тех, которые изучаются в рамках как тактической медицины, так и общей медицинской подготовки спасателей МЧС. Природа ран, часто многочисленных, требует специальных знаний, навыков, приемов и оборудования, поскольку только они помогут повысить вероятность выживания пострадавших – жертв взрыва.

Такие боеприпасы, как минометные мины, ракеты предназначены для уничтожения и травмирования групп людей. Пламя, образующееся при горении белого фосфора, имеет высокую температуру и не гаснет, пока есть приток кислорода. Вот лишь некоторые из поражающих факторов [1] (т. е. методов, в результате применения которых наносятся травмы и происходит гибель), предусмотренных конструкцией боеприпасов взрывного действия; с этими и другими поражающими факторами ежедневно приходится сталкиваться спасателям МЧС Донбасса, участвующим в разминировании и очистке зон ЧС. Поэтому сотрудникам МЧС, оказывающим первую помощь, и другим медицинским работникам, оказывающим содействие в таких операциях, а также самим саперам и группам обезвреживания боеприпасов следует быть готовыми к этим ситуациям.

Изложение основного материала. Взрывы могут иметь сокрушительные последствия, что объясняется уникальными особенностями травм: жертвы обычно получают сочетанные проникающие и тупые травмы. Взрывные травмы, которые могут затрагивать многие органы и потенциально угрожать жизни, требуют сложной медицинской сортировки (триажа) и специфического диагностического подхода; для служб экстренного реагирования они могут представлять существенные трудности с точки зрения оказания медико-санитарной помощи и ведения пострадавших. Поражение легкого ударной волной наиболее распространенный вид смертельных травм среди жертв взрывов [2].

На основании того, как на организм человека влияет ударная волна, скоростной напор воздуха и факторы внешней среды, присутствующие в зоне взрыва, взрывные травмы разделяются на следующие категории:

первая категория, иначе – первичная взрывная травма;

вторая категория, иначе – вторичная взрывная травма;

третья категория, иначе – третичная взрывная травма;

четвертая категория взрывной травмы;

пятая категория взрывной травмы.

К основным видам **первичных взрывных травм (первая категория МВТ)** относятся следующие.

Травмы и разрывы барабанной перепонки. Травма среднего уха. Это самая распространенная травма после взрыва; она может возникнуть при давлении уже 15 psi (1,1 атм). Любого пострадавшего с потерей слуха, звоном или болью в ушах, головокружением, кровотечением или другими выделениями из ушей. Далее по частоте следуют травмы легких. Поражение легких ударной волной обусловлено увеличением давления, что, как правило, вызывает временное прекращение дыхания (апноэ), замедленное сердцебиение (брадикардию) и пониженное артериальное давление (гипотензию).

Вторичная взрывная травма (третья категория МВТ).

Причиной вторичной взрывной травмы являются осколки, любые предметы или обломками, которые смещаются под воздействием скоростного напора воздуха при взрыве. Эти поражающие элементы могут быть следствием разрушения оболочки взрывного устройства и его содержимого либо любых предметов вблизи места взрыва. Данный эффект воздействия на тело пострадавшего является тяжелым, а проникающие ранения – одна из основных причин смерти при взрывах.

Вторичные взрывные травмы – наиболее распространенная причина смертности серди жертв взрывов. Существует высокий риск поражения незащищенных частей тела человека отброшенными взрывом обломками. Часто областями наибольшего риска травм являются голова, шея и конечности. Вторичные взрывные травмы могут быть обширными, однако могут быть и минимальными. Сила взрыва может отбросить обломки со скоростью во много раз выше скорости пули. Поэтому за внешне небольшой раной могут скрываться тяжелейшие внутренние повреждения. Травмы могут включать в себя переломы, ампутации, разрывы, смещения и любые виды травм мягких тканей. В такой ситуации спасатели МЧС сталкиваются с особыми трудностями: оказанием помощи пострадавшим, у которых имеются одновременно тупые травмы и проникающие ранения.

Третичная взрывная травма (третья категория МВТ).

Третичные взрывные травмы обусловлены отбрасыванием пострадавшего скоростным напором воздуха, вследствие чего он сталкивается с другими объектами (предметами), либо обрушением конструкций зданий, которые травмируют пострадавшего. Конкретный характер травм определяется тем, с чем произошло столкновение. Это могут быть тупые травмы при ударе или проникающие ранения, если пострадавшего отбросило на какой-то предмет, проникший в тело. Наиболее распространенными третичными травмами являются переломы и закрытые черепно-мозговые травмы. Также тяжелые предметы могут обрушиться на пострадавшего и придавить его. Это может привести к синдрому длительного сдавления.

Четвертая категория МВТ.

Этот вид травм охватывает все прочие травмы, вызываемые взрывами, включая ожоги, сдавливающие травмы, вдыхание ядовитых веществ и асфиксию. Температура огненного шара при взрыве может достигать 3000 °С и

приводить к ожогам, вызванным тепловым излучением. Ядовитые газы, угарный газ и цианиды, смертельны даже при кратковременном вдыхании. В этом случае необходимы специальные средства обеспечения проходимости дыхательных путей и респираторная поддержка, включая кислородотерапию. Особое внимание необходимо уделять пострадавшим с ожогами лица, которые могут привести к нарушению проходимости дыхательных путей.

Пятая категория МВТ.

Иногда используется термин «пятеричная взрывная травма», однако более приемлемо определение – «пятая категория МВТ». К этой категории относятся: отложенные эффекты взрыва, например: обусловленные вторичными инфекциями, воздействием радиационного излучения и различными видами воздействия токсических веществ.

Непосредственно после взрыва давление быстрее всего нарастает в окружающей среде, а затем экспоненциально спадает. Дополнительное давление, создаваемое взрывом, называется избыточным давлением; избыточное давление – 4,2–5,6 атм, или 400–550 кПа, считается потенциально смертельным [3,4].

Безопасность спасателей и медицинских работников при оказании первой помощи пострадавшим является приоритетом. Далее следует первичная оценка состояния пострадавшего от взрыва, а оказание ему первой помощи должно осуществляться в соответствии с **протоколом cABCDE.**

Если спасатель оказывает первою помощь пострадавшему в одиночку, алгоритм следующий:

- оценить окружающую обстановку. Она не должна представлять угрозы для спасателя и пострадавшего;
- сохранять спокойствие;
- не бежать к пострадавшему;
- не пытаться спасти пострадавшего в потенциально небезопасной области;
- поговорить с пострадавшим (если он в сознании) и объясните ему, как себя вести при ведении спасательных работ;
- подготовить индивидуальные пакеты для оказания первой помощи.

Подход cABCDE служит основой для системной и организованной оценки пострадавших с острыми повреждениями и позволяет быстро выявить угрожающие жизни состояния и оказать соответствующую помощь. Главная задача – остановить кровотечение из крупных ран, в т. ч. осколочных с использованием доступных средств (жгут, ИПП, гемостатик CELOX).

Цель подхода cABCDE – быстро выявить угрожающие жизни состояние; обеспечить проходимость дыхательных путей; обеспечить адекватность дыхания и кровоснабжения.

Аббревиатура cABCDE расшифровывается следующим образом:

catastrophic bleeding (жизнеопасное кровотечение): обследовать на наличие массивного кровотечения и остановить его.

Airway (дыхательные пути): оценить проходимость дыхательных путей.

Breathing (дыхание): убедиться в достаточном поступлении воздуха в легкие.

Circulation (кровообращение): оценить достаточность поступления кислорода к тканям; проверить на наличие признаков угрожающего жизни кровотечения.

Disability (нестабильность): оценить состояние головного мозга и позвоночника и обеспечить их защиту. (У травматологических пациентов с измененным состоянием сознания всегда следует подозревать черепно-мозговые травмы и травмы позвоночника).

Exposure (воздействие факторов внешней среды): выявить все травмы и все источники угроз со стороны внешней среды, не допустить переохлаждения пострадавшего.

Этот поэтапный подход рассчитан на раннее выявление и предупреждение угрожающих жизни состояний в порядке приоритетности.

Если на каком-либо из этих этапов выявляется проблема, на нее следует отреагировать незамедлительно, до перехода к следующему этапу.

Подход cABCDE следует использовать в первые 5 минут и осуществлять контроль за состоянием пострадавшего непрерывно.

Выводы и перспектива дальнейших исследований. Первичная и вторичная взрывная травма вызывается взрывной волной, осколками и любыми предметами или обломками, которые смещаются под воздействием скоростного напора воздуха при взрыве. Взрывная волна, осколки и обломки могут быть следствием разрушения оболочки взрывного устройства и его содержимого либо любых предметов вблизи места взрыва. Этот эффект может быть тяжелым, а проникающие ранения - одна из основных причин смерти при взрывах как спасателей МЧС, так и пострадавших мирных жителей. Учитывая многообразие и тяжесть МВТ крайне важным является обучение личного состава спасателей МЧС навыкам оказания первой помощи пострадавшим с МВТ с учетом применения международного стандарта – алгоритма оказания первой помощи – cABCDE.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Первая помощь при ранениях, травмах и других неотложных состояниях в условиях мирного времени и в вооруженных конфликтах / П. Е. Крайнюков, Р. Г. Макиев, М. Р. Булатов [и др.]. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. – 184 с.

2. G. J. Cooper, “Protection of the lung from blast overpressure by thoracic stress wave decouplers”, Journal of Trauma and Acute Care Surgery, Vol. 40, No. 3 suppl., March 1996, pp. S105-S110.

3. S. Mallonee et al., “Physical injuries and fatalities resulting from the Oklahoma City bombing”, JAMA, Vol. 276, No. 5, August 1996, pp. 382—387. K. D. Boffard and C. MacFarlane, “Urban bomb blast injuries: Patterns of injury and treatment”, Surgery Annual, Vol. 25, No. 1, 1993, pp. 29-47.

4. K. Peleg et al., “Patterns of injury in hospitalized terrorist victims”, The American Journal of Emergency Medicine, Vol. 21, No. 4, July 2003, pp. 258-262.

5. J. H. Stuhmiller Blast injury: Translating research into operational medicine.- in K. E. Friedl and W. R. Santee (eds), Military Quantitative Physiology: Problems and Concepts in Military Operational Medicine, Office of the Surgeon General, Falls Church, Virginia, 2008, P. 267-302.

УДК 796.011

Е. А. Чумила, А. Д. Булва, А. В. Поздеева
Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ

В статье рассмотрены способы организации физической подготовки в Университете гражданской защиты. Обозначена важность педагогического контроля в процессе учебных занятий по физической подготовке. Представлены критерии оценки эффективности педагогического контроля.

Ключевые слова: физическая подготовка; оценка эффективности; педагогический контроль.

E. A. Chumila, A. D. Bulva, A. V. Pozdeeva

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL BASICS OF ORGANIZING PEDAGOGICAL CONTROL DURING PHYSICAL EXERCISES

The article discusses ways to organize physical training at the University of Civil Defense. The importance of pedagogical control in the process of physical training classes is indicated. Criteria for assessing the effectiveness of pedagogical control are presented.

Keywords: physical training; performance assessment, pedagogical control.

Физическая подготовка в Университете гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь является одним из основных направлений профессиональной подготовки будущих спасателей, важной и неотъемлемой частью обучения и воспитания.

Цель физической подготовки заключается в обеспечении физической готовности обучающихся к выполнению оперативно-служебных задач, стоящих перед органами и подразделениями по чрезвычайным ситуациям, к стойкому

© Чумила Е. А., Булва А. Д., Поздеева А. В., 2025

перенесению физических нагрузок, нервно-психических напряжений и неблагоприятных факторов боевой деятельности.

На учебных занятиях по физической подготовке курсанты овладевают теоретическими знаниями, организаторскими и методическими умениями, развивают физические и психические качества, приобретают прикладные навыки, необходимые для профессиональной деятельности.

На занятиях по физической подготовке используется индивидуальный подход к обучающимся, с учетом уровня их физической подготовленности.

Индивидуальный подход реализуется путем строгого нормирования нагрузки, подбора оптимальных по сложности двигательных задач и целесообразных способов выполнения физических упражнений.

В процессе учебных занятий курсантам прививаются методические знания, умения и навыки. Они привлекаются к обучению физическим упражнениям, учатся правильно подавать команды, оказывать помощь и страховку, проверять и оценивать уровень физической подготовленности подчиненных.

Методика физической подготовки курсантов УГЗ МЧС в основном базируется на последовательном воплощении общепедагогических принципов и основополагающих принципов методики физического воспитания, которые конкретизируются применительно к особенностям ее содержания и построения в реальных условиях профессионального образования и жизнедеятельности.

Важное значение для полноценного функционирования системы физической подготовки обучающихся 1–4 курсов УГЗ МЧС занимает комплексный и индивидуальный контроль за уровнем развития физических способностей, позволяющий вносить коррективы в учебно-программную документации с целью повышения качества образовательного процесса.

Педагогический контроль позволяет преподавателям кафедры физической подготовки и спорта получить информацию об уровне развития физических способностей, реакции организма на воздействие физических нагрузок, что позволяет вносить изменения и дополнения в документы образовательного процесса с целью повышения уровня физической подготовленности обучающихся и обеспечения их готовности к решению профессионально значимых задач [1].

Оценка результатов обучения заключается в определении степени освоения знаний и умений, а также степени формирования навыка обучающимися, которые должны соответствовать требованиям образовательного стандарта по избранной специальности.

В результате анализа результатов, полученных по итогам проведения педагогического контроля, уточняется правильность подбора средств, методов и форм занятий, что позволяет, в случае необходимости, вносить коррективы в ход педагогического процесса.

Отсутствие педагогического контроля, рано или поздно, приводит к потере взаимосвязи между обучающимся и преподавателем в силу исключения составляющих взаимного творчества и обогащения, к быстрому расходованию педагогического потенциала, знаний и средств воспитания преподавателем. Получается замкнутый круг ограничения физического, психического и нравственно-эмоционального роста, включая социальные грани развития личности.

Педагогический контроль охватывает все стороны образовательного процесса, при этом в нем следует отметить 3 основных направления (аспекта):

– контроль совокупности внешних факторов направленных воздействий на обучаемых;

– контроль двигательной деятельности обучающихся;

– контроль «эффекта воздействий».

Однако при управлении контролем качества образовательного процесса важным представляется вопрос о критериях оценки качества педагогического контроля. Ошибки, сделанные с определением критериев, вероятней всего приведут к необъективной оценке конечных результатов.

С точки зрения науки и практики образовательного процесса можно выделить следующие критерии педагогического контроля:

– личностно-смысловые, основанные на отношении обучающегося к изучаемому учебному материалу;

– критерии, позволяющие оценить интерес обучающегося к учебному предмету, определении степени значимости изучаемого материала;

– критерии по которым можно оценить степень сформированности необходимых умений и навыков;

– критерии, позволяющие определить качество предоставляемого учебного материала и обоснованность используемых методик и методических приемов [2, 3].

Для определения уровня общей и специальной физической подготовленности обучающихся УГЗ МЧС при изучении учебной дисциплины «Физическая подготовка» для последующего педагогического контроля используются тестовые физические упражнения. Использование тестовых физических упражнений позволяет выявить уровень усвоения учебного материала, уровень физической подготовленности обучающихся в данный период, степень развития проверяемого физического качества, определить целесообразность использования применяемых форм и методов организации образовательного процесса, методических подходов. В случае необходимости, выработать комплекс мероприятий для оказания помощи обучающимся в усвоении материала.

Таким образом, организация педагогического контроля за уровнем физической подготовленности обучающихся и работников МЧС имеет важное значение в системе профессионального становления спасателей. Результаты проведенного контроля позволяют определить степень физической готовности

спасателей к служебно-боевой деятельности, а также своевременно внести, в случае необходимости, коррективы в планирующие, организационные и научно-методические документы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белякова, Р. Н. Педагогический и медицинский контроль физического воспитания учащихся. Пособие для преподавателей физ. культуры и мед. работников учебных заведений // Р. Н. Белякова, Г. А. Боник, И. А. Мотевич. – Минск : УП «ИВЦ Минфина». – С. 150–154.
2. Бондаренко, Л. Ю. Подготовка пожарных и спасателей // Л. Ю. Бондаренко. – М. : Мед. подгот., 2008. – С. 254–255.
3. Кошелев, В. Ф. Физическое воспитание студентов в техническом вузе : учеб, пособие // В.Ф. Кошелев [и др.]; под ред. О.Ю. Молоземова. – Екатеренбург: УГЛТУ; Изд-во АМБ, 2015. – С. 465–468.

УДК 37.035.4

Ю. В. Шмелева
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ГАРМОНИЗАЦИЯ МЕЖЭТНИЧЕСКИХ И МЕЖКУЛЬТУРНЫХ ОТНОШЕНИЙ КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИЧНОСТИ КУРСАНТА ИВАНОВСКОЙ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ АКАДЕМИИ ГПС МЧС РОССИИ

В статье рассматриваются стандартные и нетрадиционные способы гармонизации межэтнических и межкультурных отношений, реализующиеся в рамках проведения научного мероприятия «Неделя русского и иностранного языков», учебных занятий по дисциплинам «Русский язык и культура речи», «Психология и педагогика». Мероприятия способствуют осмыслению проблем межнационального общения и подготовки специалистов разных уровней к его регулированию как в профессиональной деятельности, так и в повседневной жизни.

Ключевые слова: формирование личности; научное мероприятие; межнациональное общение; подготовка специалистов; профессиональная деятельность.

J. V. Shmeleva

HARMONIZATION OF INTERETHNIC AND INTERCULTURAL RELATIONS AS A WAY OF FORMING THE PERSONALITY OF A CADET OF THE IVANOVO FIRE AND RESCUE ACADEMY OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

© Шмелева Ю. В., 2025

The article discusses standard and non-traditional ways of harmonizing interethnic and intercultural relations, implemented within the framework of the scientific event «Week of Russian and Foreign Languages», training sessions in the disciplines of «Russian language and speech culture», «Psychology and Pedagogy». The events contribute to understanding the problems of interethnic communication and training specialists at different levels to regulate it both in professional activities and in everyday life.

Keywords: personality formation; scientific event international communication; training of specialists; professional activity.

Концепция кадровой политики МЧС России предполагает создание современной системы воспитания сотрудников ведомства. Вузы МЧС России являются основным элементом системы подготовки специалистов, которая подразумевает организацию разнонаправленной учебной, научной, культурной, воспитательной работы [1, 2]. С учетом нынешних реалий сложной и противоречивой политической обстановки, ходом проведения СВО работа, направленная на формирование всесторонне развитой личности, является важнейшим инструментом становления общепрофессиональной культуры обучающихся. Подготовка будущих специалистов не может осуществляться без формирования личной ответственности каждого за конструктивные отношения внутри коллектива.

Вопросы межэтнических и межкультурных отношений рассматриваются в научной литературе с разных аспектов. Так, Шемет Н. В. рассматривает проявления межэтнической толерантности курсантов военного вуза и дает определение и уточнение понятия межэтнической толерантности применительно к специфике военно-образовательной среды [3]. Тымчук О. Н., Сергеева Е. В. представляют модель воспитания культуры межнационального общения у будущих офицеров [4]. Бариев А. Р. всесторонне рассматривает сущность понятия «культура межнационального общения курсантов вузов МЧС России» [5].

На наш взгляд, конкретные способы регулирования гармоничности межличностных отношений с учетом национального менталитета обучающихся требуют дополнительного освещения. Отличительной особенностью учебной деятельности курсантов образовательных организаций МЧС России является их постоянное пребывание в учебном заведении. Таким образом, на одном курсе обучаются, общаются и взаимодействуют курсанты, которые принадлежат к различным национальным группам, ориентируются на различные культурные ценности и нормы поведения. Следовательно, в данных условиях совершенно необходимо учитывать разницу в менталитете, мировоззрении, социальный, моральный, психологический аспекты сосуществования обучающихся.

Сложности межнационального общения в курсантском сообществе могут возникнуть сразу. Во-первых, попадая в академию, большинство курсантов впервые в своей жизни вступают в многонациональный коллектив, получают изначальный опыт межнационального общения. Соответственно, и курсанты, и

офицеры оказываются перед необходимостью толерантного восприятия такого социума, и исключения возникших разногласий. Во-вторых, как следствие, многонациональность курсантских подразделений влечет за собой ряд проблем, влияющих на общение:

– незнание/непонимание другой культуры;
– объединение по национальному признаку (землячество);
– наличие культурологических особенностей межличностных контактов.

Курсанты Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России знают о необходимости формирования культуры межнационального общения. На протяжении всего времени обучения они вовлечены в процесс гармонизации межэтнических и межкультурных отношений, осуществляющийся в учебном заведении.

Осуществляется этот процесс разными путями. Изначально профилактика противоречий на межэтнической основе определяется в требованиях руководящих документов по укреплению воинской дисциплины как одно из приоритетных направлений. Кроме того, командный состав курсов и профессорско-преподавательский состав оказывает непосредственное и наиболее действенное влияние на морально-психологическую обстановку в различных подразделениях.

Традиционно для этого используется потенциал учебных дисциплин. Так, для повышения уровня сформированности межкультурной компетентности обучающихся, а также с целью соблюдения их этнокультурных интересов учебным планом дисциплины «Русский язык и культура речи» предусмотрено изучение вопроса «Государственные языки республик, находящихся в составе Российской Федерации, языки народов России». В курсе «Психология и педагогика» (в разделе «Педагогика») запланировано самостоятельное изучение вопроса «Особенности организации воспитательной работы в подразделениях МЧС» с акцентом на умение осуществлять профессиональную деятельность в коллективе и решать конфликтные ситуации при межличностном общении.

Нестандартные способы гармонизации межэтнических и межкультурных отношений используются на ежегодно проводимом научном мероприятии «Неделя русского и иностранных языков». При участии в «Конкурсе чтецов» обучающиеся могут принять участие с выступлением на своем родном языке (наряду с русским языком). В 2024 г. в рамках «Недели русского и иностранных языков» обучающиеся представляли проекты «Моя малая Родина» (рис. 1), которые были представлены как в аспекте социальной значимости, так и в ракурсе воспитания и формирования патриотических качеств личности будущих специалистов МЧС России.

Рис. 1. Выступление курсанта с проектом «Моя Республика Кабардино-Балкария»

Одно из наиболее ярких впечатлений оставляет еще один нестандартный способ формирования личности – религиозный лекторий. Религиозные лектории проводятся в Академии ежемесячно, на них курсанты, студенты и кадеты получают возможность задать свои вопросы представителям Русской Православной Церкви. В рамках лектория независимо от вероисповедания происходит знакомство с православной верой [6]. Стоит отметить, что религиозный лекторий оказывает серьезное содействие курсантам в улучшении межэтнического общения.

Формированию дружественных, гуманистических отношений в коллективе, развитию этнической толерантности служащего, воспитанию культуры межнационального общения у будущих офицеров способствует и воспитательная работа: в академии проводятся мероприятия, направленные на сплочение курсантского коллектива, расширение кругозора, вызывающие желание узнать о различных традициях и обычаях: спортивные мероприятия, концерты, в которых отражаются культурные особенности различных национальностей, проведение дней, посвященных памятным историческим датам и национальным героям, организация бесед о культуре межнационального общения.

В рамках данного исследования мы провели выборочное устное интервьюирование курсантов 11 курса факультета пожарной безопасности из числа лиц чеченской и ингушской национальности по вопросу празднования в России Дня Защитника. Для чеченцев и ингушей эта дата – одна из самых трагичных в истории. 23 февраля 1944 года началась самая крупная депортация по этническому признаку в истории Советского Союза – выселение вайнахов из Чечено-Ингушской АССР в казахские и кыргызские степи. Во время высылки и позже, во время жизни на чужбине, погиб каждый четвертый депортированный.

Ниже приведен текст интервью.

Вопрос: Как вы, человек чеченской национальности, относитесь к празднику 23 февраля?

Курсант: Я не праздную этот день, как все остальные, 23 февраля считается днем депортации чеченцев, то есть геноцидом.

Вопрос: Как вы уживаетесь с другими людьми, когда они празднуют этот день?

Курсант: Я не показываю всем своим видом, что для меня этот день скорби, я не привык выставлять свои чувства напоказ, если для других это праздник, я не буду как-то в нем участвовать.

Вопрос: Поздравляли ли вас с Днем Защитника Отечества друзья?

Курсант: У меня много друзей другой национальности, и для большинства 23 февраля это праздник. Меня часто поздравляли с этим днем, не зная истории моего народа, взамен я просто отвечал «Спасибо, тебя тоже», не более. Если у человека день рождения совпадает с датой государственного праздника, то он будет праздновать скорее свой день рождения. Так же и со мной. Чувства, которые я испытываю в этот день, я оставляю при себе.

Мы видим, что для курсантов-чеченцев, ингушей и русских эта дата имеет совершенно противоположное значение, но диаметральное расхождение в понимании ее значения не влечет за собой личностного несогласия среди курсантов.

Среди курсантов обучается достаточно много мусульман. Для выяснения того, как решается вопрос с соблюдением ими обязательными религиозных ритуалов, мы обратились к командованию курса. Оказалось, что для выполнения курсантами традиционных обрядов нет препятствий, если оно не мешает выполнению общей задачи. Например, в месяц рамадан обучающиеся могли посещать мечеть и совершать намаз.

С целью выявления того, как курсанты осмысливают действия со стороны командного состава, психологов, преподавателей, направленные на сплочение курсантского коллектива, мы провели устный опрос. В опросе приняли участие 93 курсанта 1 года обучения факультета пожарной безопасности.

На вопрос «Какие из мероприятий, посвященные проблемам гармонизации межэтнических и межкультурных отношений, сплоченности коллектива курсантов, Вы считаете наиболее продуктивными?» были получены следующие ответы: беседа с курсом (34,3 %), лекторий (16,7 %), организация досуга курсантов (8,2 %), культурно-досуговое мероприятие (19,5 %), совместный активный отдых (8,6 %), выполнение задач вместе (12,7 %) (рис. 2).

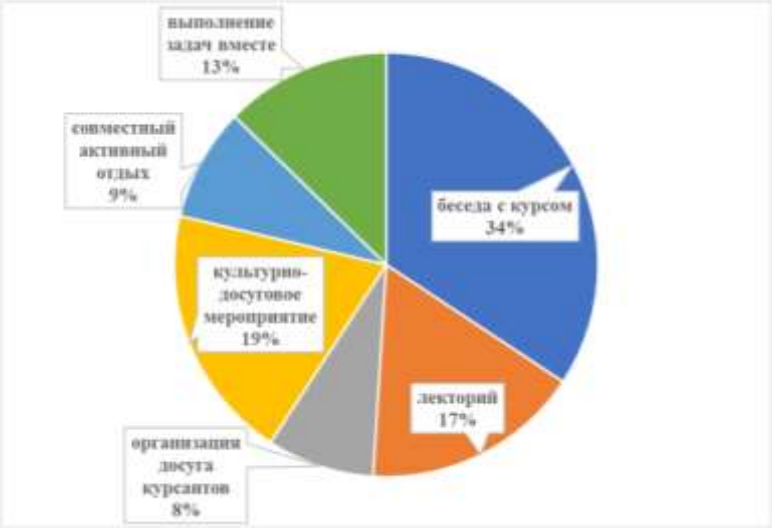


Рис. 2. Распределение ответов респондентов на вопрос о сплоченности коллектива курсантов, %

Таким образом, очевидно, что гармонизации межэтнических и межкультурных отношений как способу формирования личности курсанта в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России придается приоритетное значение, а возникающие проблемы решаются комплексно.

Условия обучения в академии ГПС МЧС России как многонациональной образовательной среды подразумевают обязательный принцип дружбы, равенства, уважительного отношения к национальному достоинству всех без исключения курсантов, их традициям, чувствам, религиозным убеждениям. Формирование вышеуказанных принципов происходит на разных уровнях учебной, научной и культурной деятельности обучающихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России от 28 октября 2019 г. № 614 «Об утверждении положения об организации воспитательной и культурно-досуговой работы в учреждениях и организациях, находящихся в ведении МЧС России».

2. Проект Приказа МЧС России «Об утверждении Положения об организации политической и воспитательной работы в системе МЧС России» (подготовлен МЧС России 12.09.2024).

3. Шемет Н.В. Модель формирования межэтнической толерантности курсантов военного вуза // Казанский педагогический журнал. 2021. №1. С. 183–188.

4. Тымчук О.Н., Сергеева Е.В. Проблемы (особенности) этнопсихологической подготовки курсантов и офицеров военных вузов // Успехи современного естествознания. 2009. № 7. С. 122–124.

5. Бариев А.Р. Сущность и основные компоненты культуры межнационального общения курсантов вузов МЧС России // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2014. Т. 20. С. 117–119.

6. https://iv-eparhya.cerkov.ru/2024/03/14/lektorij-v-ivanovskoj-pozharnoj-spasatelnoj-akademii/

УДК 614.846

Е. С. Юньков, В. В. Анисимов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТАКТИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

В статье рассматривается целесообразность применения технологии в конкретной ситуации, выбор типа вентилятора, места расположения и величины вытяжного проёма.

Ключевые слова: тактическая вентиляция; вытяжной проем; вентиляционные отверстия.

E. S. Yunkov, V. V. Anisimov

METHODS OF CONDUCTING CLASSES USING TACTICAL VENTILATION

The article considers the expediency of using the technology in a specific situation, the choice of the type of fan, location and size of the exhaust opening.

Keywords: tactical ventilation; exhaust port; ventilation openings.

Каждые пять минут в России жертвами пожаров становятся люди, при этом еще двадцать человек страдают от ожогов и повреждений. Неправильно утверждать, что в основном погибшие становятся жертвами высоких температур и пламени. В действительности, всего 6,8 % погибших становятся жертвами теплового воздействия, в то время как 70 % погибают под воздействием токсичных газов, выделяемых при горении.

Из-за этого выделения при сгорании становятся главной опасностью для жизни и здоровья людей в случае пожара. Поэтому тактическая вентиляция зданий и сооружений во время тушения пожаров и ликвидации ЧС становится ключевым элементом и важным инструментом для успешного проведения операций по тушению пожаров. При использовании тактической вентиляции происходит организованное направление потоков воздуха, которые удаляют из здания дым и тепло, обеспечивая безопасную эвакуацию людей и удобные

© Юньков Е. С. Анисимов В. В., 2025

условия для работы пожарных и спасателей (понижение температуры и улучшение видимости).

Цели тактической вентиляции

- предотвращение объемной вспышки;
- снижение вероятности появления «обратной тяги»;
- снижение интенсивности образования продуктов горения и
- уменьшение их концентрации;
- понижение температуры пожара;
- предотвращение скопления тепла;
- обеспечение безопасности пожарных и спасателей, осуществляющих
- тушение пожара;
- предотвращение образования и удаление перегретого пара;
- снижение температуры на участках работы;
- улучшение видимости в зоне работы звеньев газодымозащитников по
- тушению, поиску и спасения людей;
- снижение токсичной концентрации газов и паров, опасной для людей,
- находящихся в здании;
- предотвращение распространения огня и дыма.

Основной принцип тактики воздушной поддержки — это активное воздействие на давление и потоки воздуха в здании или сооружении, где происходит пожар, с целью эффективного удаления продуктов горения и снижения температуры. Суть заключается в замене загрязненного воздуха свежим, который подается в помещение с помощью вентиляторов, расположенных снаружи здания.

Основной причиной вентиляции является различие в давлении между помещением, где горит огонь, и окружающей средой. По известному принципу, воздух перемещается из области повышенного давления в область пониженного давления. Скорость и объем движения воздуха определяются разницей в давлениях, которая зависит от нескольких факторов:

– размеры проёмов в помещении;

– погодные условия (скорость ветра, температура окружающей среды, атмосферное давление);

– параметры пожара (динамика);

– геометрические размеры системы вентиляции в аксонометрии

– работающие противодымные системы объекта (при наличии).

Изменение давления внутри и снаружи здания играет ключевую роль в распространении огня и дыма в случае пожара. При возгорании в закрытом помещении давление увеличивается из-за нагрева и расширения горючих материалов.

Температурное повышение приводит к уменьшению плотности воздуха: при достижении температуры в 2500 градусов Цельсия его плотность составляет лишь половину от показателя при 250 градусах Цельсия. В

ситуациях, когда пожар охватывает значительные территории и температура достигает нескольких сотен градусов, возникающее давление может играть ключевую роль в процессах распространения огня и дыма. В некоторых условиях давление в зоне пожара может возрастать до 25 паскалей.

В случае "стандартного пожара" внутри помещения теплые продукты горения и остаточные газы и пары сосредотачиваются в верхней части. В то время как в нижней части помещения преимущественно находится более прохладный воздух, содержащий больше кислорода, чем верхние слои воздуха. В зданиях с несколькими этажами разогретые продукты пожара обычно поднимаются по лестничным клеткам и другим вертикальным коммуникациям в верхние зоны.

Термодинамика пожара обусловливает выход продуктов горения из здания через уже существующие или новообразовавшиеся вентиляционные отверстия. В случае многоэтажных зданий горячие газы и продукты горения, поднимаясь вверх и взаимодействуя с холодными поверхностями или длинными шахтами, охлаждаются и могут не достичь верхней точки, что приведет к их остановке и изменению направления движения вниз.

Применение технических средств, таких как вентиляторы, в данной ситуации будет активно влиять на давление и способствовать удалению газов, образующихся при горении. Это означает, что газы будут перемещаться из зоны высокого давления в зону низкого давления.

Таким образом, разница в давлении определяет направление и скорость распространения газов в здании. Эта разница создает потоки воздуха, которые могут двигаться достаточно быстро.

Для принятия решения о применении технических средств пожаротушения необходимо определить стадию развития пожара. Использование таких средств на этапе управления горением позволит предотвратить или замедлить переход пожара в стадию полного возгорания, когда огонь будет питаться воздухом. Кроме того, одновременное применение технических средств и мер по тушению способствует быстрой локализации и полной ликвидации пожара. Использование ТВ на этапе управления вентиляцией (на развитой стадии) усложняет контроль и ликвидацию процесса горения. Поэтому чем раньше применить вентиляцию в общем процессе тушения, тем меньше ущерба нанесется имуществу, тем лучше будут условия для тушения и тем меньше потребуется привлечения дополнительных сил.

Вентиляционные отверстия – это не просто пассивные элементы здания, а многофункциональные компоненты, критически важные для безопасности и комфорта. Их основная функция – обеспечение притока свежего воздуха от системы вентиляции, создавая комфортный микроклимат внутри помещения. Однако их значение выходит далеко за рамки простого воздухообмена. Вентиляционные отверстия служат стратегически важными точками доступа для экстренных служб. В случае пожара, через них могут быть введены пожарные рукава, специализированная техника, например, дымососы или

тепловизионные камеры, а также эвакуированы люди, оказавшиеся в задымленном помещении. Это делает их неотъемлемой частью системы противопожарной безопасности здания. Более того, эти отверстия могут играть активную роль в регулировании вентиляции, формируя, при необходимости, дополнительные каналы для вытяжки воздуха. Это особенно полезно в системах с естественной вентиляцией, где поток воздуха зависит от разницы давлений внутри и снаружи здания. Правильное расположение и размер вентиляционных отверстий позволяет оптимизировать естественную вентиляцию, снижая энергопотребление и улучшая микроклимат без использования мощных механических систем. Однако, при проектировании системы приточной вентиляции, решение о количестве используемых отверстий требует тщательного анализа.

Размеры и количество вытяжных отверстий определяются целью тактической вентиляции – либо дымоудаление, либо обеспечение незадымленных зон на объекте пожара. Желательно, чтобы размеры вытяжных отверстий соответствовали размерам приточных. Несколько маленьких отверстий могут иметь такой же эффект, как одно большое (в зависимости от размеров здания и мощности вентилятора). Существенное уменьшение вытяжных отверстий ухудшает эффективность вентиляции.

Вытяжной проём может быть выполнен в вертикальном, горизонтальном или комбинированном варианте. При условии, что давление в помещении, где возникает пожар, распределяется равномерно, выбор вытяжного проёма может быть произвольным. Тем не менее, оптимальным считается проём, расположенный как можно выше относительно зоны горения. Это позволит наиболее эффективно удалять продукты сгорания, стремящиеся вверх.

При проектировании вытяжного проема следует предусмотреть меры, направленные на предотвращение распространения дыма в другие зоны здания. Для минимизации распространения горячих продуктов горения в соседние помещения вытяжной проем рекомендуется располагать в зоне с наибольшей температурой.

В зависимости от ситуации на пожаре, руководитель тушения пожара (РТП) может принять решение о создании нескольких небольших вытяжных проемов. При этом следует учитывать, что маленькие проемы могут вызвать завихрения при вентиляции, что приведет к снижению силы воздушного потока и, соответственно, уменьшению эффективности удаления дыма.

Создание вытяжного проёма целесообразно осуществлять с внешней стороны здания, однако в некоторых случаях это может быть затруднено из-за таких факторов, как значительная высота, отсутствие подъёмных механизмов, наличие бронированного стекла и другие обстоятельства. Формирование вытяжного проёма должно основываться на информации, полученной в процессе пожарной разведки.

Вытяжным проёмом может служить:

– оконный проём;

– вентиляционный короб стационарной системы дымоудаления;

– искусственно сделанный проём в строительных конструкциях (наружных стенах, кровле).

В процессе тушения пожаров достаточно трудно воздействовать на приточные и вытяжные проёмы, поскольку они могут быть обусловлены строительными конструкциями, которые в определённой степени ограничивают возможности РТП в принятии решений.

Выбор оптимального расположения вытяжного проема – задача, требующая тщательного анализа множества факторов, но ключевым безусловно является температура пожара. Интенсивность горения, определяемая типом горючего материала, его количеством и наличием окислителя (кислорода), напрямую влияет на температуру пламени и образующихся газов. Чем интенсивнее горение, тем выше температура и, соответственно, тем сильнее тяга, которая будет способствовать удалению продуктов горения. Однако, простое размещение проема в зоне с наибольшей температурой не всегда гарантирует эффективное удаление дыма. Критическую роль играет взаимодействие потоков дыма с внешними погодными условиями, особенно ветром. Если вытяжной проем расположен на наветренной стороне здания, ветер может фактически "запирать" дым внутри помещения, препятствуя его свободному выходу. В этом случае, дым будет накапливаться, создавая опасные условия для эвакуации людей и затрудняя работу пожарных. В такой ситуации крайне важно расположить вытяжной проем с подветренной стороны, где ветер будет способствовать естественной вентиляции и удалению продуктов горения. Однако, следует учитывать и скорость ветра: слишком сильный ветер может создать обратную тягу, затягивая дым обратно в здание. Поэтому оптимальным решением может стать компромиссное расположение, учитывающее как направление, так и силу ветра. Кроме направления и силы ветра, на эффективность вытяжного проема влияют и другие факторы. Высота расположения проема играет значительную роль: чем выше проем, тем сильнее тяга за счет разницы температур и давления внутри и снаружи здания (эффект дымовой трубы). Также важно учитывать площадь проема: достаточно ли она велика для быстрого удаления всего объема дыма, образующегося при пожаре в конкретном помещении. При проектировании необходимо учитывать объем помещения, тип горючих материалов, наличие потенциальных препятствий для движения дыма внутри здания (перегородки, мебель). Современные системы дымоудаления часто включают в себя не только пассивные вытяжные проемы, но и активные системы, оснащенные мощными вентиляторами. Эти системы позволяют управлять потоками дыма, обеспечивая более эффективное удаление даже при неблагоприятных погодных условиях. Они особенно необходимы в больших зданиях или помещениях со сложной планировкой, где естественная вентиляция может оказаться недостаточной. Проектирование таких систем

требует проведения специальных расчетов, учитывающих все перечисленные выше факторы, а также особенности конструкции здания и системы противопожарной защиты в целом. Необходимо помнить, что безопасность людей является главным приоритетом, и выбор системы дымоудаления должен гарантировать эффективное удаление продуктов горения и обеспечение безопасной эвакуации.

Если из тактических соображений это сделать невозможно, то механическую вентиляцию нужно остановить и провести дымоудаление естественной вентиляцией.

Таким образом, тактическая вентиляция – это не просто открывание окон и дверей во время пожара; это целая наука, критически важная для успешного тушения пожара в закрытых помещениях и спасения людей. Она представляет собой комплекс стратегических действий, направленных на контролируемое удаление продуктов горения (дыма, токсичных газов, тепла) и подведение свежего воздуха в зону пожара. Это позволяет пожарным безопасно продвигаться к очагу возгорания, осуществлять поиск и спасение пострадавших, а также эффективно бороться с огнём. Без грамотной тактической вентиляции пожарная команда работает вслепую, рискуя собственной жизнью и замедляя процесс ликвидации пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации руководителю тушения пожара по организации и проведению тактической вентиляции зданий и сооружений при тушении пожаров и ликвидации последствий ЧС на территории города Москвы. – М.: ГУ МЧС России по г. Москве, 2014, 78 с.

РАЗДЕЛ 5
РАЗНОЕ

SECTION 5
MISCELLANEOUS

УДК 614.841

С. Ю. Карпов , А. Я. Понимаскин
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУДЕБНО-ЭКСПЕРТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ: РАЗМЫШЛЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В статье рассматриваются актуальные проблемы, с которыми сталкиваются судебно-экспертные учреждения при производстве пожарно-технических экспертиз. Авторы анализируют основные трудности, связанные с качеством и своевременностью проведения экспертиз, а также предлагают пути их решения. Особое внимание уделено вопросам методологии, кадрового обеспечения, технического оснащения и взаимодействия с правоохранительными органами. На основе проведенного анализа сформулированы рекомендации по совершенствованию деятельности судебно-экспертных учреждений в данной сфере.

Ключевые слова: пожарно-техническая экспертиза; эксперт; пожар; расследование пожаров; пожарная безопасность; судебно-экспертные учреждения; экспертиза пожаров.

S. Yu. Karpov, A. Ya. Ponimaskin

ACTUAL PROBLEMS IN THE ACTIVITIES OF FORENSIC INSTITUTIONS IN THE PRODUCTION OF FIRE-TECHNICAL EXPERTISE: REFLECTIONS AND RECOMMENDATIONS

The article discusses the current problems faced by forensic institutions in the production of fire and technical expertise. The authors analyze the main difficulties related to the quality and timeliness of examinations, and also suggest ways to solve them. Special attention is paid to issues of methodology, staffing, technical equipment and interaction with law enforcement agencies. Based on the analysis, recommendations have been formulated to improve the activities of forensic institutions in this area.

Keywords: fire technical expertise; expert, fire; fire investigation; fire safety; forensic institutions.

© Карпов С. Ю., Понимаскин А. Я., 2025

Введение

Пожарно-техническая экспертиза является важным инструментом в расследовании причин пожаров, установлении виновных лиц и предотвращении подобных инцидентов в будущем. Однако деятельность судебно-экспертных учреждений в этой области сталкивается с рядом проблем, которые снижают эффективность их работы. Некачественная экспертиза или вероятностный контекст выводов в заключении эксперта – это, на сегодняшний день, частая действительность, которая имеет тенденцию к увеличению таких случаев. В рамках судопроизводства многие рассматривают пожарно-техническую экспертизу как одно из веских доказательств по делу, поэтому заключение эксперта должно быть выполнено качественно, с соблюдением всех правовых и технических аспектов. На качество и своевременность подготовки заключения пожарно-технического эксперта влияет множество факторов и обстоятельств, но в первую очередь это: достоверные сведения и экспертнопригодные вещественные доказательства, компетентность эксперта, а также наличие у него достаточной материально-технической и методической базы. В работе эксперта важную роль также играет организация его деятельности в экспертном учреждении, взаимодействие с другими службами и организациями. Авторы в статье рассматривают ряд ключевых аспектов и проблемных вопросов, решение которых позволит повысить эффективность деятельности пожарно-технического эксперта и судебно-экспертной структуры в целом.

Основная часть

Ключевой фигурой в производстве пожарно-технической экспертизы является непосредственно эксперт, поэтому важным аспектом является обучение эксперта, его аттестация и периодическое повышение квалификации. Согласно действующему федеральному законодательству к эксперту предъявляются определенные требования, которые позволяют констатировать компетенцию и статус эксперта *(ст. 57 УПК РФ «Эксперт - лицо, обладающее специальными знаниями и назначенное в порядке, установленном настоящим Кодексом, для производства судебной экспертизы и дачи заключения», ст. 12 ФЗ-73 «Государственным судебным экспертом является аттестованный работник государственного СЭУ, производящий судебную экспертизу в порядке исполнения своих должностных обязанностей» ст. 13 ФЗ-73 «Должность эксперта в государственных СЭУ может занимать гражданин РФ, имеющий высшее образование и получивший дополнительное профессиональное образование по конкретной экспертной специальности в порядке, установленном нормативными правовыми актами соответствующего уполномоченного федерального государственного органа. Должность эксперта в экспертных подразделениях федерального органа исполнительной власти в области внутренних дел может также занимать гражданин РФ, имеющий среднее профессиональное образование в области судебной экспертизы. Определение уровня квалификации экспертов и*

аттестация их на право самостоятельного производства судебной экспертизы осуществляются экспертно-квалификационными комиссиями в порядке, установленном нормативными правовыми актами соответствующего уполномоченного федерального государственного органа. Уровень квалификации экспертов подлежит пересмотру указанными комиссиями каждые пять лет», ст. 25.9. КоАП РФ «В качестве эксперта может быть привлечено любое не заинтересованное в исходе дела совершеннолетнее лицо, обладающее специальными познаниями в науке, технике, искусстве или ремесле, достаточными для проведения экспертизы и дачи экспертного заключения») [1-3]. То есть эксперт должен иметь высшее специальное образование (специальную подготовку), которое позволит ему на начальном этапе профессиональной деятельности иметь базовые и фундаментальные знания и навыки, необходимые при производстве пожарно-технических экспертиз. Поэтому, обучение экспертов остается одним стратегических приоритетов в деятельности по совершенствованию качества производства СПТЭ. Проблемные вопросы, связанные с обучением пожарно-технических экспертов были описаны авторами в работах [4-6] и в общем заключаются в корректировке программы подготовки пожарно-технических экспертов в вузах МЧС России, изменении вступительных экзаменов (в том числе повышении порога минимальных баллов ЕГЭ), предъявляемых к абитуриентам, а также пересмотре и уменьшении количества специализаций в СПТЭ.

Один из актуальных вопросов в деятельности экспертов СЭУ ФПС МЧС России связан с кадрами, а именно с профессиональным отбором при назначении на должность, определением оптимальной численности сотрудников СЭУ и обеспечении условий для творческого и карьерного роста. В СЭУ ФПС МЧС России предельная должность по званию эксперта - старший лейтенант, а у старшего эксперта - капитан. Получается, что в течение пяти лет службы большинство сотрудников достигают максимального звания и не имеют возможности дальнейшего карьерного роста по профессии как в должности, так и по званию. Эти обстоятельства побуждают многих сотрудников уходить (переходить) в другие службы МЧС России, соответственно СЭУ теряют специалиста, который в течение пяти лет практики приобрел определенные знания и опыт. Поднятие на одну ступень звание в должности может положительно решить вопрос об устойчивости уровня профессиональной составляющей в СЭУ, а также позволит обеспечить перспективу карьерного роста сотруднику внутри экспертной службы. Другой актуальный вопрос связан с деятельностной нагрузкой эксперта, которая по статистике имеет высокие показатели, а также тенденцию к ее росту. Эксперт-человек творческого склада и имеет индивидуальные особенности, которые необходимо учитывать в деятельности по производству СПТЭ. Для достижения определенного уровня качества СПТЭ необходимо определить максимальную деятельностную нагрузку на эксперта в год с учетом топологии сложности

экспертиз и иных значимых факторов. В настоящее время отсутствует общепринятая и утвержденная методика расчета оптимального количества пожарно-технических экспертов в СЭУ ФПС МЧС России. Это обстоятельство не позволяет сформировать необходимую структурно-штатную численность СЭУ для решения поставленных перед ними задач и поддерживать на должном уровне обеспечение качества и своевременности производства СПТЭ. Эксперты, которые «перегружены» допускают ошибки, а ход исследования по многим экспертизам носит «шаблонный» характер, соответственно некоторые такие заключения в рамках судопроизводства подвергаются критике и в последствии не являются доказательством в рамках расследования дел о пожарах или нарушения требований пожарной безопасности.

Следующий вопрос, требующий внимания, связан с проблемами методологического характера при производстве СПТЭ. Одной из основных проблем является отсутствие единой методологической базы для проведения пожарно-технических экспертиз. Существующие методики часто устаревают и не учитывают современных технологий и материалов, используемых в строительстве, производстве и т.п. Это приводит к субъективности в выводах экспертов и снижает доверие к результатам экспертиз. Кроме этого, в практической плоскости остро стоит вопрос об отсутствии стандартизированных и верифицированных экспертных методик, которые в соответствии с требованиями ФЗ-73 (ст. 8, ст.5) и ФЗ -184, ФЗ -102 должны обеспечивать принципы законности, научности, точности и объективности в рамках производства СПТЭ [2,7,8]. На данный момент в рамках деятельности технического комитета по стандартизации (ТК-134) «Судебная экспертиза» в области СПТЭ утвержден только один ГОСТ Р 70739-2023 «Судебная пожарно-техническая экспертиза. Термины и определения». Это говорит о том, что методическому сопровождению СТПЭ уделяется недостаточное внимание, а отсутствие легитимных экспертных методик не позволяет добиться определенного уровня «качества» экспертиз и обоснованных, в категоричной форме, выводов по поставленным на разрешение эксперта вопросам.

Материально-техническое оснащение СЭУ ФПС РФ должно совершенствоваться. Устаревшее оборудование должно быть исключено из деятельности по производству исследований в рамках СПТЭ, так как оно не позволяет проводить точные и достоверные исследования. Вопрос материально-технического обеспечения требует финансовых вложений, но прежде необходимо провести ревизию имеющейся технической базы. С момента утверждения перечня оборудования (технического оснащения СЭУ) прошло порядка 20 лет [9]. За этот период произошла определенного рода адаптация и проверка экспертного оборудования и методик *(на точность, адекватность и применяемость)*, которая позволяет сказать, что некоторые приборы *(а также методики их применения)* имеют довольно значительные погрешности и ограниченность их применения *(многие приборы в полевых условиях применяются только при положительных температурах*

окружающей среды) с учетом их технических характеристик и отсутствия выверенной методологии их применения. Необходимо откорректировать нормы обеспеченности техническими средствами СЭУ, с учетом анализа практики применения существующего оборудования и внедрения новых более совершенных приборов, необходимых для выполнения поставленных задач перед СЭУ МЧС России.

К вопросам, требующим дополнительного внимания, относятся ряд проблем, связанных с качеством и своевременностью проведения СПТЭ, взаимодействия эксперта с правоохранительными органами *(в том числе в части предоставления эксперту достаточной информации и выверенных вопросов)*, координацией и обменом методической и научной информацией с экспертами и заинтересованными лицами.

Выводы

Решение проблем, с которыми сталкиваются судебно-экспертные учреждения при производстве пожарно-технических экспертиз, требует комплексного подхода и совместных усилий всех заинтересованных сторон. Реализация предложенных мер позволит повысить качество и эффективность экспертной деятельности, что в конечном итоге будет способствовать более успешному расследованию пожаров, и предотвращению их в будущем.

В целях совершенствования деятельности СЭУ МЧС России авторы предлагают:

- в целях определения необходимой численности пожарно-технических экспертов и последующей корректировки структурно-штатной численности СЭУ МЧС России, разработать и утвердить методику определения оптимальной численности экспертов с учетом нормирования их деятельностной нагрузки и зоны оперативного обслуживания подконтрольной территории;

- для обеспечения надлежащего качества ПТЭ необходимо сформировать рабочую группу из наиболее опытных экспертов с соответствующим финансовым и иным обеспечением для решения задач методического характера, а в частности для разработки (корректировки) стандартизированных экспертных методик, необходимых при решении задач в рамках СПТЭ;

- внести изменения в перечень приборной базы СЭУ, с учетом применяемости приборов в различных климатических зонах, реальных потребностей в СЭУ (*с учетом прогнозируемого характера и количества случаев, где такие приборы могут быть применены*), а также внедрения новых технологий (*приборов*), которые могут быть адаптированы (*использованы*) для нужд исследований в рамках деятельности СЭУ;

- за счет рейтинговой системы оценки деятельности эксперта, предусмотреть дополнительные поощрения, в том числе и выдвижение на вышестоящую должность (*или присвоения звания на одну ступень выше специального звания, предусмотренного по замещаемой должности*). Этот механизм позволит стимулировать деятельность, в том числе в части качества

производства экспертиз, что в свою очередь повлияет на эффективность деятельности СЭУ;

- разработать и внедрить единую базу данных пожарно-технических экспертов СЭУ МЧС России, которая позволит мониторить и решать многие вопросы, например:

- в части необходимых квот (*необходимого количества мест для студентов*) в ВУЗы МЧС России по подготовке экспертных кадров при реализации задач, возложенных на МЧС России;

- в части загруженности экспертов;

- в части мониторинга сроков выполнения исследований и экспертиз;

- в части анализа использования инструментальной базы и оборудования;

-в части повышения квалификации сотрудников и их уровня профессионального и научного роста и т.п. [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 N 174-ФЗ (ред. от 28.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 05.02.2025)
2. Федеральный закон от 31 мая 2001 г. N 73-ФЗ "О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями)
3. Федеральный закон от 31 мая 2001 г. N 73-ФЗ "О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями)
4. Карпов С.Ю., Понимаскин А.Я. К вопросу о современном состоянии получения образования пожарно-технического эксперта. В сборнике: Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций. Материалы VI всероссийской научно-практической конференции. Железногорск, 2024. С. 174-179.
5. Карпов С.Ю., Понимаскин А.Я. Особенности подготовки пожарно-технического эксперта. Актуальные проблемы российского права. 2024. Т. 19. № 1 (158). С. 155-165.
6. Карпов С.Ю., Понимаскин А.Я. Практика аттестации пожарно-технических экспертов: тенденции, вопросы, предложения. Актуальные проблемы российского права. 2024. Т. 19. № 6 (163). С. 144-155.
7. Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 N 102-ФЗ
8. Федеральный закон "О техническом регулировании" от 27.12.2002 N 184-ФЗ
9. Приказ МЧС РФ от 14 октября 2005 г. N 745 "О создании судебно-экспертных учреждений и экспертных подразделений федеральной противопожарной службы"
10. Карпов С.Ю. Реестр судебных пожарно-технических экспертов как инструмент повышения качества в расследовании и сокращений сроков судопроизводства. Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2024. № 2. С. 119-125.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1 СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ, БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ

Антипова А. С., Харламенков А. С. Сухая вода как современное средство обеспечения пожарной и экологической безопасности промышленных и гражданских объектов.....3

Багажков И. В., Ташлинцев В. С. Применение тепловизоров пожарно-спасательными подразделениями.....7

Бахтиев Р. Н., Гамалеев Н. В. Актуальность применения мобильных средств пожаротушения в сельском хозяйстве.....11

Беспалов А. А., Ларина А. И., Натареев С. В. Кинетика сорбции ионов тяжелых металлов на сульфокатионите.....14

Борсук О. Ю., Стас Р. Обеспечение пожарной безопасности людей при проектировании.....18

Вахмистров М. В., Евтеев Т. А., Сонина О. Н., Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е. Влияния различных факторов на пирофорные свойства стальной ваты.....23

Сторонкина О. Е. Влияния различных факторов на пирофорные свойства стальной ваты.....23

Вогман Л. П., Долгих Д. В., Простов Е. Е., Простов Е. Н. Анализ пожаровзрывоопасности и условий предотвращения горения и детонации ацетилена в оборудовании.....27

Вогман Л. П., Долгих Д. В., Простов Е. Е., Простов Е. Н. Пожарная безопасность технологических процессов хранения и транспортировки жидкого аммиака.....34

Вогман Л. П., Земский Г. Т., Долгих Д. В., Простов Е. Е. Пожаровзрывобезопасность производства и хранения растительных масел.....40

Вознюк О. Н., Косицкий С. С., Заболотских М. А. Технические средства обеспечения надежности и безопасности объектов защиты.....47

Гергишан С. В., Овчинников А. А. Средства огнезащиты железобетонных строительных конструкций. Виды и особенности.....51

Гессе Ж. Ф., Фролова Т. В., Снегирев Д. Г. Применение неорганических веществ при создании средств огензащиты древесины.....54

Гришин Р. А., Козлова О. В., Санжеева Е. Б. Текстиль технического назначения с огнезащитными свойствами.....59

Губанов А. П., Новичкова Н. Ю. Современные технологии борьбы с пенообразованием в производственных процессах химической промышленности.....64

Занкин Ю. С. Основные характеристики объектов МЭС.....69

Иванов С. А., Лютова С. В. Современные методы обеспечения пожарной безопасности в нефтегазовой отрасли.....73

Князев В. Н., Фертюк М. А. Внедрение современных устройств для обеспечения пожарной безопасности промышленных объектов, связанных с процессом производства картона.....76

Ковшик В. Л., Багажков И. В. Опасность термической деструкции полимерных и полимерсодержащих строительных материалов при пожаре.....80

Комяков А. Н., Чистяков Т. И., Жучков В. В., Болдырев Е. Н., Петербургский Д. А. Малобюджетные быстровозводимые гидротехнические сооружения для безводопроводного противопожарного водоснабжения.....83

Коркин Р. А., Багажков И. В. Основные требования к групповому и индивидуальному освещению на пожаре.....89

Косицкий С. С., Гришенькина Е. А., Заболотских М. А. Методики ремонта пожарных и аварийно-спасательных судов. Полимерные и композитные покрытия ..92

Косицкий С. С., Заболотских М. А., Репин Д. Ю. Основные требования пожарной безопасности, предъявляемые к строительным конструкциям.....96

Краснов А. А., Караваев В. И., Семенова К. В., Пашкова Т. В. Об устройстве для испытания элементов наружных пожарных лестниц.....101

Краснов А. А., Семенова К. В., Пашкова Т. В. Иллюстрированная хронология патентов СССР на метатели сыпучих материалов, пригодных для тушения низовых лесных пожаров, за период 1925-1960 г.г.....105

Краснов А. А., Сырбу С. А., Циркина О. Г., Семенова К. В. К вопросу об измерении коэффициентов теплопроводности тканей.....110

Кузнецова Н. Н., Сафонова Н. Л. Особенности подслойного тушения пожара 114

Куликов С. В. Технологии прогнозирования пожаров.....118

Логачева Т. Н., Зарубин В. П. Предложения по обращению с отработанными маслами в пожарно-спасательных частях для снижения отрицательного влияния на окружающую среду.....122

Малашенков Г. Н., Морщинов Е. Д., Холостов А. Л. Основные ошибки подключения УЗО 126

Малашенков Г. Н., Морщинов Е. Д., Холостов А. Л. Устройство защитного отключения или выключатель дифференциального тока? 129

Малик И. О., Орлов Е. А. Дымососы, их применение при пожаре 131

Мирошниченко С. А., Мордвинова А. В. К вопросу о нормировании противопожарного расстояния от наружных установок до зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.....136

Муратов И. В., Ларина А. И., Натареев С. В. Равновесие процесса ионообменной очистка воды от ионов тяжелых металлов на сульфокатионите.....139

Надточий О. В., Фирсов А. Г., Загуменнова М. В. Использование гидрогелей для обеспечения пожарной безопасности объектов защиты 143

Несирханов М. А., Зарубин В. П. Разработка устройства для технического обслуживания пожарных рукавов 149

Осмоловская А. А. Пожарная опасность мебельных отделочных тканей 153

Пашкова Т. В., ***Александров А. И., Краснов А. А.*** Получение и исследование пироактивных пленок Ленгмюра-Блоджетт на основе некоторых фенилбензоатов и бифенилов 155

Перевозникова А. Б., Богданова В. В., Кобец О. И., Платонов А. С., Бурая О. Н. Оптимизация рецептурного состава и свойств огнезащитного термовспениваемого композита на основе водно-дисперсионного связующего.....160

Пешакова В. А. Показатель пожарного риска, как важный фактор обеспеченности пожарной безопасности объекта.....166

Пешакова В. А., Каменецкая Н. В. Применение огнезащитных панелей – FIPRO, FIPRO MS в качестве конструктивно-отделочного материала для жилых и общественных помещений в кораблестроении.....170

Покровский А. А., Кропотова Н. А. Роль иммерсивных технологий при оценке рисков возникновения ландшафтных пожаров.....176

Пророкова Н. П. Новые подходы к приданию волокнистым материалам специальных свойств для обеспечения безопасности человека и окружающей среды 180

Рева О. В., Коваль В. В., Чашев Е. Д. Придание огнестойкости упаковочным материалам на основе сульфатной хвойной небеленой целлюлозы.....184

Сальников В. А., Антипов В. А. Применение пожарных роботизированных детекторов с использованием интернета 188

Смекалин С. В., Таволжанский С. В. Обеспечение пожарной безопасности на промышленных объектах для безопасности работников.....193

Смирнов А. О. Особенности пожаротушения электромобилей.....199

Смирнов Н. В, Булгаков В. В., Зубань Т. С., Молчадский О. И., Аверкина Н. Б. К вопросу о горючести материалов конструктивной огнезащиты строительных конструкций 203

Смирнов С. А., Шикова Т. Г., Холодков И. В., Поспелов А. С., Сажин И. И. Поляризация пленок ПВДФ в разрядах различного типа 206

Снегирев Д. Г., Гришина Е. П., Гессе Ж. Ф. Химический состав и пожарная опасность электрического кабеля типа ПВС.....211

Соколик Г. А., Лейнова С. Л., Свирщевский С. Ф., Рубинчик С. Я. Классификация материалов, применяемых в качестве теплоизоляционных на территории Республики Беларусь.....214

Таратанов Н. А., Глазепа Ю. С. Теоретические основы пожарной опасности литий-ионных аккумуляторов 219

Трунов А. С. Сигнализация для пробуждения спящих и глухонемых людей 223

Федосов С. В., Сырбу С. А., Шарабанова И. Ю., Соколов А. М. Воздействие пожаров на штепсельные стыки железобетонных колонн, замоноличенные эпоксидной смолой.....227

Фомин М. В., Угорелов В. А., Перегудов Р. А., Денисов А. Н. Совершенствование системы обеспечения пожарной безопасности атомных электростанций 233

Хазипова В. В., Мнускина Ю. В., Машуков Д. А., Кипря А. В., Лапина Л. В. Повышение экологической и пожарной безопасности полигонов твердых бытовых отходов 239

Царегородцев А. М., Симашов Д. Р., Мочалова Т. А., Сонина О. Н., Сторонкина О. Е. Исследование эффективности применения негорючей ткани «Антипирос» при тушении модельных очагов пожаров класса В 245

Чухнин В. М., Рябиков А. А., Натареев С. В. Очистка воды методом ионного обмена на целлюлозосодержащем катионите.....248

Шишов М. Д. Статистические данные по пожарам, произошедших на промышленных объектах.....252

Шишов М. Д. Теоретические основы системы обеспечения пожарной безопасности на промышленных объектах 257

РАЗДЕЛ 2 ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ, МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Арканов П. В., Юркин А. В., Гладких Р. Ю. Методы термодинамического анализа для оценки пожарной опасности полимерных материалов в строительстве 263

Горбунов А. С. Методы исследования металлических изделий в экспертизе пожаров 267

Дымов С. М., Вищекин М. В., Александров А. М., Коренкова О. А. Необходимое количество манекенов для испытаний средств спасения с высоты 271

Зыкова С. А., Остапко В. Д., Здоровцев Г. Г., Пицюк И. Л. Применение комплексных чисел в практических расчетах задач пожарной и техносферной безопасности 275

Иванов В. Д., Иванова М. В. Исследование микрофизических свойств дисперсных структур, образующихся и применяемых в зоне пожара 279

Красовская Д. В., Шабунин С. А. Применение физико-химических методов исследования для оценки пожарной опасности автомобильной электропроводки 284

Лукьянов А. В., Лащенов А. В., Хацько М. С. Естественно-научные методы определения пожарной опасности полимеров 287

Минкин Д. А., Кораблев В. А. Оценка влияния размеров источников теплового излучения на результаты тепловизионных измерений 290

Паренкина В. И., Радаев С. Ю., Уварова Н. И. Моделирование распространения огня и тепла с помощью дифференциальных уравнений 295

Пицык В. В., Дорохова О. Е., Хонгорова О. В. Прогнозирование технического состояния систем с применением обобщенного псевдообращения матриц 300

Ситанов Д. В., Блинов Д. И. Спектральный метод контроля содержания вредных веществ в природных объектах.....304

Смирнов Н. В., Зубань А. В., Кривошапкина О. В., Поединцев Е. А. К вопросу об определении исходных данных для математического моделирования развития пожара в зданиях.....308

Соловьева П. В., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А., Сонина О. Н. *В*озможности использования ИК-спектроскопии для исследования обгоревших полимеров при выявлении причин возгорания автотранспортных средств 311

Фомичев Л. Ю., Григорьев Д. В. Исследование способа определения горючести материалов на основании количественного химического состава 315

Цыганков М. С. Применение способа двустороннего прогрева вспучивающихся огнезащитных покрытий 319

Шабунин С. А., Ульева С. Н., Никифоров А. Л. К вопросу о применении термических методов исследования к оценке пожарной опасности веществ и материалов 324

Шойванов П. В., Здоровцев Г. Г. Важность учета особенностей проектирования электронной платы бытовой техники при возгорании по причине дугового пробоя по поверхности 327

РАЗДЕЛ 3 КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

Антипов В. А., Мещалкин В. С. Исследование свёрточной нейронной сети MASK R-CNN, применяемой для обнаружения пожара и извещения о нём 332

Апарин А. А., Билецкая Д. А., Щанников Т. А. Чат-бот как дополнительное средство информации для людей о пожаре на территории объекта защиты 337

Беженар В. Ю., Усачева Т. В. Современные информационные технологии как инструмент повышения пожарной безопасности 340

Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Кондашов А. А. Разработка программы расчета состава сил и средств объектового подразделения пожарной охраны для организации и осуществления тушения пожаров 345

Бубнов В. Б., Аверина Е. А. Роль искусственного интеллекта в пожарной безопасности 350

Герцог Е. А. Статистические данные по пожарам, произошедших в зданиях с большими внутренними объемами и массовым пребыванием людей в РФ и Амурской области.....354

Доценко А. С., Трунов А. С. Применение информационных технологий для пожаротушения на нефтебазах 358

Карпов С. Ю. Обеспечение пожарной безопасности территорий на основе атласной информационной системы о пожарах 362

Карпов С. Ю., Понимаскин А. Я., Карпов Д. С. К вопросу о использовании искусственного интеллекта в деятельности по расследованию и экспертизе пожаров 369

Кондашов А. А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю. Разработка программы расчета радиуса обслуживания объектового подразделения пожарной охраны.....376

Коновалова В. С., Ваганов Н. А. Использование нейросетей для подбора нормативной документации об экологической и пожарной безопасности строительных материалов 380

Косицкий С. С., Заболотских М. А., Репин Д. Ю. Обзор программного обеспечения для оценки опасных факторов пожара 386

Котосонов А. С. Определение расчетных индексов подверженности территории Республики Татарстан природным пожарам 390

Лучина Н. В. Доработка системы-112 с целью доведения до экстренных оперативных служб информации о типе электротранспорта, попавшего в аварию.....396

Макулов Д. М., Иванов В. Е., Хармич Л. Л. Современные информационные технологии в профессиональной деятельности пожарного 400

Мамонтов А. П., Рубан В. А., Антипов В. А. Роботизированные установки пожаротушения, как новый способ повышения защищённости предприятий от пожаров 405

Михайлов Д. А., Баешко А. А. Разработка базы данных контроля и учёта пожаров на базе MySQL с помощью веб приложения.....409

Наумова Т. Е. Возможности искусственного интеллекта, делающие работу единых дежурно-диспетчерских служб более эффективной в условиях получения информации о возгорании 414

Петров А. Н. Влияние длины временного ряда на точность прогнозирования количества пожаров в Ярославской области 417

Рубан В. А., Сальников В. А. Направления применения нейросетей в области пожарной безопасности 422

Саблин Н. А., Петрова В. А. Особенности применения SWIR-камеры при ведении боевых действий по тушению пожаров 426

Смекалин С. В., Таволжанский С. В. Современные информационные технологии в обеспечении пожарной безопасности объектов защиты.....431

Третьяков А. А. Новые тенденции в области инноваций пожарной безопасности объектов защиты 436

Третьяков А. А., Мельник А. А., Папырин В. В., Цой А. А. Актуальность цифровизации и внедрения информационных технологий в области системы противопожарной защиты 441

Фирсов А. Г., Загуменнова М. В., Малёмина Е. Н. Интеграция автоматизированной аналитической системы поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России в единую государственную цифровую платформу Российской Федерации «ГосТех».....446

Фурс С. П. Специфика применения VR и AR технологий при обучении принципам пожарной безопасности и подготовке специалистов 452

Холодков И. В., Холодкова Н. В., Афонина К. С. Анализ возможности применения датчика цвета TCS 230 для исследования термохромных материалов 456

Холодков И. В., Холодкова Н. В., Моисеев Л. Е. Использование сегнетоэлектрической памяти в концепции автономных систем сбора данных 461

Чернышов П. А., Лебедев М. С., Зубань В. В., Ильичев В. В., Панфилова Е. Д. Применение математического моделирования при оценке принятых проектных решений в части взаимного расположения дымоприемных устройств в составе систем противодымной вентиляции 465

РАЗДЕЛ 4 ПЕДАГОГИКА И МЕТОДОЛОГИЯ ОБЩЕЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ

Ардисламов В. В., Шипилов Р. М. Другой взгляд на тренировки газодымозащитников 469

Багажков И. В., Кузнецов А. В., Пестов И. В. Отработка методики применения тактической вентиляции курсантами Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России 471

Гаврюшенко В. П., Володченкова В. В. Использование передовых технологий в процессе подготовки пожарных и спасателей.....475

Гойкалов Г. Г., Гузь С. В. Проблемные вопросы подготовки пожарных и спасателей при ликвидации пожаров, чрезвычайных ситуаций и аварийно-спасательных работ478

Голубцов Н. Р., Губина С. С. Внедрение программного продукта тестирования знаний обучающихся в учебный процесс 483

Егорова Н. И., Трубилко А. И., Медведева Л. В. Виртуальный эксперимент для изучения распределения Максвелла-Больцмана в разделе «Молекулярная физика».487

Иванов С. В., Ковшар Д. М. Особенности обучения водителей специальной высотной техники 492

Исаев Г. Е. Об общественных организациях, осуществляющих свою деятельность в области пожарной безопасности.....497

Киздермишова С. Х., Кучинская Е. А. Из опыта организации проектной деятельности обучающихся специальности 20.05.01 Пожарная безопасность в соответствии с педагогическим подходом "Обучение служением" 503

Киселёв А. С., Кроливец А. В., Чумила Е. А. Организация физической подготовки в университете гражданской защиты 507

Кропотова Н. А. Роль мотивации к профессиональной деятельности в подготовке специалистов пожарно-технического профиля.....510

Лобова А. А. Изучение профессии через изучение иностранного языка: пропедевтический подход к преподаванию дисциплин гуманитарного цикла в техническом вузе 517

Логинов В. В. Опыт использования тестирования для оценки подготовки обучаемых в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.....523

Лопанова Е. В. Формирование предметных результатов обучающихся на уроках ОБЗР с применением подкастов 527

Поздеева А. В., Чумила Е. А., Сорокин А. В. Оценка эффективности организации педагогического контроля за уровнем физической подготовленности обучающихся и работников МЧС 532

Рева О. В. Методы активного обучения в преподавании естественнонаучных дисциплин при подготовке пожарных и спасателей 536

Супонева А. В., Антоненко В. В. Применение игровых технологий в процессе обучения математическим дисциплинам в военном вузе 541

Третьяков А. А., Марченко М. А., Попов Б. И. Актуальность внедрения новых информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе вузов МЧС России 546

Холодкова Т. Е., Ковалева Д. С. Роль волонтеров в повышении эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации: подходы и практики в ликвидации природных пожаров 551

Червоноокая С. М. Педагогические стратегии интеграции САПР в инженерно-графическое образование: мотивационные механизмы и формирование цифровых компетенций 554

Черкесов В. В., Петров А. В., Хацько М. С. Особенности оказания первой помощи пожарными-спасателями МЧС при минно-взрывной травме в условиях ведения СВО 560

Чумила Е. А., Булва А. Д., Поздеева А. В. Научно-методические основы организации педагогического контроля в процессе занятий физическими упражнениями 565

Шмелева Ю. В. Гармонизация межэтнических и межкультурных отношений как способ формирования личности курсанта Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России 568

Юньков Е. С. Анисимов В. В. Методика проведения занятий при использовании тактической вентиляции 574

РАЗДЕЛ 5 РАЗНОЕ

Карпов С. Ю., Понимаскин А. Я. Актуальные проблемы в деятельности судебно-экспертных учреждений при производстве пожарно-технических экспертиз: размышления и рекомендации 580

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ II ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

Иваново, 27 февраля 2025 года

Текстовое электронное издание

Издается в авторской редакции

Подготовлено к изданию 27.03.2025 г.
Формат 60×90 1/8. Усл. печ. л. 64,1. Заказ № 312

Отделение координации научной
и редакционно-издательской деятельности
научно-технического отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33

ISBN 978-5-907492-72-1