

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

XI МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАОЧНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
**ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**



г. МИНСК, 30 МАЯ 2025 г.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ
МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

*Сборник материалов
XI Международной заочной научно-практической конференции*

30 мая 2025 года

Минск
УГЗ
2025

УДК 614.8 (045)
ББК 68.9
Т38

Организационный комитет конференции:

Полевода Иван Иванович – начальник Университета гражданской защиты, д.т.н., доцент – председатель комитета;

Лахвич Вячеслав Вячеславович – начальник кафедры ликвидации чрезвычайных ситуаций Университета гражданской защиты, к.т.н., доцент – сопредседатель;

Члены организационного комитета:

Камлюк Андрей Николаевич – заместитель начальника Университета гражданской защиты, к.физ-мат.н, доцент;

Соколов Юрий Анатольевич – проректор по учебной работе Белорусского государственного медицинского университета, к.м.н., доцент;

Байков Валентин Иванович – главный научный сотрудник лаборатории турбулентности ИТМО им. А.В.Лыкова НАН Беларуси, д.т.н., доцент;

Бабич Виталий Евгеньевич – начальник филиала ИППК Университета гражданской защиты, к.т.н, доцент;

Стринкевич Андрей Леонидович – начальник кафедры организации медицинского обеспечения войск и медицины катастроф Белорусского государственного медицинского университета, к.м.н., доцент;

Ширинкин Павел Владимирович – начальник кафедры пожарной тактики и службы Академии ГПС МЧС России, к.т.н., доцент;

Морозов Артем Александрович - начальник кафедры пожарно-аварийной спасательной техники Университета гражданской защиты, к.т.н., доцент;

Чижев Константин Аркадьевич – доцент 2-ой кафедры внутренних болезней Белорусского государственного медицинского университета, к.м.н., доцент;

Колесников Александр Сергеевич - профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и защита окружающей среды Южно-Казахстанского университета им. М.Ауэзова, Phd, профессор;

Жакипбаев Бибол Ермуратович- профессор кафедры нефтяное и строительное производство Университета дружбы народов имени академика А.Куатбекова, Phd, профессор;

Кобяк Валерий Викторович – профессор Университета гражданской защиты, к.т.н., доцент;

Копытков Владимир Владимирович - доцент кафедры ликвидации чрезвычайных ситуаций Университета гражданской защиты, к.т.н., доцент;

Чижев Людмила Викторовна – доцент Университета гражданской защиты;

*Пивоваров Александр Вадимович – преподаватель кафедры ликвидации чрезвычайных ситуаций Университета гражданской защиты – **ответственный секретарь.***

Т38 Технологии ликвидации чрезвычайных ситуаций: сб. материалов международной заочной научно-практической конференции: – Минск: УГЗ, 2025. – Системные требования: PC, Windows 2000/XP и выше, Internet Explorer, видеокарта. – 2 Mb.
ISBN 978-985-590-267-7.

В сборнике представлены материалы докладов участников XI Международной заочной научно-практической конференции «Технологии ликвидации чрезвычайных ситуаций», состоявшейся 30 мая 2025 года.

Издание предназначено для курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктуры (аспирантуры) учреждений образования и научных учреждений.

Тезисы представлены в авторской редакции.

Фамилии авторов набраны курсивом, после авторов указаны научные руководители.

УДК 614.8 (045)
ББК 68.9

ISBN 978-985-590-267-7

© Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты Министерства
по чрезвычайным ситуациям Республики
Беларусь», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ № 1

«ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

<i>Kuznetsov M.V.</i> THE USE OF HIGH-TECH FIBERGLASS WOVEN CATALYTIC MATERIALS TO PREVENT NATURAL AND MAN-MADE EMERGENCIES, AS WELL AS IN THE ELIMINATION OF THEIR CONSEQUENCES	9
<i>Kuznetsov M.V.</i> ON THE POSSIBILITY OF USING GLASS POLYMER COMPOSITE MATERIALS WITH FLUOROPLASTIC BINDERS TO PREVENT EMERGENCIES AND ELIMINATE THEIR CONSEQUENCES	12
<i>Kuznetsov M.V.</i> IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL APPROACHES TO EMERGENCY RESPONSE BY PURIFYING WATERS FOR VARIOUS PURPOSES FROM NITRATE-NITRITE CONTAMINATION USING FIBERGLASS WOVEN CATALYSTS	14
<i>Tisko Ya.I., Korobochka D.N., Pivovarov A.V.</i> FIRE SUPPRESSION OF ELECTRIC VEHICLES: FROM INCIDENT ANALYSIS TO EFFECTIVE STRATEGIES	17
<i>Кайбичев И.А.</i> ЛИНЕЙНАЯ ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ	20
<i>Кайбичев И.А.</i> АНАЛИЗ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ С ПОМОЩЬЮ ИНДИКАТОРА МОМЕНТУМ	24
<i>Асланов М.М., Пивоваров А.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	26
<i>Белятко В.В., Кобяк В.В.</i> О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ АВАРИЙНЫХ КАРТОЧЕК НА ЭЛЕКТРОАВТОМОБИЛИ	28
<i>Белятко В.В., Кобяк В.В.</i> ПОЖАРЫ НА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ	30
<i>Белятко В.В., Кобяк В.В.</i> АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТОВ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ АВАРИЙНЫХ КАРТОЧЕК	32
<i>Василекин Д.С., Юрчик Е.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАСЧЕТЕ ЗОНЫ ХИМИЧЕСКОГО ЗАРАЖЕНИЯ В СЛУЧАЕ АВАРИЙНОГО ВЫБРОСА ОПАСНОГО ХИМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА	35
<i>Гонтарев С.А., Шилов И.А.</i> АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ШТАБА «АРМ ШТАБ»	37
<i>Жернаков Д.В., Стеблянский Л.Н.</i> АНАЛИЗ ПРАКТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ ПЕРСОНАЛА СЛУЖБЫ СПАСЕНИЯ «911» («112»), СВЯЗАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	39
<i>Комар В.В., Кобяк В.В.</i> МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА	43
<i>Костюкевич И.Д., Пивоваров А.В.</i> УПРАВЛЯЕМЫЙ ОТЖИГ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ	44
<i>Кроливец А.В., Шилов И.А.</i> ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ В ТОРГОВЫХ ОБЪЕКТАХ	45
<i>Кузнецова Н.Н., Мбейандже А.А.</i> ПОДСЛОЙНОЕ ТУШЕНИЕ: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ	47
<i>Куликовская А.С., Кобяк В.В.</i> СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В МУЗЕЯХ И АРХИВОХРАНИЛИЩАХ	50
<i>Курский И.А., Пивоваров А.В., Морозов А.А.</i> ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ПОЖАРАМИ В СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	52

Любезников К.И., Ребко Д.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ И ДРУГОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	55
Малаш Н.И., Довыденко А.С. РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЯМ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	59
Марушко Е.О., Кобяк В.В. ТАКТИКА ТУШЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ	60
Машара А.И., Шилов И.А. ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМАТИКА ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ГАЗОНЕФТЯНЫХ СКВАЖИНАХ	62
Мороз С.А., Кобяк В.В. АВАРИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	64
Мороз С.А., Кобяк В.В. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПОДХОДЫ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С АММИАКОМ	65
Морозов А.А., Котов А.А. ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА	67
Пеньков И. А. ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ	69
Пивоварчик А.Ю., Шилов И.А. РАЗВЕДКА И ТУШЕНИЕ ПОЖАРА ВНУТРИ ЗДАНИЯ	73
Пивоварчик А.Ю., Шилов И.А. АЛГОРИТМ ДЕЙСТВИЙ ПРИ РАЗРЫВЕ ЗВЕНА ГДЗС	76
Пивоварчик А.Ю., Шилов И.А. ПАРАМЕТРЫ ПОЖАРА И СТАДИИ ЕГО РАЗВИТИЯ	77
Санько К.И., Юрчик Е.В. ТУШЕНИЕ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ	84
Сливинская А.А., Кобяк В.В. СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ	87
Федькович В.А., Контява Е.Д., Мороз А.Н. ОСНОВНЫЕ РИСКИ ПРИ РАБОТЕ НА ВЫСОТЕ	88
Хробак Д.В., Шилов И.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ДРУГОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	89
Шаныгина Н.Н., Кобяк В.В. ПОДСЛОЙНОЕ ТУШЕНИЕ РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ	92
Шейпак К.С., Нахай Д.В. ПРЕИМУЩЕСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «ПОЖАРНЫХ БОМБ» В ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА	93
Шудрик А.А., Коваленко И.И., Копытков В.В. ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	94

СЕКЦИЯ № 2 «ПОЖАРНАЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ, СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЧС И ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ»

Kuznetsov M.V. SOME FEATURES OF HETEROGENEOUS CATALYTIC COMBUSTION PROCESSES IN THE COMBUSTION CHAMBERS OF GAS TURBINE INSTALLATIONS AND THE POSSIBILITIES OF THEIR PRACTICAL APPLICATIONS	96
Антощенко Е.А., Приходько Н.С., Снежко А.А. ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОЙ АНАЛИЗ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ УГАРНОГО ГАЗА	98
Болдасенко А.А., Шилов И.А. ЛИФТЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ	99

Бунто И.А. ПРИМЕНЕНИЕ СПРИНКЛЕРНЫХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	101
Домосканова Т.М., Кобяк В.В. АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ	104
Казарин Д.Ю., Кобяк В.В. РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	106
Казутин Е.Г. КАТЕГОРИРОВАНИЕ ПОЖАРНЫХ АВТОЦИСТЕРН С УЧЕТОМ РАСХОДА РЕСУРСА	108
Карпеев А.В., Ребко Д.В. ПРИНЦИП РАБОТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ FORESTGALES	110
Кондашов А.А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю. ИЗУЧЕНИЕ СВЕДЕНИЙ О ПОТРЕБНОСТИ В ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЯХ В ОБЪЕКТОВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ	111
Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В., Лахвич В.В. МЕХАНИЗМЫ, ФАКТОРЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗГОНА ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ	115
Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В. ПРИМЕНЕНИЕ СТВОЛА-ПРОБОЙНИКА ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА СИЛОВОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ	117
Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В. КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ ПЕРЧАТОК: ПОИСК И ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ	119
Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В., Лахвич В.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ROSENBAUER BATTERY EXTINGUISHING SYSTEM TECHNOLOGY ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ВОЗГОРАНИЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ	120
Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПЕРЧАТКИ СПАСАТЕЛЯ, КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОСИСТЕМЫ «SMART FIREFIGHTER»: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ	122
Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В., Кобяк В.В. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОТРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА	124
Краевский Д.Р., Котенко А.И., Пивоваров А.В. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ШЛЕМОВ ПОЖАРНЫХ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	125
Морозов А.А., Кузнецов Д.А. МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РУЧНЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ ПРИ ПОДАЧИ ОГNETУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ НА РАЗЛИЧНЫЕ ЭТАЖИ ЗДАНИЙ	128
Куликовский Е.Ю., Ребко Д.В. СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ	130
Кушнир О.Г. ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ СРЕДСТВ ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНАХ НАВОДНЕНИЙ	132
Лапинский М.В., Курский И.А., Пивоваров А.В. УСТРОЙСТВО УНИВЕРСАЛЬНОЙ СПАСАТЕЛЬНОЙ ПЕТЛИ	134
Левданский А.А., Шилов И.А. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛИКВИДАЦИИ ЧС	135
Лексаков М.А., Пивоваров А.В. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАДИАЦИОННЫХ И ХИМИЧЕСКИХ АВАРИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	137
Лукашик Н.Н., Ребко Д.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛА TYVEK® В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ РАБОТЫ С РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ	139

Навицкий К.О., Шилов И.А. МАСКА «QWAKE C-THRU» – МАСКА С ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ ДЛЯ СПАСАТЕЛЕЙ-ПОЖАРНЫХ	141
Новиков Е.Д., Шилов И.А. ПРИМЕНЕНИЕ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ В АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ	144
Павлинич Е.С., Масло В.В., Пивоваров А.В. МОБИЛЬНЫЙ УЧЕБНО-ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ В СМОДЕЛИРОВАННОЙ ОБСТАНОВКЕ ЗАКРЫТОГО ПОМЕЩЕНИЯ	146
Пивоваров А.В., Курский И.А. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В КОНСТРУКЦИИ ПОЖАРНЫХ ШЛЕМОВ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	147
Пинчук А.М., Копытков В.В. УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОТРАБОТКИ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ РАБОТЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ИНСТРУМЕНТОМ В КЛИЧЕВСКОМ РОЧС	149
Протас Е.П., Юрчик Е.В. СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ, КАК ВАЖНЕЙШИЙ КОМПОНЕНТ МОНИТОИНГА ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	151
Поздеева А.В., Кобяк В.В. ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЖАРОВ	154
Порошин А.А., Стрельцов О.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю. ВАРИАНТ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА АВТОЛЕСТНИЦ (АВТОПОДЪЕМНИКОВ), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ УКОМПЛЕКТОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ	155
Сейткасымулы К., Кунанбаева Я.Б., Досалиев К.С., Жакипбаев Б.Е., Копытков В.В. О ПОВЫШЕНИИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН	157
Симонов А.Е., Федькович В.А., Гаврошко В.С. ПОЖАРНАЯ, АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ	160
Скакалин Г.Д., Шилов И.А. ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ РОБОТ «COLOSSUS»	163
Старовойтов Е.Д. ГИБРИДНЫЕ СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ В ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	164
Старовойтов Е.Д. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИБРИДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ: ОТ ИНЖЕНЕРНОЙ КОНЦЕПЦИИ К ОПЕРАТИВНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ	165
Старовойтов Е.Д. ИНТЕГРАЦИЯ ГИБРИДНЫХ ПРИВОДОВ В СПЕЦАВТОМОБИЛИ ДЛЯ РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ: БАРЬЕРЫ И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ	167
Тавгень Р.Е., Пивоваров А.В. РОБОТИЗИРОВАННАЯ ПЛАТФОРМА UNITREE B2-W ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ	168
Таубе А.В., Шилов И.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СИСТЕМЕ МЧС	170
Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Бобринев Е.В. АНАЛИЗ СВЕДЕНИЙ О ШТАТНОЙ И ФАКТИЧЕСКОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ОБЪЕКТОВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ	171
Шейпак К.С., Нахай Д.М. ПРЕИМУЩЕСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНИКОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ	175
Шилобрит Д.И. ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ТРЕНИРОВКА КАК ОСНОВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОТНИКОВ.	176
Шилов И.А., Юрчик Е.В. ВСТАВКА ДЛЯ НАРАЩИВАНИЯ РАБОЧЕЙ РУКАВНОЙ ЛИНИИ	180

<i>Широков Г.С., Сацук И.В.</i> СОЗДАНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ВИНТОВ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ НУЖД МЧС РОССИИ	183
---	-----

СЕКЦИЯ № 3 «МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

<i>Григорчук И.П.</i> КАЛЬЦИФИЦИРУЮЩАЯ ТЕНДИНОПАТИЯ	188
<i>Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.</i> ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СПАСАТЕЛЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	191
<i>Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.</i> ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СПАСАТЕЛЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	192
<i>Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.</i> ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СПАСАТЕЛЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ БОЕВОЙ ЗАДАЧИ	194
<i>Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.</i> БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ЗДОРОВЬЯ СПАСАТЕЛЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧС	195
<i>Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.</i> ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТРЕСС, КАК ПАТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАЗВИТИЯ СОМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СПАСАТЕЛЯ	197
<i>Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.</i> ОБЩИЙ АДАПТАЦИОННЫЙ СИНДРОМ СПАСАТЕЛЯ	198
<i>Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	200
<i>Латинский М.В., Курский И.А., Пивоваров А.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СПАСАТЕЛЬНОЙ ПЕТЛИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПОСТРАДАВШИХ	201
<i>Латинский М.В., Курский И.А., Пивоваров А.В.</i> ЭКСТРЕННАЯ ТРАНСПОРТИРОВКА ПОСТРАДАВШЕГО ПРИ ПОМОЩИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СПАСАТЕЛЬНОЙ ПЕТЛИ СПОСОБОМ «ТРИ ВОСЬМЕРКИ»	202

СЕКЦИЯ № 4 «ПЕРВЫЙ ШАГ В НАУКУ»

<i>Дорош С.С., Яхимович Д.Л., Мартыненко Т.М.</i> ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ	204
<i>Бусько П.В., Пивоваров А.В.</i> КАТАСТРОФА В ПОРТУ БЕЙРУТА: АНАЛИЗ ПРИЧИН, ХРОНОЛОГИИ И ПОСЛЕДСТВИЙ	205
<i>Гусаров И.С.</i> ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ VR/AR-ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ	207
<i>Гусаров И.С.</i> СЦЕНА ОБУЧАЮЩЕЙ СИМУЛЯЦИИ В ВИРТУАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ ПОЖАРНЫХ	209
<i>Гусаров И.С.</i> ВЛИЯНИЕ ТАКТИЛЬНЫХ ОЩУЩЕНИЙ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ	212
<i>Гусаров И.С.</i> ВИРТУАЛЬНАЯ СИМУЛЯЦИЯ С ТАКТИЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МАКЕТЕ ТРЕНАЖЕРА С ИМИТАЦИЕЙ ЭФФЕКТОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В УСЛОВИЯХ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ-ПОЖАРНЫХ	215
<i>Довыденко А.С.</i> РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЯМ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	217

<i>Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В.</i> ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: АНАЛИЗ ПРИЧИН И ПОСЛЕДСТВИЙ	219
<i>Мороз А.Н., Копытков В.В.</i> АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОЖАРОВ В СИБИРИ	221
<i>Огорелов Д.А., Копытков В.В.</i> АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ В НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «СКЛАДЫ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ»	222
<i>Помозков Д.А., Юрчик Е.В.</i> ЛОС-АНДЖЕЛЕС В ОГНЕ: АНАЛИЗ МАСШТАБОВ И ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	224
<i>Зиновьева М.Н., Петрова Н.Г., Сидоркин В.А., Сидоркин Г.В., Величко В.М., Тетерин А.В.</i> АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В РАЗВИТИЕ СТРАТЕГИИ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕТЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА	228
<i>Скуратов А.А., Булавка Ю.А.</i> АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКИ	232
<i>Смолик В.С., Кобяк В.В.</i> АНАЛИЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ	236
<i>Соляnnиков А.А., Горшков А.Г.</i> ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИЧНЫХ ГАЗОВ НА ОРГАНИЗМ ПОЖАРНЫХ	238
<i>Шишкин М.С., Хахин А.И., Белоглазова Т.В.</i> ОБ ОЦЕНКЕ ДЕФОРМАЦИИ ЗАЩИТНОЙ СЕТКИ	240

Секция 1

ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

UDC 504.05; 614.8; 536.24; 666.189.21; 544.478

THE USE OF HIGH-TECH FIBERGLASS WOVEN CATALYTIC MATERIALS TO PREVENT NATURAL AND MAN-MADE EMERGENCIES, AS WELL AS IN THE ELIMINATION OF THEIR CONSEQUENCES

Kuznetsov M.V.

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

The fiberglass woven catalytic (FGWC) systems under consideration were formed on the basis of silica (or aluminoborosilicate) amorphous fiberglass matrices alloyed with various metals and designed as products with different types of woven structure [1]. These materials are highly effective in high-temperature processes for the neutralization of industrial gas emissions, in the purification of aqueous media from oil, fuel oil, fuels and higher hydrocarbons, in the processes of removing nitrate-nitrite impurities dissolved in water, as well as to reduce the likelihood of methane explosions and reduce their consequences in mine workings by installing catalytic curtains. The prospects of using systems of this type and their advantages in comparison with standard catalytic systems in various processes, including those related to the prevention and elimination of consequences of natural accidents, as well as man-made emergencies, are shown.

Laboratory studies and industrial tests have shown that the catalytic systems we have studied can be effective in various technological processes. The phase disequilibrium of the basis of FGWC systems is their fundamental feature, since it is this factor that largely determines the possibility of extreme properties, including at high temperatures. The catalytic activation of FGWC is carried out by implantation methods into an amorphous silica matrix of metal ions. As a result of this operation, the glassy matrix acquires unusual catalytic properties, and the element introduced into its structure (metal in a reduced or oxidized state) is firmly held there and does not undergo migration, agglomeration and separation from the carrier. FGWC elements are characterized by high catalytic activity with a very low content of a metal component in the matrix (hundredths to tenths of a percent by weight). FGWC elements are characterized by a highly developed catalytic surface. Macroporosity is determined and regulated by the selection of a specific multi-fiber matrix structure, as well as the type of weaving of threads into the working fabric (simple woven weave, twill, satin, mesh, jacquard, etc.). The microporosity of the FGWC is easily adjusted by changing the chemical composition of the glass and introducing special pretreatment operations for the fiberglass matrix of the carrier. The internal surface of the FGWC can vary according to the requirements of a specific catalytic process from units (for alkaline glass) to hundreds (for aluminoborosilicate glass) square meters per gram of catalyst mass with a wide pore size distribution (10 - 1000 Å). FGWC are characterized by high chemical and thermal resistance, mechanical strength, abrasion and dust resistance. The use of FGWC in technological processes makes it possible to implement an efficient cassette design in a catalytic reactor due to a layered catalyst package with a significant reduction in the total load weight compared to traditional catalysts. Such a cassette design of the catalyst cartridge package ensures operational simplicity and efficiency of its installation and extraction of the spent element from the reactor. The production process of FGWC materials is characterized by the continuity of the technological scheme, its easy adaptability to a new product, as well as cost-effectiveness.

Fiberglass sorbents can be made on the basis of FGWC materials, which can be used to eliminate the consequences of an emergency. As a result, fiberglass sorbents, depending on the manufacturing method, as well as additional chemical treatment, can be used for: purification of aquatic environments from oil, fuel oil, fuels and higher hydrocarbons (due to the fact that much attention is currently being paid to the problem of purification from oil and higher hydrocarbons of seas, rivers, soil in connection with the annual growth of their extraction, processing and use, as well as various kinds of emergencies related to accidents of oil pipelines, accidents of automobile and railway transport during transportation of petroleum products, etc.); work as desiccants of gas streams; purification of gas emissions from organic and inorganic impurities; ion exchange processes and wastewater purification from heavy metal ions and other pollutants, including in case of man-made accidents; sorption separation, concentration, isolation of valuable components of discharge liquid streams; use as desiccants and absorbers in refrigeration, in air conditioners, in household appliances; use as carriers of catalysts, enzymes and other functional groups in biochemistry and biotechnology; use for analytical purposes, etc. The use of FGWC in the processes of removing nitrate-nitrite impurities dissolved in water by reducing them in the presence of hydrogen (water hydro-denitrification processes) is also extremely promising [2]. Massive sources of water pollution with nitrates and nitrites are nitrogen fertilizers that filter into the soil from agricultural fields, as well as effluents from industries that include acid etching of metal products in their technological cycle, including in the event of accidents leading to man-made emergencies. The problem of denitrification of waters (especially drinking waters) is of great ecological importance and is becoming particularly acute now. This is due to the intensive use of nitrogen-containing mineral fertilizers in agriculture, which penetrate into groundwater, as well as into natural and artificial reservoirs. The advantages of the proposed process of denitrification of waters through the use of FGWC include the following:

- the proposed water denitrification process is based on the implementation of the nitrate reduction process at the SVTK. They are efficient systems that operate stably at temperatures of 10-30 °C and pH 6-7 and have high activity (for example, 40 times higher than biological denitrification systems);
- the proposed technology is very easy to operate and makes it possible to easily reduce bound nitrogen to molecular nitrogen, reducing the concentration of the former from 100 mg/l to 2-5 mg/l;
- the process proposed by the project has significant operational, technological and economic advantages, including osmotic, ion exchange and biological methods, as well as the possibility of implementing continuous denitrification schemes, eliminating the stages of filtration purification of water from a dispersed catalyst.

The possibilities of using platinum-doped FGWC-materials for liquid-phase hydrogenation reactions of mono- and polyfunctional aromatic nitro compounds (from mono- to trinitrobenzene and trinitrotoluene) were investigated in comparison with palladium catalysts based on powdered carbon as a carrier, which are traditional for these processes. [3, 4]. As a result, it was found that fiberglass catalysts are characterized by activity significantly superior to traditional powder systems. An important result of the research was the discovery of exceptionally high selectivity of these systems with respect to sequential hydrogenation of nitro groups (in the Pd/C-powder system, reduction proceeds synchronously across all nitro groups, almost non-selectively). The applied value of the conducted research is already obvious, which opens up the possibilities of single-stage synthesis of complex nitroamines. Moreover, this process should be considered as a technological basis for the development of schemes for the disposal of nitroaromatic explosives (in particular, TNT) to obtain useful civilian products.

Based on the results of the research, a method for the chemical disposal of demilitarized explosives, for example, 2,4,6-trinitrotoluene (TNT), based on its reduction to 2,4,6-triaminotoluene (TAT), was proposed. TAT is the basis for creating competitive products and materials with a valuable set of important practical properties. This is, for example, a unique component (a "stapler" for polyurethane foams - N¹, N¹, N², N², N³, N³-hexa(2-hydroxypropyl)-2,4,6-triaminotoluene, NORSAT). There is also an effective fire extinguishing composition based on the action of a foamed condensation product of TAT with formaldehyde, a technical product with a wide range of applications, methylflorglucine, as well as a new stable monomer (diamine) with a free hydroxyl group in 4-hydroxy-2,6-diaminotoluene. In addition,

new environmentally friendly closed-cycle technologies for these products and materials for their production have been developed, which can be applied at atmospheric pressure and low temperature (up to 100 °C) using water as a reaction medium. The application of the proposed approaches for the catalytic reduction of aromatic nitro compounds to the corresponding amines allows us to obtain, in comparison with traditional technological processes, the following advantages:

- implementation of three-phase catalytic processes in compact and efficient reactors of a new type using high-efficiency reactors with the exclusion of traditional powder catalysts and the filtration stage associated with their use from the technological scheme. This will ensure a high specific process speed and, as a result, a significant simplification of the technology of hydrogenation of aromatic nitro compounds while reducing total capital and operating costs;

- the use of a continuous automated process cycle for the production and regeneration of catalysts, which provides flexibility in changing process modes and obtaining catalysts with a high degree of reproducibility, as well as a significant simplification of production technology.

In view of the recent increase in methane explosions in mine workings, it has become necessary to review existing methods of control and prevention of such explosions in favor of alternative ways to reduce their likelihood and reduce the consequences in the event of explosive situations. The ideology of this alternative approach is based on the concept of the influence of solid surfaces that are catalytically active in relation to free radical recombination reactions on critical conditions for the development of a free explosion in gaseous media. It is known that the introduction of such hard surfaces into a gas explosive environment narrows the ignition peninsula and makes it difficult to implement the explosive process. Earlier, attempts were made to control explosive processes (during their modeling) by programmatically introducing a platinum rod into the gas medium. In preliminary experiments on the study of catalytic combustion reactions of ammonia and hydrocarbons, results were obtained that suggest that the presence of a catalytic element in a gaseous medium significantly hinders the development of a homogeneous explosion and significantly increases the critical concentration of the combustible component. The use of a catalytic factor in mine workings is a tool that will reduce the risk of explosive situations during methane volleys during coal mining. Traditional catalytic materials cannot solve this problem due to their granular design. Fiberglass catalysts specially designed for such purposes make it possible to organize "catalytic curtains" in the form of cartridges in the drifts and can form the basis for creating protective anti-explosion screens. Certain difficulties may arise in the implementation of the described approach due to the presence of smoke and dust in the mine gas media. However, despite this, the implementation of a "catalytic" method of combating methane explosions in coal mines seems appropriate. Thus, the prospects of using doped FGWC-materials in various processes, including those related to the prevention and elimination of the consequences of natural accidents, as well as man-made emergencies, are shown.

REFERENCES

1. Barelko, V. V. Fiberglass woven catalysts – alternative catalytic materials for various industries / V. V. Barelko, M. V. Kuznetsov, V. G. Dorokhov, I. P. Parkin // *Russian Journal of Physical Chemistry B.* – 2017. – Vol. 11, № 4. – P. 606–617.
2. Matatov-Meytal, Yu. Cloth catalysts for water denitrification: II. Removal of nitrates using Pd–Cu supported on glass fibers / Yu. Matatov-Meytal, V. Barelko, I. Yuranov, L. Kiwi-Minsker, A. Renken, M. Sheintuch // *Applied Catalysis B: Environmental.* – 2001. – Vol. 31, № 4. – P. 233–240.
3. Dorokhov, V. G. A new process for reducing nitrobenzene to aniline in the liquid phase on palladium-activated fiberglass catalysts / V. G. Dorokhov, V. V. Barelko, B. S. Bal'zhinimaev, I. A. Yuranov // *Khimicheskaya Promyshlennost.* – 1999. – № 8. – P. 44–48.
4. Wu, Chuntiag Characteristic features of the selective action of platinum-doped glass fiber woven catalysts in the liquid-phase reduction of polyfunctional aromatic nitro compounds / Chuntiag Wu, V. G. Dorokhov, G. A. Boiko, B. S. Balzhinimaev, V. V. Barelko // *Doklady Chemistry.* – 2005. – Vol. 402, № 2. – P. 111–113.

ON THE POSSIBILITY OF USING GLASS POLYMER COMPOSITE MATERIALS WITH FLUOROPLASTIC BINDERS TO PREVENT EMERGENCIES AND ELIMINATE THEIR CONSEQUENCES

Kuznetsov M.V.

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

An innovative method for producing fabrics with an increased degree of thermal stability, stability in aggressive environments and high hydrophobicity is proposed. When processing fiberglass substrates, radiation-synthesized solutions of low molecular weight polymers (telomeres) of tetrafluoroethylene must be used as sources of fluoroplast. The simultaneous use of pretreated acid etching fiberglass and TFE telomer solutions for its impregnation makes it possible to obtain a material with a fluoroplast content of about 5%, which has various useful functional characteristics. These properties can be used to solve the tasks assigned to the units of the EMERCOM of Russia in the aftermath of emergencies, as well as to prevent the occurrence of emergencies in various production processes.

A fundamentally new domestic import-substituting technology for the manufacture of a glass polymer composite material with fluoroplastic binders has been developed [1-3]. The technology of introducing fluoroplast into a fiberglass matrix is based on the application of the operation of impregnating the base with liquid media containing a fluoropolymer component. In this case, solutions of low molecular weight fractions (chain length 5-20 links) of polytetrafluoroethylene are used as impregnation media. The key factor that made it possible to implement such a technology was the discovery of a radiation-based process for producing low-molecular-weight polytetrafluoroethylene, soluble in organic solvents. TFE telomeres were obtained by its polymerization in an acetone solution using ionizing radiation (γ -radiation ^{60}Co), have the gross formula $\text{R1}-(\text{C}_2\text{F}_4)_n-\text{R2}$, where R1 and R2 are acetone radical groups. Radiation telomerization of a tetrafluoroethylene solution proceeds very intensively and leads to the formation of a transparent, slightly viscous solution. Almost 100% product yield is achieved within a few hours of the process (2-6 hours, depending on the radiation dose rate). As the dose rate increases, the rate of the process increases. The telomerization process proceeds by a radical mechanism, as indicated by the fact that typical radical inhibitors (oxygen and hydroquinone) actively inhibit telomerization.

The positive results were achieved due to the following components:

- 1) the use of an impregnation medium in the form of a telomere solution ensures its effective capillary penetration into the interstitial cavities of the fiberglass filler and reliable wetting of each elementary thread with the impregnation medium (the size of the fibers and interstitial cavities of fiberglass is 6-9 microns);
- 2) the presence of active solvent functional units at the ends of the telomere chain, which are capable of providing chemical or chemisorption adhesion of the telomere molecule to the filler and giving a certain orientation to the polymer molecule on the surface of the glass fiber;
- 3) the possibility of carrying out physical and chemical activation of the fiberglass filler by acid etching, accompanied by the formation of a surface microrelief of the fiber, the formation of nanopores of chemically active fragments in the subsurface layer.

To implement the actual process of impregnation of fiberglass filler and to study the characteristics of the resulting composite product, a solution of telomere in acetone with a concentration of 4 wt.% was used and the chain length of polytetrafluoroethylene molecules in the range of 5-20 links. The filler samples used in the experiments were made of standard aluminoborosilicate fiberglass. The structure of the filler material chosen for the study had the

simplest woven weave. Fiberglass of this structure is among the fillers of quite common types and is used in the production technology of glass polymer composite materials for a wide range of purposes. The prepared fiberglass filler samples were previously freed from the production oiling agent and etched in a 5% hydrochloric acid solution. The filler samples were impregnated by immersing them in a bath with a telomere solution, and then the samples were released from the solvent in air by drying at moderate temperatures of 40-50 °C. The described impregnation procedure was carried out repeatedly. The telomere capacity of composite samples increases almost linearly with the number of impregnations. The increase in the mass of the telomere relative to the mass of the filler was only a few percent (recall that the content of fluoroplast in fiberglass composites produced by the above-mentioned powder technology company is up to 80% by weight). Thus, glass-polymer composite materials based on a fundamentally new type of fluoroplastic binder were obtained [4, 5].

Within the framework of the developed technology, radiation-synthesized solutions of low molecular weight polymers (telomeres) of tetrafluoroethylene are used as sources of fluoroplast. The simultaneous use of pretreated acid etching fiberglass and TFE telomer solutions for its impregnation makes it possible to obtain a material with a fluoroplast content of about 4.5 wt.% (instead of 60-80 wt.% in accordance with currently used industrial technologies) without compromising the useful functional characteristics of the final products.

The proposed glass polymer composite materials can also be used in the chemical, petrochemical, mechanical engineering, electronics and other industries, as well as in the manufacture of pipes, including for pumping aggressive media.

Technological approaches related to the production of fiberglass fabrics with fluoroplastic impregnation have been developed and tested in the laboratory. All the results related to the described processes and products have been published in articles and patented in Russia. With regard to the development of production technology and the achievement of high performance characteristics of fiberglass, the following results have been achieved so far:

- The fluoroplast content in the product does not exceed 4.5% by weight (compared to 60-80% by weight% for products produced using standard sintering technologies) without deterioration of product characteristics;
- The thermal stability of the product was achieved up to 500⁰C without weight loss, and after processing at T = 200⁰C for 2 hours, the weight loss did not exceed 2-3 %;
- The products demonstrate high acid resistance. After they were immersed in a bath with 2N hydrochloric acid for 3 hours, they lost no more than 1.0-5.0% by weight;
- The products can be described as "superhydrophobic" (no water droplet absorption for ~ 4 hours) with high compatibility with food and living organisms.

As for Russian consumers of these products, in relation to the goals and objectives being solved, for example, by various departments of the EMERCOM of Russia, promising areas of their use should be identified, indicating the most important operational characteristics in each specific case: fabrication of workwear and manufacture of equipment for firefighters, search and rescue units dealing with emergency situations related to forest, domestic and industrial fires, including fires in mines (heat resistance); sewing of workwear and manufacture of equipment for units of the EMERCOM of Russia dealing with flood consequences (hydrophobicity); tailoring of workwear and manufacture of equipment for units of the EMERCOM of Russia dealing with emergency response at power supply facilities (insulating properties); protective woven coverings for temporary structures, machinery, as well as general-purpose equipment (tents, backpacks, stretchers, etc.) (heat resistance, hydrophobicity); special equipment, protective clothing, special containers for collecting liquids, as well as filter materials for the work of special units in emergency situations related to acid spills and other aggressive media during their production and transportation (acid resistance and general chemical resistance); physiologically inert fabrics for the needs of mobile medical teams, search and mining rescue units of the EMERCOM of Russia (physiological inertia), etc.

REFERENCES

1. Kichigina, G. A. Modification of aluminoborosilicate fiberglass with solutions of low molecular weight polytetrafluoroethylene in ethyl acetate / G. A. Kichigina, P. P. Kushch, D. P. Kiryukhin, V. V. Barelko // *Alternative energy and ecology*. - 2014. - № 20. - P. 86-94.
2. Kichigina, G. A. Use of solutions of radiation-synthesized telomers of tetrafluoroethylene to modify glass fiber / G. A. Kichigina, P. P. Kushch, D. P. Kiryukhin [et al.] // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. - 2016. - Vol. 50, № 4. - P. 518-524.
3. Kiryukhin, D. P. Fluorotelomers of alkyl ketones, methods of their preparation (variants) and method of obtaining functional coatings based on them : пат. 2381237 Рос. Федерация / D. P. Kiryukhin, I. P. Kim, V. M. Buznik. - Оpubл. 10.02.2010.
4. Barelko, V. V. Glass polymer composite material and method of its manufacturing : пат. 2577053 Рос. Федерация / V. V. Barelko, D. P. Kiryukhin, P. P. Kushch [et al.]. - Оpubл. 10.03.2016.
5. Kiryukhin, D. P. Preparation and properties of composites based on caramelized aluminoborosilicate fabric and tetrafluoroethylene telomers / D. P. Kiryukhin, E. A. Krivonogova, G. A. Kichigina [et al.] // *Russian Journal of Applied Chemistry*. - 2016. - Vol. 89, № 5. - P. 758-765.

UDC 504.05; 622.363.8; 544.478; 666.189.21; 614.8.084

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL APPROACHES TO EMERGENCY RESPONSE BY PURIFYING WATERS FOR VARIOUS PURPOSES FROM NITRATE-NITRITE CONTAMINATION USING FIBERGLASS WOVEN CATALYSTS

Kuznetsov M.V.

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

The effectiveness of fiberglass woven materials in the catalytic liquid-phase hydrogenation of nitrites and nitrates in aqueous media for various purposes, including various sources of water supply and wastewater during emergency response, has been evaluated. The possibility of using fiberglass woven fabrics with a fiber thickness of about 7-10 microns as a new type of catalytic substrate for the reduction of aqueous nitrate solutions using various promoter metals was investigated. It was found that the activity per gram of metal, as well as selectivity with respect to nitrogen, exceed similar characteristics for powdered and granular catalysts. The possibility of implementing continuous denitrification schemes was demonstrated, as well as eliminating the stages of filtration purification of water from dispersed catalysts, which leads to an improvement in the economic and environmental characteristics of the process, which can be used to prevent emergencies at water supply facilities, as well as to eliminate the consequences of natural and man-made disasters.

The problem of denitrification of waters, including wastewater, is a great ecological importance and is becoming particularly acute at present time. This is due to the intensive use of nitrogen-containing mineral fertilizers in agriculture, which penetrate into groundwater, as well as into natural and artificial reservoirs, which creates a risk of emergencies at water supply facilities, and is also a problem in eliminating the consequences of emergencies. The concentration of nitrates in these waters has increased significantly in recent years and has now reached a critical level in many regions. The greatest danger to humans is not so much nitrates as nitrite forms of salts, which are formed as a result of reducing reactions and other chemical transformations occurring in water under natural conditions. Nitrites inhibit the processes of oxygen transport in the blood and at the same time can turn into carcinogenic nitrosamines. To protect human health, the World Health

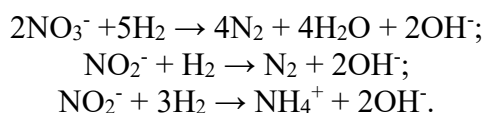
Organization (WHO) has developed and regulated acceptable standards for the content of nitrates and nitrites in water based on scientifically sound recommendations from scientists [1].

Nitrates and nitrites are stable, highly soluble salts, poorly adsorbed and incapable of co-precipitation. These properties of these salts create fundamental difficulties for their removal from waters by such traditional methods of treating aquatic media as softening by liming followed by filtration. Various biological methods of denitrification are known. However, these methods are characterized by significant disadvantages, since they are very slow and difficult to control processes, while not providing complete cleaning. There are also two negative factors inherent in the technology of direct biological denitrification of water: (1) the purified water must be thoroughly mixed with the biological crops introduced into it; (2) organic compounds must be introduced into the water as energy sources for the functioning of the biological denitrification reaction.

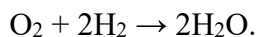
Physico-chemical processes of denitrification of waters are also known, such as, for example, ion exchange technologies, osmotic separation methods, as well as electrodialysis methods. However, the use of these methods requires significant financial costs and involves the use of large masses of solid components to be removed from the treated waters. The regeneration of spent ion exchange resins associated with the use of concentrated solutions of sodium chloride or bicarbonate requires the production of large quantities of brine. The use of osmotic membranes is accompanied by the appearance of such operational difficulties as their clogging, sealing, leading to increased resistance, as well as loss of filtration capacity of the membranes. Electrodialysis processes are still in the early stages of development and their cost is very high. For example, the chemical reduction of nitrates and/or nitrites from waters using $\text{Fe}(\text{OH})_2$ is accompanied by the formation of large amounts of iron-containing sludge. The reduction of nitrates and nitrites in water can be carried out using an electrolysis process. However, this method is also expensive and low-tech.

Denitrification of water by the method of catalytic reduction of nitrates and/or nitrites is the only process that allows for 100% purification of water from these impurities. The process is based on the use of metal-containing catalysts on a carrier, on which, with the participation of hydrogen, nitrates and nitrites dissolved in water are reduced to nitrogen, which ensures the denitrification of the aquatic environment. For example, metal-containing catalysts on a powdered carrier are known to be suspended in a purified aqueous medium. Such catalysts are also characterized by significant disadvantages. Firstly, it is difficult to control the process on a powder suspended catalyst. Secondly, the powder form of the catalyst requires the use of reactors equipped with mixing devices necessary for the formation of a suspended reaction medium and overcoming the diffusion difficulties limiting the intensity of denitrification. Thirdly, the use of powder suspended catalysts is associated with the need to introduce filtration stages of purification of aqueous media from them into the technological process. The existence of filtration stages in the scheme requires significant energy costs and leads to a technologically unprofitable periodic mode of operation. In addition, in order to increase the selectivity of nitrate hydrogenation to nitrogen and reduce the formation of ammonium ions (a non-toxic component, however, whose presence in drinking water is highly undesirable), it is necessary to introduce an additional Pd-containing catalyst along with the Pd/Cu catalyst, which ensures complete reduction of nitrites [2,3].

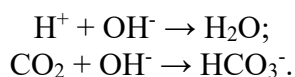
The catalytic reduction of nitrates and nitrites in water with the participation of hydrogen can be written in a generalized form using the following equations:



Oxygen dissolved in water is reduced by hydrogen on the same catalyst before the start of denitrification reactions:



Hydroxyl ions formed during the process in equivalent concentrations are neutralized by acids (e.g. HCl):



For the process of denitrification of waters, it seems to be most productive to use a metal-containing catalyst on an inorganic carrier made of fiberglass woven catalytic (FGWC) materials, the fiber diameter of which is in the range of 1-10 microns and having a porous structure with an inner surface area of 2-100 m²/g. Such products can be used both in the form of woven products and non-woven blocks containing metals from a range of palladium, platinum, rhodium modified with metals from the group of copper, tin, indium, silver, zinc with a total metal content in the fibrous carrier in the range of 0.01-1.0 wt.%. A catalyst based on a fiberglass carrier can be placed in a technological reactor in the form of mats spread on wheels, in the form of a roll pressed into the reactor tubes, as well as in the form of panels fixed to the elements of the reactor mixing devices. The activity of such catalysts in relation to denitrification reactions of waters depends on the method of preparation of the catalyst, on the structure of the fiberglass carrier used, on the nature of the active metal components, as well as on their distribution on the carrier. As our research has shown, the process of denitrification of water in accordance with the proposed technical solution proceeds much more efficiently on fiberglass catalysts than on granular or powder catalysts. Analyzing this positive result, the following chemical and physical reasons can be identified, which ensured the achievement of a qualitative leap in the parameters of the denitrification process:

- it turned out that the metal applied to the fiberglass carrier (in particular, palladium) is in a special state in terms of the level of catalytic activity, which makes it possible to reduce its content by approximately an order of magnitude;
- the small size of the elementary fiber (1-10 microns) in the fiberglass carrier of the proposed catalyst ensures the intensification of the process by reducing diffusion difficulties;
- the use of the proposed catalyst on a glass fiber carrier (as an alternative to a powder catalyst) makes it possible to exclude a complex and expensive filtration purification operation from the technological scheme and switch the process to a continuous mode.

Palladium and platinum were used as catalytically active metals introduced into the fiberglass carrier. The total content of precious metal in the fibrous carrier is very low – about 0.01-0.2% by weight. In principle, other transition metals can be used for these purposes. The process of denitrification of waters also proceeds effectively on a palladed fiberglass carrier, into which metals selected, for example, from the group of Cu, Sn, In, Ag, Zn can be introduced as a promotional element. At the same time, the list of elements that can be used in the proposed catalyst as promoters is open and can be expanded.

The solubility of hydrogen in water at 10-35⁰C is approximately 2 ml/l at atmospheric pressure, while the solubility increases linearly with increasing pressure. Thus, in cases of denitrification of heavily polluted waters requiring increased hydrogen consumption, the process on the proposed catalyst can be carried out under increased pressure. Saturation of water with hydrogen can be carried out by any known methods (for example, using known devices for saturating water with gas). However, it should be noted that for optimal process efficiency, it is important to finely spray the hydrogen introduced into the reactor and prevent the process of bubble enlargement during hydrogen bubbling through the treated water. Special dispersing membranes can be used to meet this requirement. The denitrification process on the proposed catalyst is active at temperatures of 5-30⁰C, the most preferred range is 10-25⁰C. During the process, it is necessary to regulate the pH of the medium to ensure the neutralization of hydroxyl ions [4,5].

Thus, summing up the advantages of the proposed process using FGWC, it can be stated that:

- the proposed water denitrification process is based on the implementation of the nitrate reduction process using a new class of catalysts for this technology, FGWC. These catalysts are

efficient systems that operate stably at temperatures of 10-30°C and pH 6-7 and have high activity (for example, 40 times higher than biological denitrification systems);

- the proposed technology is very easy to operate and makes it possible to easily reduce bound nitrogen to molecular nitrogen, reducing the concentration of the former from 100 mg/l to 2-5 mg/l;

- the proposed process, characterized by scientific, technical and patent novelty, has significant operational, technological and economic advantages over other traditional water denitrification processes, including osmotic, ion exchange and biological methods, for example, due to the possibility of implementing continuous denitrification schemes, as well as the exclusion of filtration stages of water purification from dispersed catalysts.

The term "water" used covers practically the entire range of aquatic environments. Our research has shown the possibility of denitrification using the proposed catalyst for a wide range of different aquatic environments: drinking water, mineral water and fruit juice, agricultural water, groundwater, as well as wastewater and water supply sources used to eliminate the consequences of natural and man-made emergencies.

REFERENCES

1. Guidelines for ensuring the quality of drinking water : in 2 vol. / World Health Organization (WHO). – Geneva : WHO, 2004. – Vol. 1 : III-rd Issue. – 38 p.

2. Matatov-Meytal, Yu. Cloth catalysts in water denitrification I. Pd on glass fibers / Yu. Matatov-Meytal, V. Barelko, I. Yuranov, M. Sheintuch // Applied Catalysis B: Environmental. – 2000. – Vol. 27. – P. 127–135.

3. Matatov-Meytal, Yu. Cloth catalysts for water denitrification: II. Removal of nitrates using Pd–Cu supported on glass fibers / Yu. Matatov-Meytal, V. Barelko, I. Yuranov [et al.] // Applied Catalysis B: Environmental. – 2001. – Vol. 31, № 4. – P. 233–240.

4. Barelko, V. Catalyst for hydro-denitrification of water : пат. 2133226 Рос. Федерация / V. Barelko, I. Yuranov, M. Sheintuch, Yu. Matatov-Meytal. – Опубл. 20.07.1999, Бюл. № 20.

5. Barelko, V. V. A sorbent for removing harmful impurities from the environment containing them : пат. 2169612 Рос. Федерация / V. V. Barelko, N. P. Kuznetsova, B. S. Balzhinimaev [et al.]. – Опубл. 27.06.2001, Бюл. № 18.

UDC 614.84:629.33

FIRE SUPPRESSION OF ELECTRIC VEHICLES: FROM INCIDENT ANALYSIS TO EFFECTIVE STRATEGIES

Tisko Ya.I., Korobochka D.N., Pivovarov A.V.

University of Civil Protection

The active adoption of electric vehicles (EVs), positioned as an environmentally friendly alternative to internal combustion engine (ICE) vehicles, necessitates an analysis of their fire risks. EV operation involves specific risks, such as thermal runaway, toxicity of combustion products, and difficulties in fire suppression [1]. The aim of this work is to systematize data on real incidents and evaluate the effectiveness of existing suppression methods.

In the Republic of Belarus, five cases of electric vehicle (EV) fires receiving public media coverage were recorded between 2020 and 2025.

- **July 27, 2021, Mogilev (Belarus).** A Tesla Model 3 fire occurred after a traffic accident caused by loss of control. Collision with a lighting pole resulted in mechanical damage to the body and the battery pack, leading to thermal runaway. The investigation revealed substandard EV

repairs: the electrical network was connected to the high-voltage battery without a protective pyro fuse, and wires were joined by twisting, which caused a short circuit [2].

- **March 26, 2023, Zhodino (Belarus).** The spontaneous ignition of a Zotye E200 in a residential area was accompanied by an explosion. The official version indicated a short circuit in the EV's electrical system caused by a manufacturing defect in wire insulation. The fire completely destroyed the vehicle [3].

- **March 11, 2024, Kolodishchi village (Belarus).** Spontaneous ignition of the high-voltage battery (HVB) of a Porsche Taycan at a service station triggered a chain reaction, spreading the fire to six Tesla EVs and one motorcycle. The investigation determined that the cause was a separator defect in one battery cell, causing local overheating and thermal runaway. All vehicles sustained irreparable damage [4].

- **March 18, 2024, Minsk (Belarus).** A Nissan Leaf fire started in the engine compartment. Suppression required approximately 10,000 liters of water and one hour of work by rescuers. The suspected cause was corrosion of high-voltage contacts due to moisture ingress. The interior, electronics, and powertrain were damaged [5].

- **January 17, 2025, Mezhdurechye village (Belarus).** Complete destruction of an unidentified EV due to fire. The investigation is focused on a possible malfunction of the charging device or HVB overheating. There were no casualties [6].

A characteristic feature of EV fires is the rapid development of thermal processes, where the temperature within the HVB reaches 800–1000°C within seconds. This phenomenon is accompanied by a high probability of re-ignition occurring several hours or even days after suppression, due to residual energy in damaged lithium-ion HVBs. Analysis of suppression experience revealed the following systemic problems in extinguishing such fires [7]:

- Significant water volumes – up to 10,000 liters per incident – required to cool the HVB through its protective casing;
- Risk of electric shock (400–800 V) upon contact with high-voltage systems;
- Emission of lithium, cobalt, and fluorine compounds during combustion, posing a threat to the environment and rescuers' health.

To overcome these challenges, specialized strategies are being developed, aimed at optimizing resources, minimizing risks, and standardizing actions. The most promising ones are discussed below [8].

Strategy: Water Cooling.

The suppression principle is based on the continuous application of extinguishing agent (500–1000 l/min) into the battery compartment to cool the lithium-ion HVB and prevent thermal runaway. The main advantage of the method is its availability, as it requires no specialized equipment, simplifying its use under standard conditions. However, a large amount of extinguishing agent is required (up to 11,000 liters of water), leading to significant resource expenditure and environmental risks due to the formation of toxic runoff containing lithium ions, cobalt, and fluorine-containing compounds. The method's effectiveness is limited by the EV design: the protective casing of the battery pack hinders direct water application to the fire source. To increase effectiveness, additives reducing water consumption and extinguishing fluid recirculation systems are needed.

Strategy: Emergency Access Hatches.

This strategy involves the use of fusible elements that melt at a critical temperature (approx. 180°C), creating access ports to the HVB. Automatic disconnection of the high-voltage circuit upon hatch activation minimizes the risk of electric shock. A disadvantage of the system is its dependence on the design features of specific EV models, reducing the method's universality. Body deformation exceeding 15% blocks access to the hatch, rendering it useless in serious accidents. Furthermore, implementing such solutions requires cooperation with manufacturers and specialized training for fire-rescue personnel.

Strategy: Fire Containers.

The method involves isolating a burning EV in a sealed container with a volume of 20–30 m³, equipped with acid-resistant seals and a liquid filling system. Advantages include the

neutralization of toxic substances and universal applicability regardless of the vehicle model. However, the high equipment cost (up to \$50,000 per unit) and the lack of clear protocols for disposing of contaminated containers limit their widespread use. An additional problem is the need for a winch mechanism to move the EV.

Strategy: Piercing Nozzles.

Stainless steel devices with perforated spray heads (5–8 holes Ø 2–3 mm) ensure effective application of extinguishing agent directly into the HVB, reducing consumption by 85–90% compared to traditional methods. An electrically insulated handle minimizes electric shock risk, and compactness (length up to 1.5 m) simplifies storage. A key limitation is the necessity for precise knowledge of the HVB's location and design features (30–50 cm variation across models). Incorrect nozzle positioning reduces cooling effectiveness, and the method's application is practically impossible under conditions of body deformation.

Strategy: Fire Blankets.

Blankets made of silicone-coated fiberglass with an aluminized coating are used to suppress flames and smoke in the initial stage of a fire. Fire-retardant impregnations withstand temperatures up to 600°C, allowing temporary isolation of the source until additional forces arrive. However, during HVB thermal runaway (>400°C), the material loses effectiveness due to the destruction of the protective layer. Additional difficulties are associated with the requirement for personal protective equipment and the impossibility of use in the presence of live high voltage. The method is only relevant in combination with other strategies, such as water cooling. The application of fire blankets is advisable as an initial stage in localizing EV fires, especially under conditions of limited access or the need for emergency evacuation of non-burning vehicles from hard-to-reach areas.

The conducted study confirms that EV fires present a challenge for emergency response units due to the rapid development of thermal runaway, the high risk of re-ignition, and the toxicity of combustion products. Analysis of real incidents and existing suppression strategies revealed the need to combine technical innovations, such as piercing nozzles and emergency access hatches, with traditional methods, including water cooling. Key limitations remain the high resource intensity of the processes (water consumption up to 11,000 liters) and dependence on EV design features. Prospects for further research are associated with optimizing resource consumption, studying alternative extinguishing agents, and improving methods for predicting HVB behavior at critical temperatures. Only a systemic approach combining technical, organizational, and regulatory measures will ensure the safety of the mass transition to electric transport.

REFERENCES

1. Kanonin, Yu. N. Fire Hazard of Electric Vehicles / Yu. N. Kanonin, A. V. Lyshchik // BRNI. — 2023. — № 1. — P. 38–51. — DOI: 10.20295/2223-9987-2023-1-38-51.
2. Traffic Accident Involving Tesla Electric Vehicle Occurs in Mogilev // bobruisk.ru. — URL: <https://bobruisk.ru/news/2021/07/28/v-mogileve-proizoshlo-dtp-s-uchastiem-elektromobilya-tesla> (accessed: 30.04.2025).
3. Explosion of Zotye Electric Vehicle in Belarus Captured on Video // autogrodno.by. — URL: <https://autogrodno.by/news/28477-zotye-e200-vrzuv.html> (accessed: 30.04.2025).
4. Six Teslas and One Porsche Burned Near Minsk. Where Did the Fire Start? // auto.onliner.by. — URL: <https://auto.onliner.by/2024/05/16/sgoreli-shest-tesla> (accessed: 30.04.2025).
5. Video: Electric Vehicle Burned on a Capital Street // auto.onliner.by. — URL: <https://auto.onliner.by/2024/03/18/gorel-elektromobil> (accessed: 30.04.2025).
6. Electric Vehicle Burned in Mezhdurechye // sammit.tv. — URL: <https://sammit.tv/2025-01-17/v-mezhdureche-sgorel-jelektromobil/> (accessed: 30.04.2025).
7. Features of Electric Vehicle Operation: Owners' Experience // drive2.ru. — URL: <https://www.drive2.ru/o/b/505357260554240745/> (accessed: 30.04.2025).
8. Comparison of Electric Vehicle Fire Suppression Methods // firefinder.ru. — URL: <https://firefinder.ru/statyi/sravnienie-sposobov-tusheniya-pozharov-elektromobilej/> (accessed: 30.04.2025).

ЛИНЕЙНАЯ ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ

Кайбичев И.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Одной из актуальных задач деятельности МЧС является прогнозирование обстановки с пожарами на территории субъекта. К данному моменту времени существуют разнообразные методы математического прогнозирования. Для анализа и прогнозирования попробуем применить линейную экстраполяцию [1].

В качестве исходных данных рассмотрим обстановку с пожарами в Республике Карелия (Рис. 1).

Линейная экстраполяция основана на использовании прямой линии по формуле 1:

$$X^* = a * T + b \quad (1)$$

где X^* - трендовые значения, T – в нашем случае номер года. Коэффициенты a , b определяются с помощью метода наименьших квадратов на основе фактического количества пожаров X за выбранный период наблюдения (в нашем случае 4 года).

Прогнозное значение на 5 год получаем подстановкой в уравнение (1) номера года. Показателем качества прогноза является разность Δ между прогнозным X^* и фактическим X значениями. Также используем абсолютную относительную ошибку по формуле 2:

$$\varepsilon = \left| \frac{\Delta}{X} \right| \quad (2)$$

Кроме точечной оценки можно найти прогнозный интервал. Для этого определяем стандартное отклонение ST за период наблюдения.

Верхнюю границу U получаем добавлением к точечной оценке двух стандартных отклонений. Нижнюю границу L получаем вычитанием из точечной оценки двух стандартных отклонений.

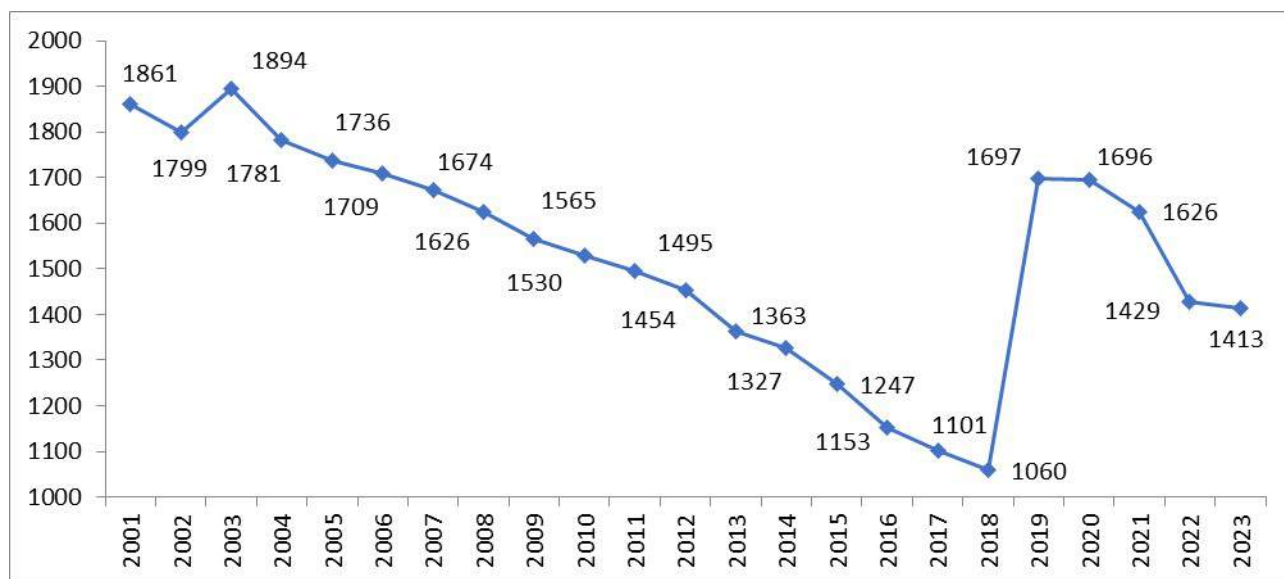


Рисунок 1. - Количество пожаров в Республике Карелия, ед.

В 2005-2012 годах реальные значения попали в прогнозный интервал (Рис. 2). В период 2013-2020 годов наблюдаем единственный выход вверх за верхнюю границу прогнозного интервала в 2019 году (Рис. 3). В период 2021-2022 годов реальные значения попадают в прогнозный интервал (Рис. 4).

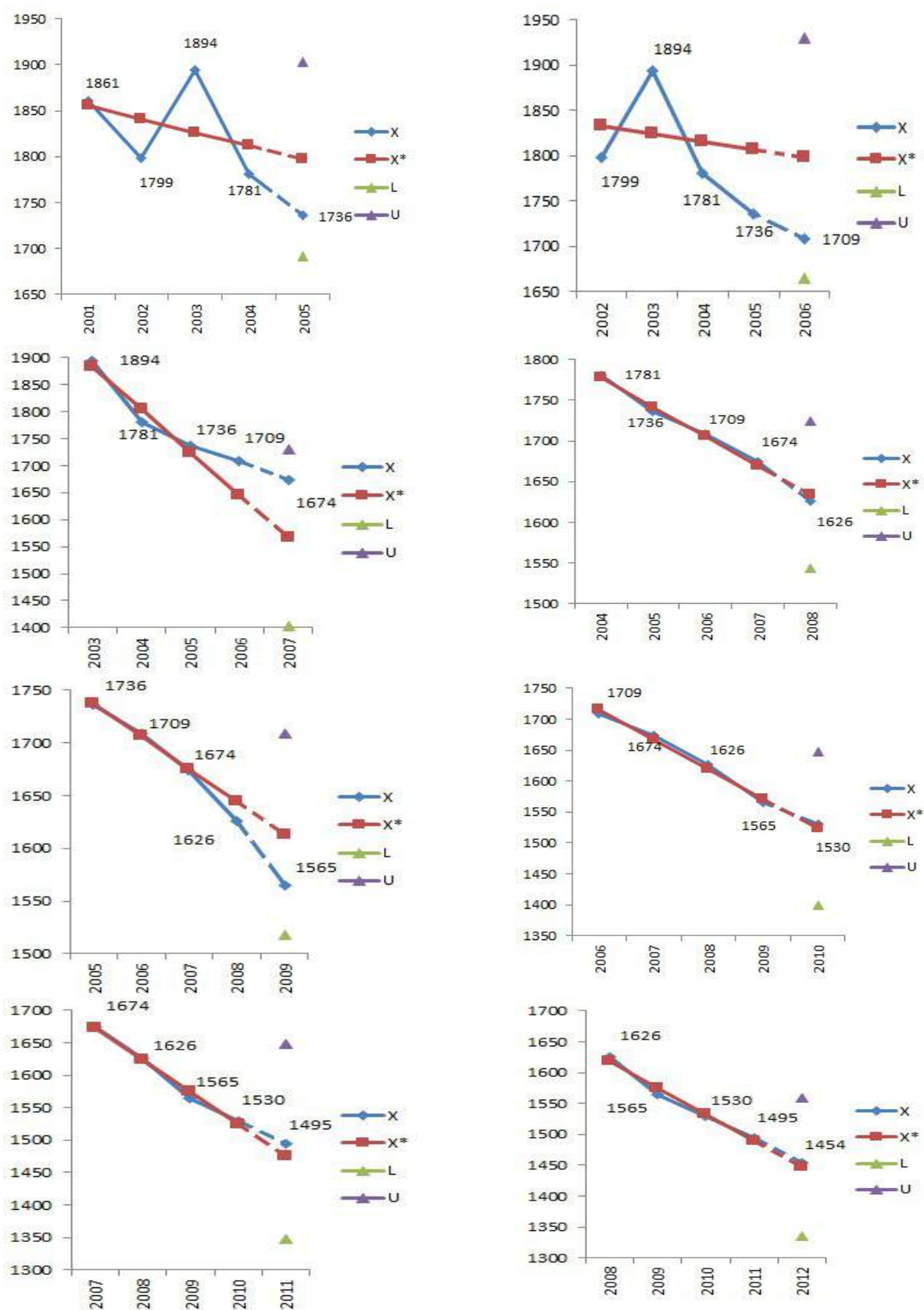


Рисунок 2. - Прогноз на 2005- 2012 годы

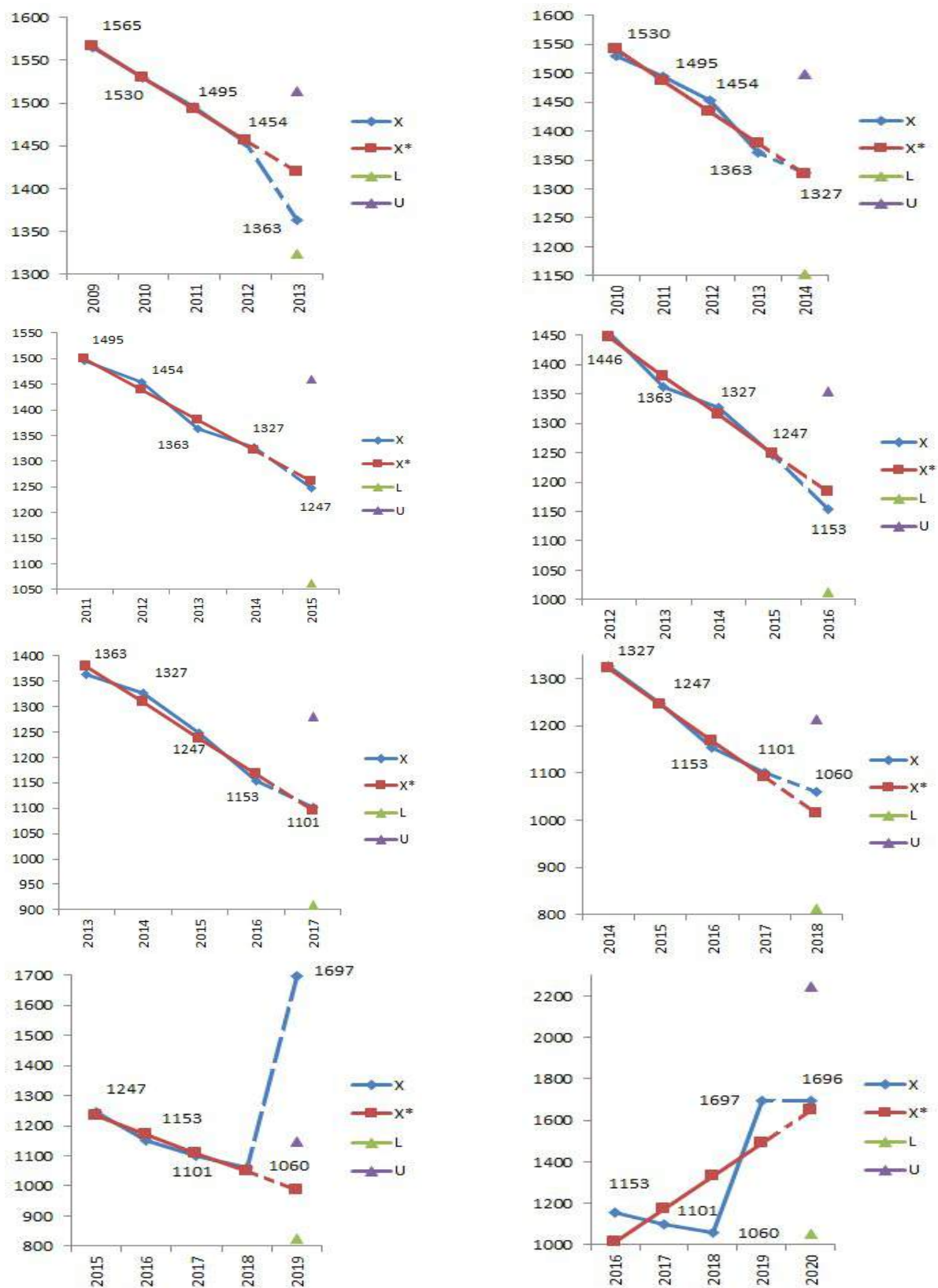


Рисунок 3. - Прогноз на 2013- 2020 годы

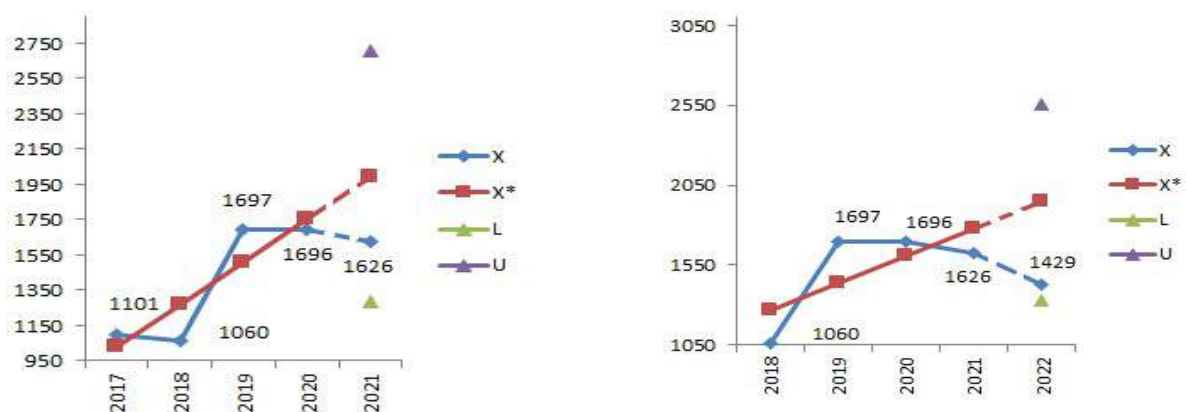


Рисунок 4. - Прогноз на 2021- 2022 годы

Для 2023 года реальные значения попали в прогнозный интервал (Рис. 5).

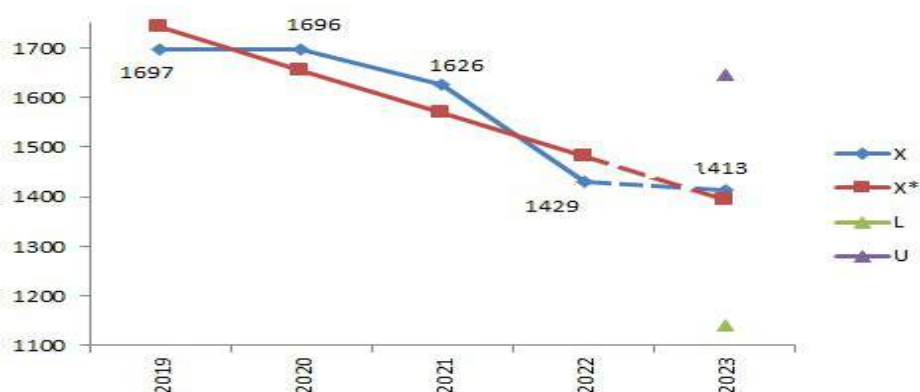


Рисунок 5. - Прогноз на 2023 год

Достоверность попадания реальных значений в прогнозный интервал для 2005-2023 годов составила 94,74 %. За исключением 2019, 2021, 2022 годов прогноз можно признать полезным (Рис. 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
2	Δ	62	89	-107	8	48	-7	-20	-7	56	-2
3	ϵ	3,54%	5,19%	6,41%	0,49%	3,09%	0,42%	1,30%	0,48%	4,11%	0,15%
4											
5	Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
6	Δ	14	30,5	-6	-46	-710	-45,5	368	515	-19,5	
7	ϵ	1,12%	2,65%	0,54%	4,34%	41,84%	2,68%	22,63%	36,04%	1,38%	

Рисунок 6. Ошибка Δ и относительная ошибка ϵ

Таким образом процедура линейной экстраполяции дает хорошие результаты при отсутствии резких колебаний в исходных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Линейная экстраполяция // Wikipedia. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Линейная_экстраполяция (дата обращения: 25.05.2025).

АНАЛИЗ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ С ПОМОЩЬЮ ИНДИКАТОРА MOMENTUM

Кайбичев И.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Одной из актуальных задач деятельности МЧС является прогнозирование обстановки с пожарами на территории субъекта. К данному моменту времени существуют разнообразные методы математического прогнозирования. Для анализа и прогнозирования попробуем применить индикатор Momentum [1], который ранее использовался на фондовом рынке.

В качестве исходных данных рассмотрим обстановку с пожарами в Санкт-Петербурге (Рис. 1).

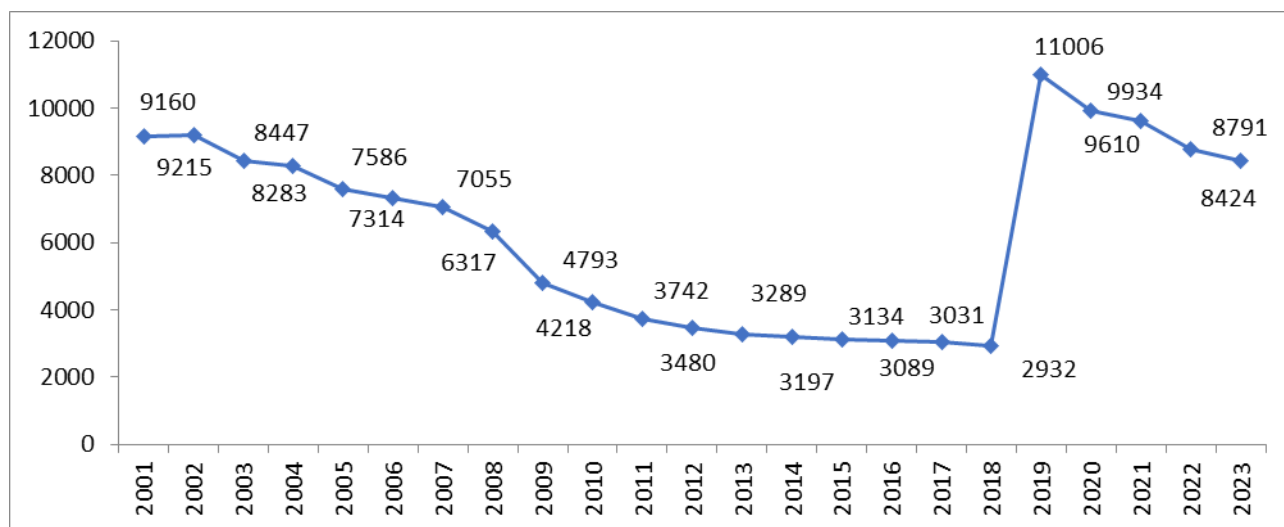


Рисунок 1. - Количество пожаров в Санкт-Петербурге

За период 2001-2023 годов среднее значение составило 6350 ед., минимальное значение 2932 ед. достигнуто в 2018 году, максимальное – 11006 ед. (наблюдали в 2019 году). Стандартное отклонение равно 2760, медиана 7055. Показатели превышали среднее значение в 2001-2007, 2019-2023 годах, были ниже среднего в 2008-2018 годах.

Индикатор Momentum рассчитывает относительную прибыль от вложения в финансовый актив по формуле 1:

$$M_i = \left(\frac{X_i - X_{i-n}}{X_{i-n}} \right) * 100 \% \quad (1)$$

где X_i - цена актива при закрытии торгов в день i , X_{i-n} - цена закрытия на n временных периодов ранее.

Если $M > 0$, то текущая цена выше ранее наблюдавшейся, считаем тренд растущим. При $M < 0$ - цена ниже ранее наблюдавшейся, тренд падающий.

Вместо цены финансового инструмента используем количество пожаров.

Выберем временной период $n = 3$.

В период 2004-2018, 2022-2023 годов значения индикатора Momentum $M < 0$ (Рис. 2). Поэтому в 2005-2019, 2023-2024 годах можно ожидать уменьшения количества пожаров. Этот прогноз не совпал с фактом в 2019 году. Достоверность прогноза спада составила 93,75 %.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2	X	8283	↓ 7586	↓ 7314	↓ 7055	↓ 6317	↓ 4793	↓ 4218	↓ 3742	↓ 3480	↓ 3289
3	M	-9,57%	-17,68%	-13,41%	-14,83%	-16,73%	-34,47%	-40,21%	-40,76%	-27,39%	-22,02%
4	Прогноз		спад	спад	спад	спад	спад	спад	спад	спад	спад
5											
6	Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
7	X	↓ 3197	↓ 3134	↓ 3089	↓ 3031	↓ 2932	↑ 11006	↓ 9934	↓ 9610	↓ 8791	↓ 8424
8	M	-14,56%	-9,94%	-6,08%	-5,19%	-6,45%	256,30%	227,75%	227,76%	-20,13%	-15,20%
9	Прогноз	спад	спад	спад	спад	спад	спад	рост	рост	рост	спад

**Рисунок 2. - Количество пожаров в Санкт-Петербурге
и индикатор Momentum (n = 3)**

В период 2019-2021 годов значения индикатора Momentum $M > 0$ (Рис. 2). Поэтому в 2020-2022 годах можно ожидать возрастание количества пожаров. В реальности в 2020-2022 годах наблюдаем спад. Достоверность прогноза роста составила 0 %.

Выберем временной период $n = 5$.

В период 2006-2018, годов значения индикатора Momentum $M < 0$ (Рис. 3). Поэтому в 2007-2019 годах можно ожидать уменьшения количества пожаров. Этот прогноз не совпал с фактом в 2019 году. Достоверность прогноза спада составила 92,31 %.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Год	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
2	X	7314	↓ 7055	↓ 6317	↓ 4793	↓ 4218	↓ 3742	↓ 3480	↓ 3289	↓ 3197
3	M	-20,15%	-23,44%	-25,22%	-42,13%	-44,40%	-48,84%	-50,67%	-47,93%	-33,30%
4	Прогноз		спад	спад	спад	спад	спад	спад	спад	спад
5										
6	Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
7	X	↓ 3134	↓ 3089	↓ 3031	↓ 2932	↑ 11006	↓ 9934	↓ 9610	↓ 8791	↓ 8424
8	M	-25,70%	-17,45%	-12,90%	-10,85%	244,26%	216,98%	211,10%	190,04%	187,31%
9	Прогноз	спад	спад	спад	спад	спад	рост	рост	рост	рост

**Рисунок 3. - Количество пожаров в Санкт-Петербурге
и индикатор Momentum (n = 5)**

В период 2019-2023 годов значения индикатора Momentum $M > 0$ (Рис. 3). Поэтому в 2020-2024 годах можно ожидать возрастание количества пожаров. В реальности в 2020-2023 годах наблюдаем спад. Достоверность прогноза роста составила 0 %.

Выберем временной период $n = 1$.

В период 2003-2018, 2020-2023 годов значения индикатора Momentum $M < 0$ (Рис. 4). Поэтому в 2004-2019, 2021-2024 годах можно ожидать уменьшения количества пожаров. Этот прогноз не совпал с фактом в 2019 году. Достоверность прогноза спада составила 94,74 %.

В период 2002, 2019 годов значения индикатора Momentum $M > 0$ (Рис. 4). Поэтому в 2003, 2020 годах можно ожидать возрастание количества пожаров. В реальности в 2003, 2020 годах наблюдаем спад. Достоверность прогноза роста составила 0 %.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Год	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2	X	9215	↓ 8447	↓ 8283	↓ 7586	↓ 7314	↓ 7055	↓ 6317	↓ 4793	↓ 4218	↓ 3742	↓ 3480
3	M	0,60%	-8,33%	-1,94%	-8,41%	-3,59%	-3,54%	-10,46%	-24,13%	-12,00%	-11,28%	-7,00%
4	Прогноз		рост	спад	спад	спад	спад	спад	спад	спад	спад	спад
5												
6	Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
7	X	↓ 3289	↓ 3197	↓ 3134	↓ 3089	↓ 3031	↓ 2932	↑ 11006	↓ 9934	↓ 9610	↓ 8791	↓ 8424
8	M	-5,49%	-2,80%	-1,97%	-1,44%	-1,88%	-3,27%	275,38%	-9,74%	-3,26%	-8,52%	-4,17%
9	Прогноз	спад	спад	спад	спад	спад	спад	спад	рост	спад	спад	спад

**Рисунок 4. - Количество пожаров в Санкт-Петербурге
и индикатор Momentum (n = 1)**

Таким образом, индикатор Momentum оказался полезным для прогнозирования ситуаций уменьшения количества пожаров. Максимальная достоверность прогноза в 94,74 % достигнута при временном периоде в 1 год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колби, Р. Энциклопедия технических индикаторов рынка = The Encyclopedia of Technical Market Indicators / Р. Колби. — М.: «Альпина Паблишер», 2011. — 840 с.

УДК 630*43:004.896

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Асланов М.М., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

В пожароопасный сезон лесные массивы требуют систематического мониторинга и контроля со стороны профильных подразделений. Тушение лесных пожаров требует значительных ресурсов. На сегодняшний день существует множество способов борьбы с ними, однако в основном они направлены на раннее обнаружение возгораний. Применение искусственного интеллекта (ИИ) для мониторинга лесных пожаров позволит оперативно выявлять их на ранних стадиях, а также анализировать потенциально опасные территории для принятия решений по обеспечению пожарной безопасности.

Одним из ключевых преимуществ использования ИИ в этой сфере является возможность раннего обнаружения. Системы машинного обучения могут анализировать данные с датчиков, камер наблюдения и других источников, чтобы выявлять признаки возгорания еще до его масштабирования. Это позволяет оперативно реагировать на угрозу и предпринимать меры для тушения пожара до того, как он станет неконтролируемым.

Автоматизированные системы на базе ИИ работают в режиме реального времени, быстро адаптируясь к изменениям среды и предоставляя актуальную информацию для принятия решений. Такие системы также интегрируются с другими решениями безопасности, обеспечивая комплексную защиту объектов.

Основой прогнозирования является непрерывное наблюдение за множеством параметров [1]. Ключевая задача — сокращение числа наблюдаемых показателей, включая зависимые от погодных условий, что снижает вероятность ошибок. При этом отобранные параметры должны иметь высокую корреляцию с риском возникновения пожара. Для этого целесообразно использовать: минимальную суточную температуру, максимальную суточную температуру, среднесуточную скорость ветра, суммарное количество осадков, среднесуточную влажность,

суточную солнечную радиацию. Эти параметры применяются для прогноза пожароопасности методом опорных векторов (SVM — Support Vector Machines).

Пример внедрения. Во втором квартале 2023 года, с началом пожароопасного сезона, был запущен эксперимент по интеграции ИИ в систему пожарной автоматики совместно с компанией «ИнноГеоТех» (рис. 1). Алгоритм оценивает риск возникновения лесных пожаров по 16 факторам, сопоставляя данные космических снимков, климатических условий, температуры, близости к населенным пунктам, состава почвы и геологических особенностей. Также анализируется «история возгораний» — данные о пожарах на территории за последние 10 лет. Системный анализ геоданных позволяет учитывать как текущие условия, так и прошлый опыт для более точной оценки [2]. Анализ можно запустить как для отдельного участка, так и для целого региона.

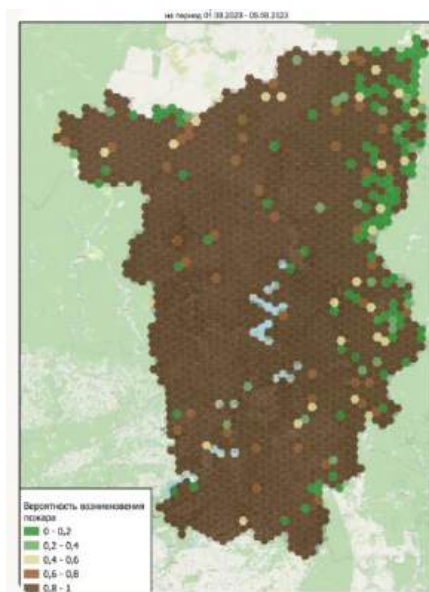


Рисунок 1. – Интерфейс программного обеспечения «ИнноГеоТех»

При интеграции ИИ для мониторинга лесных пожаров можно выделить следующие преимущества:

- способность обнаруживать начальные признаки пожара, такие как дым, повышение температуры или выделение газов, еще до того, как огонь распространится и станет угрозой для жизни и имущества;
- мгновенное оповещение людей в здании или на территории об опасности, что позволяет им принять необходимые меры по эвакуации или тушению пожара в самые ранние сроки;
- интеграция с автоматическими системами пожаротушения, такими как системы пожарной сигнализации, автоматические двери, системы пожарного тушения и дымоудаления;
- мониторинг состояние системы и управлять ею из централизованного пункта контроля. Это обеспечивает более эффективное и оперативное реагирование на возможные чрезвычайные ситуации;
- снижение риска возникновения больших пожаров, что способствует сохранению жизней людей и имущества;
- минимизация рисков возникновения пожаров и обеспечения пожарной безопасности.

Таким образом, внедрение ИИ оптимизирует мониторинг, позволяя не только оперативно обнаруживать возгорания на ранних стадиях, но и прогнозировать риски в пожароопасный период, для принятия заблаговременных решений по обеспечению пожарной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вычерова, Н. Р. Разработка системы раннего обнаружения лесных пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов и искусственного интеллекта / Н. Р. Вычерова, Е. А. Будевич, А. Э. Беляев // Resources and Technology. – 2022. – № 19 (4). – С. 85–101. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-rannego-obnaruzheniya-lesnyh-pozharov-s-ispolzovaniem-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-i-iskusstvennogo/viewer> (дата обращения: 05.05.2025).

2. ИнноГеоТех разработал модуль с искусственным интеллектом для прогнозирования пожаров лесов. – 2023. – URL: <https://innogeotech.ru/news/news-all-40/> (дата обращения: 05.05.2025).

УДК 656.078.3:629.33*622

О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ АВАРИЙНЫХ КАРТОЧЕК НА ЭЛЕКТРОАВТОМОБИЛИ

Белятко В.В., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Бурное развитие электротранспорта в последние годы является неотъемлемой частью глобального перехода к устойчивой мобильности. Повышенный интерес к электромобилям обусловлен как экологическими соображениями, так и технологическим прогрессом, позволившим значительно повысить автономность, надежность и доступность таких транспортных средств (далее – ТС). В результате доля электромобилей в общем автопарке многих стран устойчиво растет, что, в свою очередь, выдвигает на первый план вопросы, связанные с обеспечением их безопасной эксплуатации, особенно в условиях дорожно-транспортных происшествий и иных нештатных ситуаций. Одним из ключевых элементов системы безопасности выступает наличие аварийных карточек – стандартизированных информационных материалов, предоставляющих аварийно-спасательным службам критически важную информацию о конструкции и потенциальных опасностях конкретной модели электромобиля. В настоящее время в Республики Беларусь эксплуатируется более 25 тысяч электромобилей [1].

Аварийная карточка представляет собой структурированный документ, содержащий как графическую, так и текстовую информацию, необходимую для безопасного и эффективного реагирования в случае аварийной ситуации. Графическая часть обычно включает схемы с указанием размещения высоковольтных кабелей, аккумуляторных модулей, элементов силового каркаса, точек крепления подушек безопасности, усиленных зон и возможных опасностей, в то время как текстовая часть дает пояснения, инструкции по безопасному отключению питания и рекомендации по действиям в экстренной ситуации. Аварийные карточки разрабатываются производителями ТС или уполномоченными организациями и применяются во многих странах уже на протяжении нескольких десятилетий, прежде всего в отношении традиционного автотранспорта, однако с развитием электромобилей их значение существенно возрастает [2].

Применение аварийных карточек наиболее системно реализовано в рамках европейского проекта Euro Rescue, в основу которого положены стандарты ISO 17840 [3]. Эта система охватывает практически все основные автомобильные бренды и предоставляет информацию в формате, удобном для быстрого восприятия экстренными службами. Кроме того, в Европе, а также в США [4] используется программный комплекс Moditech Crash Recovery System, а в Китае и Японии аварийные карточки интегрированы в национальные протоколы реагирования [5]. Такие карточки уже являются обязательными для некоторых

категорий коммерческого транспорта, включая автобусы и грузовики, эксплуатируемые в общественных целях, а также для новых моделей, получающих допуск на рынок в странах ЕС. Практика показала, что наличие карточек существенно снижает время извлечения пострадавших из поврежденных автомобилей и минимизирует риски для спасателей, особенно в случае наличия повреждений аккумуляторных батарей, пожаров или угрозы поражения электрическим током [6].

Функциональная роль аварийных карточек заключается прежде всего в предоставлении оперативной информации, позволяющей аварийно-спасательным службам принимать быстрые и обоснованные решения при проведении аварийно-спасательных работ. Современные электромобили представляют собой технологически сложные объекты, внутри которых находится высоковольтное оборудование, литий-ионные аккумуляторы с риском термического разгона, многочисленные электронные системы управления, а также системы автономного вождения и связи. При дорожно-транспортных происшествиях повреждение этих элементов может приводить к поражению током, вторичным возгораниям, взрывам или блокировке дверей и окон. В отсутствие точных данных о конкретной модели ТС спасатели вынуждены действовать наугад, что повышает риск для всех участников ликвидации ЧС и увеличивает ее продолжительность. Напротив, наличие аварийной карточки позволяет оперативно отключить питание, безопасно стабилизировать автомобиль, определить зоны разреза кузова, выбрать наилучший маршрут доступа к пострадавшим и принять меры по предотвращению вторичного возгорания.

Достоверно известно, что при лобовых столкновениях, сопровождающихся смещением аккумуляторного модуля или повреждением изоляции высоковольтной системы, критическим фактором становится время. По международным данным, каждая минута задержки при эвакуации из электромобиля повышает вероятность летального исхода из-за риска самовоспламенения батареи [7]. Известны случаи, когда отсутствие доступа к аварийной информации приводило к гибели как водителей, так и спасателей. Гипотетический сценарий, при котором электромобиль с поврежденной силовой аккумуляторной батареей находится в подземном паркинге с ограниченным доступом и без водителя внутри, демонстрирует, насколько сложной может быть ситуация без соответствующей информационной поддержки [8]. Наличие аварийной карточки в цифровом формате существенно повышает шансы на благоприятный исход и снижает нагрузку на аварийно-спасательные службы.

В условиях Республики Беларусь, где развитие электротранспорта находится на подъеме, но сопровождается дефицитом технической и нормативной информации о новых моделях ТС, необходимость внедрения системы аварийных карточек представляется особенно актуальной. На фоне отсутствия централизованного реестра конструктивных и силовых характеристик электромобилей, подразделения МЧС Беларуси сталкиваются с трудностями при ликвидации последствий ДТП. Интеграция аварийных карточек в единую цифровую платформу с возможностью автоматического доступа при идентификации автомобиля через VIN-код или QR-метку, закрепленную на кузове, позволит восполнить этот пробел. В перспективе создание национального стандарта на аварийные карточки и включение требований по их обязательному наличию при регистрации или сертификации электротранспорта может стать основой для формирования новой системы безопасности, соответствующей международным тенденциям и практике технического регулирования.

Таким образом, обоснование необходимости аварийных карточек на электромобили выходит далеко за рамки формального соответствия техническим регламентам. Это стратегическая мера, направленная на снижение уровня рисков при авариях, защиту жизни и здоровья граждан, повышение эффективности государственной системы реагирования и обеспечение устойчивого развития электротранспорта в целом. Учитывая международный опыт, нормативные инициативы и текущие вызовы, внедрение системы аварийных карточек должно стать приоритетным направлением как для научных разработок, так и для нормативно-правовой политики в транспортной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миклашевская, А. К 2030 году в мире будет 145 млн электромобилей / А. Миклашевская // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4799230> (дата обращения: 25.05.2025).
2. Требования к «картам спасения» для автомобилей стали стандартом // Rst.gov.ru. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/presscenter/news?portal:componentId=88beae40-0e16-414c-b176-> (дата обращения: 25.05.2025).
3. Pfeffer, R. Continuous development of highly automated driving functions with vehicle-in-the-loop using the example of Euro NCAP scenarios / R. Pfeffer, T. Leichsenring // Simulation and Testing for Vehicle Technology. – 2016. – № 1. – P. 33–42.
4. Wöhr, K. Crashed electric vehicle handling and recommendations – state of the art in Germany / K. Wöhr [et al.] // Energies. – 2021. – Vol. 14. – № 4. – P. 1040–1047.
5. Ziyang, C. China's self-driving car legislation study / C. Ziyang, L. Shiguo // Computer Law & Security Review. – 2021. – Vol. 41. – P. 105–115.
6. Бадаева, Е. Кого спасает «Карта спасения» / Е. Бадаева // Гражданская защита. – 2021. – № 10 (554). – С. 50–53.
7. Проект глобальных технических правил, касающихся безопасности электромобилей // Unece.org. – URL: <https://unece.org/DAM/trans/doc/2017/wp29grsp/ECE-TRANS-WP29-GRSP-2017-02-> (дата обращения: 25.05.2025).
8. Коробочка, Д. Н. Особенности проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожара при дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей / Д. Н. Коробочка, А. В. Пивоваров, В. В. Лахвич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Минск, 16–17 апр. 2025 г. / УГЗ. – Минск : УГЗ, 2025. – С. 127–129.

УДК 614.84:629.33*622

ПОЖАРЫ НА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ

Белятко В.В., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Рост использования электротранспорта в рамках глобальной климатической повестки и перехода к устойчивой мобильности сопровождается возникновением новых рисков, в частности связанных с пожарами, взрывами силовых аккумуляторных батарей и сложностями в эвакуации пострадавших при дорожно-транспортных происшествиях (далее – ДТП). На фоне увеличения числа электробусов, электрогрузовиков и легковых электромобилей, особенно в городах с плотной зарядной инфраструктурой, возрастает значение системного анализа статистики пожаров, как с точки зрения безопасности эксплуатации, так и с позиции готовности аварийно-спасательных служб к реагированию для ликвидации последствий ДТП с участием электротранспорта. В связи с изложенным необходимо провести анализ доступной статистики инцидентов с возгораниями на электротранспорте, их причин и последствий, а также сопоставление с аналогичными показателями по транспортным средствам с двигателями внутреннего сгорания.

Электротранспорт охватывает разнообразные типы машин: от частных легковых автомобилей до коммерческих электрофургонов и электрических автобусов. В каждом из этих сегментов потенциальные источники пожароопасности различаются, однако ключевыми причинами возгораний остаются схожими. Наиболее распространенный сценарий – термический разгон литий-ионных аккумуляторов, приводящий к самовозгоранию с последующим распространением огня [1]. Также значимы факторы

повреждения высоковольтной изоляции при аварии, перегрев узлов зарядной инфраструктуры, особенно в условиях плохой вентиляции, и нарушение технических регламентов при самостоятельной модернизации транспортных средств [1]. Кроме того, тушение пожаров на электротранспорте требует специального подхода: в ряде случаев использование воды неэффективно, а разгерметизация батарей может привести к повторному возгоранию спустя часы и даже сутки после инцидента.

Статистический анализ опирался на официальные данные Национальной ассоциации противопожарной защиты США (NFPA), Европейской ассоциации страховых и спасательных организаций (CTIF), китайских регуляторов, а также на информационные сводки от организаций EV FireSafe, NHTSA и EVE Taskforce. География охвата – США, Европа, Китай и Республика Беларусь, временной диапазон – 2018–2024 гг. Так, согласно NFPA, за этот период в США зафиксировано более 3000 пожаров с участием электромобилей [2]. Несмотря на то, что это менее 1 % от общего числа автомобильных возгораний, при пересчете на 100 000 зарегистрированных транспортных средств частота инцидентов у электромобилей в отдельных случаях выше, особенно в контексте зарядки и лобовых столкновений [2]. По данным CTIF, в Европе происходит около 500 инцидентов с участием электротранспорта в год, до 20 % из которых связаны с самопроизвольным возгоранием аккумуляторов [3].

Примеры конкретных случаев подтверждают высокую потенциальную опасность. Так, возгорание на борту судна *Felicity Ace* в феврале 2022 года, вызванное, предположительно, аккумуляторами электромобилей, привело к полной потере судна и стало предметом обсуждения в рамках Международной морской организации относительно необходимости специализированного противопожарного оборудования на морских судах [4]. В ряде случаев, как, например, при пожаре *Tesla Model Y* в США (2023) или *Xpeng G3* в Китае (2021), возгорание начиналось во время движения или зарядки и распространялось в течение минут [4, с. 29]. Инциденты с *Renault Zoe* во Франции и *BMW i3* в Германии показали уязвимость закрытых пространств – подземных паркингов – к пожарам на электротранспорте [4]. Это вызвало изменения в местных регламентах, включая ограничения на парковку электротранспорта в таких зонах.

В Республике Беларусь официальная регистрация пожаров на электротранспорте началась только с ноября 2023 года, однако ранее зафиксированы как минимум пять серьезных инцидентов. Среди них можно выделить возгорание *Tesla Model 3* в Могилеве из-за нарушения норм электробезопасности, взрыв *Zotye E200* в Жодино в марте 2023 года, повлекший травмирование спасателя, а также резонансный случай в Колодищах, где огонь от *Porsche Taycan* уничтожил еще пять рядом стоящих электромобилей [4]. В Минске также произошло несколько случаев, включая возгорание *Nissan Leaf* и ДТП с участием *Chevrolet* [4]. Ранее были зафиксированы инциденты с электробусами, в частности, на маршруте № 59 в Минске и на диспетчерской станции «Дружная», где причиной стал перегрев токоприемного оборудования [4].

При сравнении рисков для электротранспорта и автомобилей с двигателями внутреннего сгорания важно учитывать не только абсолютное число возгораний, но и характерные условия, при которых они происходят [5]. Установлено, что для электромобилей более вероятны возгорания в процессе зарядки и после аварий, особенно с повреждением нижней части кузова, где чаще всего расположены аккумуляторные блоки. Также критически значим возраст ТС и степень износа батареи, поскольку деградация элементов питания увеличивает риск короткого замыкания и перегрева. Особо подвержены опасности транспортные средства, прошедшие несертифицированную модификацию, особенно в развивающихся странах, где высока доля ввезенных подержанных ЭТ.

На основании проведенного анализа можно сделать несколько выводов. Во-первых, несмотря на относительную редкость инцидентов с электротранспортом в абсолютных цифрах, их потенциальная опасность выше, чем у традиционных транспортных средств, в силу сложности тушения и высокой энергии аккумуляторов. Во-вторых, самопроизвольные

возгорания, особенно в замкнутых пространствах, представляют значительную угрозу для общественной безопасности, что требует не только технологических, но и регуляторных решений. В-третьих, общественные опасения, связанные с безопасностью электротранспорта, имеют объективные основания, однако нуждаются в корректной интерпретации: при соблюдении стандартов эксплуатации и обслуживания риски существенно снижаются. В этой связи особенно важно формирование системной работы по предотвращению пожаров на электротранспорте, включая внедрение аварийных карточек, обучение аварийно-спасательных служб, адаптацию международных стандартов и создание национальных баз технической информации о транспортных средствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таранцев, А. А. О пожароопасности некоторых типов автомобилей / А. А. Таранцев, М. Р. Сытдыков, Д. А. Поташев // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2021. – № 1. – С. 1–8.
2. EV Fires vs. Gas Cars: Risk Comparison // Newsylist. – URL: <https://www.newsylist.com/ev-fires-vs-gas-cars-risk-comparison/>? (date of access: 25.05.2025).
3. How much of a fire risk are electric vehicles? // Autocar. – URL: <https://www.mag.autocar.co.uk/car-news/electric-cars/how-much-fire-risk-are-electric-vehicles?> (date of access: 25.05.2025).
4. Кессо, В. В. Совершенствование рекомендаций по тушению пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций в электромотоциклах и электробусах : магистерская дис. / В. В. Кессо. – Минск, 2024. – 103 с. – УГЗ.
5. Коробочка, Д. Н. Особенности проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожара при дорожно-транспортных происшествиях с участием электромотоциклов / Д. Н. Коробочка, А. В. Пивоваров, В. В. Лахвич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Минск, 16–17 апр. 2025 г. / УГЗ. – Минск : УГЗ, 2025. – С. 127–129.

УДК 614.84:629.33*622

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТОВ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ АВАРИЙНЫХ КАРТОЧЕК

Белятко В.В., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Развитие в Республике Беларусь нормативно-правовой базы в области электротранспорта является логичным ответом на растущую технологическую трансформацию транспортной системы и переход к устойчивым видам мобильности. В этом контексте особое значение приобретает обеспечение безопасности в чрезвычайных ситуациях, в частности, посредством внедрения аварийных карточек – документов, содержащих визуализированную и текстовую техническую информацию, предназначенную для использования аварийно-спасательными службами при ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий с участием современных транспортных средств (далее ТС), включая электромотоциклы.

Согласно действующему законодательству Республики Беларусь, прямых требований к обязательному наличию аварийных карточек на электротранспорт не установлено. Однако нормативно-правовая среда в данной сфере демонстрирует определённую динамику, создавая предпосылки для будущего нормативного регулирования. В частности, в

соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 9 апреля 2021 года № 213 утверждена Комплексная программа развития электротранспорта на 2021–2025 годы [1]. Одним из направлений программы обозначена разработка технических нормативных правовых актов (далее-ТНПА), обеспечивающих безопасную и эффективную эксплуатацию электротранспорта. Таким образом, стратегический курс государства на институционализацию технического регулирования в данной области уже обозначен на высоком уровне.

Особого внимания заслуживает работа ОАО «БЕЛЛИС» – национального разработчика и держателя фонда стандартов, которая в рамках реализации Комплексной программы отвечает за подготовку и актуализацию свыше 50 национальных стандартов в области электротранспорта [2]. Разрабатываемые документы охватывают широкий спектр аспектов, включая требования к электробусам, зарядной инфраструктуре, средствам накопления энергии, их диагностике и безопасной эксплуатации. Однако анализ действующих стандартов, таких как СТБ ISO 6469-1-2021 «Транспорт дорожный на электрической тяге» [3], СТБ ISO 8713-2021 «Транспорт дорожный с электроприводом. Термины и определения» [4] и СТБ ISO 21782-1-2021 «Транспорт дорожный с электроприводом. Требования к испытаниям компонентов электрической тяги. Часть 1. Общие условия испытаний. Термины и определения» [5] и другие, показывает, что упор в этих документах направлен на технические параметры и базовые требования к надежности и безопасности, в то время как вопросы, касающиеся оперативного реагирования в случае аварийной ситуации и информирования аварийно-спасательных служб, остаются вне поля их нормативного охвата.

Международная практика, представленная, в частности, стандартом ISO 17840 «Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб», демонстрирует необходимость подходов к формализации требований к аварийной документации. Стандарт ISO 17840 (в частях 1–4) [6-9] регламентирует структуру, визуализацию и средства распространения аварийных карточек, включая QR-коды, электронные форматы и мобильные приложения. В соответствии с положениями данного ТНПА, карточки должны обеспечивать интуитивное и мгновенное считывание необходимой информации о ТС информации о транспортном средстве: местоположение тяговых батарей, силовых контуров, усиленных элементов кузова, баллонов с газом, взрывоопасных узлов и т.д. Этот подход позволяет снизить время принятия решений на месте происшествия и существенно уменьшает риски как для спасателей, так и для пострадавших.

На этом фоне Республика Беларусь имеет, так и правовые основания для начала процесса внедрения международных норм к национальным реалиям. В правовом смысле, целесообразным представляется внесение изменений и дополнений в действующие ТНПА. Например, в СТБ 1641-2019 «Транспорт дорожный. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки» [10] могут быть интегрированы положения, касающиеся обязательного наличия аварийной карточки у каждого ТС, оснащённого тяговыми батареями и работающего на высоких напряжениях. Такой подход обеспечит логическое включение требований к информационному сопровождению ТС в уже функционирующий контур нормативного регулирования.

Альтернативным и более системным вариантом может быть разработка отдельного стандарта или даже межведомственного документа, регламентирующего порядок создания, хранения и распространения аварийных карточек. Подобный нормативный правовой акт должен устанавливать единый образец карточки, требования к визуальному стилю и обязательному минимуму сведений, а также предусматривать создание национального цифрового реестра аварийной документации. Этот реестр может быть интегрирован с системами МВД, МЧС, операторами зарядной инфраструктуры и платформами технического обслуживания ТС. Цифровизация доступа к таким карточкам посредством QR-кодов на

номерном знаке ТС или мобильных приложениях представляется технологически оправданным и организационно достижимым решением.

Таким образом в Республике Беларусь имеются как объективные предпосылки, так и институциональные механизмы для разработки и внедрения нормативных требований по аварийным карточкам. В условиях быстрого роста парка электротранспорта и недостаточной адаптации аварийно-спасательных служб к особенностям его конструкции, отсутствие нормативного обеспечения в данной сфере представляет потенциальный системный риск. Разработка соответствующего нормативного правового акта – это не только шаг в направлении повышения безопасности, но и важный элемент встраивания Республики Беларусь в международную правовую и технологическую архитектуру устойчивой мобильности.

ЛИТЕРАТУРА

1. О Комплексной программе развития электротранспорта на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 9 апр. 2021 г., № 213 : в ред. постановления Совета Министров Респ. Беларусь от 11.03.2024 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22100213> (дата обращения: 03.04.2024).

2. Разработка стандартов в области электротранспорта // Bellis. – URL: https://www.bellis.by/news/razrabotka_st_electrotransport_ed/ (дата обращения: 25.05.2025).

3. Транспорт дорожный на электрической тяге. Требования безопасности. Часть 1. Подзаряжаемые системы аккумулирования энергии = Транспарт дарожны на электрычнай цязе. Патрабаванні бяспекі. Сістэмы акумулявання энергіі, якія падзаряджаюцца : СТБ ISO 6469-1-2021. – Введен впервые ; введ. 01.02.2022. – Минск : Госстандарт : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2022. – IV, 22 с.

4. Транспорт дорожный с электроприводом. Термины и определения = Транспарт дарожны з электрапрыводам. Тэрміны і азначэнні : СТБ ISO 8713-2021. – Введен впервые ; введ. 01.01.2022. – Минск : Госстандарт : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2022. – IV, 18 с.

5. Транспорт дорожный с электроприводом. Требования к испытаниям компонентов электрической тяги. Часть 1. Общие условия испытаний. Термины и определения = Транспарт дарожны з электрапрыводам. Патрабаванні да выпрабаванняў кампанентаў электрычнай цязі. Частка 1. Агульныя ўмовы выпрабаванняў. Тэрміны і азначэнні : СТБ ISO 21782-1-2021. – Введен впервые ; введ. 01.01.2022. – Минск : Госстандарт : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2022. – IV, 24 с.

6. Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб. Спасательная карта для пассажирских автомобилей и автомобилей для коммерческих перевозок малой грузоподъемности = Аўтамабільныя транспартныя сродкі. Інфармацыя для экстранных аператыўных і аварыйна-выратавальных службаў. Карта выратавання для легкавых аўтамабіляў і аўтамабіляў для камерцыйных перавозак малой грузападмальнасці : ГОСТ ISO 17840-1-2023. – Введен впервые ; введ. 01.01.2024. – Минск : Госстандарт : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2024. – IV, 28 с.

7. Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб. Спасательная карта для автобусов, междугородных автобусов и автомобилей для коммерческих перевозок большой грузоподъемности = Аўтамабільныя транспартныя сродкі. Інфармацыя для экстранных аператыўных і аварыйна-выратавальных службаў. Карта выратавання для аўтобусаў, міжгародніх аўтобусаў і аўтамабіляў для камерцыйных перавозак вялікай грузападмальнасці : ГОСТ ISO 17840-2-2023. – Введен впервые ; введ. 01.01.2024. – Минск : Госстандарт : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2024. – IV, 30 с.

8. Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб. Шаблон руководства по реагированию при чрезвычайных ситуациях = Аўтамабільныя транспартныя сродкі. Інфармацыя для экстранных аператыўных і аварыйна-выратавальных службаў. Шаблон кіраўніцтва па рэагаванні пры надзвычайных сітуацыях : ГОСТ ISO 17840-3-2023. – Введен впервые ; введ. 01.01.2024. – Минск : Госстандарт : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2024. – IV, 26 с.

9. Автомобильные транспортные средства. Информация для экстренных оперативных и аварийно-спасательных служб. Идентификация источника энергии, приводящего в движение транспортное средство = Аўтамабільныя транспартныя сродкі. Інфармацыя для экстранных аператыўных і аварыйна-выратавальных службаў. Ідэнтыфікацыя крыніцы энергіі, якая прыводзіць у рух транспартны сродак : ГОСТ ISO 17840-4-2023. – Введен впервые ; введ. 01.01.2024. – Минск : Госстандарт : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2024. – IV, 20 с.

10. Транспорт дорожный. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки = Транспарт дарожны. Патрабаванні да тэхнічнага стану па ўмовах бяспекі руху. Методы праверкі : СТБ 1641-2019. – Введен впервые ; введ. 01.01.2020. – Минск : Госстандарт : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2020. – IV, 34 с.

11. Коробочка, Д. Н. Особенности проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожара при дорожно-транспортных происшествий с участием электромобилей / Д. Н. Коробочка, А. В. Пивоваров, В. В. Лахвич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Минск, 16–17 апр. 2025 г. / УГЗ. – Минск : УГЗ, 2025. – С. 127–129.

УДК 004.8:614.878

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ РАСЧЕТЕ ЗОНЫ ХИМИЧЕСКОГО ЗАРАЖЕНИЯ В СЛУЧАЕ АВАРИЙНОГО ВЫБРОСА ОПАСНОГО ХИМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Василекин Д.С., Юрчик Е.В.

Университет гражданской защиты

Проблема химического заражения приобретает все большую актуальность в современном мире, где использование химически опасных веществ стало неотъемлемой частью различных отраслей, таких как промышленность, сельское хозяйство, медицина и т.д. Химические аварии могут происходить как на производственных объектах, так и в результате транспортных происшествий, что делает их потенциально опасными для здоровья населения и окружающей среды.

Каждая химическая авария подразумевает необходимость быстрого реагирования и точного определения зоны заражения для организации эвакуации, оказания медицинской помощи и предотвращения дальнейшего распространения вещества. Поэтому разработка методов и алгоритмов для расчета этих зон является важной задачей, так как несвоевременная или неверная оценка зоны заражения может привести к тяжелым последствиям [1].

В свете последних достижений в области технологий, искусственный интеллект и машинное обучение могут стать важными инструментами в решении этой проблемы, позволяя не только повысить точность расчета зон заражения, но и улучшить процесс анализа данных.

Существует несколько методов, которые используются для оценки границ и величины загрязненной территории. Первым и наиболее распространенным методом является использование аналитических моделей, которые основываются на физических и химических свойствах вещества, а также на условиях его распространения в атмосфере. К таким относятся модели, основанные на уравнениях конвекции-диффузии, которые позволяют оценить изменение концентрации вещества в зависимости от времени и расстояния. Эти модели могут учитывать различные факторы, такие как скорость ветра, атмосферное давление и температура.

Второй метод — численные модели, которые применяют более сложные вычислительные процессы для более точного моделирования распространения химического вещества. Эти модели включают в себя численные решения уравнений, описывающих движение воздуха и взаимодействие с химическим веществом. В таких моделях часто применяются уравнения Навье-Стокса, которые описывают текучесть жидкости и газа, а также уравнение диффузии, позволяющее учесть процесс рассеяния вещества. Численные методы, такие как метод конечных элементов или метод объемов, могут быть очень полезны для разбора сложных сценариев, где аналитические методы оказываются недостаточными.

Также важное место занимают геоинформационные системы, которые позволяют визуализировать и анализировать пространственные данные. С помощью геоинформационных систем можно создать карты возможного химического заражения, что значительно облегчает процесс принятия решений на местах. Эти системы могут интегрировать данные о метеорологических условиях, рельефе, а также данных о населенных пунктах.

Кроме того, существуют эмпирические методы, которые основаны на опыте предыдущих инцидентов и статистических данных. Этот подход может быть эффективен для быстрого первичного анализа ситуации, однако его точность часто оказывается ниже, чем у математических и численных моделей.

Сравнительный анализ различных методов показывает, что комбинированный подход, использующий преимущества нескольких из вышеперечисленных способов, может дать наиболее точные и надежные результаты. Важно также постоянно обновлять и верифицировать модели на основе новых данных и информации о поведении химически опасных веществ в различных условиях [2].

Искусственный интеллект может существенно улучшить сбор, обработку и анализ данных, что в свою очередь позволяет более эффективно прогнозировать распространение химического вещества и его воздействие на окружающую среду и здоровье человека в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Основной ролью искусственного интеллекта в этом процессе является обработка больших объемов данных, получаемых из разных источников. Это могут быть данные о выбросах, показатели метеорологических условий, информация о географическом положении и особенностях местности. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать эти данные в реальном времени, выявляя зависимости и паттерны, которые сложно заметить при традиционном подходе. Такие алгоритмы могут адаптироваться и улучшаться с учетом новой информации, что делает их особенно эффективными.

Анализ данных с помощью искусственного интеллекта также позволяет автоматизировать мониторинг окружающей среды. Например, системы, основанные на беспилотных летательных аппаратах и сенсорах, могут собирать информацию об уровне загрязнения воздуха в реальном времени и передавать ее в облачные системы для дальнейшего анализа. Это значительно ускоряет процесс обнаружения потенциальных угроз и позволяет оперативно реагировать на них, что в условиях аварийной ситуации может спасти множество жизней и минимизировать последствия для экологии.

Таким образом, применение искусственного интеллекта в расчете зон химического заражения открывает новые возможности для повышения точности анализа и оперативности реагирования, что в конечном итоге может привести к уменьшению масштабов

чрезвычайных ситуаций и защите населения и территории от тяжелых последствий химических аварий. Важно продолжать исследования в этой области, чтобы максимизировать преимущества и минимизировать риски, связанные с интеграцией новых технологий в систему защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом опасных химических веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркитанова, Л. И. Оценка химической обстановки : учеб. пособие / Л. И. Маркитанова, В. В. Кисс, А. А. Маркитанова. – СПб. : НИУ ИТМО ; ИХиБТ, 2014. – 119 с.
2. Кудрявцев, С. С. Методика оценки риска для окружающей среды от чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах / С. С. Кудрявцев, П. В. Емелин, Н. К. Емелина // Безопасность труда в промышленности. – 2022. – № 5. – С. 81–89.

УДК 614.847.8

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ШТАБА «АРМ ШТАБ»

Гонтарев С.А., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Как хорошо известно, успех тушения пожара достигается качественным проведением разведки, правильной оценкой обстановки и принятием грамотного решения по использованию сил и средств, имеющихся в распоряжении РТП. Управление боевыми действиями на пожаре, в свою очередь, предусматривает: оценку обстановки, планирование действий по тушению пожара, в том числе определение необходимых сил и средств, постановку задач участникам тушения пожара, реагирования на изменения обстановки на пожаре и проведение других мероприятий, направленных на обеспечения эффективности боевых действий.

Очевидно, что на крупных пожарах при сосредоточении большого количества сил и средств РТП значительно сложнее держать ситуацию под четким контролем. Появляется необходимость организовать встречу, расстановку и распределение по БУ прибывающих участников тушения пожара, обеспечить связь между работающими подразделениями, создать резерв сил и средств, составить схемы расстановки сил и средств и проконтролировать выполнение решений и приказов РТП. На объектах больших площадей, таких как лесной массив или здание производственного цеха, значительной проблемой может стать обнаружение новых очагов пожара. для этих целей на пожаре создают временный внештатный орган для управления силами и средствами – штаб на пожаре.

«Автоматизированное рабочее место ШТАБ» (далее – «АРМ ШТАБ») позволяет обеспечить контроль над ситуацией путем проведения разведки как с земли, так и с воздуха, а также позиционированием сил и средств, в том числе звеньев ГДЗС на пожаре. Управление установкой осуществляет обученный специалист (оператор «АРМ ШТАБ»). Рассмотрим устройство и снаряжение «АРМ ШТАБ». Перевозится «АРМ ШТАБ» в заднем отсеке штабного автомобиля, а по прибытию может остаться закрепленным стационарно, либо может быть переведено на специальные крепежные ножки, обеспечивающие мобильность. Для приведения «АРМ ШТАБ» в рабочее состояние необходимо поднять верхнюю крышку, поднять антенну усилителя связи и включить питание. Далее работа производится по условным секциям.

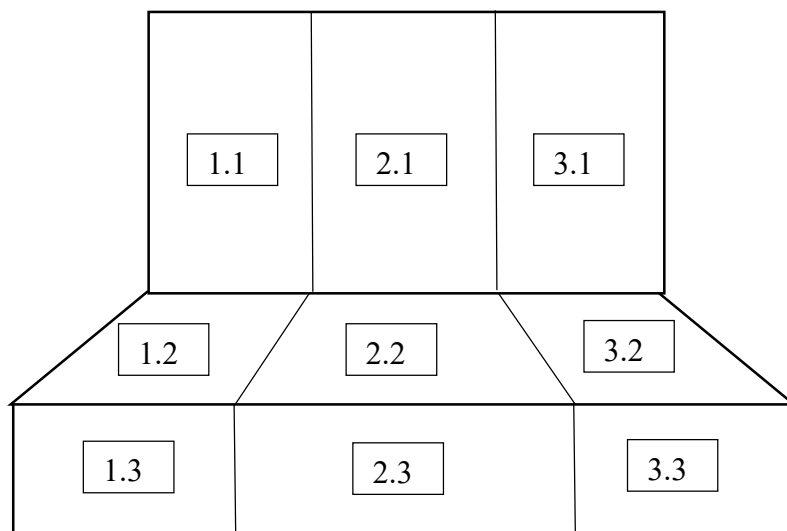


Рисунок 1. – Схема деления рабочей зоны на секции

Разведка пожара с воздуха

В левой части рабочей зоны расположен беспилотный летательный аппарат (далее – БЛА) и снаряжение для обеспечения его работы. В кармане крышки (рисунок 1, секция 1.1) расположены съемные модули для БЛА, такие как: камера с тепловизором, громкоговоритель, дополнительные батареи, система сброса и т.п. Сам БЛА (DJI Mavic 3T, либо аналоги) располагается в кейсе (рисунок 1, секция 1.2), что обеспечивает его защиту. Выдвижной ящик (рисунок 1, секция 1.3) хранит в себе необходимую документацию для обеспечения работы БЛА, а также набор инструментов для технического обслуживания как БЛА, так и самого АРМ.

Работа беспилотника позволяет выполнять широкий спектр задач по разведке на пожаре. По общему виду с высоты можно направлять силы и средства к очагам пожара и организовать расстановку техники для эффективной работы. С помощью тепловизора возможно определить место очага пожара и своевременно направить туда звено ГДЗС для тушения, громкоговоритель позволит подать единый сигнал опасности в удаленные участки, а система сброса - доставить небольшое оборудование в труднодоступное место. Так же БЛА позволит проводить разведку и сбор информации о ЧС в местах, связанных с опасностью для жизни (химическое и радиационное загрязнение, загорание на объектах с наличием взрывоопасных веществ).

Управление силами и средствами

Центральная часть рабочей зоны предназначена для планирования работы на пожаре. Белая магнитная доска (рисунок 1, секция 2.1) имеет возможность открываться, за ней расположены магниты с условными графическими обозначениями и канцелярские принадлежности, необходимые для составления схем расстановки сил и средств. Так же открытая доска дает доступ к управлению системой стационарного усилителя сигнала. Ноутбук (рисунок 1, секция 2.2) хранит в себе базу данных ТНПА, программу для автоматического составления заявки на работу БЛА, программу для контроля сил и средств, программу для контакта с БЛА (на экран выводится изображение с камеры) и т.п. Выдвижной ящик (зона 2.3) позволяет хранить оперативную документацию, позволяющую в минимальное время организовать аварийно-спасательные работы оперативные планы и карточки на объекты.

Контроль работы звеньев ГДЗС

Правая часть рабочей зоны предназначена для обеспечения работы звеньев ГДЗС. Комплекты GPS-маячков для позиционирования газодымозащитников на боевых участках расположены в правом кармане крышки (рисунок 1, секция 3.1). Дополнительный экран (рисунок 1, секция 3.2) проецирует карту местности и в режиме реального времени помечает местоположение маячка. Выдвижной ящик (рисунок 1, секция 3.3) хранит планшет

постового, калькулятор и документацию для обеспечения работы ГДЗС. Комбинируя изображение с БЛА и данные маячка оператор «АРМ ШТАБ» получает точное положение звена ГДЗС.

В заключение можно отметить, что установка «АРМ ШТАБ» повышает эффективность управления силами и средствами на пожаре используя современные технологии. Разработка и применение «АРМ ШТАБ» в органах и подразделениях по ЧС позволит облегчить управления силами и средствами, минимизировать ущерб за счет своевременного реагирования по результатам всесторонней разведки с земли и воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении Боевого устава органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь по организации тушения пожаров : приказ МЧС от 03.01.2024 № 1.

2. Об утверждении Авиационных правил организации и выполнения полетов государственных беспилотных летательных аппаратов Республики Беларусь : постановление М-ва обороны Респ. Беларусь от 01.08.2022 № 41 (в ред. постановления от 30.09.2024 № 25).

3. Разработка автоматизированного рабочего места с информационной системой мониторинга. – 2025. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-avtomatizirovannogo-rabochego-mesta-s-informatsionnoy-sistemoy-monitoringa/> (дата обращения: 23.03.2025).

УДК 614.8

АНАЛИЗ ПРАКТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ ПЕРСОНАЛА СЛУЖБЫ СПАСЕНИЯ «911» («112»), СВЯЗАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЛЮДЕЙ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Жернаков Д.В., Стеблянский Л.Н.

ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России»

Все алгоритмы практических действий персонала службы спасения 911 (112), связанные с использованием технологий определения местоположения можно разделить на два направления:

1. Алгоритмы практических действий персонала службы спасения 911 (112) при определении местоположения звонящего абонента.

2. Алгоритмы практических действий персонала службы спасения 911 (112) при определении местоположения транспортного средства с навигационным оборудованием.

Стоит отметить, что абсолютно все алгоритмы практических действий персонала службы спасения 911 (112) при приеме и организации реагирования на вызовы связаны с определением местоположения звонящего абонента.

При этом алгоритмы практических действий персонала службы спасения 911 (112) при определении местоположения звонящего абонента делятся на:

– алгоритмы практических действий с использованием функций автоматического определения местоположения звонящего абонента;

– алгоритмы практических действий без использования функций автоматического определения местоположения звонящего абонента.

В соответствии с классификатором вызова экстренных оперативных служб [1, с. 8] к типовым оперативным событиям, связанным с необходимостью автоматического определения местоположения звонящего абонента, относятся (в алфавитном порядке): грабеж, грабеж в автомашине, грабеж в отношении иностранного гражданина, грабеж на улице, драка, драка на улице, драка с ножом, драка с участием иностранных граждан, ДТП,

ДТП с пострадавшими, ДТП с участием иностранных граждан, завладение машиной, заминирование, заминирование автомашины, затор, избили, избили гражданина иностранного государства, избили неизвестные на улице, изнасилование, изнасилование на улице/лесопарке, кража, кража у иностранного гражданина, крики о помощи, лежит человек, массовый беспорядок, наркоман, ножевое ранение на улице, обрушение здания, огнестрельное ранение, опасные химические вещества, повреждение автомашины, подозрительная автомашина, подозрительный предмет, подозрительный человек, пожар, потеряшка / без вести пропавший, потеряшка водитель с автомашиной, потеряшка из учебного заведения/интерната/детдома, потеряшка несовершеннолетний, потеряшка пожилой человек, потеряшка с психическим заболеванием, похищение человека, пьяный водитель автомашины, пьяный лежит на улице, разбой, разбойное нападение, разбойное нападение на водителя, сексуал, сексуал показывает половые органы, спасение на водах, стрельба, труп в водоеме, труп иностранного гражданина, труп на улице, труп несовершеннолетнего, труп в результате суицида, труп при несчастном случае, угон только что, электроснабжение/нарушение условий эксплуатации объектов энергоснабжения, электроснабжение/нарушение на воздушной или кабельной линии, электроснабжение/отсутствие или нарушение уличного освещения, газоснабжение/провал люка, газоснабжение/поврежден газопровод, взрыв взрывного устройства на авиационном транспорте, взрыв взрывного устройства на водном транспорте, взрыв взрывного устройства на общественном транспорте, гибель людей при производстве/хранении/транспортировке особо опасных веществ с загрязнением окружающей среды, гибель людей при эксплуатации боевой техники и вооружения, захват или угон водного транспорта, захват или угон воздушного судна, захват или угон железнодорожного транспорта, катастрофы воздушного и водного транспорта, обнаружение тайника/склада/схрона с наркотическими средствами/психотропными веществами, подготовка террористического/диверсионного акта на метрополитене, подготовка террористического/диверсионного акта на дипломатических представительствах иностранных государств, подготовка террористического/диверсионного акта на других объектах/учреждениях/жилых зданиях/общественных местах, подготовка террористического/диверсионного акта на общественном транспорте, подготовка террористического/диверсионного акта на объекте авиационного транспорта, подготовка террористического/диверсионного акта на объекте атомной энергетики, подготовка террористического/диверсионного акта на объекте водного транспорта, подготовка террористического/диверсионного акта на объекте железнодорожного транспорта, подготовка террористического/диверсионного акта на объекте жизнеобеспечения населенных пунктов, подготовка террористического/диверсионного акта на объекте оборонного комплекса, подготовка террористического/диверсионного акта на объекте связи и информатизации и др.

Система вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «911» («112») позволяет определить местоположение при взаимодействии с техническими средствами обработки информации о местонахождении пользовательского оборудования (далее – ТСМН) [2].

Взаимодействие с ТСМН позволяет получать данные о фиксированном и мобильном абонентах.

Информация о местоположении фиксированного абонента может быть получена при входящем вызове, если определен номер телефона абонента. Поскольку за абонентом фиксированной сети связи закреплен постоянный номер, местоположение абонента при перезапросе данных не изменится [2].

Чтобы определить местоположение мобильного абонента посредством ТСМН, оператор центра обработки вызовов (далее – ЦОВ) выполняет ряд действий в соответствии с инструкцией. Местоположение мобильного абонента может быть отражено на карте в виде точки, окружности или сектора. При условии получения информации от оператора связи, оператор ЦОВ получит дополнительную информацию об абоненте, в том числе его ФИО и

дату рождения. При перезапросе данных, местоположение абонента мобильной сети связи будет изменяться по мере передвижения абонента. Если абонент не передвигался, то при повторном запросе данных оператор ЦОВ получит первоначальные координаты [2].

К основным способам определения местоположения абонента по его сигналам относятся

- метод СОО (Cell of Origin);
- метод фиксации времени прибытия сигналов, основанный на измерении интервалов времени, за которые сигнал мобильного телефона доходит до нескольких базовых станций, оснащенных блоками определения местоположения;
- локализация с помощью системы GPS, встроенной в мобильные телефоны;
- определение местоположения по сигналам спутниковых навигационных систем GPS/ГЛОНАСС.

В настоящее время широкое распространение и дальнейшее развитие мобильных приложений позволяет расширить имеющиеся возможности определения местоположения с применением средств мобильного интернета и функций геолокации.

На рисунке 1 представлен пример использования мобильного приложения системы вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «911» («112»), разработанного в Красноярском крае.

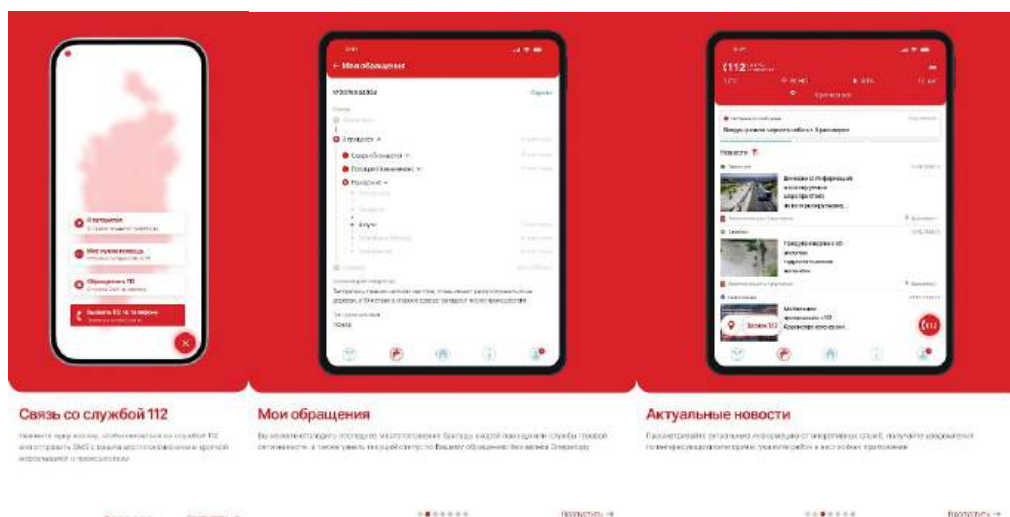


Рисунок 1. – Пример использования мобильного приложения системы вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «911» («112»), разработанного в Красноярском крае

Стоит отметить, что ключевое значение при организации экстренного реагирования имеет определение местоположения потерявшегося человека при необходимости организации поисково-спасательных работ в природной среде.

В источнике [3] хорошо разобраны типовые ошибки при определении местоположения в процессе проведения поисково-спасательных работ в природной среде.

Современным активно развивающимся направлением в настоящее время является спутниковый мониторинг транспорта. Помимо обеспечения безопасности и организации экстренного реагирования на ЧС (происшествия) с автомобильным транспортом, технологии спутникового мониторинга транспорта успешно используются для решения производственных задач.

С 2015 года на территории Российской Федерации функционирует «ЭРА-ГЛОНАСС» – российская государственная автоматизированная информационная система (далее – ГАИС) экстренного реагирования при авариях, которая обеспечивает оперативное получение информации о дорожно-транспортных и об иных происшествиях на автомобильных дорогах в Российской Федерации, ее обработку, хранение и передачу в экстренные оперативные

службы, а также доступ к этой информации государственных органов, органов местного самоуправления, должностных лиц, юридических лиц, физических лиц [4].

Алгоритмы практических действий персонала службы спасения 911 (112) по заполнению информационной карточки вызова с данными о дорожно-транспортном происшествии из ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС» включают в себя заполнение ряда дополнительных данных, структура данных подробнее рассмотрена в источниках [1;2].

Мониторинг школьных автобусов является одним из значимых направлений деятельности службы спасения «911» («112»). Алгоритм практических действий персонала службы спасения «911» («112») по мониторингу и контролю связан с использованием специализированных информационных систем, позволяющих отображать местоположение в процессе движения школьных автобусов на картографической основе и ряда других параметров и функций (соблюдение маршрута, соблюдение скоростного режима, связь с водителем и др.).

Помимо этого, аппаратурой спутниковой навигации оснащаются транспортные средства, перевозящие опасные грузы [6].

Таким образом, алгоритмы практических действий персонала службы спасения 911 (112), связанных с использованием технологий определения местоположения людей и транспортных средств, в совокупности представляют собой важное современное направление деятельности по обеспечению безопасности населения, требующее внимания и дальнейшего развития в плане совершенствования используемых технологий и оборудования.

По результатам проведенного анализа отмечается ряд проблемных вопросов при определении местоположения людей и транспортных средств, в том числе связанных с: отсутствием технических возможностей для гарантированного автоматического определения местоположения всех звонящих абонентов по единому номеру вызова экстренных оперативных служб «911» («112»), наличием случаев сбоя и нестабильной работы оборудования датчиков «ГЛОНАСС», наличием технических проблем при интеграции российских и зарубежных систем и оборудования, недостаточной проработанностью информационных систем мониторинга транспортных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин, М. П. Профессиональная подготовка персонала системы-112 на базе учебно-тренажерного комплекса со специальным программным обеспечением – 112 : учеб. пособие / М. П. Бородин. – М. : Мир науки, 2022. – URL: <https://izd-mn.com/PDF/29MNNPU22.pdf> (дата обращения: чч.мм.гггг).

2. Специализированное программное обеспечение системы-112. Руководство оператора системы-112. – СПб. : СПО-112, 2024. – 133 с.

3. Евдокимов, Д. С. Поисково-спасательные работы в природной среде. Поиск потерявшихся людей / Д. С. Евдокимов, Б. Л. Лейтес. – СПб. : Объединение добровольных спасателей «ЭКСТРЕМУМ», 2024. – 173 с.

4. О Государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС» : федер. закон Рос. Федерации от 28 дек. 2013 г. № 395-ФЗ.

5. О порядке взаимодействия с Государственной автоматизированной информационной системой «ЭРА-ГЛОНАСС» : постановление Правительства Рос. Федерации от 21 февр. 2015 г. № 151.

6. Об утверждении Правил оснащения транспортных средств категорий М2, М3 и транспортных средств категории N, используемых для перевозки опасных грузов, аппаратурой спутниковой навигации : постановление Правительства Рос. Федерации от 22 дек. 2020 г. № 2216.

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

Комар В.В., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного характера (далее – ЧС) в Республике Беларусь является критически важным аспектом для обеспечения безопасности населения и устойчивого развития страны. Географическое положение Беларуси и её подверженность различным природным катастрофам, таким как половодья, паводки, лесные пожары, сильные ветра, снегопады и многое другое делают необходимость в разработке эффективных и достоверных методах их прогнозирования.

Прогнозирование ЧС – научно обоснованное предсказание вероятности возникновения ЧС, их развития, характера, масштабов и последствий [1]. На основании прогнозирования и оценки возможных последствий ЧС при необходимости в определенное время производится оповещение населения о надвигающейся опасности стихийного бедствия, о случившейся аварии или катастрофе, представляющих опасность для населения, приведение необходимых сил и средств для ликвидации их последствий.

Современные подходы к прогнозированию ЧС можно разделить на несколько категорий [2]:

- статистические методы. Эти методы основаны на анализе исторических данных о природных катастрофах. Используя статистические модели, имеется возможность оценить вероятность возникновения определенных событий и их потенциальное воздействие на население и инфраструктуру.

- численное моделирование. Этот подход включает в себя использование математических моделей для симуляции природных процессов. Модели могут учитывать различные факторы, такие как климатические условия, геологические особенности и человеческую деятельность. Численное моделирование позволяет прогнозировать последствия природных катастроф и оценивать эффективность мер по снижению риска.

- экспертные оценки. Важным аспектом прогнозирования является интеграция знаний экспертов из различных областей, таких как геология, метеорология, экология и социология. Экспертные оценки могут быть использованы для уточнения результатов статистических и численных моделей, обеспечивая более полное понимание потенциальных угроз.

- геоинформационные системы (далее – ГИС). ГИС играют ключевую роль в визуализации данных и пространственном анализе. С их помощью можно создавать карты рисков, которые помогают в планировании мероприятий по подготовке и реагированию на ЧС. ГИС позволяют интегрировать данные из различных источников, что способствует более полному анализу ситуации.

- спутниковые наблюдения. Использование спутниковых технологий для мониторинга природных процессов позволяет оперативно получать данные о состоянии окружающей среды. Спутниковые изображения могут помочь в выявлении изменений в ландшафте, таких как вырубка лесов или изменение уровня воды в реках, что может быть ранним признаком надвигающейся катастрофы [3].

Прогнозирование ЧС может затрагивать различные временные диапазоны, то есть быть краткосрочным и долгосрочным, что позволяет минимизировать ущерб от их воздействия, повысить готовность населения и специальных служб к ликвидации их последствий, а также обеспечить устойчивое развитие инфраструктуры и экономики страны в целом.

Эти аспекты подчеркивают важность внедрения современных технологий и методов в процесс прогнозирования.

Однако несмотря на достижения, существуют следующие проблемы, такие как: необходимость в обучении специалистов, ограниченные ресурсы для внедрения новых технологий, сложности в интеграции различных источников данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бехманн, Г. Оценка техники и оценка воздействия на окружающую среду. Динамика техносферы: социокультурный контекст / Г. Бехманн ; под ред. Н. Г. Багдасарьян. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – 243 с.
2. Баранов, А. В. Прогнозирование природных катастроф / А. В. Баранов. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. – 51 с.
3. Князева, Е. Н. Принципы самоорганизации и устойчивого совместного развития сложных систем. Высокие технологии и современная цивилизация / Е. Н. Князева, С. П. Курдюмов. – М. : ИФ РАН, 1999. – 45 с.

УДК 614.841.42:630(476)

УПРАВЛЯЕМЫЙ ОТЖИГ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Костюкевич И.Д. Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

Лесные пожары представляют серьёзную угрозу для экосистем и экономики многих стран, включая Республику Беларусь. Преобладание хвойных лесов (сосна, ель), составляющих около 60% лесного фонда, в сочетании с высокой плотностью напочвенного горючего материала (НГМ) создаёт условия для быстрого распространения огня [1]. В таких условиях актуальным вопросом является поиск методов тушения, сочетающих эффективность, экономичность и адаптивность к труднодоступным территориям.

Отжиг (управляемый встречный пал) — метод, предполагающий создание контролируемой выжженной полосы на пути пожара. Несмотря на его теоретическую обоснованность, практическое применение требует учёта региональных особенностей. Цель исследования — оценка эффективности отжига в условиях Беларуси с учётом структуры лесного фонда, доступности территорий и опыта смежных регионов.

Сосновые леса Беларуси, особенно мшистого и верескового типов, характеризуются высоким запасом НГМ — варьируется от 0.8 до 2.7 кг/м² [4]. Минимально необходимый для отжига уровень составляет 0.5 кг/м², что позволяет применять метод на 80% территорий лесного фонда. В еловых насаждениях запас НГМ ниже (0.3–1.2 кг/м²), что ограничивает использование отжига в данных условиях. В труднодоступных районах (например, Полесский лесхоз) доставка огнетушащих веществ затруднена из-за отсутствия дорог (30% территории) и заболоченности [2]. В таких случаях отжиг становится единственным рентабельным методом, не требующим привлечения тяжёлой техники. По данным экспертной оценки эффективности использования отжига при тушении лесного пожара [3]: 54% случаев — отжиг не ухудшает ситуацию, 41% — незначительное ухудшение (до 20% случаев), 4% — критическое ухудшение (до 40% случаев).

Отжиг позволяет сократить затраты на тушение на 40–60% по сравнению с традиционными методами. Это связано с отсутствием необходимости задействовать технику и большие объёмы огнетушащих веществ. К преимуществам отжига относится экономическая выгода, так как данный метод не требует дорогостоящей техники и большого объема огнетушащих веществ. Вторым преимуществом является адаптивность из-за эффективности в труднодоступных районах, где невозможна доставка огнетушащих веществ

и пожарной аварийно-спасательной техники. Но в тоже время стоит отметить, что применение данного метода связано с определенными рисками, такие как: антропогенные ошибки и экологические последствия [5]. Как вывод, успешность отжига зависит от комплексного подхода: подготовки специалистов, учета природных факторов и интеграции современных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гоман, П. Н. Факторы, определяющие возникновение и распространение лесных пожаров в Республике Беларусь / П. Н. Гоман // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2024. – № 1 (276). – С. 22–30.
2. Лесопожарная лаборатория // lpol.lesnoi.by. – URL: https://lpol.lesnoi.by/?page_id=19 (дата обращения: 05.05.2025).
3. Анкетирование в исследованиях лесных пожаров // firescience.ru. – URL: <https://firescience.ru/news/2020/04/anketa2news.html> (дата обращения: 05.05.2025).
4. Usenya, V. V. Fuel accumulation in pine forests of Belarusian Polesie / V. V. Usenya // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2019. – Vol. 12. – P. 45–52.
5. Технология тушения лесных пожаров: тема 3 // fireman.club. – URL: <https://fireman.club/conspects/tehnologiya-tusheniya-lesnyih-pozharov-tema-3/> (дата обращения: 05.05.2025).

УДК 614.841.44

ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ В ТОРГОВЫХ ОБЪЕКТАХ

Кроливец А.В., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Эффективность тушения пожаров в торговых объектах в значительной степени определяется уровнем организации процесса, включающего в себя комплекс мероприятий, направленных на предотвращение, обнаружение и ликвидацию возгораний. Заблаговременное планирование, включающее разработку эвакуационных планов, проведение тренировок и обучение персонала, позволяет подготовиться к возможным чрезвычайным ситуациям. Оперативная координация действий между различными подразделениями, администрацией объекта и другими службами экстренного реагирования обеспечивает слаженность и эффективность работы. Эффективное использование доступных ресурсов, таких как: пожарная аварийно-спасательная техника, огнетушащие вещества и системы противопожарной защиты, позволяет быстро обнаружить, локализовать и ликвидировать пожар. В конечном итоге, именно оптимальная организация всех этих аспектов является ключевым фактором, определяющим эффективность тушения пожаров в торговых объектах и минимизацию рисков для жизни людей и материального ущерба.

Современный торговый объект может представлять собой большой торгово-развлекательный комплекс: многоэтажное здание, в котором кроме магазинов могут находиться также кафе, бары, кинотеатр, боулинг, детские площадки и т.п. Как правило, комплекс оборудован эскалаторами, лифтами, парковкой для автотранспорта. Пожар в некоторых помещениях таких зданий характеризуется высокой пожарной нагрузкой, которая может достигать значений до 190 кв.м., так же ряд этих помещений имеет материал группы горючести Г4, способствуя быстрому распространению пламени по вертикали и горизонтали.

В случае возникновения пожара руководитель тушения пожара (далее – РТП) по прибытию к месту пожара обязан установить связь с обслуживающим персоналом, уточнить информацию по наличию людей на объекте и угрозе им, характер хранения материальных ценностей, тип материала, место горения, примерную площадь, возможные пути распространения, после чего приступить к проведению аварийно-спасательных работ. Разведка проводится в нескольких направлениях: поиск и эвакуация пострадавших, поиск очага и действия для ликвидации пожара. Все товары не подверженные горению эвакуируются в помещения, расположенные в безопасном месте, либо выносятся на улицу и выставляются охрану, после чего РТП необходимо будет вызвать сотрудников милиции. Для тушения необходимо применять перекрывные стволы, а при развившемся пожаре стволы с большим расходом, воду подавать компактными струями, не допуская разлива лишней воды приводящей к увеличению материального ущерба. При тушении легковоспламеняющихся жидкостей рекомендуется применение воздушно-механической пены низкой или средней кратности, распыленную воду. В случае возникновения пожара в подсобных помещениях стволы подаются на защиту путей эвакуации. Одновременно с введением стволов эвакуируют людей с помощью обслуживающего персонала в безопасные места.

Сложности тушения пожаров в торговых объектах обусловлены их конструктивными особенностями, сложностью планировки и большим скоплением людей. Эффективное тушение требует учета этих факторов:

- большие площади: обширные торговые залы создают условия для быстрого распространения огня и дыма, затрудняя поиск очага возгорания и эвакуацию людей;

- сложная планировка: наличие складов, подсобных помещений, эвакуационных путей, зачастую запутанных и загроможденных, усложняет проведение разведки и работу спасателей-пожарных;

- подвесные потолки и фальшполы, эти конструкции способствуют скрытому распространению огня и дыма, а также создают риск обрушения;

- системы вентиляции и кондиционирования, они способствуют быстрому распространения дыма и огня по всему зданию, затрудняя тушение и эвакуацию;

- материалы отделки, использование синтетических и легковоспламеняющихся материалов увеличивает скорость распространения огня и выделение токсичных продуктов горения.

Примером сложности тушения стал «громкий» пожар последних лет, унесший более 50 жизней в ТЦ «Зимняя Вишня» г. Кемерово. Пожар произошёл в воскресенье 25 марта 2018 года на площади 1600 квадратных метров с последующим обрушением кровли, перекрытий между четвёртым и третьим этажами. Ряд сложностей для спасателей при ликвидации чрезвычайной ситуации стали следующие причины:

- сложная планировка, торговый центр имел лабиринтную структуру с множеством коридоров, переходов и тупиков, что затрудняло ориентацию пожарных в условиях сильного задымления и осложняло поиск очагов возгорания и пострадавших;

- большая площадь, общая площадь торгового центра составляла несколько десятков тысяч квадратных метров, что усложняло разведку пожара и проведение аварийно-спасательных работ;

- несанкционированные перепланировки, в процессе эксплуатации торгового центра были произведены перепланировки, не отраженные в документации, что дезориентировало спасателей.

- использование горючих материалов, при отделке помещений были использованы дешевые, легковоспламеняющиеся синтетические материалы, которые способствовали быстрому распространению огня и выделению токсичного дыма;

- большое количество горючих материалов (одежда, обувь, мебель, игрушки, отделочные материалы, упаковка), которые создали высокую пожарную нагрузку и способствовали быстрому развитию пожара;

- неисправность системы дымоудаления, она не сработала должным образом, что привело к быстрому заполнению помещений дымом, ухудшению видимости и затруднению эвакуации;

сильное задымление, затрудняло работу звеньев ГДЗС, поиск очагов возгорания и пострадавших;

высокая температура в помещениях затрудняла работу пожарных.

Место с наибольшим количеством жертв – кинозалы, в которых было большое количество мягких кресел и ковровых покрытий, которые быстро горели и выделяли токсичный дым.

В совокупности все эти факторы привели к тому, что пожар в ТЦ "Зимняя вишня" стал одним из самых трагичных в истории наших соседей. Он выявил серьезные недостатки в системе пожарной безопасности и стал поводом для пересмотра нормативных требований и усиления контроля за их соблюдением.

Особенности тушения пожаров в торговых объектах необходимо разбирать и отрабатывать с личным составом в системе служебной и боевой подготовки (тактико-специальные занятия, учения, семинары), так как это специфические объекты с массовым пребыванием людей различных возрастных категорий, что стоит учитывать при проведении оперативно-тактических действий.

Анализ факторов, влияющих на эффективность тушения пожаров в торговых объектах, выявляет прямую зависимость между уровнем организации пожаротушения и степенью минимизации негативных последствий. Оптимизация процессов планирования, реагирования и взаимодействия, подкрепленная современными техническими средствами и квалифицированным персоналом, является определяющим условием для успешной локализации и ликвидации возгораний в торговых объектах, снижая риски для жизни людей и обеспечивая сохранность материальных ценностей. Постоянное совершенствование и адаптация стратегий тушения к специфике каждого объекта и изменяющимся условиям оперативной обстановки представляется необходимым условием для достижения максимальной эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. О пожарной безопасности : Закон Республики Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2403-ХІІ // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь.
2. Боевой устав органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям по организации тушения пожаров : приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 3 января 2024 г. № 1 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь
3. Рошин, В. П. Пожарная безопасность торгово-развлекательных центров / В. П. Рошин. – М. : Высшая школа, 2022.
4. Способы безопасности работающих звеньев ГДЗС // Пожарная безопасность : [сайт]. – 2025. – URL: <https://propb.ru/library/wiki/tushenie-gazoneftyanykh-fontanov-etapy-tusheniya> (дата обращения: 10.05.2025).

УДК 614.841.41.

ПОДСЛОЙНОЕ ТУШЕНИЕ: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

Кузнецова Н.Н., Мбейандже А.А.

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Одними из моментов повышенной угрозы возгорания являются места хранения типа резервуарного с нефтесодержащими продуктами. Основная причина воспламенения в таких местах – человеческая халатность. Несмотря на строгое соблюдение регламентов, возгорания случаются. В России на площадях таких 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 наработанных алгоритма 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. Она снижает температуру, блокирует доступ кислорода и предотвращает возгорание. 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. Такой метод пожаротушения эффективен при тушении горючих жидкостей и по твердым поверхностям.



Рисунок 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. Температура 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 необходимости подрыва крышки резервуара.

В сравнении с поверхностным методом ликвидации возгорания мест с емкостями, заполненными нефтепродуктами, подслоный метод имеет определенные преимущества.

Во-первых, возможность автоматического начала тушения; в случае взрывов смесей для всех пеноводов 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 подслоного тушения пожаров в хранилищах нефтепродуктов.

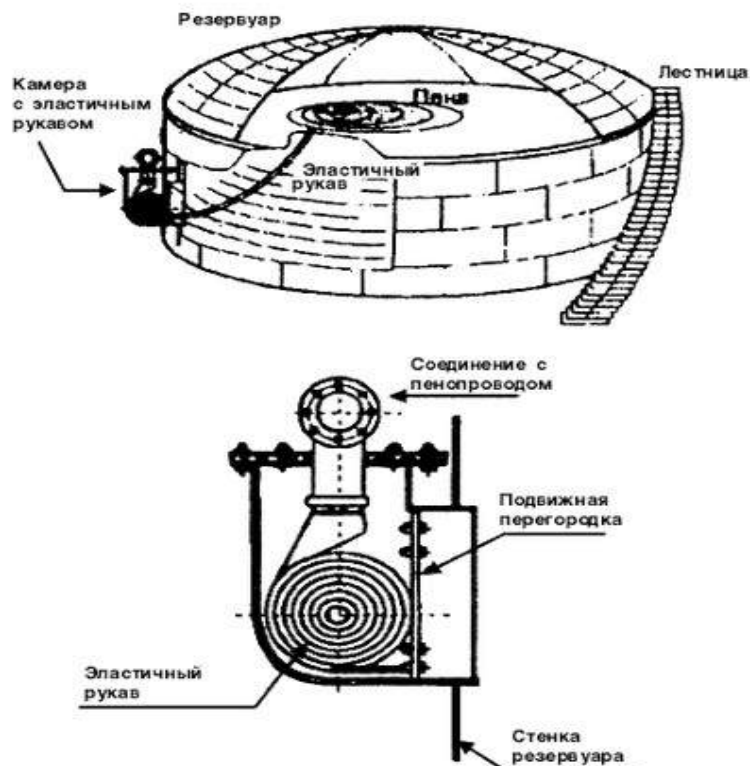


Рисунок 2. – Стационарная установка пожаротушения для подачи пены в основание резервуара через эластичный рукав на поверхность горячего

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].

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 горячее 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 подслоного тушения пожаров сможет решить все перечисленные выше проблемы и сделать производственные объекты немного безопаснее.

Другой метод подслоного тушения – использование инертных газов. Это вещества, которые поглощают и отдают значительное количество тепла, затрудняют доступ кислорода и образуют смесь с горящим газом или паром, тем самым прекращая горение. Часто применяют агенты на основе азота или углекислого газа. Их подача осуществляется через специальные распределители, которые образуют защитный слой на поверхности горящих материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сучков, В. П. Актуальные проблемы обеспечения устойчивости к возникновению и развитию пожара технологий хранения нефти и нефтепродуктов : тематический обзор / В. П. Сучков. – М. : ЦНИИТЭнефтехим, 1995. – 68 с.
2. Шароварников, А. Ф. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов / А. Ф. Шароварников, В. П. Молчанов, С. С. Воевода, С. А. Шароварников. – М., 2007. – 380 с.
3. Стрелкова, Е. В. Определение возможных причин и факторов, способствующих возникновению и развитию аварии на нефтеперерабатывающем промышленном объекте / Е. В. Стрелкова, Е. Н. Боякова, Ю. К. Потеряев // Экология. Энергетика. Экономика. Вып. X: Безопасность в чрезвычайных ситуациях. – СПб. : Изд-во Менделеев, 2006. – 244 с.

УДК 614.841.45:069.22

СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В МУЗЕЯХ И АРХИВОХРАНИЛИЩАХ

Куликовская А.С., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Музеи и архивохранилища характеризуются значительными объемами и площадью помещений, сложностью планировки, отсутствием достаточного количества входов и оконных проемов, наличием металлоконструкций, большого количества горючих материалов и уникальных ценностей. [1] В этой связи необходимо учитывать особенности различных методов и средств пожаротушения при составлении мероприятий по реагированию на угрозы.

Выделяют несколько систем пожаротушения в данных учреждениях:

– система аэрозольного пожаротушения – применяются для защиты отдельных участков на производственных и транспортных объектах [3];

– система газового пожаротушения – применяются для подавления горения твердых веществ и жидкостей. Это оптимальный вариант для защиты помещений, в которых хранятся ценные и хрупкие предметы и материалы [3];

– система тушения тонкораспыленной водой – применяются для тушения пожаров класса А (горение твердых веществ с тлением или без него) и класса В (горение жидких веществ, в том числе неводорастворимых и водорастворимых веществ, сжижаемых твердых веществ) [4].

У каждой системы пожаротушения есть свои достоинства и недостатки. Сейчас рассмотрим подробнее каждого из них.

Система аэрозольного пожаротушения имеет следующие достоинства:

- более широкий диапазон рабочих температур (от -60 до +60°C);
- снижение риска вторичного ущерба для материальных ценностей;
- простота конструкции облегчает монтаж и обслуживание таких систем пожаротушения на объекте.

К недостаткам можно отнести высокие температуры (130÷500°C) в процессе выработки аэрозоля, отсутствие возможности перезарядки, а также необходимость тщательной влажной уборки после срабатывания системы.

Система газового пожаротушения имеет такие положительные стороны как:

- безопасность (хладоны не проводят электричество, не оказывают вредного воздействия на материалы и вещества);
- тушение в труднодоступных местах;
- легкая уборка помещений (газ не оставляет следов на поверхностях).

Недостатками являются высокая цена, низкая эффективность при тушении тлеющих веществ, невозможность использования для тушения некоторых материалов соединениями двуокиси углерода и азот, а также экологическая безопасность.

Системы тушения тонкораспыленной водой является наиболее распространенным способом ликвидации пожара и имеет следующие достоинства:

- плотное перекрытие водяным паром подачи кислорода в очаг возгорания;
- предотвращение повторного горения за счет удержания тумана в воздухе;
- большая площадь покрытия и быстрое проникновение в труднодоступные места;
- небольшой расход воды – не более 1,5 л жидкости на 1 м²;
- качественное дымоудаление за счет создания парового занавеса;
- минимальный вред имуществу благодаря отсутствию излишнего количества воды;
- позволяет охватить большую площадь покрытия с несколькими источниками возгорания.

К недостаткам можно отнести ограниченное время распыления, регулярная проверка и чистка системы пожаротушения, высокая стоимость комплекта оборудования и необходимость установки автоматической пожарной сигнализации.

В заключение, важно подчеркнуть, что тушение пожаров в музеях и архивохранилищах представляет собой крайне сложную задачу, требующую особого подхода, обусловленного уникальной ценностью и хрупкостью хранящихся объектов. Использование передовых технологий и комплексный подход к обеспечению пожарной безопасности являются ключевыми факторами в деле сохранения культурного наследия для будущих поколений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боевой устав органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям по организации тушения пожаров: Приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 03.01.2024 №1: руководящий документ (дата обращения: 15.05.2025).

2. Разновидности систем пожаротушения: классификации по типу конструкции, уровню автоматизации и тушащему веществу [сайт]. – Тольятти, 2021. – URL: <https://zarya.one/blog/sistemy-pozharotusheniya/> (дата обращения: 15.05.2025).

3. Пожаротушение тонкораспыленной водой [сайт]. – Москва, 2023. – URL: <https://tatprofing.com/blog/pozharotushenie-tonkoraspylennoj-vodoj/> (дата обращения: 15.05.2025).

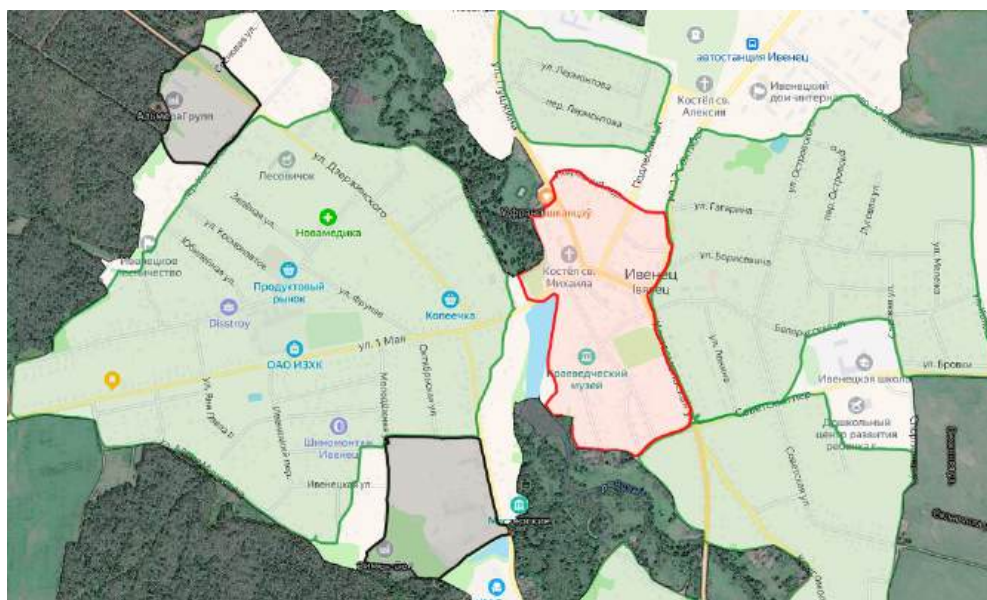
ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ПОЖАРАМИ В СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Курский И.А., Пивоваров А.В., Морозов А.А.

Университет гражданской защиты

Согласно статистике за 2024 год на территории Республики Беларусь произошло 4809 пожаров в жилом фонде [1]. На сельскую местность приходится около 57% общего числа пожаров и 70% ущерба от них. Несмотря на значительный отток сельского населения в города, в сельских населенных пунктах проживает до 40% населения страны. При рассмотрении пожаров, выделяются пожары жилого фонда сельских населенных пунктов, так как тушение пожара затрудняется плотностью застройки, удаленностью водоисточников, необеспеченностью связью, а также большим временем свободного развития пожара в связи с удаленностью пожарных аварийно-спасательных подразделений.

Рассматривая структуру типичного сельского населенного пункта, можно выделить две основные зоны – жилая и производственная.



- общественный центр
(включая часть жилой зоны с 3–4 этажными зданиями);
- производственная зона
- часть жилой зоны с 1–2 этажными домами

Рисунок 1. – Планировка сельского населенного пункта

Жилая зона представляет собой плотно застроенную территорию, где располагаются частные дома в близости друг от друга, небольшие продовольственные магазины, гаражи и различные хозяйственные постройки. Гаражи и хозяйственные постройки часто используются для хранения автомобилей, мелкого рабочего транспорта, горюче-смазочных материалов, продовольствия и иных предметов различного назначения. Также многие дома не подключены к общей сети газоснабжения, поэтому создается угроза взрыва газовых баллонов и керосиновых приборов, размещенных внутри дома.

Производственная зона, как правило, находится за пределами основной застройки, однако в близости от жилой зоны. В производственной зоне размещаются здания и сооружения, объединяемые технологическим процессом, системой транспорта,

энергетическими и сантехническими коммуникациями. Ангараы для хранения сельскохозяйственной техники, склады горюче-смазочных материалов, различные фермерские постройки, в которых могут содержаться животные, а также приспособленные под хранение урожая, кормов для животных, удобрений и прочих веществ и материалов, лесопильные и лесозаготовительные цеха, производства различной продукции легкой и пищевой промышленности, объекты машиностроения, электроэнергетики и металлообработки. Перечисленные здания имеют большую пожарную нагрузку и в случае пожара, с учетом удаленности подразделений от сельских населенных пунктов, на момент прибытия подразделений к месту пожара, здание, как правило, частично или полностью охвачено огнем, а также создается угроза распространения пожара на соседние здания.

Возвращаясь к статистике по пожарам в жилом фонде за 2024 год, основной причиной возникновения пожаров является неосторожное обращение с огнем – 32,8% от общего количества пожаров (2037). 31% приходится на пожары, возникновение которых связано с нарушением правил устройства и эксплуатации электросетей и электрооборудования (1930). Еще одной типичной причиной возникновения пожаров в сельских населенных пунктах становится нарушение правил устройства и эксплуатации печей – 19,8% (1230) от общего количества пожаров.

Примером неосторожного обращения с огнем при сжигании сухой растительности является пожар, произошедший 19.08.2024 года. В 14-03 в ЦОУ Копыльского РОЧС поступило сообщение о загорании хозпостроек расположенных по адресу: Копыльский р-н, Бобовнянский с/с, д. Выня, ул. Центральная, д. 78 [2].

По прибытии к месту вызова подразделений МЧС установлено, что горит два дома и три хозпостройки на участках № 78 и № 80 открытым пламенем на площади 234 м², в ходе разведки установлено, что пострадавшие отсутствуют, создалась угроза домам на участках № 117 и № 119 и пяти хозпостройкам на участке № 80 в следствие усиления ветра. Общая площадь пожара составила 414 м².

Всего на тушение пожара подано – 1 ствол ЛС-40С, 6 стволов СПРУ-50/0,7 от АЦ. Израсходовано 290 тонн воды. Был организован подвоз воды из реки, расположенной в 0,5 км от места пожара, и перекачка из копани, находящейся на расстоянии 0,2 км.

Для ликвидации пожара привлекались силы и средства в количестве: 7 АЦ, 2 АШ, техники УП «ПИК «Лесное» (2 трактора с бочками для внесения жидких органических удобрений РЖТ объемом 3 тонны, 2 трактора с плугами), ГЛХУ «Копыльский лесхоз» (1 АЦ). Схема расстановки сил и средств на момент ликвидации пожара приведена на рисунке 2.

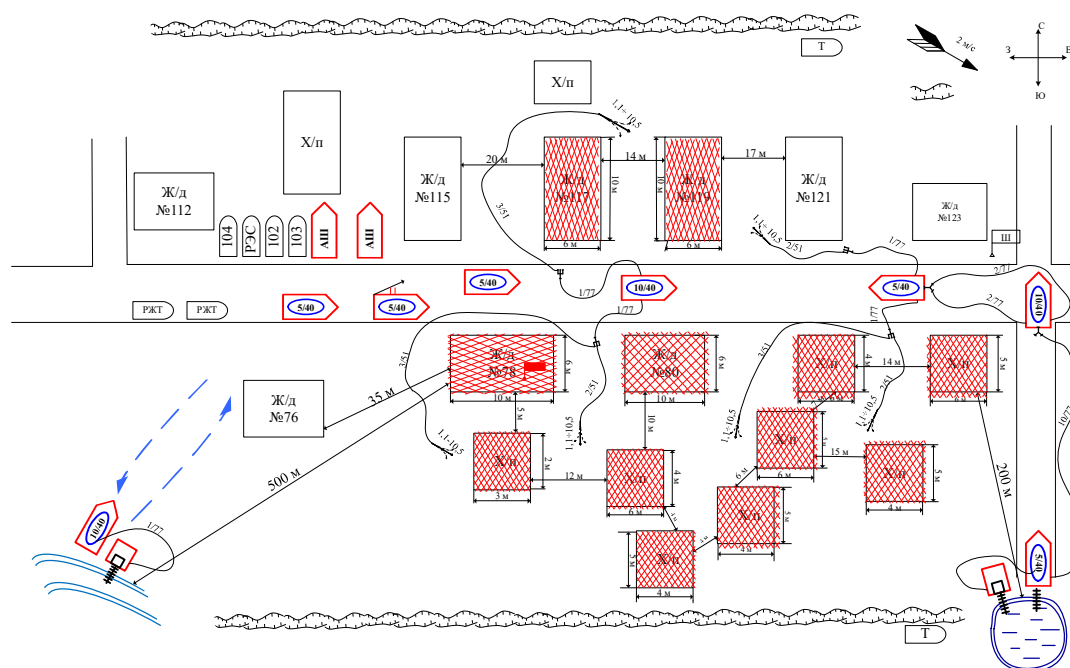


Рисунок 2. – Схема расстановки сил и средств на момент ликвидации пожара

Пожар локализован в 15-04. Ликвидирован в 17-10. В результате пожара огнем уничтожены: 1 нежилой дом, 3 дома для сезонного проживания, 7 хозпостроек; повреждена 1 хозпостройка. Распространение пожара на соседние постройки было вызвано сильным ветром, засушливым периодом и отсутствием нормативных размеров пожарных разрывов.

Данный пожар свидетельствует о том, что в сельских населенных пунктах существует проблема с обеспечением пожарной безопасности. Для предупреждения подобных пожаров, необходимо периодическое информирование и применение мер профилактического характера с населением, о недопущении сжигания сухой травы на придомовой территории, правил разведения огня, требований к содержанию пожарных разрывов, правил эксплуатации и содержания печей, общих правил безопасности при обращении с огнем.

Для информирования населения о возникновении пожара в домовладении, необходима массовая установка автономных пожарных извещателей не только для пожилых людей и социально уязвимых групп, но и для граждан, не относящимся к категории уязвимых. Статистика показывает, что при установленном и исправном автономном пожарном извещателе хозяева домовладений предупреждены о возникновении возгорания и имеют возможность самостоятельно эвакуироваться из дома до прибытия пожарных аварийно-спасательных подразделений. Так 4 апреля 2025 года, на территории Кобринской детской деревни автономный пожарный извещатель предупредил находящихся внутри 8 человек, из них 7 детей [3]. Они самостоятельно покинули здание и дождались прибытия подразделений ОПЧС. Находящийся с детьми взрослый, ликвидировал возгорание в комнате при помощи огнетушителя, что также отмечает важность наличия первичных средств пожаротушения и умения их применять в случае пожара.

Причиной пожара являлся аварийный режим работы зарядного устройства, что также является распространенной причиной пожара согласно статистике. Необходим контроль за состоянием электропроводки в домовладениях, а также информирование органов госэнергоконтроля о выявленных нарушениях при посещении домовладений. Нередко хозяева устанавливают «жучки» в счетчики электроэнергии, тем самым отключая предохранители (пробки), которые защищают домашнюю сеть от короткого замыкания и перегрузки. Общее состояние электропроводки также является неудовлетворительным и может являться причиной возникновения пожара.

Для предупреждения и обнаружения пожаров в сельских населенных пунктах, особенно актуально для отдаленных населенных пунктов, возможно применение беспилотных летательных аппаратов, а также систем мониторинга. Облет территории беспилотного летательного аппарата над территориями населенных пунктов, с установленным чувствительным к температуре оборудованием (тепловизором), позволит обнаружить несанкционированное сжигание растительности, а также возникший пожар. Другим инновационным решением в сфере мониторинга является картографическая система FIRMS, созданная для мониторинга лесных пожаров, однако также может использоваться для обнаружения иных пожаров [4]. Данные собираются при помощи спутниковых датчиков и представляют информацию о времени обнаружения и координаты пожара. Так система FIRMS в 18-26 зарегистрировало тепловую аномалию в лесном массиве (рисунок 3), расположенном возле д. Коробье Столинского р-на Брестской области. В 21-29 поступило сообщение об обнаружении лесного пожара в этом же массиве. Для ликвидации пожара были задействованы 11 единиц техники и 35 человек, из них 2 единицы техники и 5 работников МЧС. Пожар был ликвидирован. Общая площадь, пройденная фронтом пожара, составила 5 га [5].

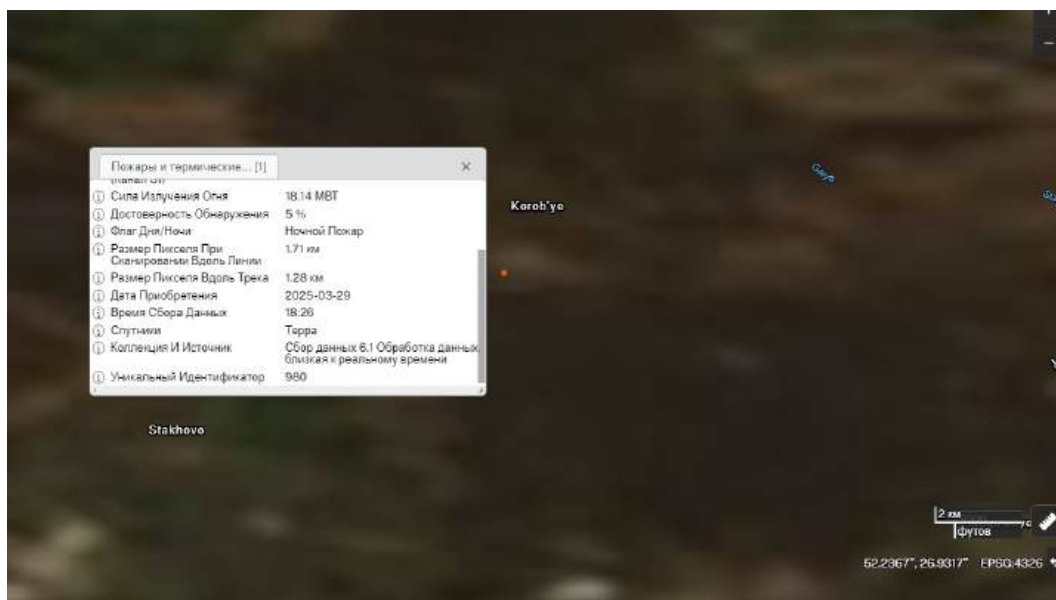


Рисунок 3. – Маркер тепловой аномалии и сведения о ней

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные показатели обстановки с чрезвычайными ситуациями за 2024 год : информационно-статистический сборник / Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций. – Минск : НИИ ПБ и ЧС, 2025. – 15 с.
2. Пожар в деревне: сгорели три дома и шесть хозпостроек // Onliner.by. – 2024. – URL: <https://realt.onliner.by/2024/08/19/pozhar-v-derevne> (дата обращения: 06.05.2025).
3. Восемь человек спаслись при пожаре в Кобрине благодаря извещателю // Белорусское телеграфное агентство (БЕЛТА). – 2025. – URL: <https://belta.by/regions/view/vosem-chelovek-spaslis-pri-pozhare-v-kobrine-blagodarja-izveschatelju-706928-2025/> (дата обращения: 06.05.2025).
4. Fire Information for Resource Management System (FIRMS) : [сайт] // NASA. – URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>. (дата обращения: 06.05.2025).
5. Информация о чрезвычайных ситуациях №89 (29–30 марта 2025 г.) / Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Минск, 2025. – URL: <https://mchs.gov.by/operativnaya-informatsiya/sutochnye-svodki-mchs/v-rb/483754/>. (дата обращения: 06.05.2025).

УДК 614.847.79

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ И ДРУГОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Любезников К.И., Ребко Д.В.

Университет гражданской защиты

Использование робототехнических средств при тушении пожаров связано с необходимостью повышения тактических возможностей пожарно-спасательных подразделений. Особенно это важно для подразделений, работающих в зоне повышенного воздействия опасных факторов пожара, приводящих к травмированию людей и выходу из строя незащищенной пожарной техники. Применение робототехнических средств позволяет повысить уровень защиты от опасных факторов пожара, расширить возможности

тактического маневрирования пожарных подразделений и ориентирования на местности в условиях задымления, загазованности, воздействия тепловых потоков и других помех. Робототехнические средства призваны заменить пожарных и незащищенную пожарную технику в случаях, когда выполнение оперативных задач находится за пределами человеческих возможностей либо сопряжено с чрезмерной угрозой жизни и здоровью людей.

Например, робот OceanOneK (Рис №1), созданный учеными и инженерами из Стэнфордского университета (США) имеет атропоморфную верхнюю половину, а задняя часть оснащена восемью разнонаправленными двигателями, которые позволяют осторожно маневрировать под водой. Сенсорная, система робота и стереоскопическое зрение создают невероятно реалистичные ощущения — оператор может воспринимать все то, что ощущает машина, сообщили в университете.



Рисунок 1. – Робот OceanOneK

Так же в России есть пожарный робот тяжелого класса Ель-10 (Рис №2), гусеничная платформа с лафетным стволом. Бульдозерный ковш-нож. Есть гидравлические клещи-схваты для удаления с пути предметов массой до 1 тонны, опасные взрывом или мешающие тушению пожара. Броня-8 мм. Предназначен для ликвидации техногенных аварий и тушения пожаров, когда возможны осколочно-фугасные поражения. Может подавать воду и пену на расстояние до 60 метров. На борту 5 тонн огнетушащего вещества.



Рисунок 2. - Пожарный робот тяжелого класса Ель-10

Японская Toshiba спроектировала робота специально для работы в экстремальных радиационных условиях (Рис №3). Робот способен передвигаться на четырех конечностях и похож на те роботы, что были в плавящихся реакторах японской АЭС Фукусима. Новый робот может работать в условиях высокого радиационного фона и способен преодолевать большие завалы и препятствия.



Рисунок 3. – Робот Toshiba

Китайский пожарный робот CITIC RXR M40D (Рис №4) имеет лафетный ствол и три режима водомета, отличающиеся уровнем давления и направления водного потока. Максимальный расход воды — 40 л/с, дальность выстрела — 60 м. Также он оснащен огнеупорными гусеницами и системой охлаждения, что позволяет использовать его на линии соприкосновения с огнем. CITIC RXR M40D обладает высокой маневренностью, преодолевает подъемы с углом наклона 25°, обладает нулевым радиусом разворота и степенью защиты IP65. Время автономной работы устройства — 10 часов.



Рисунок 4. – Пожарный робот CITIC RXR M40D

Так же в Китае был разработан пожарный робот на основе искусственного интеллекта под названием Fire Tank (Рис №5), его основные характеристики заключаются в способности автономно перемещаться в сложных условиях. Оснащенный передовыми датчиками и искусственным интеллектом, робот может оценивать окружающую обстановку, определять потенциальные опасности и выбирать оптимальный путь для выполнения задач пожаротушения. Пожарный резервуар оснащен многофункциональными соплами, которые могут распылять различные средства пожаротушения, включая воду, пену и другие огнетушащие вещества. Несмотря на возможность автономной работы, многофункциональный пожарный робот Fire Tank может также управляться пожарными дистанционно.



Рисунок 5. – Пожарный робот Fire Tank

Пожарные роботы в Республики Беларусь могли бы дать спасателям значительный шаг вперед:

Робот OceanOneK

Робот OceanOneK разработанный в США можно было бы преобразовать в робота для поиска людей под водой, наиболее эффективным по сравнению с Российским роботом «Аврора» стал бы американец, ведь оператор может воспринимать все то, что ощущает машина при управлении.

Роботы “Ель-10” и китайский “Fire Tank”

Применение этих роботов на территории Республики Беларусь могли бы значительно облегчить работу спасателей при тушении объектов большой площади, проведению работ связанных с разбором конструкций и поиска людей под ними (Ель-10). А вот китайский робот мог бы помочь спасателям точнее выбирать решающие направление на пожаре и узнавать обстановку на пожаре в намного большем объеме в пути следования, так же обезопасить жизни пожарных в угрожающих им опасными факторами пожара (Fire Tank).

Робот Toshiba

Японский робот так же мог бы стать эффективным для Республики Беларусь находясь на атомной станции в Островце, в случае аварии он бы мог производить разведку в эпицентре аварии без участия человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как работает многофункциональный роторный соединитель [Электронный ресурс] // YX Hose Coupling : [сайт]. – [б. м.], [б. г.]. – URL: <https://www.yxhosecoupling.com/ru/> (дата обращения: 07.05.2025).
2. Каталог пожарных роботов [Электронный ресурс] // Роботрендс : [сайт]. – [б. м.], [б. г.]. – URL: <http://robotrends.ru/robopedia/katalog-pozharnyh-robotov> (дата обращения: 07.05.2025).
3. Применение робототехники в локализации последствий ЧС [Электронный ресурс] // КиберЛенинка : [сайт]. – [б. м.], [б. г.]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-robototekhniki-v-lokalizatsii-posledstviy-chs> (дата обращения: 07.05.2025).
4. Испытан подводный робот с сенсорной системой, максимально похожей на человеческую [Электронный ресурс] // Наука ТВ : [сайт]. – [б. м.], [б. г.]. – URL: https://naukatv.ru/news/isytyan_podvodnyj_robot_s_sensornoj_sistemoj_maksimalno_pokhozhej_c_helovecheskuyu (дата обращения: 07.05.2025).

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЯМ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Малаш Н.И., Довыденко А.С.

Академия управления при Президенте Республики Беларусь

В современных условиях, когда количество чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера неуклонно растёт, особенно остро встаёт вопрос о повышении уровня информированности и готовности населения к действиям в экстренных условиях. По данным Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, только в 2024 году было зафиксировано более 6244 ЧС, в результате которых погибло 559 человек. Эти данные свидетельствуют о высокой степени риска и необходимости совершенствования системы обучения населения мерам безопасности и алгоритмам поведения при возникновении угроз. Каждый случай ЧС, независимо от его масштабов, требует от человека оперативной реакции и чётких действий, что возможно лишь при наличии соответствующих знаний и навыков.

Традиционные методы информирования населения — лекции, инструктажи, раздаточные материалы — зачастую оказываются недостаточно эффективными, особенно среди молодёжи и представителей так называемого «цифрового поколения», которое характеризуется другим восприятием информации и предпочитает интерактивные и визуальные форматы обучения. Отсутствие вовлечённости, низкая мотивация, быстрое забывание информации делают классические подходы малорезультативными. В связи с этим представляется актуальным использование мобильных технологий как инструмента интерактивного и доступного обучения.

Мобильные приложения стали неотъемлемой частью жизни современного человека, обеспечивая доступ к информации в любое время и в любом месте. Использование этого ресурса для формирования у населения навыков безопасного поведения в чрезвычайных ситуациях позволяет обеспечить не только индивидуальное обучение, но и массовый охват целевой аудитории.

В рамках предлагаемого проекта мы ставим задачу разработать мобильное приложение, которое в игровой форме будет обучать пользователей правилам поведения при различных ЧС. Такой подход отвечает принципам геймификации, когда обучение происходит через игру, что повышает интерес, мотивацию и степень усвоения материала. Основу приложения составят игровые механики, интерактивные сценарии, элементы дополненной реальности и тестирование знаний. Приложение будет адаптировано для различных возрастных групп, включая детей, подростков, взрослых и пожилых людей, и интегрировано с актуальной информацией от официальных источников (МЧС, МВД и др.).

Функциональные возможности приложения включают несколько модулей:

- *Обучающий блок*, содержащий текстовую и мультимедийную информацию о видах ЧС, их признаках, последствиях и алгоритмах действий.
- *Интерактивные сценарии*, имитирующие развитие событий при различных ЧС, где пользователь принимает решения, влияющие на исход ситуации.
- *Мини-игры*, направленные на запоминание важных фактов, проверку скорости реакции, развитие навыков поиска безопасных решений.
- *Система тестирования*, позволяющая оценить уровень знаний, пройти контрольные задания, получить сертификат об окончании курса.
- *Раздел «Личный кабинет»*, где пользователь может отслеживать свой прогресс, получать рекомендации, участвовать в конкурсах и челленджах.
- *Информационные уведомления*, обеспечивающие оперативное оповещение о реальных угрозах и проведении учебных мероприятий.

Интерфейс приложения будет интуитивно понятным, адаптированным под разные возрастные категории и уровни цифровой грамотности. Преимущество будет отдано простому дизайну с крупными иконками, понятной навигацией, возможностью голосового сопровождения для пользователей с ограничениями по зрению или чтению.

Особенности интерфейса:

- яркие визуальные подсказки;
- анимации для имитации ЧС;
- поддержка голосового управления;
- тёмная и светлая темы оформления;
- локализация на белорусский и русский языки.

На выходе предполагается получить функциональный прототип обучающего мобильного приложения, ориентированного на широкий круг пользователей. Приложение будет сочетать в себе элементы обучения, игры и симуляции, что делает процесс не только полезным, но и увлекательным.

Ожидается, что реализация проекта повысит уровень знаний о действиях в ЧС, обеспечит регулярное повторение и закрепление информации, сформирует навыки принятия решений в стрессовых ситуациях. Приложение будет способствовать формированию устойчивого поведения в условиях угроз, что особенно важно для профилактики паники и минимизации последствий ЧС.

Разработка мобильного приложения рассматривается как шаг к цифровой трансформации системы гражданской обороны и защиты населения в Республике Беларусь. Использование мобильных технологий для формирования знаний и навыков в области поведения в чрезвычайных ситуациях является перспективным направлением, позволяющим объединить современные достижения IT-отрасли и задачи обеспечения национальной безопасности.

В условиях цифровизации и постоянного роста числа пользователей мобильных устройств такой подход может стать важным звеном в системе национальной безопасности и предупреждения ЧС. Приложение сможет быть интегрировано с другими цифровыми платформами, использующимися органами власти и службами спасения, что обеспечит комплексный подход к информированию, обучению и оперативному реагированию населения.

Таким образом, реализация данного проекта позволит повысить уровень гражданской готовности, снизить количество ошибок при действиях в условиях ЧС и создать устойчивую культуру безопасности, соответствующую требованиям современного общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подведены итоги работы Министерства по чрезвычайным ситуациям в 2024 году [Электронный ресурс]. – 2025. –Режим доступа: <https://mchs.gov.by/glavnoe/479179/>. – Дата доступа: 06.05.2025.

УДК 614.841.42

ТАКТИКА ТУШЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

Марушко Е.О., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

Средства и способы тушения конкретного торфяного пожара зависят от многих факторов, связанных с площадью возникшего пожара (глубины его залегания, наличия поблизости водоемов, подъездных путей, имеющейся в наличии техники и средств для тушения, рельефом местности и многое другое)

В основном на практике при тушении таких пожаров применяются следующие способы:

1) Пропливание торфа водой. При таком способе требуется обеспечить расход воды 1 тонну на 1 м² горячей площади. Тушат торфяники подачей воды из рукава с помощью пожарных насосных станций и высоконапорных мотопомп, при этом, как правило, в группе со ствольщиком требуется работа не менее 3 человек, которые помимо переноса рабочей рукавной линии с помощью ручного инструмента раскапывают и перемешивают пласты торфяника.

Для тушения торфяных пожаров могут применяться только «мягкие» пенообразователи, так как они являются быстро разлагаемыми. Применение таких пенообразователей более эффективно при ликвидации небольших возгораний торфа [1].

2) Снятие торфяного слоя до грунта тракторами и бульдозерами с одновременной подачей воды для перемешивания и увлажнения торфа при неглубоком его залегании (до 15 см) [2].

3) Использование торфяных стволов. При небольших очагах – «уколы» торфяными стволами типа ТС-1 и ТС-2 через 30-40 см в 2 ряда вокруг очага пожара. Ствол ТС-1 с закрытым краном вводится на всю глубину прогара и открывается кран для подачи воды. Время подачи 6-16 секунд в зависимости от прогорания торфяной залежи. Затем вынимают ствол, отступают на 0,3-0,4 метра и снова втыкают ствол для подачи воды. При глубине прогара более 2 метров необходимо использовать ствол ТС-2 [2].

4) Использование пласта влажного торфа. В ряде случаев при тушении горящего торфа (слоем 20-25 см) эффективным является навал на него бульдозером мокрого или сильно влажного торфа при толщине 40-45 см с последующим уплотнением всего слоя весом бульдозера. Данный способ достаточно эффективен при тушении торфяных пожаров в зимний период времени, однако его применение связано с высоким риском попадания техники в прогары [2].

5) Устройство канав. В случае многоочаговых торфяных пожаров, тушение целесообразно производить путём, на которой находятся очаги горения. Как правило, канавы рекомендуется копать шириной 0,7-1,0 м и глубиной до минерального грунта или грунтовых вод. При проведении земляных работ используется специальная техника: канавокопатели, экскаваторы, бульдозеры, грейдеры, другие машины, пригодные для этой работы. Однако этот способ в настоящее время требует значительных временных затрат [3].

Необходимо подчеркнуть неэффективность устройства на торфяниках противопожарных канав, не доходящих до воды или минерального грунта. Такие полосы не являются преградой для огня, а наоборот, нарушение образовавшегося на торфяных почвах растительного покрова и выброс на поверхность измельченного торфа создает повышенную опасность распространения пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баринов, А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них: учебное пособие для студентов высших учебных заведений/ А.В. Баринов. – М. : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 496 с.

2. Залесов, С.В. Способы тушения торфяных пожаров : учебное пособие / С.В. Залесов, Г.В. Куксин, И.М. Секерин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2024. – 89 с.

3. Портал судебные и нормативные акты: [сайт]. – Москва, 2024. – URL: <https://sudact.ru/law/metodika-tusheniia-landshaftnykh-pozharov-utv-mchs-rossii/4/4.2/4.2.1/>.

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМАТИКА ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ГАЗОНЕФТЯНЫХ СКВАЖИНАХ

Машара А.И., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Нефтегазовая промышленность связана с определёнными рисками, возможностью возникновения аварий, которые могут привести к серьёзным травмам, материальному ущербу и загрязнению окружающей среды. Тушение пожаров на таких объектах сопряжено с наличием большого количества горючих газов и легковоспламеняющихся жидкостей, что требует пристального внимания, быстрой организации тушения и применения систем пожаротушения.

Особенности и проблемы, связанные с нефтегазовой промышленностью, обусловлены их дальним расположением от населённых пунктов, конструктивной характеристикой и постоянной подачей горючих веществ. Эффективное тушение пожара должно учитывать эти факторы и применять специализированные тактические приемы:

высокая температура и интенсивность огня: сильное тепло и пламя могут затруднить доступ к месту пожара и снизить эффективность тушения;

взрывоопасные газы: наличие легковоспламеняющихся и взрывоопасных газов увеличивает риск взрывов при тушении;

труднодоступные места: скважины часто расположены в удалённых или труднодоступных районах, что затрудняет доставку оборудования и специалистов;

поток нефти или газа: непрерывный поток нефти или газа из скважины может усложнять процесс тушения и увеличивать масштаб пожара;

непредсказуемость: пожары могут быстро изменять свое поведение, что делает их трудными для контроля.

Высокая температура и интенсивность огня при пожарах на нефтяных и газовых скважинах могут привести к серьёзным последствиям и затруднениям в тушении. Сильное тепло создает угрозу для жизни пожарных и спасателей, что может ограничить их действия и потребовать дополнительных мер безопасности. Кроме того, высокие температуры могут повредить пожарное оборудование, такое как стволы и рукава, снижая эффективность тушения. Интенсивное пламя и дым ухудшают видимость, затрудняя оценку ситуации и планирование действий по тушению. Высокая температура также способствует быстрому распространению огня, что делает его труднее контролировать и тушить. Сильное тепло может сделать некоторые участки недоступными для тушения, требуя использования дистанционных методов или техники. Наконец, высокая температура может привести к воспламенению горючих газов, создавая риск взрывов и увеличивая опасность для спасателей.

Высокая температура увеличивает риск взрывов, воспламеняя горючие газы (метан, пропан, водород и др.) из-за достижения температуры самовоспламенения, повышения давления, ускорения реакций и образования взрывоопасных смесей. Последствия взрывов – разрушения, пожары, травмы, гибель людей и экологический ущерб. Для спасателей это особо опасно из-за внезапности, непредсказуемости газов, плохой видимости, обрушений и вторичных взрывов. Минимизация рисков достигается проектированием с учетом безопасности, контролем температуры, правильным обращением с горючими веществами, планами эвакуации, спец снаряжением для спасателей, безопасными технологиями и их обучением.

Поток нефти или газа из скважины представляет собой серьёзную проблему при тушении пожаров, так как непрерывное выделение горючих веществ значительно усложняет

процесс ликвидации возгорания и увеличивает масштаб пожара. Непрерывный поток может привести к быстрому распространению огня, что затрудняет его контроль и тушение. Пожарные могут столкнуться с необходимостью постоянно адаптировать свои стратегии тушения, чтобы справиться с увеличивающимся объемом горючих материалов. Кроме того, постоянное выделение газа или нефти создает риск возникновения новых очагов возгорания, что делает ситуацию еще более опасной. Это также требует использования специализированного оборудования и технологий для остановки потока, что может занять значительное время и ресурсы. В условиях такого потока пожарные могут испытывать трудности с доступом к месту возгорания, что ограничивает их возможности по эффективному тушению. Все эти факторы делают тушение пожаров на нефтяных и газовых скважинах особенно сложным и требующим высокой квалификации и подготовки.

Необходимость в специальных средствах защиты представляет собой значительное затруднение при тушении пожаров на нефтяных и газовых скважинах, так как пожарным нужны теплоотражательные костюмы и другое оборудование для обеспечения своей безопасности. Эти средства защиты необходимы для защиты от высоких температур и токсичных газов, однако их использование может замедлить действия спасателей. Пожарные должны потратить время на надевание и проверку оборудования, что может привести к задержкам в начале тушения. Кроме того, термостойкие костюмы могут ограничивать подвижность и выносливость, что затрудняет выполнение необходимых маневров и операций. В условиях высокой температуры и интенсивного огня такие задержки могут иметь критические последствия, увеличивая риск для жизни пожарных и позволяя огню распространяться. Таким образом, необходимость в специализированных средствах защиты делает процесс тушения более сложным и требует от пожарных высокой квалификации и подготовки для эффективного выполнения своих задач.

Одним из методов ликвидации аварийных нефтяных и газовых фонтанов является перекрытия устья фонтанирующей скважины родился давно и широко распространился в практике. Этим методом наиболее быстро ликвидируют аварии, и он достаточно прост технически, несмотря на многообразие вариантов его осуществления: Метод основывается на восстановлении равновесия в системе пласт – скважина, нарушенного в результате аварии: восстановление нарушенной герметизации устья скважины и создание в ней противодавления в пласт, превышающего пластовое давление, или же заполнение тампонирующими материалами с целью ликвидации аварийной скважины.

Особенности тушения пожаров на газовых и нефтяных скважинах необходимо разбирать с личным составом и проводить тактико-специальные учения, так как это объекты с повышенной пожарной опасностью и на их тушение требуется задействовать сил и средств, что стоит учитывать при проведении оперативно-тактических действий.

Тушение пожаров на газовых и нефтяных скважинах – сложная и ответственная задача, требующая большое количество сил и средства. Использование современных установок пожаротушения, контрольных датчиков давления и температуры, регулярные проверки оборудования, тренировки персонала позволяют значительно снизить риски и повысить успешность ликвидации пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тушение пожаров газонефтяных фонтанов [сайт]. – 2025. – URL: <https://propb.ru/library/wiki/tushenie-gazoneftyanykh-fontanov-etapy-tusheniya> / (дата обращения: 04.05.2025).

АВАРИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Мороз С.А., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

В настоящее время в Республике Беларусь известно как минимум о 5 крупнейших железнодорожных авариях на железнодорожном транспорте [1]. Большинство из них связаны с человеческими жертвами, но есть аварии, в результате которых, также произошла утечка аварийных химически-опасных веществ (далее – АХОВ).

При проведении анализа чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), произошедших с участием железнодорожного транспорта, можно выделить несколько наиболее распространенных ЧС, а именно:

- сход вагонов состава с железнодорожных путей;
- утечка либо просыпание перевозимого груза через запорную арматуру, люки и т. д.;
- загорание железнодорожных составов в пути и депо;
- дорожно-транспортные происшествия на железнодорожных переездах [2].

Наиболее крупными и опасными ЧС являются сход с рельс железнодорожных цистерн в Минской и Витебской области, такие как:

– 23 августа 1997 года произошла авария, во время которой сошел с рельсов состав, опрокинулись цистерны с бензином и пропан-бутаном, что привело к пожару. Пожар угрожал распространиться на другие составы, но благодаря действиям спасателей и пожарных, удалось предотвратить более серьезную катастрофу. Площадь пожара составила 1500 м² [4];

– 24 июля 2019 года произошла авария, во время которой сошел с рельсов состав, опрокинулись цистерны с газом (пропан), что привело к повреждению запорного устройства с последующим выходом газа. Проводилась эвакуация двух ближайших садоводческих товариществ (всего находились 64 человека) были эвакуированы автобусами в места временного пребывания, где организован пункт временного размещения [5].

Более 40 % железнодорожных аварий происходит по вине путейских рабочих. Среди катастроф, крушений поездов и аварий различают: сход подвижного состава с рельсов, столкновения, наезды на препятствия на переездах, пожары и взрывы на подвижном составе, столкновения поездов между собой [3]. Данные виды аварий могут произойти как на железнодорожных станциях, так и на перегонах.

Следствием аварий и катастроф на станциях и перегонах являются:

- взрывы опасных грузов, приводящие к разрушению путей, вагонов, локомотивов, сооружений, зданий депо;
- пожары подвижного состава, станционных построек и других сооружений;
- разлив или выброс в атмосферу агрессивных или ядовитых веществ;
- поражения железнодорожных работников, пассажиров, причиненные огнем, взрывами, ядовитыми жидкостями и газами;
- значительный материальный ущерб железнодорожному хозяйству, уничтожение перевозимых грузов [3].

Исходя из вышесказанного можно сказать, что грамотное управление ликвидацией ЧС на железнодорожном транспорте играет важную роль в успехе её ликвидации, а также минимизации последствий. Учитывая разновидность опасных грузов, а также новых видов транспорта для перевозки пассажиров необходимо постоянно совершенствовать практические и теоретические навыки правил безопасности и ликвидации ЧС.

Управление ликвидацией ЧС на железнодорожном транспорте имеет важное значение по нескольким причинам:

- безопасность людей и грузов;
- инфраструктурные риски;
- экологические последствия;
- экономические потери;
- законодательные нормы.

На основании вышесказанного, можно сделать вывод о том, что на сегодняшний момент наиболее важным направлением в части касающейся ликвидации аварий на железнодорожном транспорте является разработка первоочередных мероприятий как для работников станций, так и подразделений МЧС. Данные мероприятия позволят уменьшить характер поражения людей находящихся в зоне аварий, а также возможность ликвидации ЧС на первоначальном этапе.

ЛИТЕРАТУРА

1. 5 крупных железнодорожных катастроф в Беларуси // Vkurier.by. – URL: <https://vkurier.by/93734/> (дата обращения: 24.05.2025).
2. Ликвидация последствий дорожно-транспортных происшествий с участием железнодорожного транспорта : сборник научных статей / Университет гражданской защиты ; под ред. В. Я. Яреца. – Гомель : УГЗ, 2022. – С. 438–439.
3. Аварии и катастрофы на железнодорожном транспорте // Studwood.net. – URL: https://studwood.net/2046429/bzhd/avarii_katastrofy_zheleznodorozhnom_transporte/ (дата обращения: 24.05.2025).
4. История одной ЧС: железнодорожная катастрофа в Борисове // Университет гражданской защиты. – URL: <https://ucp.by/university/news/novosti-partnerov/istoriya-odnoy-chs-zheleznodorozhnaya-katastrofa-v-borisove> (дата обращения: 24.05.2025).
5. В Витебской области с рельсов сошли 15 цистерн: пострадавших нет // Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – URL: <https://mchs.gov.by/glavnoe/270445/> (дата обращения: 24.05.2025).

УДК 614.88.3:661.52

СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПОДХОДЫ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С АММИАКОМ

Мороз С.А., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

В настоящее время аммиак широко применяется во многих сферах промышленности, но самое обширное использование вещества в сельском хозяйстве, в пищевой сфере, при химическом производстве [1]. Количество находящегося в обращении аммиака превышает 20 тыс. т, в том числе около 17 тыс. т сосредоточено в ОАО «Гродно Азот» концерна «Белнефтехим». По имеющимся статистическим данным чрезвычайные ситуации (далее – ЧС), сопровождающиеся выбросом или проливом аммиака, являются наиболее многочисленными среди всех имевших место аварий с выбросом (проливом) ОХВ.

Существует ряд нормативных правовых актов регламентирующие последовательность действий органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь в области ликвидации последствий аварий и ЧС с наличием опасных химических веществ (далее – ОХВ) [4-7].

Основными способами ликвидации аварий с наличием аммиака являются изоляция и в последующем его разбавление. В этих целях применяются различные приборы тушения, такие как:

- водяные стволы (РСК-50 или аналоги, РС-70 с насадками РВ-12 и НРТ-10), перфорированные рукава;
- пенные стволы (ГПС-600).

При использовании пенных стволов, а именно ГПС-600, достигаем изоляции места разлива для предупреждения образования первичного облака и увеличение концентрации паров.

При использовании водяных стволов и перфорированных рукавных линий, производим осаждение паров аммиака одновременно с его нейтрализацией. Для нейтрализации 1 тонны аммиака необходимо 10 тонн воды.

Для распыления воды и растворов применяются поливомоечные и пожарные машины, авторазливочные станции, а также имеющиеся на ХОО гидранты и спецсистемы.

Независимо от выбранного способа ликвидации последствий аварии и ЧС работники ОПЧС совместно с обслуживающим персоналом должны соблюдать ряд требований правил безопасности для исключения воздействия опасных факторов.

К проведению АСДНР при реагировании на ЧС с наличием ОХВ допускаются работники ОПЧС, не имеющие медицинских противопоказаний, имеющие допуск к работе в АСВ, допущенные к исполнению служебных обязанностей по занимаемой должности и прошедшие инструктаж по охране труда.

Проведение АСДНР с наличием ОХВ работниками допускается только при использовании соответствующих средств индивидуальной защиты:

- защита кожных покровов – костюмы для работы в химически агрессивных средах (тип 3);
- защита органов дыхания – АСВ (используют все работники, в том числе водитель).

Подводя итоги, можно сказать, что невзирая на небольшой выбор способов ликвидации ЧС с наличием ОХВ (аммиака), умелые и отработанные навыки при проведении аварийно-спасательных работ будут эффективны и при имеющихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Для чего используют аммиак // Laboratoria.by. – URL: <https://laboratoria.by/stati/ispolzovaniye-ammiaka/> (дата обращения: 24.05.2025).
2. Об утверждении Боевого устава органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь по организации тушения пожаров : приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 3 января 2024 г. № 1. – 115 с.
3. Об утверждении Правил безопасности в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь : приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 16 июня 2022 г. № 200. – 237 с.
4. Об утверждении инструкции о порядке проведения работниками органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь первоочередных действий при реагировании на чрезвычайные ситуации с наличием опасных химических веществ: приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 18 ноября 2019 г. № 336. – 41 с.
5. Об утверждении инструкции по расчету сил и средств для постановки водяных завес при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом (проливом) аммиака : приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 7 июля 2008 г. № 89. – 10 с.
6. Об утверждении инструкции о порядке проведения работниками органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям действий при реагировании на ядерные или радиационные аварии : приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 10 марта 2015 г. (в ред. приказа от 25 января 2024 г. № 32). – 20 с.
7. Рекомендации по ведению аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций с наличием белого (желтого) фосфора : утв. зам. Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь Б. С. Баринголец 10 октября 2007 г. – 4 с.

ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Морозов А.А.¹, Котов А.А.²

¹Университет гражданской защиты

²Пожарный аварийно-спасательный отряд на объектах Минского метрополитена учреждения
«Минское городское управление МЧС Республики Беларусь»

Метрополитен – самый быстрый, комфортабельный, надежный и экологически чистый вид городского пассажирского транспорта. Постановление о строительстве метрополитена в столице БССР г. Минске было принято Советом Министров СССР 4 февраля 1977 г.

3 мая 1977 г. было начато строительство метро, а 4 ноября 1977 г. со строительной площадки будущей станции «Парк Челюскинцев» начаты работы по проходке тоннелей. 29 июня 1984 г., в канун 40-й годовщины освобождения г. Минска от немецко-фашистских захватчиков в годы Великой Отечественной войны, началось регулярное движение поездов Минского метрополитена. Была запущена первая линия от станции «Институт Культуры» до станции «Московская», протяженностью 7,84 км с восьмью станциями и электродепо «Московское» [1].

В настоящее время эксплуатационная длина трех линий Минского метрополитена в двухпутном исчислении составляет 44,89 км. На основании генерального плана белорусской столицы разработана «Комплексная транспортная схема г. Минска», частью которой является «Схема развития Минского метрополитена». По указанному плану Минский метрополитен будет состоять из четырех линий, общей протяженностью 87,9 км, и насчитывать 64 станции (рис. 1) [2].

Первая линия (15 станций) связывает жилые массивы юго-западной и северо-восточной частей г. Минска с центром и железнодорожным вокзалом. В перспективе расширение линии планируется по направлениям: северо-восточное – станция «Смоленская», юго-западное – станция «Щёмыслица».

Вторая линия (14 станций) связывает жилые районы северо-западной части столицы с центром и промышленной зоной, находящейся на юго-востоке. Запланировано продление линии: западное направление – станция «Красный Бор», юго-восточное направление – станция «Шабаны».

Третья линия (7 станций) обеспечивает скоростной транспортной связью с другими районами города жилой район «Курасовщина» и деловой район «Минск-Мир», а также транспортный треугольник с вершинами в пересадочных узлах на станциях «Октябрьская» – «Купаловская», «Площадь Ленина» – «Вокзальная» и «Фрунзенская» – «Юбилейная площадь». В перспективе третья линия Минского метрополитена, протяженность 16 км, будет состоять из 14 станций и соединит южный и северный секторы Минска с центральной частью города.

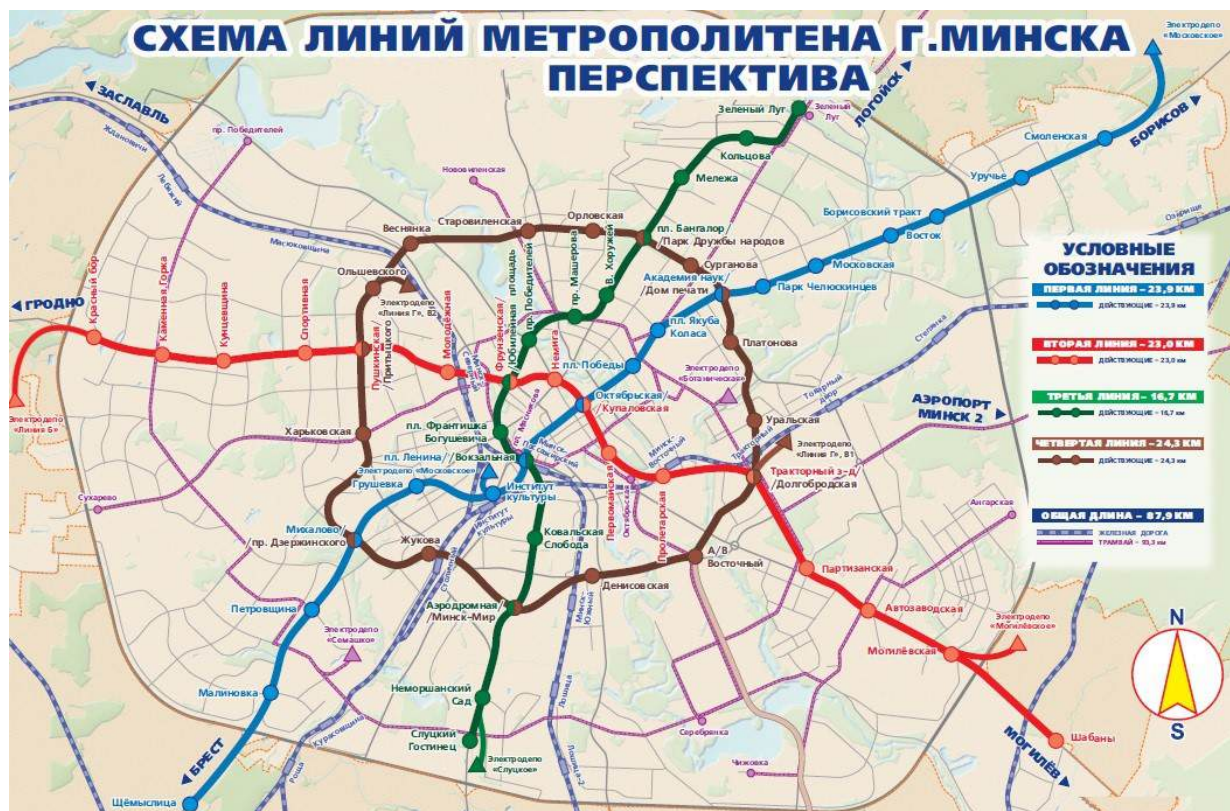


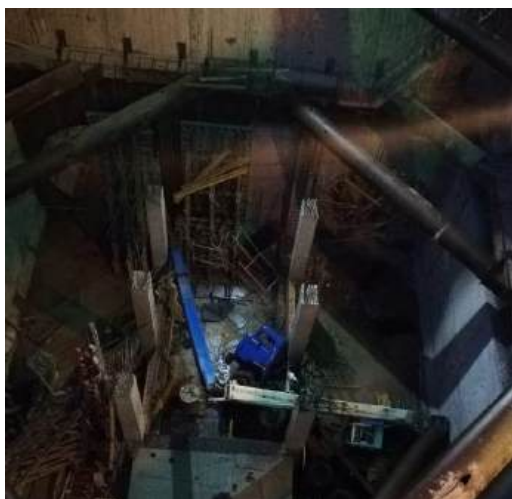
Рисунок 1. – Схема линий Минского метрополитена со строящимися и проектируемыми станциями

Четвертая линия Минского метрополитена будет состоять из 17 станций, протяженностью 25,4 км. Трасса линии дублирует второе автотранспортное городское кольцо. Линия будет пересекаться с первой, второй, третьей линиями метрополитена. Строительство четвертой линии позволит: окончательно решить вопрос разгрузки пересадочного узла между первой и второй линиями, реализовать концепцию создания транспортно-пересадочных узлов между всеми видами городского и пригородного транспорта.

Строительство подземных сооружений метрополитена сопряжено с возникновением чрезвычайных и внештатных ситуаций (далее – аварии). В период с 1982 г. по настоящее время метростроители сталкивались с такими авариями как:

- загорание строительных материалов;
- задымление в строящихся тоннелях метрополитена (горных, подземных выработках);
- подтопление котлованов и конструкций в результате обильных осадков;
- размывание бортов котлована обильными осадками;
- падение крана в котлован (рис. 2а);
- вывалы грунта при креплении борта котлована (рис. 2б);
- обрыв грузов при подъеме краном;
- вывалы грунта при проходке немеханизированным щитом;
- вывалы грунта на дневной поверхности при проходке тоннелепроходческим механизированным комплексом;
- падение ограждающих конструкций строительной площадки в результате воздействия порывов ветра.

Для ликвидации данных аварий планируется привлечение вновь создаваемого специализированного подразделения Министерства по чрезвычайным ситуациям (далее – МЧС) – Горноспасательной службы (далее – ГСС) пожарного-аварийно-спасательного отряда на объектах Минского метрополитена.



а – падение крана в котлован



б – вывал грунта при креплении борта котлована

Рисунок 2. – Аварии в подземных сооружениях метрополитена

Оснащение ГСС позволяет эффективно реагировать на возникающие аварии, однако в настоящее время отсутствуют обоснованные рекомендации по ликвидации аварий в строящихся подземных сооружениях метрополитена (проведению горноспасательных работ), учитывающие специфику проведения аварийно-спасательных работ и необходимость взаимодействия работников МЧС и УП «Минскметрострой». Учитывая значительное количество планируемых к строительству объектов метрополитена, разработка таких рекомендаций является важной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. История развития // Минский метрополитен, официальный сайт Минского метро. – URL: https://metropoliten.by/o_metropolitene/history_of_the_development (дата обращения: 13.03.2025).
2. Перспективы развития // Минский метрополитен, официальный сайт Минского метро. – URL: https://metropoliten.by/o_metropolitene/prospects/ (дата обращения: 13.03.2025).

УДК 614.841.4:62/69

ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Пеньков И. А.

ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» МЧС России, Балашиха, Россия

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) представляет собой обширную и многофункциональную систему, которая объединяет различные отрасли, занимающиеся добычей, производством и переработкой первичных энергоресурсов. Эти ресурсы включают в себя такие важные компоненты, как нефть, газ, уголь и другие виды топлива. [1]. Все эти объекты очень сильно различаются по сложности тушения, по виду горючего вещества и соответственно разными опасными факторами пожара. Тем не менее, можно выделить основные, которые по статистике, к сожалению, часто становятся причинами гибели и травматизма личного состава подразделений МЧС России: воздействие экстремальных температур в ходе тушения пожаров, обрушение конструкций, взрывы, отравление

продуктами горения и опасными веществами, источники ионизирующих излучений (характерно для АЭС).

Согласно статистическим данным, в 2022 году на объектах ТЭК произошло 84 пожара, в результате которых погибли четыре человека, а 23 получили травмы [2]. В первой половине 2023 года на предприятиях этой отрасли произошло 23 пожара, унесших жизнь одного человека и приведших к травмам у троих. Эти данные подчеркивают необходимость повышения безопасности на объектах ТЭК.

Анализ причин возникновения пожаров показывает, что наиболее крупные инциденты по-прежнему происходят в резервуарах, которые являются частью технологических схем на предприятиях, занимающихся добычей, транспортировкой, переработкой и хранением углеводородных продуктов. Пожароопасность таких объектов обусловлена использованием высокотехнологичного оборудования и наличием легковоспламеняющихся материалов. Например, до 90% всех пожаров могут быть связаны с кабельным оборудованием, что требует особого внимания к вопросам профилактики и безопасности. Таким образом, ТЭК представляет собой не только важный сектор экономики, но и область, требующую постоянного внимания к вопросам безопасности и охраны труда. Необходимость повышения уровня безопасности на объектах ТЭК становится все более актуальной, особенно в условиях растущих рисков и угроз [3]. Успех тушения пожаров и снижение размеров негативных последствий от воздействия опасных факторов пожара во многом зависит от возможности минимизации интервала времени от момента возникновения горения до введения сил и средств пожаротушения. По существующим требованиям безопасности, пожарные подразделения могут приступать к тушению пожара на объекте атаки беспилотными летательными аппаратами, только после поступления команды об отбое воздушной тревоги. В результате пожар длительное время свободно развивается, что зачастую приводит к его распространению на соседние объекты и кратному увеличению объема работ. Условием возможного обеспечения работ с возможностью минимизировать риск гибели и получения травм личного состава, может быть применение экстремальной робототехники.

Пожары на объектах ТЭК, в частности, на нефтегазовых складах, предприятиях по переработке сырья и в резервуарных парках, представляют собой чрезвычайно опасное явление, характеризующееся рядом специфических факторов, существенно усложняющих их тушение и приводящих к катастрофическим последствиям. Одной из главных опасностей является высокая вероятность взрыва, вызванная воспламенением легковоспламеняющихся веществ, таких как нефть и нефтепродукты. Скорость распространения огня в таких условиях невероятно высока, что затрудняет оперативное реагирование и создает угрозу быстрого охвата больших площадей.

Анализ статистики свидетельствует о высокой частоте возникновения подобных пожаров именно на объектах ТЭК. Для эффективной борьбы с ними, необходимо оперативно оценить масштаб бедствия и мобилизовать соответствующие ресурсы. Выбор средств для тушения нефти и продуктов ее переработки является критически важным аспектом борьбы с пожаром. Этот выбор определяется множеством факторов, включая характеристики содержимого горячей емкости (тип нефтепродукта, его вязкость, температура вспышки), близость других резервуаров с горючими веществами, направление и скорость ветра, а также доступные ресурсы. В соответствии с требованиями СП 155.13130.2014 на нефтеперерабатывающих предприятиях для тушения пожаров наиболее часто применяется воздушно-механическая пена средней и низкой кратности [4]. Использование пен обусловлено их эффективностью в создании изолирующего слоя на поверхности горячей жидкости. Применение сертифицированных пенообразователей гарантирует высокое качество пены и ее соответствие необходимым техническим требованиям. Механизм действия пены основан на образовании устойчивой пленки на поверхности нефтепродуктов, которая предотвращает испарение горючих паров и тем самым препятствует распространению огня. Кроме того, пена способствует охлаждению горячей жидкости, снижая температуру и интенсивность горения. Слой пены также защищает поверхность

нефтепродуктов от воздействия интенсивного теплового потока, предотвращая повторное возгорание. Пена низкой кратности, в частности, отличается быстрым образованием водяной пленки, которая эффективно растекается по поверхности, обеспечивая быстрое и равномерное покрытие горячей площади. Однако, эффективность тушения напрямую зависит от правильно подобранного типа пены, её количества, а также от грамотной организации процесса тушения, учитывающего все особенности конкретного случая. Неправильный выбор или недостаточное количество огнетушащих веществ может привести к неэффективности тушения и усугублению ситуации, что подчеркивает важность профессионализма и подготовки пожарных команд, работающих на таких объектах.

Внедрение РТС в практику тушения пожаров на объектах энергетики – это критически важный шаг, направленный на повышение безопасности пожарных и спасателей МЧС России, а также на минимизацию материального ущерба. Задержка в подаче огнетушащих средств из-за необходимости соблюдения мер безопасности приводит к увеличению времени свободного развития пожара, что, в свою очередь, увеличивает масштабы материального ущерба и негативные последствия от пожара. Именно поэтому внедрение робототехнических систем, способных тушить пожары электрооборудования под напряжением или во время риска образования обрушения или взрыва, является крайне актуальной задачей. РТС позволят существенно сократить время реагирования на пожар, минимизировать риски для жизни и здоровья пожарных, и как следствие, уменьшить материальный ущерб от пожаров на объектах энергетического комплекса. Возможности РТС включают в себя дистанционное управление, возможность работы в экстремальных условиях, а также использование специализированных огнетушащих средств, оптимальных для тушения пожаров электрооборудования. Внедрение таких систем – это шаг к созданию более эффективной и безопасной системы противопожарной защиты объектов ТЭК.

Перед началом любой операции с использованием РТС в условиях чрезвычайных ситуаций, особенно на объектах ТЭК, проводится тщательная техническая подготовка. Эта подготовка – критически важный этап, от которого напрямую зависит эффективность и безопасность работы как самих РТС, так и пожаротушения в целом. Она включает в себя несколько взаимосвязанных этапов, направленных на адаптацию РТС к специфическим условиям конкретного случая. Во-первых, осуществляется тщательная оптимизация навесного оборудования каждого РТС. Это сложный процесс, требующий анализа характера ЧС и предполагаемых задач. В зависимости от того, будет ли РТС выполнять пожаротушение, инженерные работы или разведку, на него устанавливаются соответствующие оборудование. Система технического зрения также подлежит оптимизации – устанавливаются камеры с нужным уровнем защиты, разрешением и функционалом (термовидение, ночное видение), а также необходимые датчики, например, датчики температуры, газов, радиации и др. Выбор и размещение всего этого оборудования должно обеспечить максимальную эффективность работы РТС и минимальную нагрузку на его систему управления. Во-вторых, учитываются факторы окружающей среды. Если на месте ЧС присутствуют опасные факторы, такие как высокая температура, токсичные вещества, радиация, то проводятся дополнительные технические мероприятия по защите РТС от их влияния. Это может включать в себя установку специальных защитных покрытий, а также программирование РТС на автоматическое возвращение в зону безопасных концентраций в случае превышения допустимых параметров. Все это делается для того, чтобы обеспечить бесперебойную работу РТС в экстремальных условиях. В-третьих, обеспечивается непрерывное снабжение РТС огнетушащими составами. Для пожаротушения – это прежде всего вода. Поэтому заранее определяются источники водоснабжения, и прокладываются рукавные линии достаточной протяженности, чтобы обеспечить непрерывную подачу воды в течение всего времени пожаротушения. Этот этап особенно важен при длительных и масштабных операциях по тушению пожаров. Кроме того, важно обеспечить безопасность операторов РТС. Они должны быть оснащены необходимыми средствами индивидуальной защиты, включая специальную одежду, респираторы, защиту для глаз и др.

Стоит отметить, что сами задачи, выполняемые РТС на объектах ТЭК в опасных зонах ЧС, могут быть разнообразными. Первоочередным - является комплексная разведка территории с использованием воздушных и наземных РТС, в том числе проведение специальных работ внутри объектов ТЭК, например, осмотр поврежденных сооружений, поиск пострадавших. РТС могут также использоваться для проведения землеройно-разградительных работ, например, для создания противопожарных разрывов, или для ликвидации последствий взрывов. И, конечно, важнейшая задача – пожаротушение без непосредственного участия человека. При этом РТС для тушения пожаров должно обеспечивать не только доставку огнетушащих средств к месту пожара, но и их эффективную подачу – воды и воздушно-механической пены – в очаг пожара. Все эти факторы критичны при выборе конкретных РТС для конкретных задач [5].

В заключение, можно сказать, что исследования в области применения робототехнических средств (РТС) в энергетическом комплексе демонстрируют огромный потенциал для повышения безопасности пожарных и спасателей. Применение РТС позволяет эффективно заменить человека в самых опасных и сложных ситуациях, связанных с тушением пожаров на объектах ТЭК. Это особенно актуально для таких объектов, где уровень риска для жизни и здоровья персонала чрезвычайно высок из-за наличия взрывоопасных и токсичных веществ, высоких температур, обрушений конструкций и других опасных факторов. Однако, проблема применения РТС на пожарах - это задача многогранная, требующая решения множества сложных инженерных и технологических проблем. Её масштаб и сложность обусловлены не только техническими аспектами, но и необходимостью учета множества взаимосвязанных факторов, таких как разнообразие типов пожаров, специфика объектов ТЭК, необходимость интеграции РТС в существующие системы безопасности и многое другое. На современном этапе развития робототехники, приоритетным направлениями её развития, должны быть сосредоточены на разработке и внедрении РТС, способных эффективно справляться с наиболее критическими угрозами, такими как быстрое распространение огня, взрывы, токсичное задымление и обрушение конструкций. При этом безопасность самих РТС и их способность противостоять воздействию опасных факторов являются не менее важными аспектами. Необходимо обеспечить надёжную защиту систем управления, двигателей, датчиков и других компонентов РТС от высоких температур, механических повреждений и агрессивных химических веществ. Дальнейшее развитие робототехники в этой области должно быть направлено на переход от дистанционного управления к более автономным системам, способным работать в режиме супервизорного контроля. Это означает, что оператор будет осуществлять общий надзор за работой робота, вмешиваясь только при необходимости, а большинство операций будут выполняться РТС на пожаре в автоматическом режиме. Особое внимание следует уделять разработке систем автоматизированной прокладки рукавной линии, что существенно повысит эффективность и скорость подачи огнетушащих веществ. Это позволит существенно сократить время реакции на возникновение пожара и минимизировать разрушения и потери. В конечном итоге, цель заключается в создании полностью автономных роботов, способных самостоятельно оценивать пожароопасную обстановку, выбирать оптимальную стратегию тушения и эффективно ликвидировать пожар, минимально рискуя жизнью человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красавина Л. Н. Большая Российская Энциклопедия //М.: 2004-2017. [Электронный ресурс] <https://bigenc.ru>. – 2017 (дата обращения: 30.03.2025);
2. Гончаренко В. С. и др. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году.: Статистический сборник – 2023.-236с;
3. Клубань В. С., Молчанов С. В. Пожарная безопасность особо важных объектов топливно-энергетического комплекса //Технологии техносферной безопасности. – 2014. – №. 3. – С. 13-13;

4. Кинзябулатов Р. Э. Нормативно – правовые документы, регламентирующие требования противопожарной защиты резервуарных парков//Вестник науки. – 2023. – Т. 4. – №. 3 (60). – С. 192-197;

5. Penkov, I. A. Improving the quality of monitoring using robotic systems on the example of extinguishing fires at fuel and energy complex facilities / I. A. Penkov // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций : Материалы научно-практической конференции, Красноярск, 24–26 октября 2024 года. – Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2025. – С. 105-109. – EDN XRBHSL.

УДК 614.842.664

РАЗВЕДКА И ТУШЕНИЕ ПОЖАРА ВНУТРИ ЗДАНИЯ

Пивоварчик А.Ю., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Разведка пожара внутри здания – это чёткий алгоритм действий, который помогает спасателям-пожарным эффективно бороться с огнём, минимизировать риски для себя и спасти жизни людей.

При ликвидации любого пожара главной боевой задачей является спасение людей. В начале спасают людей, а уже потом занимаются ликвидацией пожара, жизнь людей бесценна по сравнению с ценностями имущества или здания.

Для ввода сил и средств на тушения необходимо проведение разведки пожара в нескольких направлениях, для более детальной оценки обстановки и правильного принятия решений по организации боевых действий. При проведении разведки требуется осмотреть здание со всех сторон и найти дополнительные пути для ввода сил и средств. Силы и средства вводить необходимо с нескольких направлений для организации в минимальные сроки аварийно-спасательных работ (далее – АСР). По возможности организовывать работу несколькими звеньями ГДЗС, лучше использовать два или три звена ГДЗС (например: лучше 3 звена по 2 газодымозащитника, чем 2 звена по 3), это повышает безопасность и эффективность боевых действий. При работе звеньев ГДЗС необходимо предусмотреть резервные звенья - на 3 работающих 1 резервное (при несложной планировке здания). Эффективность проведения АСР достигается быстрым вводом звеньев ГДЗС и квалификацией самих газодымозащитников, чем быстрее несколько звеньев начнут тушить пожар, тем выше шансы на успех в его тушении и максимальная минимизация ущерба материальным ценностям.

1. Сначала проводится спасения пострадавших, затем — тушение пожара.

Спасение пострадавших проводится:

1.1 По правилу «левой/правой руки».

Наиболее надежным способом ориентирования в здании при нулевой видимости является постоянный контакт спасателя-пожарного со стеной. В зависимости от того, с помощью какой руки происходит ориентирование, разделяют два вида ориентирования – по левой или правой руке. Командир звена ГДЗС определяет, с помощью какой руки будет вестись поиск пострадавших. Эта информация передается руководителю тушения пожара (далее – РТП), или начальнику штаба на пожаре, начальнику боевого участка. Если в поиске задействованы два звена, то одно ведет поиск по левой, второе – по правой руке. Как правило, звено ГДЗС, вошедшим первым в здания, начинает поиск по левой руке, вторым – по правой.

1.2 По технике «ныряние».

Первый вариант. Технику «ныряния» используют обычно в помещениях, площадь которых составляет примерно 20х20 метров. Если величина комнаты неизвестна, то командир звена ГДЗС на пороге помещения на расстоянии 5-10 метров должен определить, можно ли здесь применять эту технику. Командир звена ГДЗС на пороге комнаты передает газодымозащитнику №1 один конец спасательной веревки. Лево́й рукой командир звена отмеряет необходимую длину веревки и делает на этом месте узелок. Газодымозащитник №1 по длине веревки по дуге обходит комнату от стены до стены. Когда он доходит до противоположной стены, он подает команду «стена». Затем командир звена снова отмеряет веревку на дополнительную длину и завязывает узелок. Газодымозащитник №1 снова обходит комнату по дуге уже по большему радиусу. Эта процедура повторяется, пока комната не будет обследована до конца. После окончания поиска помещение маркируется – звеном какого подразделения обследовано, найдены ли люди. РТП передается соответствующая информация.

Второй вариант: по левой или правой руке звено ГДЗС продвигается в противоположный от входа угол комнаты. Командир звена остается сидеть в углу и присоединяет спасательную веревку к газодымозащитнику №1, который передвигается от одной стены к другой на расстоянии 2,5–3,0 метров. Дойдя до стены, он увеличивает радиус поисков. Как правило, обследование ведется по траектории квадранта. Эти действия повторяются, пока радиус поисков не составит примерно 12 метров. Тогда командир звена по правой или левой руке передвигается в другой угол помещения. Процедура поисков по технике «ныряние» продолжается из этого (оставшегося) угла помещения. Это методика эффективна в больших помещениях, в которых мало мебели. Однако, если комната заставлена мебелью, приборами и т.п., то эта техника почти не применима.

1.3 По технике «дерево».

Этот метод используется для обследования больших помещений, площадь которых превышает 20х20 метров. Первое звено ГДЗС, которое входит в помещение, должно протянуть до противоположной стены основную спасательную веревку. При этом первое звено ГДЗС должно определить планировку помещения и сообщить об этом РТП. Следующие звенья проводят поиск, прикрепляя карабинами отводные веревки к основной и отмечая с помощью маркировки (последовательные узлы на конце отводной веревки), сколько узлов столько и газодымозащитников ушло в этом направлении.

1.4 Двухэтапная разведка (поверхностная и повторная) для исключения ошибок, проводится особенно при поиске детей.

Разведку осуществляют в два этапа:

1 этап – поверхностная разведка: быстрый поверхностный осмотр тех помещений, где вероятнее всего могут находиться пострадавшие. Начинать следует с коридоров, спальных и детских комнат, переходя затем к остальным комнатам.

2 этап – повторная разведка проводится непосредственно за поверхностной. Во время второго этапа тщательно обследуются все помещения. Дети, например, могут прятаться в различных и порой очень неожиданных местах. Повторная разведка проводится, по возможности, вторым звеном ГДЗС, чтобы избежать ошибок. По окончании этого этапа поисков дается отчет «повторная разведка закончена, квартира (здание) осмотрена – люди отсутствуют». Второе звено ГДЗС, которое проводила второй этап поисков, несет ответственность за свой отчет, так как РПТ после этого отчета объявляет поиски пострадавших законченными.

1.5 Принцип проведения поиска в жилых помещениях.

При входе в помещение следует сразу же обследовать пространство за и вокруг двери. Если газодымозащитник из-за высокой температуры в помещении или огня не может продвинуться далее, то он должен обследовать ближайшее пространство рукой или с помощью лома. Следует обследовать пространство между кроватью и стеной – там могут быть пострадавшие, пол и предметы под занавесками или материями, которые упали вниз, матрас может быть частью двухъярусной кровати – в любом случае газодымозащитники должны обследовать второй ярус такой кровати, с помощью ноги или пожарного лома

необходимо обследовать пространство под кроватью. Дети обычно прячутся, если они испуганы – необходимо обследовать ящики для игрушек, даже если они закрыты, шкафы и другие места, в которые могут заползти дети. При проведении поиска в жилых помещениях следует обследовать санузлы и т.п. Если в постели был найден пострадавший, ее следует обследовать еще раз – там могут находиться другие пострадавшие.

2. Тушение изнутри предпочтительнее, тушить пожар внутри здания эффективнее, чем снаружи. Это позволяет быстрее предотвратить его распространение, тем самым минимизировать ущерб.

2.1 Применение пожарных стволов.

При тушении пожара внутри помещений следует использовать комбинированные стволы. В последнее время они стали более популярными и эффективными по сравнению со стволами-распылителями. В комбинированных стволах вода подается через кольцообразное сопло – так формируется компактная струя. Однако комбинированная струя с помощью специальных устройств, к примеру, зафиксированного или поворотного регулятора распыления может быть наполнена каплями. Это обуславливает более эффективное распыление воды особенно при охлаждении слоя нагретых газов. Компактная струя, поданная из круглого сопла, более стабильна, чем в простых ручных стволах и обладает большей дальностью подачи огнетушащего вещества. В большинстве случаев расход воды можно регулировать, при этом подача воды не прерывается. Вид струи – компактной или распыленной – выбирается на комбинированном стволе с помощью вращающегося регулятора формы струи. Если в задымленном помещении нулевая видимость, то крайне важно заранее выставить форму струи. Поэтому перед входом в горящее помещение комбинированный ствол можно проверить с помощью подачи краткой струи.

2.2 Комбинированные пожарные стволы.

Позволяют применять краткую или длительную подачу воды с расходом от 40 до нескольких сотен литров в минуту. Этот вид ствола может подавать как компактную, так и веерную распыленную струю. Комбинированный пожарный ствол дает оптимальную для тушения внутренних помещений величину капель – 0,3 мм, что позволяет эффективно охладить температуру нагретых газов. Средняя величина капель ствола-распылителя составляет примерно 0,7 мм. Это не позволяет достигнуть эффективного охлаждения угарного газа. Распыленная струя ствола-распылителя пронизывает дым из-за большей мощности, с которой бьют его более крупные капли и превращается в пар при попадании на горячие поверхности (увеличение объемов пара в горящем помещении может привести к их вытеснению наружу). Поэтому стволы-распылители эффективнее использовать при тушении пожаров на открытом воздухе. Дальность подачи воды комбинированного пожарного ствола превышает эти показатели у ствола-распылителя. Поэтому спасатели-пожарные, использующие комбинированный ствол, могут находиться на большем расстоянии от очага пожара и эффективно его использовать.

Системный подход, включающий четкую организацию работы звеньев ГДЗС, применение специализированных техник поиска и современных средств тушения, является ключом к успешной ликвидации пожаров. Акцент на обучении газодымозащитников и использовании современного оборудования позволяет минимизировать человеческие потери, сократить время ликвидации пожара и снизить материальный ущерб. Регулярное обучение и подготовка к работе в сложных условиях являются критически важными для обеспечения их безопасности и успешного выполнения задач по спасению жизней и имущества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проведение и организация разведки пожара // Fireman.club. – 2025. – URL: <https://fireman.club/podpiska/fireman.club/statyi-polzovateley/provedenierazvedki-pozhara/> (дата обращения: 25.03.2025).

2. Михаэль, Р. Аварийная разведка и спасение пожарных (АРИСП) в США : учебное пособие / Р. Михаэль, С. Мэсон, С. Джеффри. – США, 2006. – 110 с.

АЛГОРИТМ ДЕЙСТВИЙ ПРИ РАЗРЫВЕ ЗВЕНА ГДЗС

Пивоварчик А.Ю., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Разделение звена газодымозащитной службы (далее – ГДЗС) является одной из наиболее опасных ситуаций, с которыми могут столкнуться спасатели-пожарные при выполнении боевых задач в условиях задымления и ограниченной видимости. При изучении мирового опыта работы газодымозащитников был сформирован алгоритм восстановления целостности звена ГДЗС, который является важным инструментом для минимизации рисков и обеспечения безопасности газодымозащитников.

Алгоритм восстановления целостности звена ГДЗС:

1. Остановка движения и прекращение паники:

Газодымозащитник, обнаруживший разделение звена, должен немедленно остановиться и подать команду по радиосвязи (если она доступна) для остановки остальных газодымозащитников. Важно сохранять спокойствие, так как паника может привести к хаотичным действиям, усугубляющим ситуацию. Остановка предотвращает дальнейшее расхождение газодымозащитников и фиксирует их местоположение.

2. Оценка ситуации:

Газодымозащитник должен попытаться определить своё местоположение, вспомнить последний момент контакта с остальными газодымозащитниками и возможные причины разделения звена ГДЗС. Это позволяет определить, в каком направлении могут находиться другие газодымозащитники.

3. Прислушивание к окружающей обстановке:

После остановки необходимо сделать паузу (5-15 секунд) и прислушаться к звукам, которые могут указывать на местоположение других газодымозащитников. Это может быть шум шагов, голоса или звуки оборудования.

4. Подача звуковых сигналов:

Если визуальный или радиоконтакт восстановить не удалось, следует подавать звуковые сигналы. Предпочтительно использовать аварийные сигналы датчиков контроля неподвижного состояния или удары металлическим инструментом о металлические конструкции. Крик используется в крайнем случае, так как он увеличивает расход воздуха и менее эффективен из-за маски АСВ.

5. Подача сигнала бедствия:

Если звуковые сигналы не помогли, необходимо подать сигнал бедствия по радиосвязи, указав своё предполагаемое местоположение и намерение выйти наружу. При отсутствии радиосвязи следует привлекать внимание другими способами (например: разбить окно).

6. Попытка обратного перемещения:

Если газодымозащитник уверен в своём местоположении, он может попытаться вернуться по обратному маршруту. Это может сократить расстояние между разделившимися газодымозащитниками и способствовать их воссоединению.

7. Выход из здания:

Если все попытки восстановить контакт не увенчались успехом, газодымозащитник должен покинуть здание, если это возможно. О выходе необходимо сообщить постовому поста безопасности ГДЗС или другому должностному лицу. Это снижает риски для самого газодымозащитника и упрощает задачу для руководства тушением пожара.

Предотвращение разделения звена ГДЗС:

1. Индивидуальная внимательность:

Каждый газодымозащитник должен быть внимателен к изменениям обстановки и поддерживать хотя бы один из видов контакта между газодымозащитниками (визуальный, тактильный, звуковой). Раннее обнаружение разделения позволяет быстрее восстановить целостность звена.

2. Отработка взаимодействия в звене:

На занятиях в системе боевой подготовки необходимо отрабатывать слаженность действий, взаимопонимание и навигацию в условиях ограниченной видимости. Это включает использование общих алгоритмов перемещения, подачи сигналов и действий в чрезвычайных ситуациях.

3. Использование технических средств:

Применение портативных радиостанций, датчиков контроля неподвижного состояния и других технических средств помогает поддерживать связь и отслеживать местоположение газодымозащитников.

3. Психологическая подготовка:

Газодымозащитники должны быть готовы к действиям в стрессовых ситуациях, уметь контролировать эмоции и действовать методично, данные действия необходимо отрабатывать и совершенствовать на занятиях по пожарной аварийно-спасательной и морально-психологической подготовке.

Представленный алгоритм позволяет минимизировать риски и восстановить целостность звена. Однако ключевым аспектом является предотвращение разделения, которое достигается за счёт слаженной работы, внимательности и постоянной подготовки газодымозащитников. Соблюдение этих принципов обеспечивает безопасность как самих пожарных, так и успешное выполнение боевых задач.

Рассмотренный алгоритм действий газодымозащитников способствует снижению рисков и поддержанию целостности звена, однако главной задачей остается недопущение его разделения. Этого можно достичь только через согласованные действия, высокую бдительность и систематическую подготовку газодымозащитников. Следование данным принципам гарантирует не только защиту жизни спасателей-пожарных, но и эффективное выполнение поставленных боевых задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михаэль, Р. Аварийная разведка и спасение пожарных (АРИСП) в США : учебное пособие / Р. Михаэль, С. Мэсон, С. Джеффри. – США, 2006. – 110 с.
2. Денисов, А. Н. Тактические приёмы аварийной разведки и спасения при тушении пожаров : учебно-методическое пособие / А. Н. Денисов, М. М. Данилов, О. И. Степанов, Е. Е. Зайцева. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2020. – 53 с.
3. Способы безопасности работающих звеньев ГДЗС // Fireman.club. – 2025. – URL: <https://fireman.club/conspects/organizacziya-meropriyatij-po-spaseniyu-terpyashhego-bedstvie-zvena-gazodymozashhitnoj-sluzhby/> (дата обращения: 21.03.2025).

УДК 614.841.1

ПАРАМЕТРЫ ПОЖАРА И СТАДИИ ЕГО РАЗВИТИЯ

Пивоварчик А.Ю., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, которое может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу. Однако пожар можно ещё охарактеризовать как сложный процесс, который проходит через

несколько стадий. Понимание этих стадий помогает спасателям-пожарным эффективно бороться с огнём и минимизировать риски. В процессе развития пожара различают три стадии: начальную (возгорание и развитие пожара), основную (полного горения) и конечную (тления).

Начальная стадия начинается с воспламенения горючих материалов. В первые минуты продукты горения (дым, газы) поднимаются к потолку и распространяются по помещению. (рисунок 1). Горение поддерживается кислородом воздуха, находящимся в помещении, концентрация которого постепенно снижается. Происходит рост температуры в помещении и снижение плотности газов в нем.

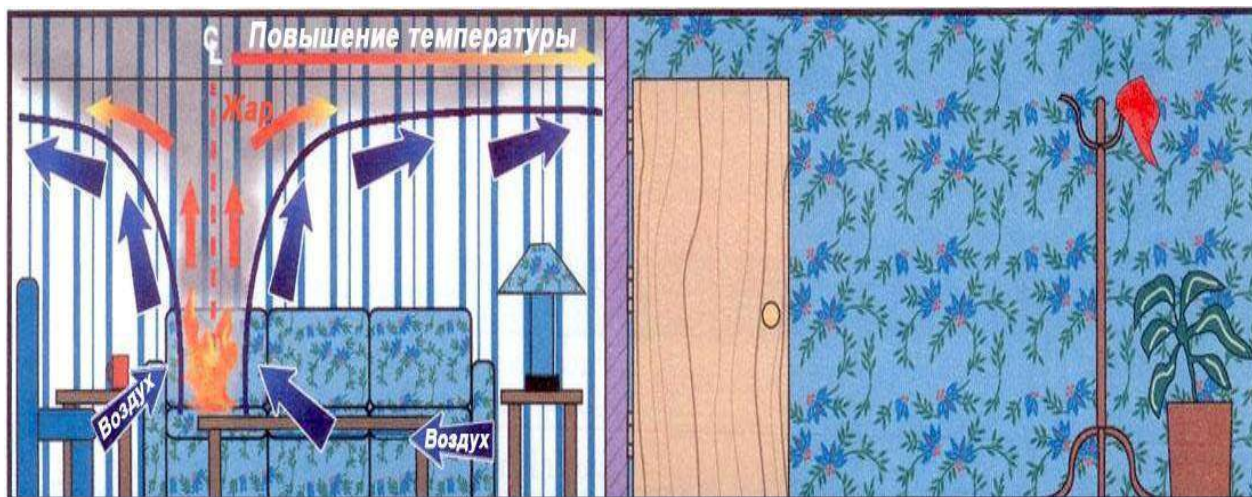


Рисунок 1. – Стадия возгорания

Температура в помещении начинает расти. Концентрация кислорода снижается, так как он расходуется на горение. Горючие материалы выделяют газы из-за нагрева (пиролиз). Пиролиз – разложение или другие превращения химических соединений под действием высокой температуры. Проводится в инертной среде (без доступа воздуха). В результате пиролиза образуются различные продукты, включая газы (например, водород, метан, углекислый газ), жидкие углеводороды (например, бензол, толуол) и твердые остатки (например, кокс, древесный уголь).

Возможные сценарии

Если кислорода недостаточно, пожар развивается по сценарию «Управление вентиляцией» или «Тактическая вентиляция», это заключается в осуществлении активного воздействия на давление воздушной среды и потоки воздуха в задымленном помещении (здании) с целью оперативного удаления продуктов горения в необходимом направлении и снижения температуры. Сегодня тактическая вентиляция представляет собой комплекс мероприятий по управлению газообменом на пожаре с использованием специальных технических средств и принципов для снижения вероятности воздействия опасных факторов пожара, гибели и травмирования людей и создания приемлемых условий ликвидации горения или последствий чрезвычайной ситуации и по сути предполагает процесс замены отравленной среды свежим воздухом, подаваемым вентиляторами, установленными за пределами здания (сооружения).

Если кислорода достаточно, возможен сценарий «Управление пожарной нагрузкой» или «объемная вспышка». Одной из главных тенденций в современной строительной отрасли является использование остекленных фасадов. Разрушение ограждающих светопрозрачных конструкций может оказать существенное влияние на динамику развития пожара. При разрушении ограждающих светопрозрачных конструкций и вскрытии проемов происходит резкий приток воздуха в зону горения, что приводит к возникновению объемной вспышки. Объемная вспышка, в свою очередь, способствует резкому нарастанию опасных факторов пожара.

Нагретые продукты горения в зоне реакции из-за меньшей плотности по сравнению с плотностью поступающего в помещение воздуха поднимаются вверх, создавая избыточное давление в верхней части помещения (рисунок 2).

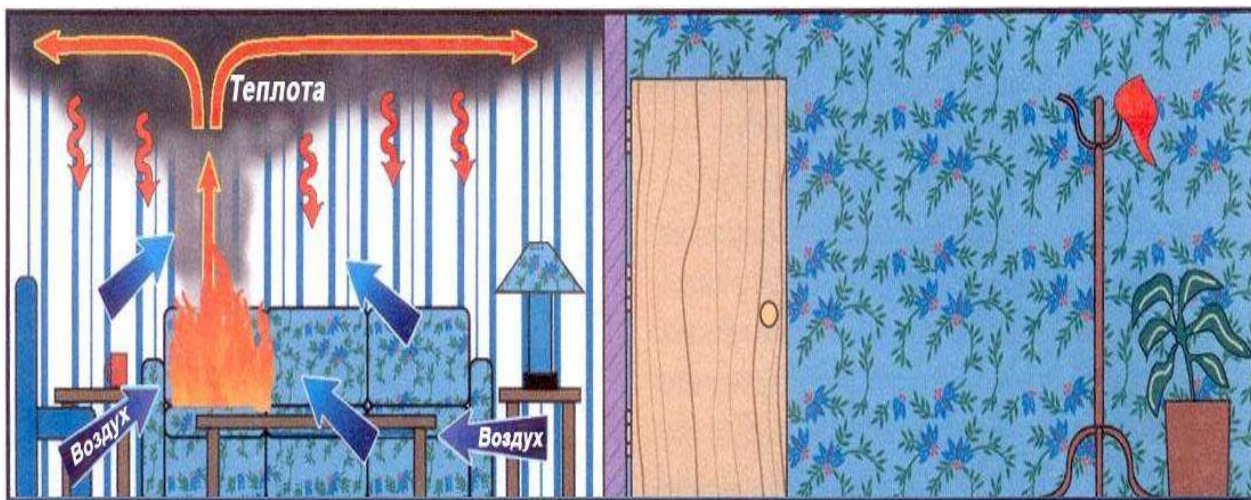


Рисунок 2. – Стадия развития пожара

При заполнении помещения горючими газами, давление в помещении также изменяется. В верхней части помещения давление повышается. Соответственно, пожар поглощает необходимый для горения кислород из нижней части помещения, давление в которой понижается. В промежутке между верхней и нижней частями помещений образуется нейтральная зона, давление в которой остается таким же, как и за пределами помещения.

С течением времени плоскость равных давлений опускается к полу. В нижней части помещения из-за снижения парциального давления кислорода в воздухе, участвующего в реакции окисления, создается разрежение. Прогреваются конструкции и материалы, среднеобъемная температура в помещении поднимается, в дыму возрастает содержание оксида и диоксида углерода, происходит интенсивное дымовыделение и снижается видимость.

В случаях, если из помещения, в котором происходит горение нет свободного выхода тепловой энергии, например, в виде открытого окна, или другого проема, который обеспечивает свободный воздухообмен, учитывая описанные выше признаки может произойти так называемая «объемная вспышка». Ниже представлена ситуация непосредственно перед вспышкой (рисунок 3).

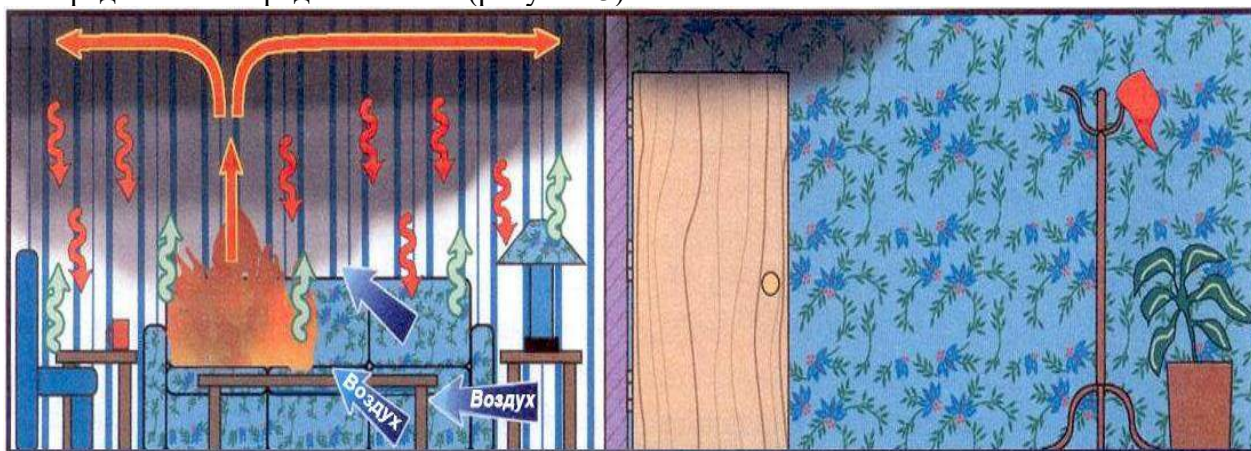


Рисунок 3. – Состояние перед вспышкой

Стадия полного горения происходит, когда пожар достигает максимальной интенсивности. Температура в помещении резко возрастает и становится постоянной (до

800–1000 °C) (рисунок 4). Горючие газы и продукты горения заполняют помещение из-за чего возможна объемная вспышка – мгновенное воспламенение всех горючих газов в помещении. Тепловой поток может достигать 10–20 кВт/м², что крайне опасно для спасателей-пожарных и может привести к получению травм и где даже современная боевая одежда не уберезет от серьезных ожогов при объемной вспышке (рисунок 5).



Рисунок 4. – Вспышка

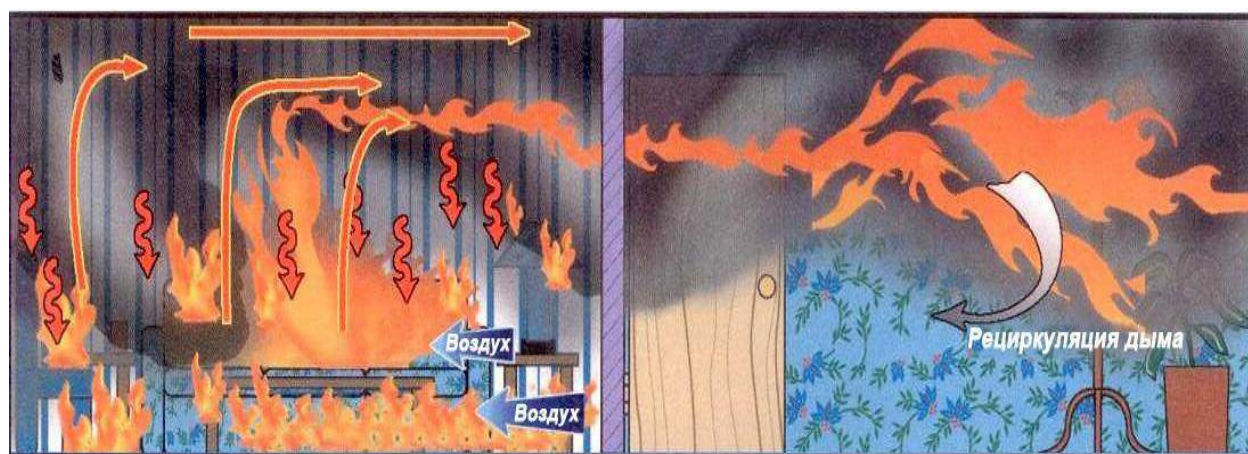


Рисунок 5. – Объемное воспламенение

Тление – беспламенное горение твердого вещества (материала), переходящее в видимое, в том числе пламенное горение при обдуве вещества потоком воздуха. Во время протекания стадии тления горючие материалы почти полностью выгорают и открытое пламя исчезает. В связи с этим температура снижается, что и приводит к переходу к этой стадии. Также продолжают выделяться дым и газы, но уже в меньшем количестве.

Пожар, управляемый вентиляцией это пожар, который развивается в условиях недостатка кислорода. Горение поддерживается за счёт воздуха, поступающего через небольшие отверстия (например, не плотности в дверях или окнах). Во время таких пожаров горючие газы накапливаются в помещении. И когда концентрация газов достигает значения верхнего концентрационного предела, горение прекращается (рисунок 6).



Рисунок 6. – Диаграмма пожара, управляемого вентиляцией

Пожар достигает стадии «дыхания» – это своеобразная переходная стадия между неполным и полным горением. Во время стадии происходит переменное разгорание и затухание пламени из-за колебаний концентрации кислорода. Давление в помещении меняется: при затухании пламени давление падает, и воздух втягивается через щели, что снова вызывает горение. Если доступ кислорода не увеличивается, то пожар полностью затухает.

Объемная вспышка происходит вследствие дополнительного поступления воздуха. (рисунок 7). Начинается кинжалообразными языками пламени по нижней границе зоны задымления.

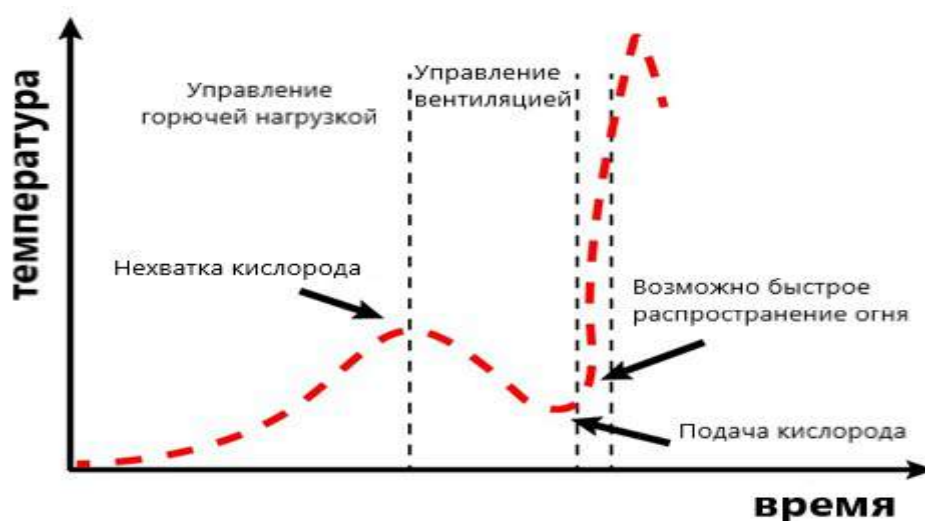


Рисунок 7. – Диаграмма горячей вспышки

Нейтральная зона опускается близко к полу (на расстояние от 0,5 до 1 м). Газы становятся очень темными, с желтоватыми оттенками, густыми и насыщенными. Температура газов превышает 600 °С и источник воспламенения не нужен. Горючие газы вспыхивают при соприкосновении с воздухом. Горение сначала происходит в зоне соприкосновения воздуха и горючих газов, перемещаясь постепенно вглубь помещения, пожар при этом развивается до стадии полного горения.

Признаки объемной вспышки

Пожар развивается в закрытом помещении без вентиляции (без поступления кислорода), на окнах появляются маслянистые отложения (конденсат продуктов горения), двери и стены горячего помещения сильно нагреты, Дым пульсирует, выходя из щелей, неплотностей. Слышны свистящие звуки (воздух втягивается в помещение).

Основная опасность объемной вспышки в том, что она может привести к взрыву или образованию огненного шара. Это крайне опасно для спасателей-пожарных, так как происходит внезапно и с огромной силой.

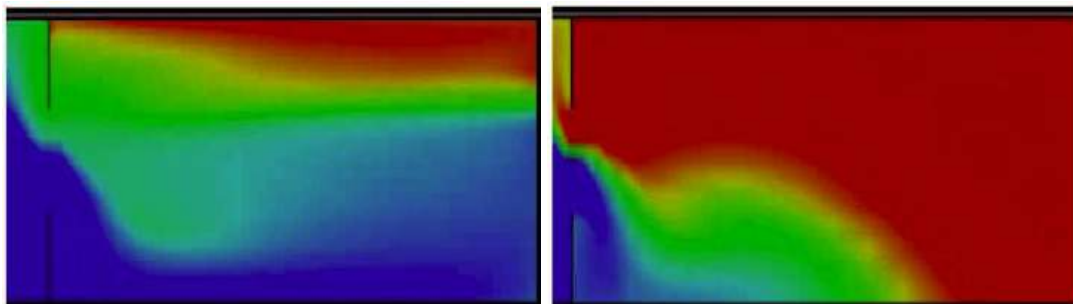
Если температура газов ниже температуры их самовоспламенения, для вспышки необходим источник зажигания. В этом случае вспышка представляет собой серьезную опасность для газодымозащитников. Спустя примерно 10 секунд после вскрытия проема при наличии источника зажигания может возникнуть эффект обратной тяги.

Обратная тяга – это явление, при котором приток кислорода в замкнутом помещении вызывает лавинообразное воспламенение накопившихся горючих газов. Данный процесс происходит при смешивании газов с кислородом и образуется взрыв или огненный шар, который вырывается из помещения. Стадии данного явления представлены на рисунке 8.



Рисунок 8. – Возникновение эффекта обратной тяги

Условием для возникновения эффекта обратной тяги является недостаточный доступ кислорода в помещение. Так как образующиеся газы и продукты горения не сгорают из-за недостатка воздуха, они заполняют все пространство помещения. После вскрытия проема кислород начинает поступать в помещение. Сначала между слоем несгоревших нагретых газов и холодным воздухом возникает разделительный слой (рисунок 9а). Затем, когда поток холодного воздуха наталкивается на противоположную стену и распространяется по помещению, происходит перемешивание этих слоев (рисунок 9б). Нагретые газы смешиваются с кислородом.



а)

б)

Рисунок 9. – Процесс образования объемной вспышки

Газы при взрыве формируются в шар, который устремляется к выходу из помещения. Затем этот шар воспламеняется и вытесняется из горящего помещения (рисунок 10).

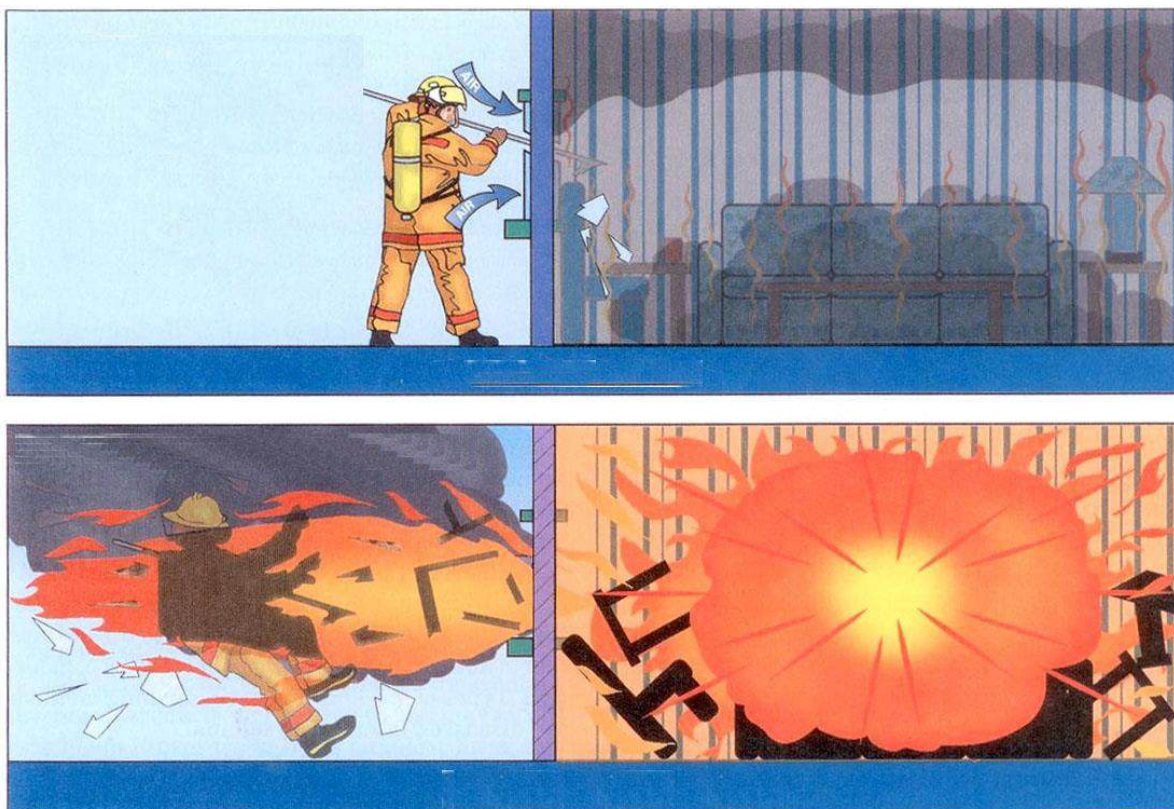


Рисунок 10. – Формирование огненного шара

Понимание стадий развития пожара и таких явлений, как объемная вспышка и эффект обратной тяги, позволяет спасателям-пожарным предвидеть потенциальные опасности и принять меры для их предотвращения, действовать быстро и безопасно – понимание механизмов развития пожара позволяет пожарным принимать быстрые и обоснованные решения, что критически важно для обеспечения их безопасности и эффективного тушения пожара. Знание и понимание этих явлений позволяют быстрее и безопаснее эвакуировать людей из опасных зон, спасая жизни.

Понимание стадий развития пожара и таких явлений, как объемная вспышка и эффект обратной тяги, является критически важным для спасателей-пожарных. Это позволяет им предвидеть опасные ситуации, действовать быстро и безопасно, а также спасать жизни людей. Научное понимание этих процессов и явлений является основой для разработки эффективных тактик проведения аварийно-спасательных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обратная тяга, защита от нее // Pikabu.ru. – 2025. – URL: https://pikabu.ru/story/obratnaya_tyaga_i_zashchita_pozharnogo_ot_nee_7272517/ (дата обращения: 07.05.2025).
2. Михаэль, Р. Учебное пособие «Аварийная разведка и спасение пожарных (АРИСП) в США» / Михаэль Р., Мэсон С, Джеффри С. – США, 2006. – 110 с.

УДК 614.841.42:553.97

ТУШЕНИЕ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

Санько К.И., Юрчик Е.В.

Университет гражданской защиты

Торфяные пожары — это одна из самых сложных и опасных категорий природных пожаров, которые могут возникать в торфяниках — болотистых местностях, где накапливается органическое вещество в виде торфа. Эти пожары имеют свои особенности, отличающие их от лесных и степных, и требуют специфических методов тушения.

Торф содержит в себе соединения, способные легко окисляться при температуре 60-70 °С. Самовозгорание торфа, происходящее под влиянием взаимосвязанных физических, биохимических и химических процессов, ведет к выделению большого количества тепла. При 600 °С и более в течение нескольких дней торф превращается в обугливающуюся пористую сухую массу. Начинается самовозгорание торфа, причем этот процесс резко ускоряется при проникновении в него кислорода воздуха.

Развитие торфяных пожаров обусловлено комплексом климатических, метеорологических, топографических факторов. Оно зависит от продолжительности засушливого периода, напряжения и скорости ветра, интенсивности солнечной радиации, времени суток, температуры воздуха, влажности, структуры и уплотнения торфяной залежи, степени разложения торфа, рельефа местности, наличия преград огню, уровня степени грунтовых вод и многих других условий.

Торфяной пожар перемещается во все стороны с малой скоростью - до нескольких метров в час и может длиться продолжительное время, заглубляясь в нижние слои торфа до минерального грунта или уровня грунтовых вод, горение может распространяться на десятки и сотни метров от входного отверстия, лишь местами выходя на поверхность. Если пожар возник от загорания напочвенного покрова, то возможно заглубление огня в органический слой почвы сразу в нескольких местах. Наиболее интенсивное развитие происходит примерно с 10-17 часов, во второй половине дня скорость распространения огня постепенно снижается, и во многих случаях в ночное время пожар не развивается.

В зависимости от количества очагов торфяные пожары делятся на одноочаговые и многоочаговые. По глубине прогорания торфяные пожары классифицируются на слабые, средние и сильные. Слабый торфяной пожар характеризуется глубиной прогорания не более 25 сантиметров, средний имеет величину этого показателя от 25 до 50 сантиметров и для сильного торфяного пожара глубина прогорания составляет величину более 50 сантиметров.

Горение обычно происходит в режиме «тления», то есть в беспламенной фазе как за счёт кислорода, поступающего вместе с воздухом, так и за счёт его выделения при термическом разложении сгораемого материала.

Особенности горения торфяников:

-быстрое распространение огня по поверхности торфяного поля, возникновение новых очагов в результате прогорания торфа и перебрасывания горящих частиц и искр на значительные расстояния при сильном ветре, а также образование огненного смерча;

-распространение огня на близлежащие населенные пункты, объекты, сельскохозяйственные угодья, лесные массивы, штабели и караваны торфа;
-обрушение поверхностного слоя при образовании прогаров внутри месторождения, внезапное падение растущих в этой зоне деревьев, провалы людей и техники в прогары;
-выделение большого количества дыма с задымлением значительной территории.

Тактика тушения торфяных пожаров определяется:

а) метеорологическими условиями и их прогнозом, определяющими опасность торфяного пожара;

б) пожарной опасностью производственных площадей (количеством зафрезерованного и высушенного торфа в расстиле и штабелях, работоспособностью систем пожарного водоснабжения и наличием в ней воды);

в) возможностью распространения пожара на полевые производственные базы и поселки предприятия, а также на прилегающие лесные массивы; наличием препятствий распространению огня и запасом воды для тушения пожаров;

д) наличием сил и средств.

Основными огнетушащими средствами для тушения торфяных полей и месторождений являются вода или раствор смачивателя (пенообразователя). В качестве смачивателя экспериментально установлено, что целесообразно использовать огнетушащий пенообразующий состав «ОПС-0.4».

Основные способы тушения:

1) Проливание торфа водой (иногда со смачивателем). При таком способе требуется обеспечить расход воды 1 тонну на 1 м² горячей площади. Тушат торфяники подачей воды с помощью пожарных насосных станций (ПНС) и высоконапорных мотопомп, при этом, как правило, в группе со ствольщиком требуется работа не менее 3 человек, которые помимо переноса рабочей рукавной линии с помощью ручного инструмента раскапывают и перемешивают пласты торфяника. Для обеспечения районов, где имеется дефицит воды, осуществляется строительство промежуточных водоёмов, которые заполняют водой.

Для осуществления водоснабжения, актуальным является использование современной мощной водоподающей техники. Для увеличения смачивающей способности воды могут применяться смачивающие поверхностно-активные вещества (ПАВ). При тушении почвенных или торфяных пожаров дозировка раствора огнетушащего состава сильно зависит от глубины (мощности) слоя торфа.

Так средний расход растворов ПАВ составляет около 1 м³ раствора на 4 м³ торфа.

В связи с экологическими вопросами применение различных ПАВ для тушения крупных многоочаговых торфяных пожаров не целесообразно.

2) При неглубоком залегании торфа (до 15 см) - снятие торфяного слоя до грунта тракторами и бульдозерами с одновременной подачей воды для увлажнения покрова перед ножом, перемешивания и увлажнения торфа.

3) При небольших очагах - «уколы» торфяными стволами ТС-1 и ТС-2 через 30-40 см в 2 ряда вокруг очага пожара. Ствол с закрытым краном вводится на всю глубину прогара и открывается кран для подачи воды. Время подачи 6-16 секунд в зависимости от прогорания торфяной залежи. Затем вынимают ствол, отступают на 0,3-0,4 метра и снова втыкают ствол для подачи воды. Для успешной локализации пожара необходимо пройти со стволом второй ряд скважин параллельно первому и расположенному от него на 0,3-0,4 метра.

4) В ряде случаев при тушении горящего торфа (слоем 20-25 см) эффективным является навал на него бульдозером мокрого или сильно влажного торфа при толщине 40-45 см с последующим уплотнением всего слоя весом бульдозера. Данный способ достаточно эффективен при тушении торфяных пожаров в зимний период времени, однако его применение связано с высоким риском попадания техники в прогары. При продолжительном и глубоком горении торфяника и при отсутствии переувлажнённого торфа близко к поверхности технология перемешивания бульдозерами не применяется. В настоящее время

применение данного способа ограничивается условиями безопасности, в связи с высокой опасностью попадания техники в прогары.

5) В случае многоочаговых торфяных пожаров, тушение целесообразно производить путём раскопки канав. Как правило, канавы рекомендуется копать шириной 0,7-1,0 м² и глубиной до минерального грунта или грунтовых вод. При проведении земляных работ используется специальная техника: канавокопатели, экскаваторы, бульдозеры, грейдеры, другие машины, пригодные для этой работы. Однако этот способ в настоящее время требует значительных временных затрат, и зачастую полностью локализовать площадь горящих торфяников не удаётся. Это связано с рельефом местности, глубиной залегания торфа.

Тушение пожара на полях добычи и сушки торфа:

По фронту на подветренной стороне целесообразно создавать две группы работающих подразделений:

- первая группа ликвидирует горение по фронту распространения горения;

- вторая – возникающие очаги от перебрасываемых искр, а также оставшиеся очаги горения.

В случае недостатка сил и средств для тушения привлекаются рабочие торфопредприятия.

Распространение горения в тыл и по флангам необходимо ограничить, смещая сухой сфрезерованный торф в сторону горения. Бульдозерами сначала сдвигают не горящий торф с периферии на горящий, покрывая очаг слоем 20 см, затем перемешивают.

Ограничение распространения горения по фронту пожара осуществляют за счет создания минерализованной полосы с помощью бульдозера или специальной техники.

Оптимальная ширина минерализованных полос – 3–5 м, при этом выделяют силы и средства для ликвидации очагов горения, образовавшихся от разлетающихся горящих частиц за минерализованной полосой. Загорание от этих искр может быть ликвидировано силами из расчета 1 человек на каждые 100–200 м фланга или тыла пожара.

При тушении пожаров на производственных участках особое внимание обращают на защиту населенных пунктов, лесных массивов, караванов и валков торфа, полевых гаражей, мостов через валовые каналы.

Горящие караваны торфа, расположенные на производственном участке, тушат распыленными струями воды или раствора смачивателя (пенообразователя). Когда огонь проник в глубь каравана торфа, применяют компактные или распыленные струи через игловые стволы (торфяные стволы).

После того, как горение на поверхности каравана торфа будет прекращено, продолжают его охлаждение. Более интенсивно необходимо охлаждать верхнюю часть поверхности караванов, так как стекающая часть воды будет охлаждать и нижний слой.

В целях обеспечения безопасности работы личного состава и нормальных условий для двигателей внутреннего сгорания пожарные агрегаты устанавливают на флангах пожара.

Предприятия по добыче и переработке торфа должны иметь на вооружении пожарную технику (пожарные автомобили, мотопомпы, тракторы и другие пожарные агрегаты), предназначенную для охраны поселков, ликвидации загораний и тушения пожаров на полях добычи торфа и других объектах.

Торфяные пожары представляют собой сложную и опасную категорию природных возгораний, отличающихся специфическими особенностями, такими как тление, глубокое прогорание и длительность пожаров. Их развитие зависит от множества факторов, включая климатические условия, рельеф местности и свойства торфа. Успешное тушение торфяных пожаров требует комплексного подхода, основанного на научных исследованиях, практическом опыте и строгом соблюдении мер безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ласута Г.Ф. Состояние и перспективы борьбы с торфяными пожарами // Предупреждение, ликвидация и последствия пожаров на радиоактивно загрязненных землях : Сб. науч. трудов. Вып. 54 Гомель : ИЛ НАН Беларуси, 2002 С. 108–111.
2. Сретенский В.А. Тушение торфяных пожаров // Лесное хозяйство, 1980 № 7 С. 54–56.

УДК 614.844.3:621.3

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ

Сливинская А.А., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Тушение оборудования, работающего под напряжением, осуществляется в соответствии с [1] и требует применения специальных методов и средств тушения с соблюдением специальных мер по безопасности [2-5].

Современные технологии и разработки предлагают специализированные средства и методы тушения, предназначенные для работы с электроустановками под напряжением. К таким средствам относятся [6]:

- аэрозольные огнетушители, которые эффективны для тушения электрооборудования, поскольку аэрозоль быстро распространяется по зоне возгорания, охлаждает пламя и препятствует доступу кислорода;

- огнетушители на основе галогенированных углеводородов (галоны), которые могут использоваться для тушения пожаров в электроустановках без отключения электроэнергии. Они эффективно снижают температуру и изолируют зону пожара, однако их использование требует особой осторожности из-за высокого потенциала воздействия на окружающую среду;

- системы автоматического пожаротушения, интегрированные непосредственно в электроустановки, могут предложить немедленное реагирование на возникновение пожара, минимизируя риск распространения огня и ущерб для оборудования.

Все электроустановки перед тушением следует обесточить, отключив от источников питания, и заземлить. По возможности вокруг устраивается теплоизоляция для защиты остального оборудования или предпринимаются меры для предотвращения перехода пламени на соседние участки [1].

В большинстве случаев в качестве огнетушащих средств при тушении пожаров в электроустановках, находящихся под напряжением, используются компактные и распыленные струи воды, негорючие газы и порошковые составы, а также комбинированные составы (распыленная вода с порошком) с применением ручных пожарных стволов и соблюдение регламентированных требований в соответствии с требованиями нормативных правовых актов [6].

Современные способы тушения пожаров в электроустановках под напряжением требуют применения специальных методов и средств, чтобы обеспечить безопасность и эффективность. Вот некоторые из них:

- *герметичные водяные системы*: в некоторых случаях применяются системы с низким давлением, которые используют специальные водорастворимые жидкости, способные охлаждать оборудование без риска короткого замыкания;

- *тушение с использованием инертных газов*: системы тушения на основе инертных газов (например, аргон, азот) могут использоваться для подавления пламени путем вытеснения кислорода.

– *удаленное тушение*: применение дронов или роботизированных систем для тушения пожаров в труднодоступных местах электроустановок, что минимизирует риск для людей.

– *тепловизионные камеры*: используются для обнаружения горячих точек и потенциальных источников возгорания, что позволяет заранее принять меры до возникновения пожара.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Министерства энергетики Республики Беларусь от 28.05.2004 № 20/15 (ред. от 03.12.2007) «Об утверждении Инструкции по тушению пожаров в электроустановках организаций Республики Беларусь»: руководящий документ (дата обращения: 14.05.2025).

2. Приказ МЧС №200 от 16.06.2022 «Пожарная Безопасность в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям»: руководящий документ (дата обращения: 14.05.2025).

3. Тушение электроустановок под напряжением: правила и особенности – АФЕС. [сайт]. – Москва, 2023. – URL: <https://afes.pro/blog/tushenie-elektroustanovok-pod-napriazheniem> (дата обращения: 14.05.2025)

4. Каковы особенности тушения пожаров в электроустановках? [сайт]. – Минск, 2015. – URL: <https://ohranatruda.of.by/kakovy-osobennosti-tusheniya-pozharov-v-elektroustanovках.html> (дата обращения: 14.05.2025)

5. Боевой устав органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям по организации тушения пожаров: Приказ Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 03.01.2024 №1: руководящий документ (дата обращения: 14.05.2025).

6. Тушение электроустановок под напряжением: правила и особенности - Лабораторные измерения и охрана труда. [сайт]. – Минск, 2024. – URL: <https://laboratoria.by/stati/tusheniye-elektroustanovok-pod-napryazheniyem> (дата обращения: 14.05.2025)

УДК 614.8:614.84

ОСНОВНЫЕ РИСКИ ПРИ РАБОТЕ НА ВЫСОТЕ

Федькович В.А., Контява Е.Д., Мороз А.Н.

Университет гражданской защиты

Работа на высоте является одной из самых опасных профессий, и она связана с множеством рисков, которые могут привести к серьезным травмам или даже летальному исходу. Важно понимать эти риски и принимать меры для их минимизации.

1. Падение с высоты

Падение с высоты — это один из самых распространенных и опасных рисков. Причины падений могут включать:

- 1) Неправильное использование средств индивидуальной защиты (СИЗ): Фактор падения, Фактор отсутствия запаса высоты, Фактор маятника.
- 2) Неправильная установка или отсутствие защитных ограждений.
- 3) Скользкие или нестабильные поверхности.

2. Падение предметов

Работа на высоте также может привести к падению инструментов или материалов, что представляет опасность для людей, находящихся ниже. Это может произойти из-за:

- 1) Неправильного хранения инструментов.
- 2) Отсутствие средств защиты от падения инструментов.
- 3) Отсутствия защитных сеток или ограждений.

3. Усталость и недостаток концентрации

Работа на высоте требует высокой концентрации и физической выносливости. Усталость может привести к снижению внимания и увеличению вероятности ошибок. Основные факторы:

- 1) Длительное время работы без перерывов.
- 2) Неподходящие условия труда (например, плохая погода).

4. Неправильное использование оборудования

Использование подъемных механизмов и другого оборудования требует специальных знаний и навыков. Неправильное использование может привести к авариям. Основные риски:

- 1) Отсутствие обучения по безопасному обращению с оборудованием.
- 2) Неправильная проверка и обслуживание подъемных механизмов.

5. Погодные условия

Погодные условия могут значительно повлиять на безопасность работы на высоте. Основные риски:

- 1) Сильный ветер, дождь или снег могут сделать работу опасной.
- 2) Низкие температуры могут привести к обморожениям и другим травмам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Промышленный альпинизм: учебно-методическое пособие / А. Р. Самсоник, В. А. Федькович, А. Е. Симонов, Е. Д. Контява ; под общ. ред. А. Р. Самсоника; Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь». – Минск : УГЗ, 2023. – 116 с.
2. Кузнецов, С. К. Учебное пособие по освоению навыков выполнения высотно-верхолазных работ в безопасном пространстве с применением специальной оснастки и страховочных средств / С. К. Кузнецов. – Симферополь : Таврия, 2006. – 384 с.
3. Лосицкая, Г. В. Промышленный альпинизм : учеб.-метод. пособие / Г. В. Лосицкая, А. П. Латышевская. – Минск : БНТУ, 2013. – 121 с.
4. Мартынов, А. И. Промальп (промышленный альпинизм) / А. И. Мартынов. – М. : ТВТ Дивизион, 2009. – 328 с.

УДК 614.847.9

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ДРУГОЙ ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Хробак Д.В., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Использование робототехники в борьбе с пожарами – это значительный шаг в повышении эффективности и безопасности проведения аварийно-спасательных работ. Современные пожары, особенно в крупных зданиях или промышленных объектах, характеризуются экстремальными условиями: интенсивными тепловыми потоками, высокой концентрацией токсичных газов, обрушениями конструкций и ограниченной видимостью из-за плотного задымления. В таких ситуациях работа спасателей-пожарных сопряжена с

невероятно высоким риском для здоровья и жизни. Традиционная пожарная аварийно-спасательная техника, даже специализированная, часто оказывается бессильной перед разрушительной силой крупных пожаров, получая значительные повреждения или вовсе выходя из строя.

Робототехнические комплексы призваны радикально изменить эту ситуацию. Они способны выполнять задачи, недоступные или слишком опасные для человека, обеспечивая при этом значительно более высокий уровень безопасности. Речь идет не просто о замене человека в опасной зоне, но и о изменении классических приемов тактики тушения пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

При пожарах на объектах с наличием взрывчатых веществ возможен взрыв и, как следствие, поражение работающих на пожаре осколками, обломками конструкций и ударной волной, а также ожоги и отравления токсичными продуктами горения и взрыва. Для ликвидации пожаров на подобных объектах в Российской Федерации был разработан противопожарный роботизированный комплекс для работы в зоне повышенной опасности «Ель-10» (рис. 1).



Рисунок 1. - Противопожарный роботизированный комплекс для работы в зоне повышенной опасности «Ель-10»

Основное предназначение комплекса – разведка; проведение аварийно-спасательных работ; тушение пожара в условиях высоких температур, радиационной или химической опасности, опасности взрыва; разбор завалов. Непосредственное управление роботизированным комплексом осуществляется посредством радиосигналов, передающихся со специализированного автомобиля управления. Предельное расстояние управления комплексом «Ель-10» до 1,5 км.

Его основные тактико-технические характеристики: снаряженная масса – 22 т; максимальная скорость – 5 км/час; расход на стволе-мониторе – 13,3 – 66,6 л/сек; дальность подачи огнетушащих средств (вода) – до 90 м; дальность подачи огнетушащих средств (пена) – до 70 м; запас огнетушащих средств: 5 т (4 т воды и 1 т пенообразователя).

Подобный противопожарный роботизированный комплекс, находящийся на вооружении в подразделениях ОПЧС Республики Беларусь, позволил бы значительно увеличить эффективность в ликвидации чрезвычайных ситуаций на потенциально-опасных объектах с минимизацией рисков для личного состава.

В связи с появлением в Республике Беларусь нового способа получения электроэнергии, а именно возведение Белорусской АЭС и запуска на ней двух энергоблоков, стоит рассматривать возможные чрезвычайные ситуации, на которых может присутствовать радиоактивная опасность.

Для разрешения подобных ситуаций, японская компания Toshiba создали робота, который способен очищать поверхности от радиоактивных веществ (рисунок 2). Робот создавался для очистки загрязненных помещений Фукусимской АЭС, на которой 11 марта

2011 года произошла авария с выбросом в окружающую среду летучих радиоактивных элементов, такие как изотопы йода и цезия.



Рисунок 2. – Робот, разработанный компанией Toshiba

Технология очистки заключается в специальной системе с использованием сухого льда. На зараженную поверхность подается струя сухого льда, лед начинает испаряться и поднимать в воздух радиоактивные частицы, которые собираются «пылесосом» и помещаются в специальный контейнер для последующей утилизации. Сухой лед не выделяет вредных веществ, однако при взаимодействии с ним требуется соблюдать правила безопасности, так как из-за воздействия на незащищенные участки кожи может вызвать обморожения, а также вытеснять кислород из замкнутых помещений.

Аналогичный «робот-пылесос» значительно облегчит работы в зонах с радиационным загрязнением. Позволит минимизировать нахождение работников ОПЧС в зоне загрязнения и, как следствие снизит вероятность облучения радиацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Робототехнические комплексы ЕЛБ-4 и ЕЛБ-10: назначение и характеристики [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/robototekhnicheskie-kompleksyi-el-4-i-el-10-naznachenie-i-taktiko-tehnicheskie-harakteristiki/> Дата доступа: 12.04.2025.
2. Необычный робот-пылесос очистит Фукусиму от радиации [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://zoom.cnews.ru/rnd/news/line/neobychnyy_robotpylesos_ochistit_fukusimu_ot_radiacii/ Дата доступа: 12.04.2025.

ПОДСЛОЙНОЕ ТУШЕНИЕ РЕЗЕРВУАРОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ

Шаныгина Н.Н., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Подслойное тушение резервуаров используется, как один из вариантов ликвидации аварийной ситуации при их возгорании. В основе метода лежит образование изоляционной пленки, обладающей самозатягиванием. Она плотным слоем покрывает поверхность горячей жидкости и не допускает попадание кислорода. За счет этого добиваются затухания и полной ликвидации огня [1].

Объекты, на территории которых располагается резервуарные парки считаются местами повышенной пожарной опасности и для них может предусматриваться система подслойного тушения (далее – СППР). СППР, установленная на территории парка, настраивается на работу в одном из двух режимов: автоматическом или от передвижной техники.

Эффективность работы СППР зависит от кратности пены, давления, создаваемого пеногенератором, производительности пеногенератора, качества пенообразователей и жесткости воды [2].

Подслойное пожаротушение стало возможным после обнаружения инертности пены, образующееся из фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей. Раствор подается в слой нефти или нефтепродуктов. Это выполняется при помощи специальных трубопроводов, внедренных внутрь емкости вместе со специальными Т-образными насадками [1].

Фторсинтетический пенообразователь обладает меньшим удельным весом, чем нефть. Пена не поглощается и не растворяется, медленно поднимается на поверхность, образуя изолирующую пленку, склонную к самовосстановлению в случае разрыва. Благодаря этому огонь локализуется, возникают благоприятные условия для ликвидации пожара. Использование обычной пены исключается, поскольку она насыщается парами углеводородов и теряет огнетушащую способность. Кроме того, важным считается толщина слоя нефти в резервуаре, если она меньше 3 м, подслойное тушение необходимо начинать, как можно раньше [3].

Основными преимуществами применения подслойного способа пожаротушения по сравнению с традиционным методом подачи пены на поверхность воспламеняющейся жидкости являются: надежность и простота исполнения оборудования, возможность предварительной подготовки автоматического начала тушения (подсоединение к системе в стороне от резервуаров), защищенность от взрыва паровоздушной смеси основных узлов СППР, а также снижение степени риска для личного состава, который располагается за пределами обвалования.

Ликвидация пожара выполняется посредством специальных трубопроводов, внедренных внутрь резервуара (его нижнюю часть). Вблизи со стенками емкостей устанавливается сеть растворопровода, которая оснащается задвижками с электроприводами, управление происходит дистанционно. Поскольку таких точек несколько, личный состав распределяется к местам нахождения каждого пульта ДУ.

Автоматический запуск системы происходит при получении сигнала от термоустойчивого кабеля. Подключение передвижной техники происходит через пенопроводы с помощью пожарных рукавов, которыми оснащены пожарные автоцистерны [1].

В баке с пенообразователем и на гидранте одновременно нагнетается давление. В результате вода и раствор подаются в смеситель, оборудованный нормирующей диафрагмой, благодаря которой происходит смешивание воды и пенообразователя в нужных пропорциях.

Пена, попадающая в нижние слои резервуара, распределяется вдоль него и начинает всплывать. Инертность позволяет не взаимодействовать с испарениями, одновременно с этим, поднимаясь из «холодного» дна, происходит медленное снижение температуры окружающей жидкости. Поднявшись на поверхность, пузырьки пены образуют воздухонепроницаемую пленку, склонную к самовосстановлению. Это не только локализует огонь, но также препятствует новому возгоранию.

Время пенной атаки при подслоном тушении занимает несколько минут, так как попадание пены от пеногенератора на поверхность резервуара происходит за минуту или чуть меньше. Время, требующееся для образования пленки – $90 \div 120$ с., с ее появлением огонь затухает. Еще $2 \div 3$ минут продолжается слабое горение, полностью прекращающееся по истечению этого срока. Только тогда останавливают пенную атаку. По ее завершению на поверхности остается устойчивая пленка толщиной $5 \div 10$ см. Такое состояние сохраняется в течение нескольких часов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малашенко, С. М. Тушение пожаров в резервуарах с нефтепродуктами методом оперативной врезки в технологический трубопровод : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.26.03 / Малашенко Сергей Михайлович ; университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь (УГЗ МЧС РБ).-М.,2017 – 26 с.

2. Портал пожар инфо : [сайт]. – Минск, 2022. - URL: <https://pozhar.info/sredstva-pozharotusheniya/kak-ustroena-sistema-podslojnogo-tusheniya-rvs>

3. Портал про пожарную безопасность : [сайт]. – Иваново, 2024. – URL: <https://propb.ru/library/wiki/sistema-podsloynogo-tusheniya-pozhara-v-rezervuare/>

УДК 628.9:628.9.4:351.77

ПРЕИМУЩЕСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «ПОЖАРНЫХ БОМБ» В ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

Шейпак К.С., Нахай Д.В.

Университет гражданской защиты

В настоящее время в Министерстве по чрезвычайным ситуациям ведётся активная работа по разработке и модификации оборудования. Благодаря сотрудничеству с многими государствами всегда идёт совместная работа. На примере Китайской Народной Республики. Есть межведомственные договоры, которые позволяют углубиться и более подробно рассмотреть разработки дружественной страны.

На примере такой разработки рассмотрим «пожарную бомбу». Разработка китайских коллег, которая используется для тушения объёмных пожаров на открытой местности может пригодиться для тушения пожаров и на территории Республики Беларусь. Нечто похоже используется и в нынешнее время, когда авиаторы МЧС сбрасывают большое количество воды в очаг и места наиболее интенсивного горения. Однако, в китайском центре научных исследований зашли дальше и углубились в эту тему, создав новую основу, которая имеет преимущества над старыми аналогами. Пожарная бомба представляет собой полимерную ёмкость разных объёмов, которая содержит до 400 литров аэрозольной смеси. Хотелось бы заметить, так как сред возникновения пожара много, то и различных видов аэрозолей также разработано много. Соответственно, исходя из этого, каждая пожарная бомба применяется

строго по назначению, исходя из данных об особенностях рельефа местности. Благодаря тому, что она может достигать больших объемов и имеет воздушный способ транспортировки, она может сбрасываться прямо в очаг пожара, доступ к которому может быть ограничен по разным обстоятельствам. Тем самым это поможет локализовать возгорание, а что самое главное – облегчить и повысить производительность работы спасателя.

Такие пожарные бомбы уже неоднократно применялись китайскими коллегами при тушении лесных пожаров. Как отмечают их специалисты, данным способом удалось ограничить распространение огня, что значительно снизило ущерб от пожара на многих территориях. Сбрасывание осуществлялось в большом количестве при помощи авиации. Благодаря разливу аэрозольной смеси удалось создать противопожарные разрывы по многим фронтам пожара, что позволило направить основные силы и средства к очагу пожара, что в свою очередь привело к скорейшей ликвидации природной чрезвычайной ситуации.

Исходя из всех преимуществ и многих сходств в структуре рельефа со страной-партнером, МЧС заинтересовано в разработке и использовании данного средства. Ведь 57.7% нашей страны занимают лесные массивы. Соответственно это подчеркивает необходимость использования пожарных бомб и в нашей стране. Анализируя силы и средства нашего министерства, можно сделать вывод, что авиация МЧС располагает соответствующей базой, которая имеет возможность использовать данные средства пожаротушения. Поэтому данный этап является перспективным в рамках безопасности от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в нашей стране.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кропотова Н.А., Легкова И.А. Компетентностная карта выпускника // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2020, №1. С.77-82. [Электронный ресурс] URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wpcontent/uploads/2020/v1/N16_77-82.pdf.
2. Смирнов В.А., Ермилов А.В., Черепанов Д.А., Акулов А.Е. Сущность управления при организации взаимодействия подразделений и служб при тушении крупных пожаров // В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность материалы IX Международной научно-практической конференции. 2014. С. 166-168.

УДК 004.896:614.841.4

ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Шудрик А.А., Коваленко И.И., Копытков В.В.

Университет гражданской защиты

Пожары представляют собой одну из самых серьезных угроз для жизни, здоровья людей и окружающей среды. В последние годы ученые и инженеры начали исследовать инновационные подходы к борьбе с огнем, одним из которых является использование беспилотных летательных аппаратов (БЛА). В последние годы БЛА становятся важным инструментом в борьбе с огнем.

Анализ пожаров показывает, что наибольшие трудности возникают при тушении пожаров на сложных инженерных сооружениях, особенно высотных зданиях. Эвакуация людей из высоток представляет собой сложнейшую задачу, требующую координации действий большого числа специалистов и применения специального оборудования.

Первый опыт тушения пожаров с помощью БЛА зафиксирован в Китае в 2017 году. Там был разработан и успешно эксплуатируется по сей день DJI Matrice 210[1]. Устройство

используют как для тушения пожаров, так и для подъема пожарных рукавов на нужную высоту и для разведки. Латвийская компания Aeronex занимается разработкой беспилотной платформы для тушения пожаров. Аппарат может подниматься на высоту порядка 300-400 метров - тушить с беспилотника труднодоступные объекты гораздо проще. Латвийский БЛА весит порядка 55 кг и способен поднимать еще 145 кг - безусловно круто с точки зрения дрона, но, вероятно, не так уж и много, если нужно поднять заполненный водой шланг на высоту многоэтажного дома [2]. В частности, 20-метровый рукав диаметром 77 мм в заполненном состоянии весит свыше 110 кг. Чтобы поднять рукав с водой на высоту 100 м сечение рукава должно быть существенно меньше, чтобы беспилотник смог его поднять - не более 30 мм. Средняя скорость подъема загруженного БЛА составляет 5 м/с, что означает что, на высоту 100 м, аппарат поднимется за 20 с. В сравнении, среднее время, за которые спасатели поднимаются на высоту 25 этажей (75м) составляет 3 минуты [3].

Применение беспилотных летательных аппаратов при тушении пожаров открывает новые горизонты в области экстренного реагирования. Их использование позволяет значительно повысить эффективность операций по борьбе с огнем, улучшить безопасность спасателей и сократить время на ликвидацию возгораний. Важно продолжать развивать технологии БЛА и интегрировать их в системы управления чрезвычайными ситуациями для достижения максимального эффекта в борьбе с природными катастрофами [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Картеничев, А. Ю. Технологии тушения пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов / А. Ю. Картеничев, Е. В. Панфилова // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2019. – С. 149–151.
2. Анализ международного опыта применения беспилотных авиационных систем при ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров : отчет о НИР. – М. : ВНИИПО, 2018. – 67 с.
3. Применение дронов (квадрокоптеров) на пожарах // Fireman.club. – URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/drony-kvadrokoptyery-primenenie-na-pozharah> (дата обращения: [10.05.2025]).
4. Лукманов, Ф. Ф. Технологии применения беспилотных летательных аппаратов в тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ / Ф. Ф. Лукманов // Актуальные исследования. – 2025. – № 2. – С. 15–18.

Секция 2

ПОЖАРНАЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ, СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЧС И ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

UDC 621.438; 621.45.034; 662.612.22; 678.044:662.767

SOME FEATURES OF HETEROGENEOUS CATALYTIC COMBUSTION PROCESSES IN THE COMBUSTION CHAMBERS OF GAS TURBINE INSTALLATIONS AND THE POSSIBILITIES OF THEIR PRACTICAL APPLICATIONS

Kuznetsov M.V.

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

Gas turbine installations are among the extremely important and widespread systems that are used in various fields of engineering, energy and aircraft construction. It should be noted that the results of this work relate to relatively small-capacity power gas turbine installations designed to meet local electricity needs in limited areas, i.e. such installations that are focused on reducing the cost of the structural materials used in their manufacture, as well as simplifying operational control schemes at a certain level of system efficiency.

The combustion chamber of a gas turbine unit (GTU) is one of the key links in the studied systems. When designing the GTU combustion chamber, to date, all researchers and designers have been guided by the flare homogeneous combustion of gas fuel during the generation of the GTU working fluid. This mode of operation of the combustion chamber is characterized by significant technical disadvantages:

- the appearance of environmentally harmful components in the exhaust due to incomplete combustion of fuel and the formation of nitrogen oxides;
- needs to cool the combustion products at 1000⁰C or more before feeding them to the turbine blades due to limitations on the heat resistance of the blade materials, which naturally complicates the hardware design of the GTU and its control scheme;
- significant limitation of the GTU power control interval is due to the existence of a lower and upper combustion limit in a homogeneous flame for the concentration of fuel in the gas-air mixture.

In connection with the above, it seems obvious that the transfer of the GTU combustion chamber from the traditional mode of homogeneous combustion to the mode of heterogeneous catalytic combustion of gas fuel can provide significant technical advantages in a number of technical indicators in favor of GTU with a catalytic combustion chamber.:

- ensuring the completeness of fuel combustion, as well as the exclusion of nitrogen oxides and other environmentally harmful components in the exhaust gases;
- ensuring any set operating temperature at the outlet of the combustion chamber before feeding to the turbine blades by varying the fuel concentration in the gas-air mixture;
- the ability to smoothly control the power of the GTU, from almost zero to maximum.

However, unfortunately, catalytic combustion chambers still have not found a significant technical application in GTU. So far, only attempts have been made to use catalytic elements in the combustion chambers of GTU as flare igniters. One of the main reasons for the lack of real

progress in the development of catalytic combustion chambers in GTU schemes is the unsuitability of traditional bulk granular catalysts for industrial catalysis in the systems under consideration. The issue of the design efficiency of the catalyst assembly of the GTU combustion chamber can be solved by developing a cassette catalyst structure assembled from sheet catalytic elements made in the form of woven (or non-woven) fibrous products. We have attempted to consider the main technical, structural and operational aspects of the problem of a catalytic combustion chamber of this type using a demonstration model of a catalytic combustion chamber in a laboratory model experiment. For the manufacture of catalytic cassettes, silica glass fiber woven catalysts (FGWC) in the form of mesh weaving of various geometries, activated with platinum or palladium to a content of 0.1-0.2% by weight, were used. This type of catalysts has been developed and is intended for a wide range of processes, including catalytic combustion reactions.

At the first stage of the work, standard propane-based gas automobile fuel was used as a fuel component, refueled for experiments in cylinders directly at gas stations. The objectives of the study were to determine the operating characteristics of the process of catalytic combustion of propane gas fuel on FGWC materials. The list of operating characteristics should include the following information about the act of "ignition" of the reaction in the catalyst assembly and about the steady-state mode of the catalytic combustion process: the influence of the type of active component in the fiberglass woven matrix; the influence of density and geometry of the woven matrix structure; influence of the number of catalytic layers in the catalyst cassette assembly; influence of hydrodynamic factors (filtration rate of the gas-air mixture through the catalytic cassette); influence of fuel concentration in the gas-air mixture on the thermal operation of the catalytic cassette.

Thus, based on the results of studies of the dynamic features of catalytic combustion of propane fuel on a fiberglass cassette catalyst under conditions of short contact times, a concept is being developed on the economic, technological and operational prospects for converting combustion chambers in gas turbine installations from homogeneous flare combustion of fuel to heterogeneous catalytic combustion. Thus, it is possible to simplify the control system and expand the range of plant capacity variation, regulate its operation within a wide range of working fluid temperature, and eliminate heat loss in the cooling units of the working stream before feeding to the turbine blades while increasing the environmental friendliness of the process.

In principle, in the near future, low-power gas turbine installations will become the most suitable for use by individual consumers, since they have high efficiency and relatively low fuel cost. Generating electricity on their own, regardless of the central highways, even now seems desirable for owners of both private homes and small businesses. Aviation is another of the most progressive sectors in which low-power gas turbine installations have bright prospects. Since Russia is a huge country where the quality of many roads still leaves much to be desired, it is highly advisable to use light aircraft as public transport. This practice is currently very poorly developed, and there are several reasons for this. Firstly, piston engines for airplanes are not manufactured in our country, which significantly increases their market value. Secondly, for their operation, special aviation gasoline with an octane rating of 100 is needed, which is also not produced in Russia and is imported from abroad, which makes it an especially expensive privilege, because often the cost of one liter is from 100 rubles. It follows from this that light aircraft are now the prerogative of wealthy users who can afford not only their purchase, but also their maintenance. Low-power gas turbine engines can solve all these problems at one time, since they run on conventional fuel, which is available in our country, and if well-established mass production will be available to a wide range of consumers. In addition, these technical solutions can also be used in the interests of manufacturers and operators of unmanned aerial vehicles (UAV) for both civilian and military purposes.

The results obtained can also be used in gas turbine installations of relatively small capacity designed to meet local electricity needs in limited areas, for example, when accommodating evacuees from an emergency zone or providing resources for rescue and search personnel.

ФУНКЦИОНАЛЬНО–СТОИМОСТНОЙ АНАЛИЗ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ УГАРНОГО ГАЗА

Антощенко Е.А., Приходько Н.С., Снежко А.А.

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Статистика последних пяти лет доказывает высокий уровень смертности от превышения ПДК угарного газа в жилых и бытовых помещениях [1]. Одним из решений данной проблемы может послужить установление датчиков, анализирующих содержание угарного газа и сигнализирующих о превышении его концентрации.

Большая потребность в датчиках (сигнализаторах/ газоанализаторах) концентрации СО и СН₄ в атмосфере производственных помещений, в первую очередь – в котельных, предполагает использование недорогих, надежных, компактных приборов, имеющих достаточный срок службы и приспособленных для регламентированной поверки как в лабораторных условиях, так и по месту установки. По принципу действия различают электрохимические, полупроводниковые и термохимические сенсоры [2, 3] (таблица).

Принцип действия электрохимических сигнализаторов основывается на методе определений массовых концентраций вредных токсичных веществ, а также кислорода в газовой среде. В качестве чувствительного элемента тут выступает электрохимический сенсор (ячейка), предназначенный для обнаружения утечек и контроля токсичных, инертных и других газов, кислорода, органических веществ и паров кислот.

Таблица 1. - Технические характеристики и стоимость газоанализаторов

Датчик	Стоимость (рублей)	Тип сенсора	Пороги срабатывания мг/м ³	Срок службы прибора, лет
COY-1	от 12312 до 14256	электрохимия	3	до 10
RGDCO0MP1 Seitron	13260	электрохимия	5	до 10
ЭССА-СО	от 14400 до 27780	электрохимия	до 10	до 10
АВУС-СКЗ	от 65280 до 66300	полупроводник	3,0	до 10
СЗЦ-2, СЗЦ-2(Р)	от 3800 до 4720	термохимия	5,0	до 10

Из таблицы видно, что газоанализаторы RGDCO0MP1 Seitron, COY-1 и ЭССА-СО обладают разными порогами срабатывания, находясь примерно в одном ценовом сегменте. Сигнализаторы загазованности Seitron типа RGD и RGI уже несколько лет применяются для контроля содержания оксида углерода в производственных и коммунальных котельных, на предприятиях металлургии, машиностроения и т.д. Эти компактные приборы, работают более чем в 1500 отечественных котельных [2]. Как наиболее чувствительный зарекомендовал себя COY-1.

Газоанализаторы с полупроводниковым типом датчика работают по принципу изменения поверхностного сопротивления полупроводника за счет увеличения концентрации определяемых горючих или токсичных газов. При аналогичных сроках службы и пороге срабатывания АВУС-СКЗ по стоимости в разы превосходит электрохимический датчик COY-1.

Термохимические датчики сочетают в себе функции вышеуказанных аналогов [3]. Принцип действия сигнализаторов основан на преобразовании уровня концентрации газа в напряжение с помощью термохимического датчика и сравнении полученного напряжения с заданными напряжениями, соответствующими пороговым уровням загазованности и

последующую выработку звуковых, световых и управляющих сигналов в соответствии с логикой работы сигнализатора. Оптимальные по соотношению «цена/ качество» СЗЦ-2 рекомендуются авторами к установке в частных жилых помещениях.

В качестве дополнительного звена в создании безопасности жилых помещений можно рассмотреть технологическую оснастку, позволяющую автоматически обеспечить проветривание помещений при срабатывании датчика. Автоматическое проветривание можно организовать через альпийскую форточку, что не всегда комфортно в зимних условиях, а также через принудительное открывание оконной форточки, реализуемое через электропривод.

Защита котельных помещений различной мощности, жилой сектор коммунального хозяйства, закрытые автостоянки и гаражи, шахты, колодцы, а также невзрывоопасные зоны других производственных, административных, общественных и жилых помещений от утечки угарного газа, своевременная сработка датчиков и эвакуация людей являются актуальной задачей настоящего времени. Поэтому при осуществлении бытовой деятельности следует рекомендовать населению устанавливать датчики, сопряженные через электроприводы с умными или альпийскими форточками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистика смертей от угарного газа в России [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://gazetaingush.ru/obshchestvo/ugarnyy-gaz-yavlyaetsya-odnoy-iz-prichin-chastyh-otравleniy-lyudey-v-period-otopitelnogo>. Дата доступа: 03.04.2025.
2. Сигнализаторы загазованности для котельных [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://kipkomplekt.ru>. Дата доступа: 03.04.2025.
3. Газоаналитика. РФ [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: <https://xn--80aaaaljashuk1d.xn--plai/text/czc-2.php>. Дата доступа: 03.04.2025.].

УДК 614.847.9

ЛИФТЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Болдасенко А.А., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

В связи с увеличением количества зданий повышенной этажности и высотных зданий в Республике Беларусь у подразделений МЧС все чаще и чаще возникают трудности в проведении аварийно-спасательных работ (в боевом развертывании, подаче огнетушащих веществ, проведении спасательных и эвакуационных работ) в верхних этажах данных зданий.

В среднем носимый вес пожарного-спасателя составляет около 22-24 кг. без учета носимого пожарно-технического, аварийно-спасательного оборудования и снаряжения, а с учетом добавления носимого оборудования и снаряжения и пожарных рукавов вес возрастает до 35-40 кг. Данная нагрузка является достаточно весомой проблемой в случае преодоления лестничных пролетов в случае нахождения очага пожара в верхних этажах зданий. В связи с этим современные жилые здания класса Ф1.3 высотой более 50 метров, лечебно-профилактических учреждениях высотой пять этажей и более, а также зданий других классов функционально-пожарной опасности высотой более 30 метров оборудуются лифтами для перевозки пожарных подразделений. Значительные отличия лифтов для перевозки пожарных подразделений от обычных лифтов в том, что при наличии специального ключа, данный лифт можно привести в действие во время пожара, а также данный лифт оборудуется кнопками открытия и закрытия дверей лифта и шахты.

Требования к пожарным лифтам описаны в СН 2.02.05-2020 «Пожарная безопасность зданий и сооружений». К таким требованиям относятся такие требования как: «Пожарный лифт должен иметь остановки на всех наземных этажах (кроме верхнего технического)». На основном

посадочном этаже пожарный лифт должен иметь выход непосредственно наружу или располагаться в помещении, имеющем выход непосредственно наружу (в том числе через лифтовой холл и наружный тамбур). Все двери на пути движения от пожарного лифта до лестничной клетки не должны иметь запоров, которые не могут быть открыты без ключа. Пожарный лифт должен размещаться в выгороженной шахте. Ограждающие конструкции шахты должны иметь предел огнестойкости не менее R(EI) 120. Лифтовые холлы (тамбуры) должны быть выгорожены противопожарными перегородками 1 типа с противопожарными дверями 2 типа. Двери кабин и шахт пожарных лифтов должны быть автоматическими горизонтально-раздвижными центрального или бокового открывания, включая телескопическое исполнение, и должны сохранять работоспособность при избыточном давлении в шахте, создаваемом приточной противодымной вентиляцией. В крыше кабины пожарного лифта должен быть предусмотрен люк размерами 500×700мм. Материал покрытия пола кабины должен исключать скольжение при его увлажнении или при увлажнении подошвы обуви пожарных-спасателей. Использование полированного камня (мрамор, гранит и прочие) и других подобных материалов в качестве покрытия пола кабины не допускается. Включение режима «ПЕРЕВОЗКА ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ» должно производиться только из кабины пожарного лифта при помощи специального ключа, который вставляют в гнездо (рисунок 1), расположенное на панели управления или рядом с ней, и поворачивают его из позиции «ВЫКЛЮЧЕНО» в позицию «ВКЛЮЧЕНО». Ключ должен выниматься из гнезда только в позиции «ВЫКЛЮЧЕНО». В конструкции пожарного лифта не допускается применение аппаратов и устройств (фотоэлементы, сенсорные кнопки и тому подобные аппараты и устройства), нормальный режим которых может быть нарушен при воздействии дыма и повышенной температуры. В кабине и на основном посадочном этаже должно быть предусмотрено световое табло, указывающее местоположение кабины и направление ее движения. После остановки кабины на нужном этаже двери должны оставаться в закрытом положении. Допускается осуществлять открытие дверей пожарного лифта путем нажатия на специальную кнопку «ОТКРЫТИЕ ДВЕРЕЙ», используемую только в режиме «ПЕРЕВОЗКА ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ». Отпускание кнопки в процессе открытия должно приводить к автоматическому возвращению дверей в закрытое положение.



Рисунок 1. – Гнездо для ключа, включающего режим перевозки пожарных подразделений

С увеличением количества высотных зданий в Республике Беларусь, особенно в городе Минске, становится все более актуальным вопрос об эффективности проведения аварийно-спасательных работ в верхних этажах рассматриваемых зданий. Спасатели-пожарные должны обладать знаниями по устройству и работе лифтовых систем, а также умениями и навыками по использованию пожарных лифтов в различных ситуациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. СН 2.02.05-2020. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Электронный ресурс] : техн. кодекс установившейся практики / М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь. – Введ. 01.01.2021. – Минск : Минскстрой, 2020. – 89 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СПРИНКЛЕРНЫХ УСТАНОВОК ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Бунто И.А.

Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь

В Республики Беларусь область применения и допустимый перечень автоматических установок пожаротушения установлен строительными нормами СН 2.02.03-2019 «Пожарная автоматика зданий и сооружений» [1].

Согласно требованиям, установленным в строительных нормах [1], выбор типа установки пожаротушения, а также вида огнетушащего вещества определяется разработчиком проектной документации для конкретного объекта проектирования, в зависимости от функционального назначения здания (помещения), технологических, конструктивных и объемно-планировочных особенностей защищаемого объекта, пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и обращающихся в нем веществ и материалов.

При этом в случае возможности применения в качестве системы автоматического пожаротушения спринклерной установки, преимущество, как правило, отдается именно ей.

Согласно ГОСТ 12.2.047-86 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника. Термины и определения» [2] *спринклерная установка пожаротушения* – автоматическая установка водяного пожаротушения, оборудованная нормально закрытыми спринклерными оросителями, вскрывающимися при достижении определенной температуры.

Спринклерные установки применяются для локального тушения пожаров и охлаждения строительных конструкций. Предпочтительно используются для защиты помещений, в которых предполагается развитие пожара с интенсивным тепловыделением, в том числе для защиты различных складов, торговых центров, гостиниц, помещений производства и др.

Основные характеристики и принцип работы установки:

Спринклерная установка пожаротушения представляет собой автоматическую систему, предназначенную для обнаружения и тушения пожаров на ранней стадии. Установка включает в себя следующие основные компоненты: систему трубопроводов, узлы управления и запорную арматуру, насосы и резервуары для хранения огнетушащего вещества, однако основным компонентом установки являются спринклерные оросители.

Спринклерный ороситель – ороситель, у которого в дежурном режиме работы выходное отверстие закрыто запорным устройством, а имеющийся тепловой замок срабатывает (разрушается) при повышении температуры в зоне установки оросителя, тем самым освобождая выходное отверстие оросителя. Согласно ГОСТ Р 51043-2002 «Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний» [3] *спринклерный ороситель* – ороситель с запорным устройством выходного отверстия, вскрывающимся при срабатывании теплового замка.

К основным характеристикам спринклерного оросителя относятся:

- интенсивность орошения: расход огнетушащего вещества, приходящийся на единицу площади в единицу времени;
- равномерность орошения: распределение интенсивности орошения на защищаемой площади;

– защищаемая площадь: площадь, на которой обеспечивается средняя интенсивность и равномерность орошения не менее нормативной или установленной в технической документации;

– номинальная температура срабатывания: нормативная температура спринклерного оросителя, при которой должно обеспечиваться срабатывание его термочувствительного элемента.

Спринклерные установки бывают нескольких типов, выбор применения которых в основном зависит от температурных параметров защищаемых помещений. Пример схемы функционирования спринклерной установки пожаротушения приведен на рисунке 1.

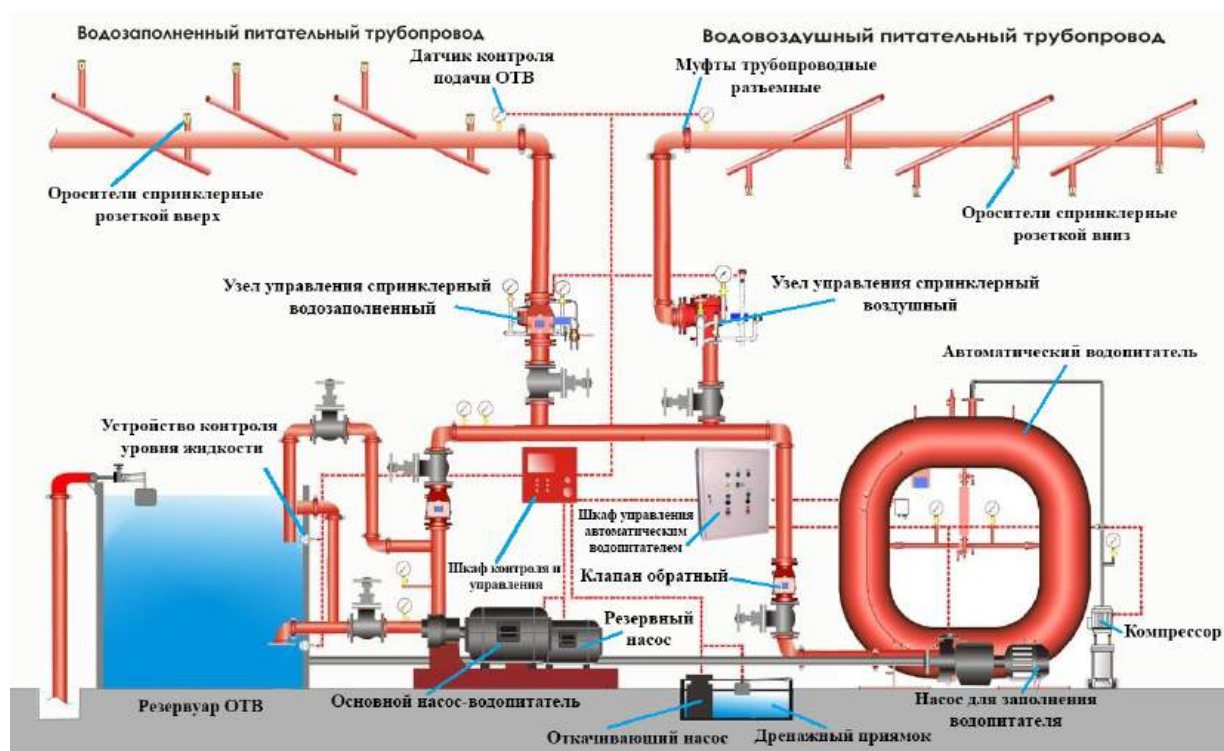


Рисунок 1. – Схема функционирования спринклерной установки пожаротушения

Спринклерные установки, находящиеся в режиме ожидания, в зависимости от заполняемости сетей их трубопроводов жидким огнетушащим веществом или воздухом под давлением называются соответственно «мокрыми» водозаполненными или «сухими» сухотрубными.

Водозаполненная установка, в которой вся сеть трубопроводов заполнена водой, водными растворами со смачивателями, пенообразователями, поэтому такой тип оборудования автоматического пожаротушения предназначен для эксплуатации только при положительных температурах воздуха в защищаемых помещениях.

Воздушная установка, где подводящий трубопровод заполнен водой или водными растворами, а вся питательно-распределительная трубопроводная сеть, расположенная выше узла управления – воздухом.

Водовоздушная установка – это установка, в которой подводящий трубопровод заполнен водой, а питательный, распределительные трубопроводы периодически – в зависимости от сезона, времени эксплуатации защищаемого помещения заполняют водой, водными растворами или воздухом.

Применение воздушных, водо-воздушных трубопроводов дает возможность монтировать спринклерные установки в помещениях с отрицательной температурой воздуха, однако, при этом требуется применение дополнительного оборудования – воздушных компрессоров, устройств контроля и управления.

В дежурном режиме система трубопроводов заполнена и находится под избыточным давлением огнетушащих веществ или воздуха (в случае применения спринклерной воздушной установки). При этом система остается герметичной, так как выходное отверстие оросителя закрыто запорным устройством, которое плотно прижато к корпусу оросителя через уплотнительный элемент. Прижим осуществляется специальным устройством (винтом) через тепловой замок (к примеру, термоколбу). Основные элементы спринклерного оросителя с термоколбой приведены на рисунке 2.



Рисунок 2. – Спринклерный ороситель с термоколбой

В стеклянной термоколбе содержится жидкость с высоким температурным коэффициентом расширения. При повышении температуры в зоне установки спринклерного оросителя (при развитии пожара) и достижении номинальной температуры срабатывания оросителя, жидкость, находящаяся в герметичной стеклянной колбе, расширяется и разрушает ее.

Это приводит к открытию выходного отверстия спринклера и распылению огнетушащего вещества непосредственно в зону пожара. Таким образом, установка реагирует на локальный очаг возгорания и быстро подавляет огонь, что значительно снижает вероятность распространения огня и минимизирует ущерб от возгорания, а также исключает вероятность пролива огнетушащего вещества в местах, где возгорание отсутствует.

В качестве огнетушащего вещества в установке применяется вода, вода со смачивателем или рабочий раствор пенообразователя. Вода, как огнетушащее вещество, имеет ряд существенных преимуществ, она обладает высокой удельной теплоемкостью и скрытой теплотой парообразования, химической инертностью к большинству веществ и материалов, а также низкой стоимостью и доступностью (наличие практически неограниченного запаса огнетушащего вещества, в случае соответствующего подключения установки к внешним водопроводным сетям).

Для улучшения смачивающей способности (снижения поверхностного натяжения воды) и адгезии к объекту тушения (защиты) в качестве огнетушащего вещества применяется вода со смачивателем или рабочий раствор пенообразователя, что значительно повышает эффективность практического применения спринклерных установок пожаротушения и расширяет возможный диапазон их применения.

В качестве источника водоснабжения спринклерных установок пожаротушения водяного пожаротушения применяют открытые водоемы, пожарные резервуары или водопроводы различного назначения.

При необходимости применения в качестве огнетушащего вещества воды со смачивателем или рабочего раствора пенообразователя применяются специальные резервуары (для хранения уже готового раствора воды со смачивателем или пенообразователя). Для других источников водоснабжения применяют дозирующие установки, обеспечивающие дозировку смачивателя (пенообразователя) в поток воды после

запуска установки пожаротушения в процентном соотношении, соответствующем показателю необходимой объемной концентрации.

Основные преимущества применения спринклерных установок пожаротушения:

Спринклерная установка пожаротушения представляет собой одно из наиболее эффективных и надежных решений для защиты зданий и сооружений от пожаров. Установки могут применяться в самых различных типах зданий, от жилых и коммерческих до промышленных и общественных объектов. К основным преимуществам установки стоит отнести:

- возможность установки работать автоматически, что позволяет оперативно реагировать на пожары даже при отсутствии людей на месте происшествия. Это особенно важно в ночное время или в местах с ограниченным доступом.

- низкая стоимость и доступность применяемого огнетушащего вещества (воды), а также отсутствие вредного воздействия на человека в случае контакта и, как следствие, отсутствие ограничений по применению установки в помещениях с массовым пребыванием людей, а также в помещениях, которые не могут покинуть люди до начала работы установки.

- высокую эффективность локализации и тушения возгорания на ранней стадии за счет распыления огнетушащего вещества непосредственно в зону пожара (на локальный очаг возгорания), что значительно снижает риск распространения огня, а также минимизирует вероятность возникновения дополнительного ущерба от повреждения имущества и оборудования, расположенного в других частях здания как от возгорания, так и от пролитого огнетушащего вещества.

- наличие строительных норм [1], что упрощает работу по проектированию спринклерных установок пожаротушения и позволяет избежать непредвиденных затрат на ранней стадии.

- возможность не оборудовать системой пожарной сигнализации помещения, оснащенные спринклерными установками, при необходимости оборудования данных помещений тепловыми пожарными извещателями.

- возможность гармоничного применения элементов установки в современных интерьерах.

- долгий срок службы (более 10 лет) и высокая надежность при условии регулярного технического обслуживания. Правильный монтаж и регулярное обслуживание установки являются залогом её надежной работы и долговечности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные нормы Республики Беларусь. Пожарная автоматика зданий и сооружений : СН 2.02.03-2019. – Введ. 29.11.2019. – Минск : РУП «Стройтехнорм», 2019. – 99 с.
2. Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника. Термины и определения: ГОСТ 12.2.047-86. – Введ. 01.07.1987. – Москва : М-во внутр. дел СССР, 1987. – 23 с.
3. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний : ГОСТ Р 51043-2002. – Введ. 07.01.2003. – Москва : Техн. комитет по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность», 2023. – 27 с.

УДК 614.8.001.5:629.33*622

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Домосканова Т.М., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

В нынешнее время наблюдается повышенный интерес ведущих автопроизводителей и потребителей к автомобилям, использующими альтернативные источники энергии, в частности электромобилями, вместо традиционных бензиновых и дизельных двигателей. Об

электромобилях мы слышим, в основном, только положительные отзывы: наиболее экологичный и энергоэффективный вид транспорта, использует возобновляемые источники энергии, присутствуют государственные льготы и многое другое. Но в последнее время всё чаще привлекает один существенный недостаток: пожароопасность [1].

Потенциальные причины возникновения пожара в электромобилях можно условно классифицировать на следующие категории:

- экстремальные температуры, которые оставляют следы на работе батареи и могут привести к ее неисправности;
- повышенная влажность, вызывающая коррозию;
- ДТП и другие механические повреждения аккумулятора;
- производственные дефекты или перегрев аккумуляторных батарей;
- некорректно подобранная тактика тушения пожара электромобиля, приводящая к его повторному возгоранию;
- поджог или другие внешние источники зажигания (в лесу или на сухостое, рядом с пылающими зданиями, машинами) [2].

Стоит обратить внимание, что все вышеуказанные причины возникновения пожара в электромобилях могут вызвать возгорание, которое возникает через длительное время после повреждения. Стоит обратить внимание на то, что при тушении электромобилей требуется повышенная осторожность. Ведь во время горения выделяются горючие и вредные газы, а также химические вещества, наносящие вред личному составу, задействованному в тушении пожара, и окружающей среде. Ядовитые газы, возникающие при пожаре аккумуляторных батарей, очень опасны для организма человека. Дым может содержать фтористый водород (гидрофторид), который чрезвычайно вреден. Он обладает резким запахом, очень ядовит, дымит на воздухе (вследствие образования с парами воды мелких капелек раствора) и разъедает стенки дыхательных путей. При тушении необходимо использовать дыхательные аппараты со свежим воздухом, и безопасное расстояние при тушении электромобиля больше, чем при тушении обычного автомобиля [3].

В первую очередь для успешного тушения и профилактики повторно самовозгорания батареи электромобиля её нужно быстро и эффективно охладить. Лучше всего охлаждение проходит путем заливки большим количеством воды, что является одной из проблем при тушении электромобилей. Ведь для тушения электромобиля необходимо более 10 тонн воды, в то время как для автомобиля с двигателем внутреннего сгорания требуется до 2 тонн. Однако, быстрое охлаждение затрудняется тем, что она инкапсулирована – то есть, заключена в оболочку, при этом ячейка перегревается изнутри, путем цепной реакции, выделяя огромное количество тепла.

Следующей проблемой при тушении электромобилей является определение места отключения батареи и способа его выполнения, так как у многих производителей автомобилей отсутствует система физического отделения батареи после аварии или ее отключения. Но стоит обратить внимание, что в настоящее время многие автопроизводители активно работают над решением этой проблемы.

Изучив потенциальные причины возникновения пожара в электромобилях и основные проблемные аспекты в их тушении, приходим к выводу о том, что исследования в области обеспечения пожарной безопасности электромобилей должны проводиться по двум основным направлениям [4]:

- совершенствование конструкции электромобилей и аккумуляторов. Это включает использование менее пожаро- и взрывоопасных материалов, улучшение систем управления батареями (BMS), которые контролируют температуру, напряжение и ток, а также разработку технических решений для управления сбросом избыточного давления и предотвращения внутренних коротких замыканий.
- разработка и внедрение стандартов, регулирующих эксплуатацию литий-ионных аккумуляторов и электромобилей. Эти стандарты должны включать требования к исследованию показателей пожаровзрывоопасности электромобилей, проектированию мест

для хранения, ремонта и зарядки, а также к созданию условий для эффективного тушения пожаров.

Также важно рассмотреть возможность оснащения электромобилей и аккумуляторов системами автоматического пожаротушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возгорание электромобилей. Новая потенциальная проблема // Car-use.lv : [сайт]. – Минск, 2019. – URL: https://www.car-use.lv/2019/2/IC_1909_elektromobili_RU.htm (дата обращения: 08.05.2025).
2. Тушение электромобилей с автономными источниками электроэнергии // Fireman.club : [сайт]. – Минск, 2021. – URL: <https://fireman.club/conspects/tushenie-elektromobilej-s-avtonomnymi-istochnikami-elektroenergii/> (дата обращения: 08.05.2025).
3. Как потушить электромобиль? // АВОК : [сайт]. – Минск, 2025. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=8455&ysclid=magq49f9hz929146771 (дата обращения: 08.05.2025).
4. Сравнительный анализ пожарной опасности электромобилей // CESDRR : [сайт]. – Минск, 2025. – URL: <https://cesdrr.org/uploads/docs/2024/sravnitelnyi-analiz.pdf> (дата обращения: 08.05.2025).

УДК 614.8.05:004.896

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Казарин Д.Ю., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Вопросы прогнозирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) всегда остаются открытой темой для обсуждения. Существует методы и подходы, которые не только применяются на постоянной основе, но и совершенствуются с каждым годом, и в зависимости от ситуации метод обязательно будет максимально эффективнее по отношению к другим.

Как показывает статистика за 2024 году в Беларуси произошло 6244 ЧС, из них – 6216 пожаров, 22 ЧС природного характера и 6 ЧС техногенного. За прошлый год погибло 559 человек, из которых 553 человека погибли на пожарах, 6 человек – в результате ЧС природного характера [1]. Поэтому вопросы по разработке новых форм прогнозирования и ликвидации ЧС стоят на главном месте в разрезе уменьшения их количества пожаров.

Первое упоминание искусственного интеллекта (далее – ИИ) в прогнозировании ЧС приходится на 2021 год, когда российские ученые разработали и апробировали программный комплекс по предиктивной аналитике технических систем, позволяющие предупреждать сбои и отказы оборудования на производствах. В следствии чего компании смогли бы избежать серьезных поломок, простоев и ЧС [2].

Вместе с тем возникло и ряд причины невозможности использования ИИ в системе прогнозирования, а именно [3]:

- некорректная работа ИИ на первых этапах запуска. Этому свидетельствует данные из 2022 года, когда ИИ показал себя с положительной стороны при решении простых задач. Однако при их усложнении давал сбои;

- требуется точное и детальное (пошаговое) пояснение задачи. При не точных формулировках или постановки вопроса ИИ выполнял совсем другую задачу, вследствие

чего программистам приходилось делить задачи на более простые, что сказалось на временные и финансовые затраты.

– ограничение двигателя ИИ. Является распространенная проблема, так как ИИ очень требователен в технических характеристиках устройства (соответствуя выполняемой задаче) и стабильного подключения к источнику информации (интернет).

– ошибка – это гибель. Так как ИИ являлся новшеством в технологии прогнозирования ЧС, то имела большая вероятность не сработки системы, которое приводила к ошибкам, и возникал риск гибели человека.

Однако в 2024–2025 годах произошел скачок развития ИИ. Системный двигатель ИИ стал намного мощнее и стабильнее, программа сумела обзавестись десяткой глобальных обновлений, в которых нынешняя версия кардинально отличалась от первых этапов ее реализации [4]. ИИ обзавелся новыми функциями и задачами в государственных органах, таких как: МВД, МЧС, Минздрав и других министерствах, и ведомствах [5].

Для сотрудников МЧС была разработана новая прошивка на базе нового ИИ, в котором он смог для прогнозирования природных ЧС отслеживать обстановку окружающей среды, включая: температуру, влажность воздуха, направление ветра, количество осадков, давление и др. Весь этот комплекс данных анализировался ИИ, составлялась максимально приближенная ситуация по территории и прогнозировалась угроза возникновения ЧС того или иного характера. Этот комплекс мероприятий позволял своевременно среагировать на угрозу возникновения ЧС.

ИИ обладает значительным потенциалом в различных сферах выходящих за рамки простых задач. На текущий момент он активно применяется для прогнозирования ЧС в целях определения его возможных масштабов, а также подготовки государственных органов к ликвидации последствий. Однако важно отметить, что современные алгоритмы ИИ ещё не достигли уровня совершенства, необходимого для решения сложных комплексных задач. Первоначальные этапы внедрения ИИ способствовали разработке инновационных технологий обеспечения безопасности. Несмотря на продолжающееся совершенствование алгоритмов, ИИ остаётся инструментом, требующим дальнейшего развития и оптимизации. Вопрос о возможности полной замены человеческого труда искусственными системами остаётся ещё открытым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подведены итоги работы Министерства по чрезвычайным ситуациям в 2024 году [Сайт]. – URL: <https://mchs.gov.by/glavnoe/479179> (дата обращения: 08.05.2025).
2. Инновационные технологии в деятельности МЧС России: умные системы искусственного интеллекта для ликвидации чрезвычайных ситуаций [Сайт]. – URL: https://dzen.ru/a/ZN3bL3IoO0G_q8tk (дата обращения: 08.05.2025).
3. Искусственный интеллект [Сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственный_интеллект (дата обращения: 08.05.2025).
4. Искусственный интеллект — как он работает, зачем нужен и куда ведёт человечество [Сайт]. – URL: <https://vc.ru/ai/1957021-iskusstvennyj-intellekt-principy-raboty> (дата обращения: 08.05.2025).
5. Перспективы применения искусственного интеллекта в работе специалистов МЧС России обсудили в рамках салона «Комплексная безопасность» [Сайт]. – URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/5030086> (дата обращения: 08.05.2025).

КАТЕГОРИРОВАНИЕ ПОЖАРНЫХ АВТОЦИСТЕРН С УЧЕТОМ РАСХОДА РЕСУРСА

Казутин Е.Г.

Университет гражданской защиты

В целях обеспечения качества и оперативности обработки информации о состоянии имеющейся в подразделениях техники, необходимой структурам материально-технического обеспечения органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям для подготовки управленческих решений по обеспечению пожарной аварийно-спасательной техникой (ПАСТ), материальными и финансовыми средствами, планирования всех видов ремонта, производится категорирование техники, т.е. ее отнесение, в зависимости от технического состояния, к одной из установленных категорий.

Например, учет автомобильной техники в Вооруженных Силах (ВС) Республики Беларусь осуществляется в соответствии с требованиями постановления Министерства обороны «О порядке учета и категорирования материальных средств в ВС Республики Беларусь» [1]. Аналогичным образом с целью установления качественного состояния техники и ее документального оформления производится категорирование техники в территориальных органах (учреждениях) Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [2]. Таким образом, актуальным вопросом для выявления изменений технического состояния ПАСТ Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС), является классификация (установление категории) пожарных автоцистерн (ПАЦ).

В данном случае категория – условная учетная характеристика техники, устанавливаемая в зависимости от фактического технического состояния, запаса технического ресурса и необходимости проведения ремонта или списания.

Категорирование – установление и документальное оформление категории техники и (или) перевода из одной категории в другую.

Категорирование техники определяет [2]:

состояние техники или ее составных частей;

комплектность техники;

потребность в технике, и ее комплектующих для своевременного пополнения и замены;

своевременность восстановления технического ресурса (срока службы) путем проведения соответствующего ремонта;

наличие техники, подлежащей списанию.

Категорирование техники проводится [2]:

при приеме (передаче) техники;

по истечении предельных нормативных сроков службы (норм наработки) техники, их гарантийного ресурса или при выработке технического ресурса (срока службы);

при выходе техники из строя после аварий, стихийных бедствий,

при преждевременном выходе из строя в ходе эксплуатации;

при направлении техники в средний и капитальный ремонт, а также по их окончании;

для принятия решения о реализации техники;

для принятия решения о списании техники.

В зависимости от технического состояния, технического ресурса (срока службы) и гарантийного срока эксплуатации (гарантийной наработки) техника подразделяется на категории [3] (рисунок 1).

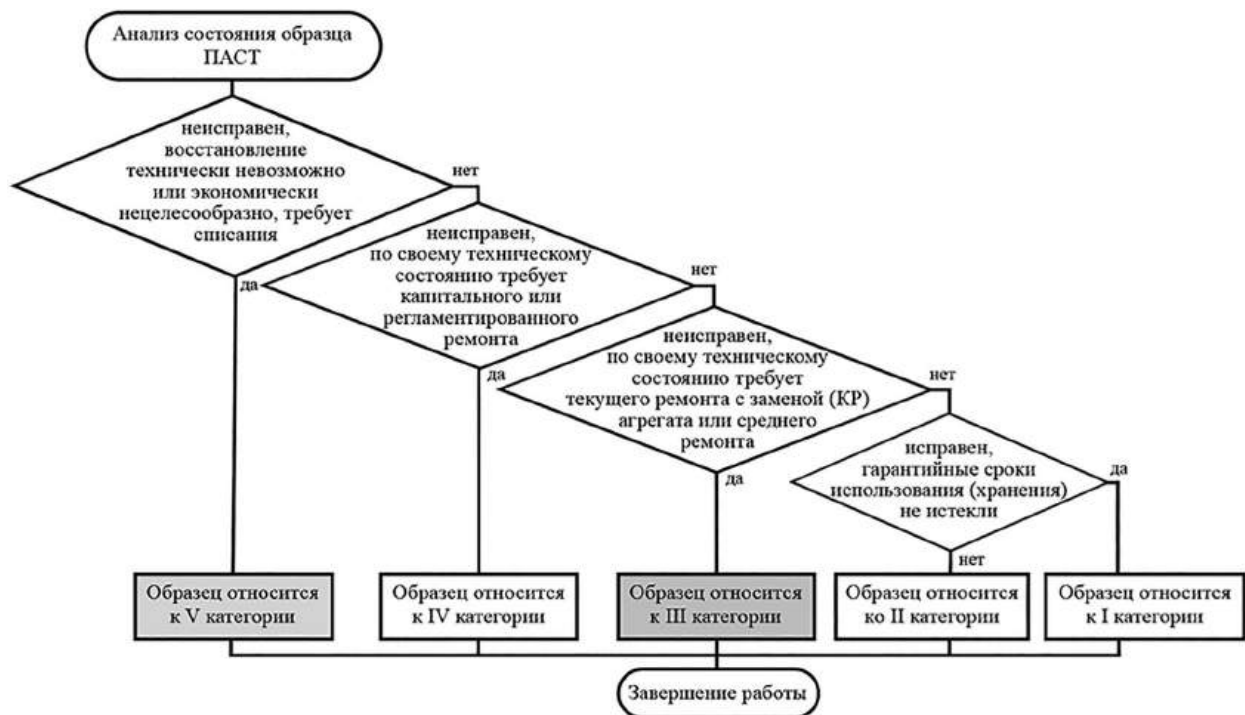


Рисунок 1. – Алгоритм определения категории ПАСТ [3]

В работе [4] для определения расхода ресурса ПАЦ предложен метод, учитывающий специфические особенности ее практической эксплуатации, а также наличие неотъемлемой составной части – цистерны, оказывающей существенное воздействие на утрату ресурса пожарного автомобиля. При проведении расчетов расхода ресурса ПАЦ может быть применена зависимость, оценивающая средневзвешенный расход ресурса ее основных частей по выражению [5]:

$$K_{\text{ПАЦ}} = \sum_{\varphi=1}^N K_{\text{рф}} \cdot \xi_{\varphi} \quad (1)$$

где ξ_{φ} – удельный показатель, имеющий смысл доли или вклада расхода ресурса φ -й основной части в совокупном расходе ресурса ПАЦ, в качестве ξ_{φ} предлагается использовать относительную массу, т. е. массовую долю основной части в общей сумме масс основных частей ПА; $K_{\text{рф}}$ – расход ресурса φ -й основной части образца ПАЦ [5], %:

$$K_{\text{р}} = 1 - (1 - K_L)(1 - K_T), \quad (2)$$

где K_L – расход ресурса по пробегу в относительных единицах для основных частей ПАЦ либо расход ресурса по накоплению циклической усталости относительных единиц; K_T – расход ресурса по возрасту в относительных единицах для основных частей ПАЦ либо расход ресурса по коррозионному износу в относительных единицах.

Тогда становится возможным осуществить разделение ПАЦ в зависимости от технического состояния, а также выработки (расхода) ресурса на следующие категории:

I – новые, исправные, не бывшие в использовании, в пределах гарантийных сроков использования (хранения), с расходом ресурса менее 20 %;

II – исправные, находившиеся в использовании (на хранении), а также прошедшие капитальный ремонт, с расходом ресурса от 20 до 50 %;

III – неисправные, по техническому состоянию требующие проведение текущего ремонта, с расходом ресурса от 50 до 70 %;

IV – неисправные, выработавшие установленные сроки эксплуатации и требующие по своему техническому состоянию проведения капитального ремонта, с расходом ресурса от 70 до 90 %;

V – неисправные, выработавшие установленные сроки эксплуатации, восстановление которых технически невозможно или экономически нецелесообразно, с расходом ресурса более 90 %.

Категории ПАЦ предлагается устанавливать в зависимости от их технического состояния, выработки технического ресурса (физического износа) и необходимости проведения того или иного вида ремонта. Оценку расхода ресурса ПАЦ целесообразно производить с применением научно обоснованной расчетной методики, позволяющей учитывать специфику их эксплуатации и хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник офицера автомобильной службы: учебное пособие: в 2 ч. / П.Н. Тарасенко [и др.]. – Минск: БНТУ, 2010. – Ч. 1. – 230 с.

2. Об утверждении Руководства по организации материально-технического обеспечения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: приказ МЧС России, 01 окт. 2020 г., № 737. – М., 2020. – 393 с.

3. Материально-техническое обеспечение деятельности МЧС России: учебное наглядное пособие / М.В. Алешков [и др.]; под общей ред. О.В. Двоенко. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2022. – 140 с.

4. Казутин, Е.Г. Категорирование пожарной аварийно-спасательной техники / Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: сб. материалов XVIII междунар. науч.-практич. конф. молодых ученых, Минск, 18 апр. 2024 г. / Ун-т гражданской защиты МЧС Республики Беларусь. – Минск, 2024. – С. 113–115.

5. Казутин, Е.Г. Определение расхода ресурса пожарных автоцистерн / Е.Г. Казутин, А.В. Коваленко, М.К. Натурьева // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. – Минск, 2023. – Вып. 12. – С. 181–186.

УДК 630*561:004.94

ПРИНЦИП РАБОТЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ FORESTGALES

Карнеев А.В., Ребко Д.В.

Университет гражданской защиты

ForestGALES – компьютерная система, которая определяет влияние ветров на лесные массивы и позволяет анализировать риски повреждения лесов ветром.

Компьютерная система ForestGALES – это вероятностная модель, которая оценивает опасность для насаждений деревьев используя следующие параметры:

- Разновидность пород деревьев
- Высоту деревьев
- Диаметр ствола деревьев
- Возраст деревьев (для оценки высоты и диаметра, если они не известны напрямую)
- Тип почвы
- Глубину укоренения
- Расстояние между деревьями

- Изменения диаметра ствола с высотой
- Тип лесной опушки

ForestGALES работает в соответствии со следующими системами:

- GB Forestry DSS (GB Forestry Decision Support System) – система принятий решений британским правительством, представленная в виде веб-приложения.
- Conifer Timber Quality Model – система позволяющая оценить параметры деревьев лесного массива.
- ESC (Ecological Site Classification) – система позволяющая оценить приживаемость деревьев в определенной экологической обстановке.
- EMIS (Establishment Management Information System) – система интегрирующая знания о характеристиках почвы и растений, дополняющая ESC.
- HMSS (Hylobius Management Support System) – система позволяющая планировать операции по восстановлению посадок деревьев и сократить ущерб при пересадке.
- ForestGALES это часть проекта STORMRISK, который направлен на защиту региона северного моря от вала деревьев ветрами в лесных массивах.

Риск в данной системе определяется как отношение уязвимости деревьев лесного массива к порывам ветра и опасности ветра. Уязвимость в свою очередь можно представить критической скоростью ветра, при которой повреждаются либо выкорчевываются деревья. Опасность – вероятность возникновения критических ветров (порывов ветра).

Данная система может оценивать риск как для отдельно стоящих деревьев, так и для массивных насаждений деревьев. Она создает модель на основе количественных данных, полученных от государственных и частных лесных хозяйств.

Таким образом компьютерная система ForestGALES дает возможность предугадать вал леса ветром, а значит и предупредить его последствия. Она направлена преимущественно на Британию, но ее практичность и актуальность могут быть признаны в ряду других стран.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tools and Resources ForestGALES // Forest Research : [сайт]. – [б. м.], [б. г.]. – URL: <https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/fthr/forestgales/> (дата обращения: 05.05.2025).
2. Steep ground harvesting and landslide prevention: the A82 project / Forest Research. – 2023. – URL: <https://cdn.forestresearch.gov.uk/2023/11/Steep-ground-harvesting-and-landslide-prevention-the-A82-Project.pdf> (дата обращения: 05.05.2025).
3. User manual ForestGALES: a wind risk decision support tool for forest management in Britain / Forest Research. – 2022. – URL: https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/02/forestgales_2.5_user_manual.pdf (дата обращения: 05.05.2025).

УДК 614.84

ИЗУЧЕНИЕ СВЕДЕНИЙ О ПОТРЕБНОСТИ В ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЯХ В ОБЪЕКТОВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Развитие современных технологий позволяет совершенствовать материально-техническую базу пожарно-спасательных подразделений, внедрять новые технические средств, предназначенные для снижения времени реагирования пожарно-спасательных подразделений на пожары и чрезвычайные ситуации [1-3].

В настоящей работе проанализированы сведения о штатной и фактической численности специальных пожарных автомобилей в выборке из 673 объектовых подразделениях пожарной охраны, охраняющих производственные объекты, расположенные в 72 субъектах Российской Федерации.

Анализ проводился с помощью анкетирования с учетом отраслевой принадлежности производственных объектов

На тушение пожаров на объектах производственного назначения в среднем привлекается 38 специальных пожарных автомобилей в расчете на 100 пожаров. Больше всего пожарных автомобилей привлекалось к тушению пожаров, в котором участвовали подразделения объектовой пожарной охраны (в среднем 77 автомобилей на 100 пожаров) и частной пожарной охраны (71 автомобилей на 100 пожаров), наименьшее количество пожарных автомобилей – к тушению пожаров, в котором участвовали подразделения добровольной пожарной охраны (15 автомобилей на 100 пожаров) и муниципальной пожарной охраны (23 автомобиля на 100 пожаров).

На рисунке 1 показано распределение подразделений пожарной охраны производственного объекта, в распоряжении которых имеются пожарные автомобили специального применения:

- пожарная автолестница (АЛ) – имеется в штатном расписании 6,9% подразделений, по факту – 6,5%;
- пожарный коленчатый автоподъемник (АПК) – по штату имеют 3,4% подразделений, по факту 3,6%;
- пожарный штабной автомобиль (АШ) – по штату имеют 2,5% подразделений, по факту 2,3%;
- пожарный аварийно-спасательный автомобиль (АСА) – по штату имеют 2,3% подразделений, по факту 2,2%;
- пожарный автомобиль газодымозащитной службы (АГ) – по штату имеют 1,0% подразделений, по факту 0,6%.

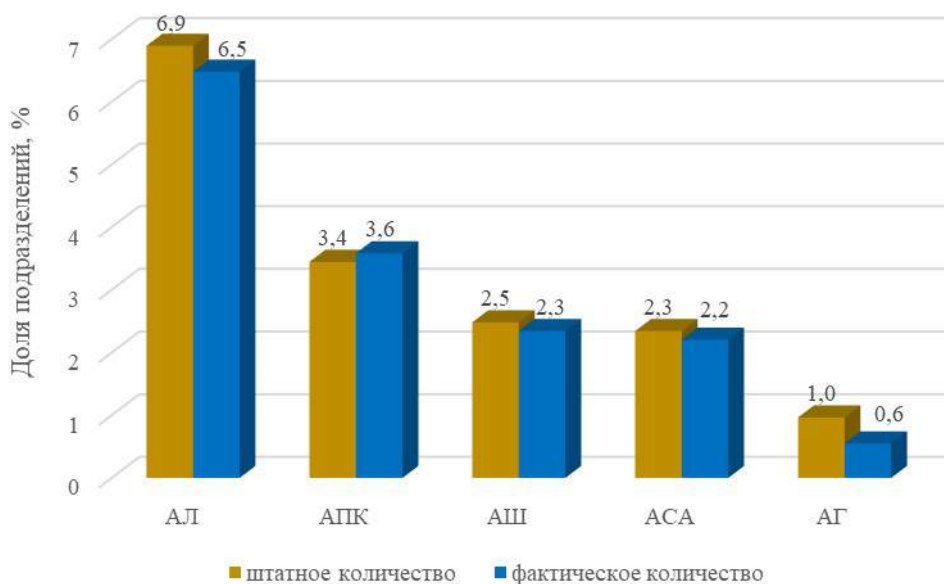


Рисунок 1. – Доля подразделений пожарной охраны производственных объектов, в распоряжении которых имеются пожарные автомобили специального применения

На рисунке 2 показана потребность подразделений пожарной охраны производственных объектов в дополнительных основных пожарных автомобилях общего

применения, которые, по мнению экспертов, необходимы для более эффективного тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на производственном объекте.

Наиболее высокая потребность существует в пожарных автоцистернах (АЦ) – дополнительные АЦ требуются 14,8% подразделений пожарной охраны. Кроме того, 8,1% подразделений заявили о потребности в пожарных автомобилях с насосом высокого давления (АЦ НВД) и 5,9% - в пожарных автоцистернах с лестницей (АЦЛ) и пожарных автомобилях первой помощи (АПП), 2,1% подразделений пожарной охраны заявили о потребности в пожарных автомобилях насосно-рукавных (АНР).

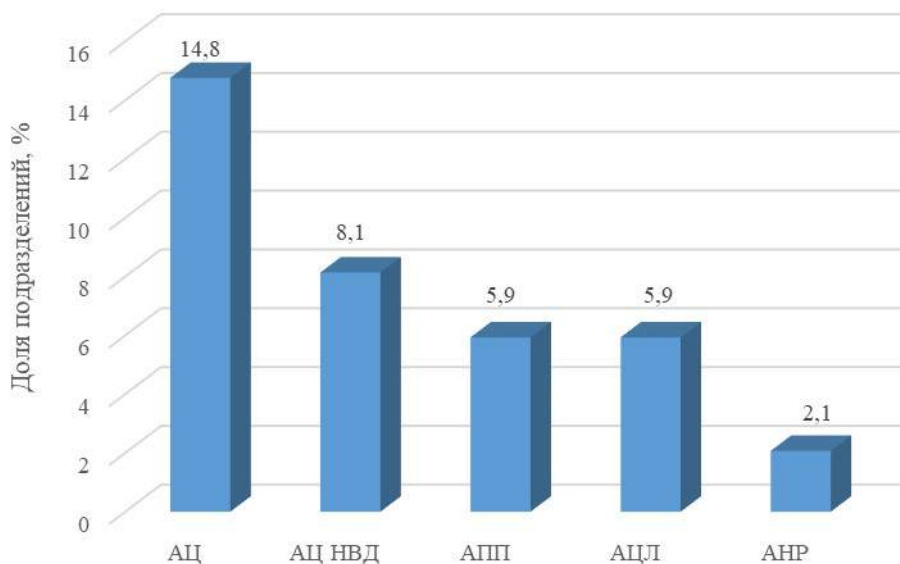
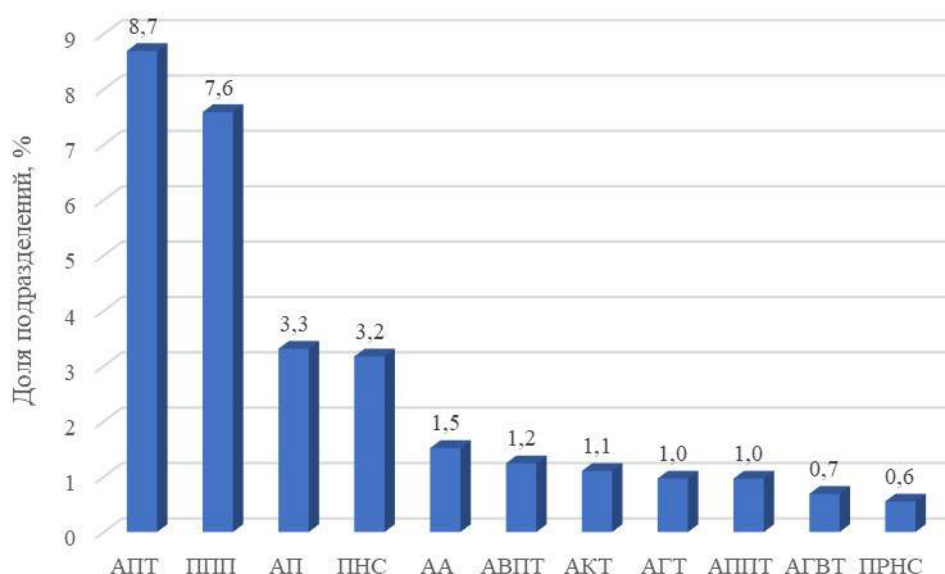


Рисунок 2. – Доля подразделений пожарной охраны производственных объектов, которым необходимы дополнительные основные пожарные автомобили общего применения

На рисунке 3 показана потребность подразделений пожарной охраны производственных объектов в дополнительных основных пожарных автомобилях целевого применения. Наиболее высокая потребность существует в пожарных автомобилях пенного тушения (АПТ) – необходимы 8,7% подразделений, в пожарных пеноподъемниках (ППП) – 7,6%.



АП - пожарный автомобиль порошкового тушения, ПНС - пожарная автонасосная станция, АА - пожарный аэродромный автомобиль, АВПТ - пожарный автомобиль водопенного тушения, АКТ - пожарный автомобиль комбинированного тушения, АГТ - пожарный автомобиль газового тушения, АППТ - пожарный автомобиль пенопорошкового тушения, АГВТ - пожарный автомобиль газовойдуного тушения, ПРНС - прицепная насосная станция

Рисунок 3. – Доля подразделений пожарной охраны производственных объектов, которым необходимы дополнительные основные пожарные автомобили целевого применения:

На рисунке 4 показана потребность подразделений пожарной охраны производственных объектов в дополнительных пожарных автомобилях специального применения. Наиболее высокая потребность существует в пожарных автолестницах – необходимы 4,6% подразделений, в пожарных коленчатых автоподъемниках – 4,0%.

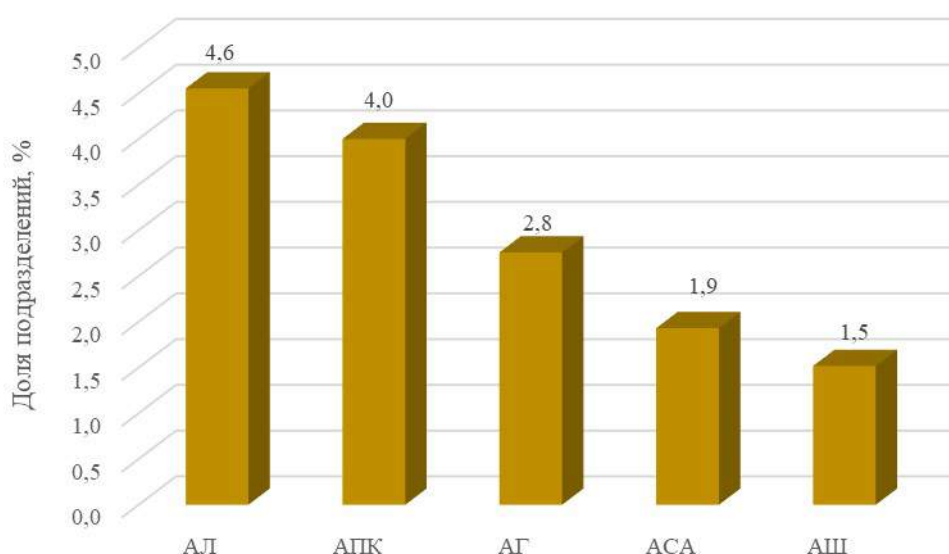


Рисунок 4. – Доля подразделений пожарной охраны производственных объектов, которым необходимы дополнительные пожарные автомобили специального применения

Анализ изученных сведений позволит обосновать тип и минимально необходимое количество основных и специальных автомобилей в составе объектовых подразделений пожарной охраны на производственных объектах организаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савин, М.В. Комплексная система поддержания в оперативной готовности пожарной и специальной техники / М. В. Савин, А. Я. Каменцев, В. А. Монахов, А. А. Алешкин // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXVII Международная научно-практическая конференция, посвященной 25-летию МЧС России: В 3 частях– Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2015. Часть 3. – С. 3-11.
2. Степанов, О. И. Экспериментальное обоснование создания позиций по тушению с применением специальных пожарных автомобилей / О. И. Степанов, А. Н. Денисов // Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Т. 27, № 11. – С. 58-66. – DOI 10.18322/PVB.2018.27.11.58-66.
3. Опарин, Д. Е. Вопросы эксплуатации специальной пожарной и аварийно-спасательной техники в подразделениях МЧС / Д. Е. Опарин // Наука в современном мире: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: Наука и Просвещение, 2023. – С. 45-47.

МЕХАНИЗМЫ, ФАКТОРЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗГОНА ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В., Лахвич В.В.

Университет гражданской защиты

Литий-ионные (Li-ion) аккумуляторные батареи (АКБ) представляют собой один из наиболее перспективных классов систем хранения электрической энергии. Согласно отраслевым оценкам, на их долю приходится порядка 90% всех производимых в настоящее время перезаряжаемых АКБ [1]. Сфера применения Li-ion АКБ охватывает широкий спектр устройств: от портативной электроники (смартфоны, ноутбуки, электроинструмент) до силовых установок электромобилей (EV). В качестве тяговых батарей для электромобилей преимущественно используются Li-ion АКБ различных электрохимических систем, включая NMC (никель-марганец-кобальт), NCA (никель-кобальт-алюминий), LFP (литий-железо-фосфатные), а также NiMH (никель-металл-гидридные) и перспективные твердотельные батареи [1]. Примечательно, что на долю LFP АКБ в настоящее время приходится около 60% мировых поставок [2].

Несмотря на свои преимущества, Li-ion АКБ подвержены критическому явлению – термическому разгону (thermal runaway). Данный процесс характеризуется неконтролируемым самоускоряющимся повышением температуры внутри элемента или модуля батареи, инициируемым совокупностью внутренних экзотермических реакций. Когда скорость тепловыделения превышает возможности теплоотвода, возникает положительная обратная связь, приводящая к лавинообразному росту температуры. Это может вызвать катастрофический отказ элемента, сопровождающийся воспламенением, интенсивным газовыделением и взрывом [3, 4].

Механизм термического разгона представляет собой последовательность взаимосвязанных стадий (Рис. 1):

- **Начальная стадия деградации (60–120 °C):** происходит разложение компонентов электролита с выделением легковоспламеняющихся летучих органических соединений (ЛОС), что ведет к снижению функциональности АКБ.
- **Деструкция сепаратора (120–150 °C):** Полимерный сепаратор, обеспечивающий электронную изоляцию между электродами, теряет целостность (плавление, усадка), приводя к внутреннему короткому замыканию.
- **Реакции разложения катодного материала (150–220 °C):** активизируются интенсивные экзотермические реакции термического разложения катода (особенно кислородосодержащих материалов типа NMC, NCA) и его взаимодействия с электролитом, резко интенсифицирующие тепловыделение.
- **Разгерметизация корпуса элемента (более 220 °C):** критическое нарастание внутреннего давления вследствие газогенерации приводит к разрушению корпуса элемента, сопровождающемуся выбросом раскаленных частиц, пламени и токсичных газов.
- **Пожар и каскадное распространение (более 300 °C):** воспламенение выделившихся горючих газов (включая водород, углеводороды, CO) и материалов элемента. Высокая температура пламени может инициировать термический разгон в соседних элементах батарейного модуля или блока.

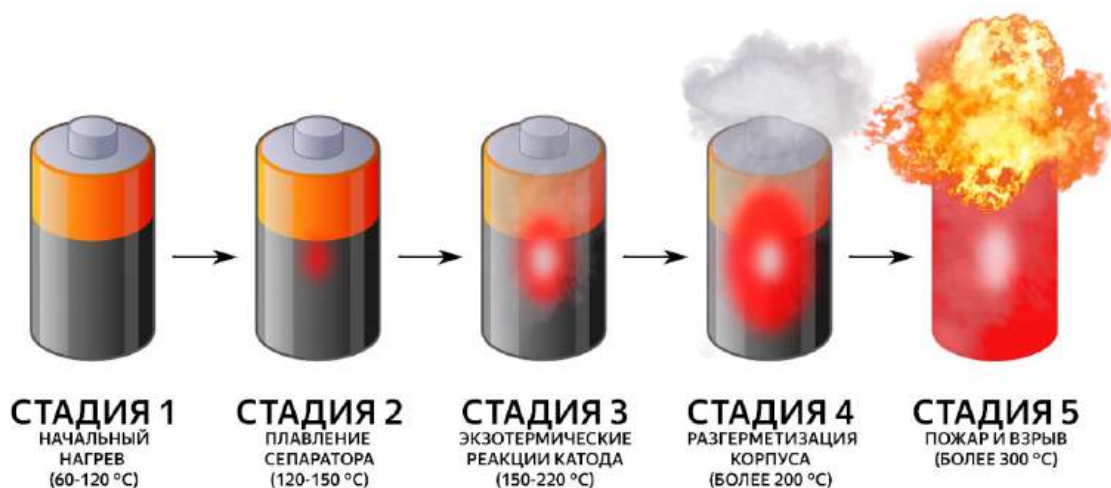


Рисунок 1. Стадии термического разгона в Li-ion АКБ

Основными факторами, провоцирующими возникновение термического разгона, являются:

1. **Электрический перезаряд.** Превышение верхнего порогового напряжения зарядки вызывает необратимые реакции (например, окисление электролита, структурные изменения катода) с интенсивным тепловыделением.
2. **Экстремальные режимы заряда/разряда.** Высокоскоростная зарядка большими токами, особенно при низких температурах, способствует образованию дендритов на аноде (рост литиевых дендритов), что повышает риск пробоя сепаратора и внутреннего КЗ. Глубокий разряд также опасен.
3. **Механические повреждения.** Прокол, удар, сдавливание или деформация корпуса элемента вызывают непосредственное короткое замыкание между электродами или повреждают внутренние компоненты.
4. **Тепловое воздействие.** Эксплуатация или хранение при повышенных температурах ускоряет деградиационные процессы компонентов АКБ. Низкие температуры увеличивают внутреннее сопротивление и риск литиевого покрытия при заряде.
5. **Производственные дефекты.** Нарушения технологии изготовления (микрочастицы металла, дефекты сепаратора, негерметичность корпуса, несоблюдение балансировки элементов) снижают устойчивость АКБ к эксплуатационным нагрузкам.

Последствия термического разгона носят крайне опасный характер:

- **Интенсивный пожар:** температура в очаге может достигать 1000°C и более. Горение Li-ion АКБ характеризуется высокой скоростью тепловыделения и сложностью тушения из-за выделения собственного окислителя (кислорода из катодного материала) и горючих газов;
- **Выброс токсичных веществ:** при термическом разложении компонентов АКБ выделяются высокотоксичные соединения, включая фтористый водород (HF), оксид углерода (CO), диоксины, фураны, а также мелкодисперсные частицы оксидов металлов;
- **Взрывоопасность:** быстрое нарастание давления внутри элемента при разгерметизации и воспламенение горючей газовой смеси создают угрозу взрыва;
- **Каскадный эффект:** пожар и тепловое воздействие от одного элемента могут распространиться на весь аккумуляторный модуль или блок;
- **Угроза жизни и имуществу:** совокупность высоких температур, токсичных выбросов, взрывоопасности и сложности тушения создает чрезвычайно высокие риски для спасателей, пользователей и окружающей инфраструктуры.

Термический разгон литий-ионных аккумуляторных батарей представляет собой сложный многостадийный процесс, являющийся ключевым фактором пожарной опасности современных электроустройств, особенно электромобилей. Критически важным является понимание того, что даже относительно небольшое повышение рабочей температуры

(например, на 20-30 °С от номинала) может привести к экспоненциальному ускорению скорости опасных экзотермических реакций, инициирующих необратимый процесс разгона [4]. Комплексное изучение механизмов, факторов и последствий термического разгона является основой для разработки эффективных превентивных мер и систем безопасности. К таким мерам относятся: совершенствование систем терморегулирования (активное охлаждение/нагрев), внедрение многоуровневого мониторинга состояния батареи (BMS) с алгоритмами раннего предупреждения о предразгонном состоянии, разработка специализированных средств пожаротушения для Li-ion АКБ и применение более термостабильных материалов следующего поколения. Перспективные научные исследования должны быть сфокусированы на углублении понимания кинетики реакций термического разложения, разработке эффективных методов ингибирования разгона и создании надежных протоколов тушения таких пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

1. LFP Batteries Expected to Have Over 60% Global Share by 2024, Report Says // CNEVPost. – 2022. – URL: <https://cnevpost.com/2022/04/19/lfp-batteries-expected-to-have-over-60-global-share-by-2024-report-says/> (дата обращения: 05.05.2025).
2. Язвинская, Н. Н. Исследование теплового разгона в литий-ионных аккумуляторах / Н. Н. Язвинская // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2020. – № 2 (206). – С. [указать страницы, если есть].
3. UL Research Institute // UL.org. – URL: <https://www.ul.org> (дата обращения: 01.05.2025).
4. Understanding Thermal Runaway in Lithium-Ion Batteries // Battery Global. – 2023. – URL: <https://www.batteryglobal.net/understanding-thermal-runaway-in-lithium-ion-batteries-causes-and-prevention-2/> (дата обращения: 01.05.2025).
5. Smart Helmet: Combining Sensors, AI, Augmented Reality, and Personal Protection to Enhance First Responders' Situational Awareness // VCL ITI. – URL: <https://vcl.iti.gr/publications/smart-helmet-combining-sensors-ai-augmented-reality-and-personal-protection-to-enhance-first-responders-situational-awareness> (дата обращения: 01.05.2025).
6. Kobayak, V.V. Development of a multifunctional training complex for eliminating the consequences of road accidents on electric transport / V.V. Kobayak [et al.] // Bulletin of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus. – 2023. – Vol.7. – No. 1. – pp. 75-85.

УДК 614.841.4:621.313.22

ПРИМЕНЕНИЕ СТВОЛА-ПРОБОЙНИКА ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА СИЛОВОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

Активная электромобилизация транспортного сектора, обусловленная глобальным переходом к низкоуглеродным технологиям, актуализирует вопросы безопасности эксплуатации литий-ионных аккумуляторных батарей (АКБ). Высокая энергоёмкость и сложная электрохимическая архитектура таких систем создают уникальные риски возникновения неконтролируемых экзотермических процессов, приводящих к термическому разгону с последующим возгоранием или взрывом [1,2]. Традиционные методы пожаротушения демонстрируют ограниченную эффективность при ликвидации чрезвычайных ситуаций из-за горения внутри батарейного модуля силовой АКБ. Одним из

эффективных методов локализации и тушения подобных пожаров является применение ствола-пробойника, обеспечивающего подачу огнетушащего вещества непосредственно в очаг теплового разгона внутри АКБ [3,4]. Данный подход основывается на механическом введении ствола в корпус аккумуляторного блока с последующим охлаждением элементов батареи при помощи воды или водного раствора с добавлением смачивателя.

Конструктивно ствол-пробойник, например, модификация ручного пожарного ствола РСК-50 с пробивным насадком (рис. 1), включает корпус из коррозионно-стойкой стали и специализированные перфорированные сопловые элементы, оптимизированные для подачи ОВ под давлением.



Рисунок 1. – Ствол ручной пожарный РСК-50 с пробивным насадком

При возгорании в силовой АКБ наблюдается резкое падение напряжения и стремительный рост температуры, что указывает на начало теплового разгона. В подобных условиях применение ствола-пробойника обеспечивает: локальное снижение температуры АКБ после пробоя корпуса и инъекции воды. Однако, стоит отметить, что наблюдается сохранение температуры в периферийных зонах аккумуляторного блока. Это обусловлено ограниченной площадью контакта ОВ с элементами АКБ, что снижает эффективность охлаждения. Кроме того, сохраняется риск повторного возгорания вследствие вторичных внутренних коротких замыканий, вызванных деформацией сепараторов или перераспределением электролита.

Ключевым преимуществом применения ствола-пробойника является минимизация расхода ОВ за счёт направленной подачи и прямого охлаждения элементов АКБ. Однако эффективность технологии критически зависит от точности пробоя, требующей знаний о конструктивных особенностях электромобилей и силовой АКБ (расположение ячеек, толщина оболочки, наличие защитных элементов). Ошибки при введении ствола-пробойника могут привести к механическому повреждению токоведущих компонентов с последующим импульсным выбросом энергии, а также при повреждении аккумуляторных элементов инициировать взрыв.

Применение ствола-пробойника, позволяет эффективно локализовать термический разгон в литий-ионных АКБ за счёт направленной подачи ОВ непосредственно в очаг возгорания, тем самым минимизируя расход ОВ. Однако технология ограничена неравномерным охлаждением периферийных зон, риском повторного возгорания из-за деформации элементов и критической зависимостью от точности внедрения ствола. Для повышения безопасности требуется стандартизация протоколов применения, интеграция дополнительных мер охлаждения и совершенствование конструкции насадок с учётом эволюции архитектуры аккумуляторных систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как и чем тушить электромобили? // cesdrr.org. – URL: https://cesdrr.org/uploads/docs/2024/sravnitelnyi_analiz_sposobov_tusheniya.pdf (дата обращения: 12.03.2025).
2. Колчин, В. В. Пожарная безопасность электромобилей / В. В. Колчин, А. С. Крутолапов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. — 2018. — № 9.
3. Харламенков, А. С. Современные способы тушения литий-ионных аккумуляторов. Часть 4 / А. С. Харламенков // Пожаровзрывобезопасность. — 2023. — № 4.
4. Kobyak, V.V. Development of a multifunctional training complex for eliminating the consequences of road accidents on electric transport / V.V. Kobyak [et al.] // Bulletin of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus. – 2023. – Vol.7. – No. 1. – pp. 75-85.

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ ПЕРЧАТОК: ПОИСК И ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

В условиях стремительного технологического прогресса и роста числа чрезвычайных ситуаций (ЧС) возникает необходимость модернизировать традиционные средства пожарно-технического вооружения, включая аварийно-спасательные перчатки (рис. 1). Перчатки спасателя-пожарного являются одним из ключевых элементов экипировки работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (ОПЧС), обеспечивая защиту кистей и предплечий от термических, механических и химических воздействий.



1 - газоанализатор; 2 – светодиодный экран; 3 - пульсометр; 4 - фонарь; 5 - инфракрасный модуль (тепловизор); 6 – светодиодный экран с возможностью вывода дополнительной информации

Рисунок 1. – Многофункциональное устройство на базе перчаток спасателя

Современные перчатки превращаются в многофункциональные платформы, объединяющие сенсорные системы, средства связи и технологии дополненной реальности (AR). К ключевым технологическим решениям относятся:

- **Интегрированные системы мониторинга окружающей среды** – комплекс мини-датчиков (газоанализаторы, термодатчики, датчики задымления, влажности и давления), встроенных в манжеты и ладонную часть перчатки. Они непрерывно отслеживают параметры внешней среды и передают данные в реальном времени, позволяя оперативно реагировать на опасные концентрации газов, резкие перепады температуры или дефицит кислорода [1].

- **Тепловизионные сенсоры и AR-интерфейсы** – микротепловизоры, размещённые на тыльной стороне перчатки, визуализируют тепловое излучение при указании на объект, а AR-метки, выводимые на визор шлема или очки, отображают критические данные (температуру, направление к пострадавшим) без отвлечения рук [2, 3].

В перспективе вполне достижимы адаптивные перчатки, в ткань которых вплетены пьезоэлектрические нити: при каждом сгибании пальцев они генерируют достаточный ток, чтобы автономно питать встроенные сенсоры, избавляя спасателя от необходимости подзарядки. Перспективным также представляется применение самоохлаждающихся гидрогелевых слоёв; при контакте с пламенем такие покрытия мгновенно испаряют содержащуюся в них влагу, отводят тепло и тем самым предотвращают ожоги.

Дополнительным направлением является интеграция алгоритмов машинного зрения: миниатюрная «камера-пуговица» на запястье анализирует изображение в реальном времени, распознаёт несущие элементы обрушенного здания и через вибрационный модуль в большом пальце подсказывает спасателю наиболее безопасные точки опоры.

Параллельно развивается идея самодиагностики: нити с функцией изменения сопротивления дадут знать, если материал утратил огнезащитные свойства после нескольких циклов экстремальных нагрузок.

Перчатки спасателя превращаются в интегрированную платформу, сочетающую механическую защиту, сенсорику и цифровую коммуникацию. Их эволюция идёт по пути «умной» одежды, где каждый слой выполняет сразу несколько задач, а весь комплекс работает как часть экосистемы управления чрезвычайными ситуациями. Главный вызов на горизонте – сделать эти технологии доступными массовому пользователю, не жертвуя надёжностью и простотой обслуживания. Именно здесь кроется потенциал дальнейших прорывов, которые определяют стандарт экипировки спасателей завтрашнего дня.

Таким образом, модернизация аварийно-спасательных перчаток направлена на формирование интеллектуальной экосистемы, повышающей координацию и безопасность спасателей-пожарных в ходе ликвидации ЧС. Ключевой вызов — найти оптимальный баланс между расширенной функциональностью, эргономикой и стоимостью, чтобы обеспечить максимальную эффективность и защиту работников ОПЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Smart Helmet: Combining Sensors, AI, Augmented Reality, and Personal Protection to Enhance First Responders' Situational Awareness // vcl.iti.gr. — URL: <https://vcl.iti.gr/publications/smart-helmet-combining-sensors-ai-augmented-reality-and-personal-protection-to-enhance-first-responders-situational-awareness> (дата обращения: 01.05.2025).
2. Тепловизионные технологии VOx и a-Si: в чем их разница? // control.ua. — URL: <https://control.ua/blog/teplovizionnye-tehnologii-vox-i-a-si-v-chem-ih-raznica.html> (дата обращения: 01.05.2025).
3. Технологии дополненной реальности // developers.sber.ru. — URL: <https://developers.sber.ru/help/ar-vr/augmented-reality-technologies> (дата обращения: 01.05.2025).

УДК 614.841.4:621.313.22

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ROSENBAUER BATTERY EXTINGUISHING SYSTEM TECHNOLOGY ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ВОЗГОРАНИЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В., Лахвич В.В.

Университет гражданской защиты

Современное распространение электромобилей (EV) сопровождается возникновением новых задач в области пожарной безопасности, в частности — борьбы с возгораниями силовых аккумуляторных батарей (АКБ). Одним из эффективных методов локализации и тушения подобных пожаров является применение ствола-пробойника, обеспечивающего подачу огнетушащего вещества непосредственно к очагу теплового разгона внутри батареи [1,5]. Данный подход основан на механическом введении ствола в корпус аккумуляторного блока с последующим охлаждением элементов батареи посредством воды или водного раствора с добавлением смачивателя [2]. Однако проведение аварийно-спасательных работ сопряжено с необходимостью приближения пожарных к очагу возгорания, что повышает риск воздействия высоких температур.

Принцип работы системы заключается в пневматической активации стального пробойника, который прибивает корпус аккумуляторного модуля, формируя отверстие для подачи огнетушащего вещества (рис. 1). Данный механизм исключает необходимость применения пиротехнических элементов, обеспечивая безопасное дистанционное воздействие на очаг возгорания. Инжекция воды в нагретые ячейки через перфорированное сопло позволяет снизить их температуру ниже критического порога, прерывая цепную реакцию термической дестабилизации [2].



Рисунок 1. – Система Rosenbauer BEST (Battery Extinguishing System Technology)

В отличие от классических методов, которые требуют большого запаса огнетушащего вещества для охлаждения силовой АКБ, Rosenbauer BEST требует всего несколько сотен литров и сокращает время тушения. Температура АКБ контролируется встроенной термопарой, что позволяет оперативно возобновлять подачу огнетушащего вещества при повторном росте тепла.

По критерию расхода воды традиционные подходы требуют до 10 000 литров для длительного охлаждения, тогда как технология Rosenbauer BEST сокращает этот показатель до 400–1000 литров за счёт точечного воздействия на внутренние элементы силовой АКБ. Время локализации возгорания при классических методах достигает нескольких часов, в то время как система Rosenbauer BEST позволяет устранить тепловой разгон в течение 10–30 минут благодаря прямому введению огнетушащего вещества в зону термической нестабильности. Таким образом, ключевые отличия заключаются в механизме активации, объёме используемых ресурсов и скорости подавления возгорания.

Преимущество системы Rosenbauer BEST заключается в возможности дистанционного управления (до 7 м) и минимизации риска воздействия высоких температур на спасателей. Герметичная муфта предотвращает выброс токсичных газов, а пневматический привод обеспечивает высокую скорость срабатывания (доли секунды). Эффективность охлаждения подтверждается встроенным термоконтролем, который регулирует подачу воды в зависимости от температурных показателей [3].



Рисунок 2. – Применение системы Rosenbauer BEST

Однако внедрение системы ограничено техническими сложностями: усиленные композитные корпуса АКБ требуют повышенного давления в пневмосистеме, а риск повреждения высоковольтных компонентов сохраняется. Дополнительные затраты связаны с обслуживанием баллонов со сжатым газом и утилизацией химически загрязнённой воды.

Таким образом, система Rosenbauer BEST обладает значительным потенциалом для локализации и ликвидации возгораний высоковольтных АКБ EV. Однако её внедрение в требует модернизации материально-технической базы МЧС, а также разработки специализированных программ обучения работников ОПЧС, направленных на освоение алгоритмов работы с инновационным оборудованием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как и чем тушить электромобили? // abw.by. — URL: https://cesdrr.org/uploads/docs/2024/sravnitelnyi_analiz_sposobov_tusheniya.pdf (дата обращения: 12.03.2025).
2. Колчин, В. В. Пожарная безопасность электромобилей / В. В. Колчин, А. С. Крутолапов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. — 2018. — № 9.
3. Харламенков, А. С. Современные способы тушения литий-ионных аккумуляторов. Часть 4 / А. С. Харламенков // Пожаровзрывобезопасность. — 2023. — № 4.
4. Rosenbauer представляет технологию BEST (Battery Extinguishing System Technology) // rosenbaueramerica.com. — URL: <https://rosenbaueramerica.com/rosenbauer-battery-extinguishing-system-technology/> (дата обращения: 01.05.2025).
5. Kobyak, V.V. Development of a multifunctional training complex for eliminating the consequences of road accidents on electric transport / V.V. Kobyak [et al.] // Bulletin of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Belarus. — 2023. — Vol.7. — No. 1. — pp. 75-85.

УДК 687.14.074.3

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПЕРЧАТКИ СПАСАТЕЛЯ, КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОСИСТЕМЫ «SMART FIREFIGHTER»: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ

Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

В условиях стремительного технологического прогресса и роста числа чрезвычайных ситуаций (ЧС) возникает необходимость модернизировать традиционные средства пожарно-технического вооружения, включая аварийно-спасательные перчатки. Перчатки спасателя-пожарного являются одним из ключевых элементов экипировки работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (ОПЧС), обеспечивая защиту рук от термических, механических и химических воздействий. При этом современные требования включают не только пассивную защиту, но и активное взаимодействие с цифровыми системами управления ЧС.

Современные перчатки превращаются в многофункциональные платформы, объединяющие сенсорные системы. Их разработка базируется на концепции «умной кожи», где гибкие наноматериалы (например, графеновые сенсоры) сочетаются с микроконтроллерами для обработки данных. К ключевым технологическим решениям относятся:

- Интегрированные системы мониторинга окружающей среды — комплекс мини-датчиков (газоанализаторы, термические датчики, датчики задымления, влажности и давления), встроенных в манжеты и ладонную часть перчатки. Они непрерывно отслеживают

параметры внешней среды и передают данные в реальном времени, позволяя оперативно реагировать на опасные концентрации газов, резкие перепады температуры или дефицит кислорода [1].

- Тепловизионные сенсоры и AR-интерфейсы —тепловизоры, размещённые на тыльной стороне перчатки, фиксируют тепловое излучение при указании на объект. AR-метки, выводимые на визор шлема или очки, отображают критические данные (температуру, направление к пострадавшим) без необходимости задействовать руки [2,3]. AR-метки используют алгоритмы машинного обучения для идентификации объектов в задымленной среде, что снижает когнитивную нагрузку на оператора.

- Усовершенствованные системы связи — в перчатку интегрированы тактильные и вибромодули для беззвучной передачи коротких команд, а также NFC/Bluetooth-модули для обмена данными [4,5].

- Лазерные лидары малой мощности — вшитые в запястье мини-лидары сканируют пространство перед рукой, формируя локальную 3D-карту и помогая ориентироваться в условиях нулевой видимости.

- Навигация в замкнутых пространствах — инерциальные модули и ультраширокополосные (UWB) метки в перчатках обеспечивают точное позиционирование внутри зданий без GPS-сигнала и автоматически синхронизируются с AR-системой [6], а интеграция с BIM-моделями зданий позволяет прогнозировать пути эвакуации.

Перспективные направления включают использование ИИ-алгоритмов для прогнозирования обрушений конструкций и оптимизации эвакуационных маршрутов, а также внедрение биометрического мониторинга через сенсоры пульса и уровня кислорода в подкладке перчаток. Дальнейшее развитие связано с интеграцией перчаток с БПЛА для оперативного картографирования и созданием экосистемы «Умный пожарный», где они становятся узлом IoT-сети, автоматически передавая данные на командный пульт. Это позволит объединить анализ среды, навигацию и управление в единый интеллектуальный комплекс.

Таким образом, модернизация аварийно-спасательных перчаток направлена на формирование интеллектуальной экосистемы, повышающей координацию и безопасность спасателей-пожарных в ходе ликвидации ЧС. Ключевой вызов — найти оптимальный баланс между расширенной функциональностью, эргономикой и допустимой стоимостью, чтобы обеспечить максимальную эффективность и защиту работников ОПЧС.

ЛИТЕРАТУРА

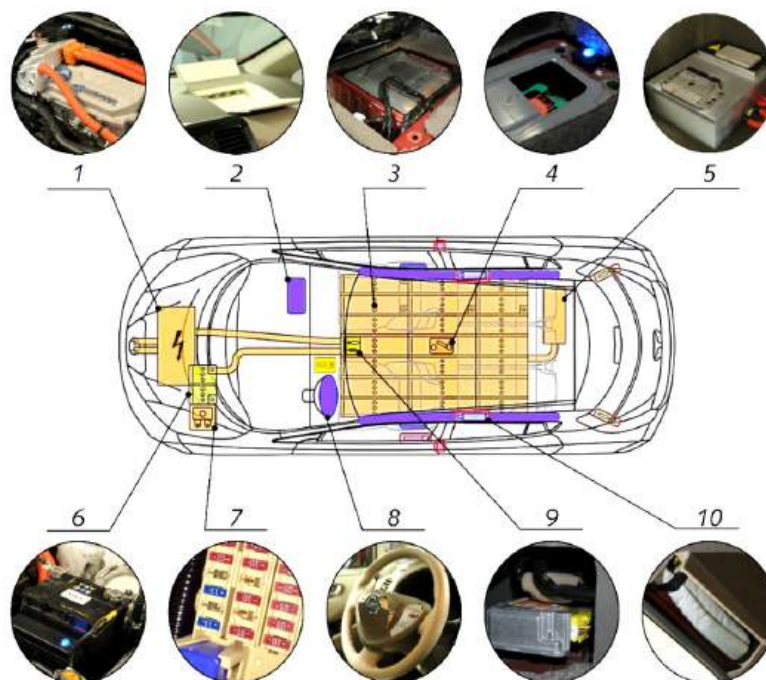
1. First Responders' Situational Awareness // VCL ITI. – URL: <https://vcl.iti.gr/publications/smart-helmet-combining-sensors-ai-augmented-reality-and-personal-protection-to-enhance-first-responders-situational-awareness> (дата обращения: 01.05.2025).
2. Тепловизионные технологии VOx и a-Si: в чем их разница? // Control Engineering. – URL: <https://control.ua/blog/teplovizionnye-tehnologii-vox-i-a-si-v-chem-ih-raznica.html> (дата обращения: 01.05.2025).
3. Технологии дополненной реальности // Sber Developers. – URL: <https://developers.sber.ru/help/ar-vr/augmented-reality-technologies> (дата обращения: 01.05.2025).
4. Модернизация систем связи, поставка, монтаж, пусконаладочные работы АТС и кроссового оборудования // СБР СПб. – URL: <https://svrspb.ru/modernizaciya/> (дата обращения: 01.05.2025).
5. Средства связи // FireGuys. – URL: https://fireguys.ru/metodicheskie_plany/pozharnaja-i-avariino-spasatel'naja-tehnika/sredstva-svjazi.html (дата обращения: 01.05.2025).

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОТРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Современные электромобили (EV), оснащенные высоковольтными силовыми аккумуляторными батареями (АКБ), силовыми кабелями, инвертором и электродвигателем, требуют принципиально новых подходов к проведению аварийно-спасательных работ. Для формирования специализированных компетенций у работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям разработан многофункциональный тренажерный комплекс [1], обеспечивающий моделирование различных чрезвычайных ситуаций с участием EV (рис. 1).



- 1 – инвертор; 2 – подушка безопасности пассажира; 3 – модуль силовой батареи;
4 – сервисный разъем; 5 – муляжи электродвигателя и инвертора; 6 – 12В АКБ;
7 – блок предохранителей; 8 – подушка безопасности водителя; 9 – блок SRS;
10 – боковая подушка безопасности

Рисунок 1. – Конструктивные особенности многофункционального тренажерного комплекса

Тренажерный комплекс позволяет наглядно демонстрировать конструктивные особенности, а также многократно и безопасно отрабатывать широкий спектр аварийно-спасательных задач на современных EV.

Благодаря сменным магнитным эмблемам (Nissan Leaf, BMW i3, Hyundai Ioniq, Fiat 500e) комплекс позволяет отрабатывать алгоритм идентификации различных моделей EV.

Снаружи расположены открывающиеся лючки зарядного порта, соответствующие каждой из этих моделей, а в правом переднем крыле установлен отдельный топливный

заливной узел с муляжом бензобака «BMW i3» — это позволяет имитировать гибридные силовые установки.

Для практических действий по деблокированию пострадавших предусмотрены съёмные элементы крыла, дверей, капота и крышки багажника. Все они рассчитаны на многократное использование без потери геометрии, в тоже время, 12-вольтовая сеть остаётся рабочей: функционируют стеклоподъёмники, центральный замок и другие штатные системы — спасатели могут производить отключения питания или использовать штатные кнопки, оценивая последствия вмешательства.

В капоте имеется открытый вырез, визуально демонстрирующий расположение силовых кабелей и ключевых компонентов; отдельные элементы крыла снимаются, чтобы показать инвертор, в том числе конфигурацию Tesla Model 3.

В багажном отсеке размещены муляжи тягового электродвигателя, инвертора и сервисных разъёмов — их расположение идентично платформе Nissan Leaf и схожих моделей (рис. 1). В салоне под пассажирским сиденьем встроено смотровое окно для осмотра высоковольтной силовой АКБ (рис. 1), а в передней и задней левых дверях — прозрачные вставки из стеклопластика, наглядно демонстрирующие конструкцию дверных модулей. Открывающиеся лючки дают доступ к пиропатронам и боковым подушкам безопасности, что критично для оценки остаточных рисков при проведении резки.

Комплекс оснащён системой имитации очагов пожара: отдельно моделируются возгорание и задымление в салоне, подкапотном пространстве и под днищем. Все сценарии управляются с единого пульта, позволяя преподавателю гибко изменять обстановку и контролировать действия учебной группы.

На крыше размещён макет солнечной панели со смотровым окном внутри салона, через которое виден высоковольтный кабель в задней левой стойке — это даёт возможность изучить нестандартные источники питания и особенности прокладки высоковольтных кабелей.

Таким образом, многофункциональный тренажёрный комплекс обеспечивает всестороннюю подготовку подразделений МЧС для проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций на EV и HEV.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полевода И.И. Массогабаритная модель электромобиля для отработки навыков ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий / Полевода И.И., Кобяк В.В., Линник Д.А., Опекун Е.В., Пивоваров А.В., Бузук А.В., Коробочка Д.Н. // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси – 2024. – Т. 8, № 4. – С. 411-419. <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2024.8-4.411>.

УДК 614.841.52:687.76

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ШЛЕМОВ ПОЖАРНЫХ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Краевский Д.Р., Котенко А.И., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

Современные вызовы, связанные с экстремальными температурами, ударными нагрузками и агрессивными химическими средами, требуют модернизации классических конструктивных решений. Пожарные шлемы активно интегрируют цифровые технологии, тепловизионные камеры, дополненную реальность (AR), коммуникационные модули и

системы навигации, что позволяет существенно повысить безопасность и эффективность действий спасателей.

C-Thru Smoke Diving Helmet — это инновационная система для спасателей-пожарных, разработанная компанией «Qwake Technologies». Она представляет собой умный шлем с дополненной реальностью, предназначенный для работы в условиях сильного задымления. Встроенная тепловизионная камера захватывает изображение сквозь дым, а встроенный дисплей проецирует его на внутренний экран в шлеме, позволяя видеть сквозь задымление (рис. 1). Система контурного распознавания объектов обрабатывает визуальные данные в реальном времени и выделяет контуры объектов (людей, проемов, очагов огня) с помощью нейросетей [1].

C-THRU от Qwake Technologies — это инновационная система дополненной реальности (AR), предназначенная для повышения безопасности и эффективности работы пожарных в условиях нулевой видимости. В данной системе также есть встроенная тепловизионная камера и система контурного распознавания объектов [2]. Модуль Navigator выдерживает экстремальные температуры и удары, обеспечивает до 2 часов автономной работы (рис. 2). Стоит отметить, что система имеет функцию «MAYDAY» для экстренных ситуаций и визуальные сигналы команд, улучшающие коммуникацию в критических условиях [3].



Рисунок 1 – Шлем «C-Thru Smoke Diving Helmet»



Рисунок 2 – Модель «Qwake C-Thru»

Dräger HPS®-COM — это надёжная и простая в установке переговорная система, предназначенная для интеграции в пожарные шлемы, такие как Dräger HPS® 7000 (рис. 3). Она обеспечивает высококачественную голосовую связь в экстремальных условиях, включая задымление, шум и потенциально взрывоопасные среды [4].

Scott Sight — это инновационная система тепловизионного наблюдения, встроенная непосредственно в дыхательную маску пожарного. Система обеспечивает постоянное тепловизионное изображение в поле зрения спасателя, освобождая руки для выполнения других критически важных задач. (рис. 4)



Рисунок 3 - Dräger HPS®-COM



Рисунок 4 - Scott Sight

Rosenbauer HEROS Titan — это современный пожарный шлем, разработанный для обеспечения максимальной защиты и комфорта в экстремальных условиях. Пожарный шлем сочетает в себе передовые технологии и эргономичный дизайн, обеспечивая пожарным надежную защиту и комфорт в самых сложных ситуациях [5].

MSA Cairns XF1 — это современные пожарные шлемы европейского типа (jet-style), разработанные компанией MSA Safety. Они сочетают в себе передовые технологии, эргономичный дизайн и высокую степень защиты, обеспечивая пожарным комфорт и безопасность в экстремальных условиях [6].

Современные пожарные шлемы, интегрирующие цифровые технологии, становятся ключевым инструментом в обеспечении безопасности и эффективности работы спасателей в экстремальных условиях. Перспективным направлением является дальнейшая интеграция искусственного интеллекта для прогнозирования опасных ситуаций. Таким образом, модернизация пожарного

шлема с использованием инновационных технологий способна значительно снизить риски для жизни спасателей-пожарных и повысить эффективность ликвидации ЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарный шлем C-THRU Smoke Diving Helmet: описание и принцип работы // fireman.club. — URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnyj-shlem-c-thru-smoke-diving-helmet-opisanie-i-princip-raboty/> (дата обращения: 05.05.2025).
2. QWake Technologies: официальный сайт // qwake.tech. — URL: <https://www.qwake.tech/> (дата обращения: 05.05.2025).
3. Маска пожарного C-THRU обеспечит терминоинтеллектуальный тип зрения // techcult.ru. — URL: <https://www.techcult.ru/technology/7871-mask-a-pozharnogo-c-thru-obespechit-termointellektualnyj-tip-zreniya> (дата обращения: 05.05.2025).
4. HPS-COM – профессиональное пожарное оборудование // draeger.com. — URL: https://www.draeger.com/ru_ru/Products/HPS-COM (дата обращения: 05.05.2025).
5. HEROS TITAN – пожарные шлемы Rosenbauer // rosenbauer.com. — URL: <https://www.rosenbauer.com/en/int/rosenbauer-world/products/equipment/firefighting-helmets/heros-titan/> (дата обращения: 05.05.2025).
6. Gallet F1 XF Fire Helmet – Fire Buyer International // firebuyer.com. — URL: <https://firebuyer.com/gallet-f1-xf-fire-helmet/> (дата обращения: 05.05.2025).

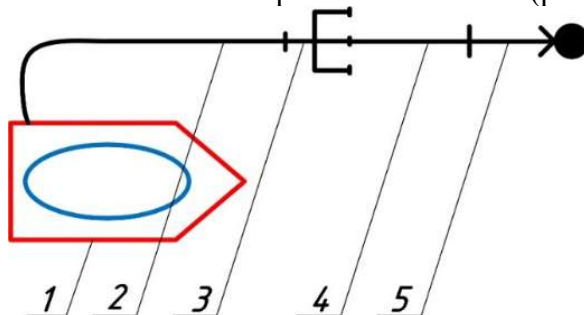
МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РУЧНЫХ ПОЖАРНЫХ СТВОЛОВ ПРИ ПОДАЧИ ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ НА РАЗЛИЧНЫЕ ЭТАЖИ ЗДАНИЙ

Морозов А.А.¹, Кузнецов Д.А.²

¹Университет гражданской защиты

²Столбцовский районный отдел по чрезвычайным ситуациям учреждения «Минское областное управление МЧС Республики Беларусь»

Современная градостроительная ситуация в крупных городах характеризуется постоянным ростом этажности жилых и административных зданий, что значительно усложняет организацию и проведение мероприятий по ликвидации пожаров. В этих условиях эффективное применение ручных пожарных стволов становится одной из ключевых задач пожарных подразделений. Ручные стволы используются для подачи огнетушащих веществ на различные этажи здания, и их тактико-технические характеристики напрямую зависят от параметров напора, создаваемого насосом пожарного автомобиля (рис. 1).



1 – пожарный насос; 2 – магистральная рукавная линия; 3 – рукавное разветвление;
4 – рабочая рукавная линия; 5 – пожарный ствол

Рисунок 1. – Схема (общая) насосно-рукавной системы

Особенностью работы с многоэтажными зданиями является увеличение гидравлических потерь при подаче воды на верхние этажи, что приводит к снижению давления на выходе из ствола и уменьшению дальности струи. В связи с этим оператору пожарного автомобиля необходимо точно знать оптимальные значения напора, которые следует поддерживать на насосе для обеспечения эффективной работы ствола на заданной высоте (рис.2) [3]. В современных условиях пожарными подразделениями Республики Беларусь широко применяются отечественные ручные пожарные стволы с регулируемым расходом воды (рис.3) [1-2]. Однако на текущий момент отсутствует чётко установленная зависимость тактико-технических характеристик этих стволов от параметров напора с учётом конкретной насосно-рукавной системы и условий эксплуатации.

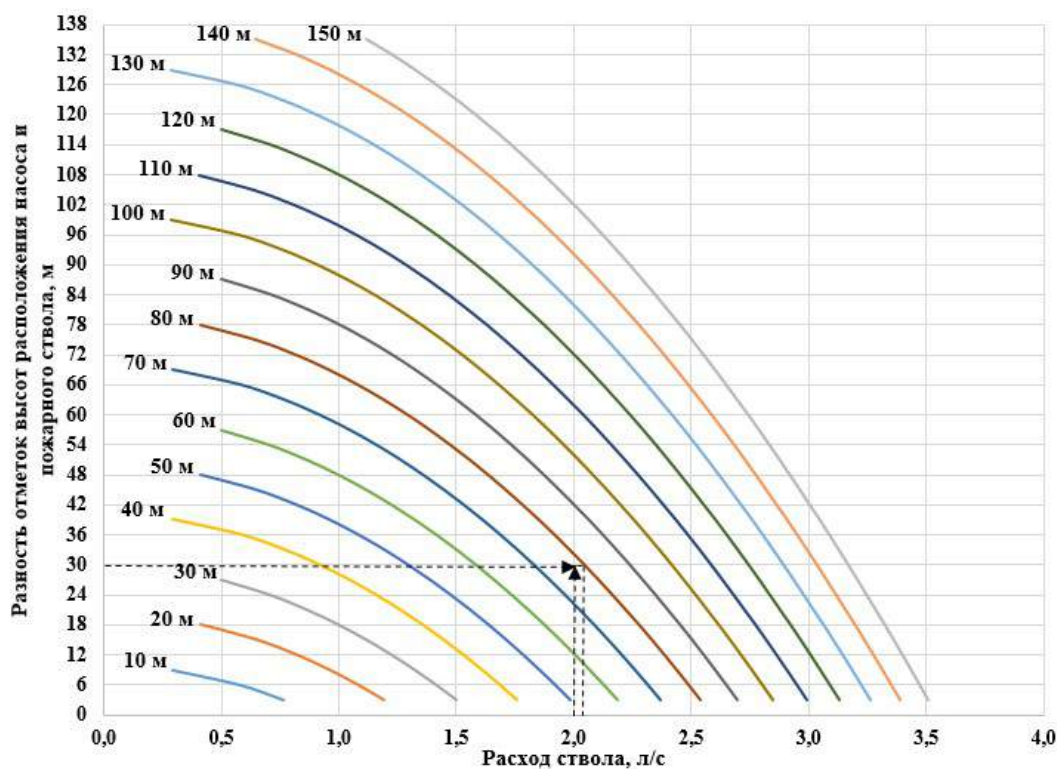
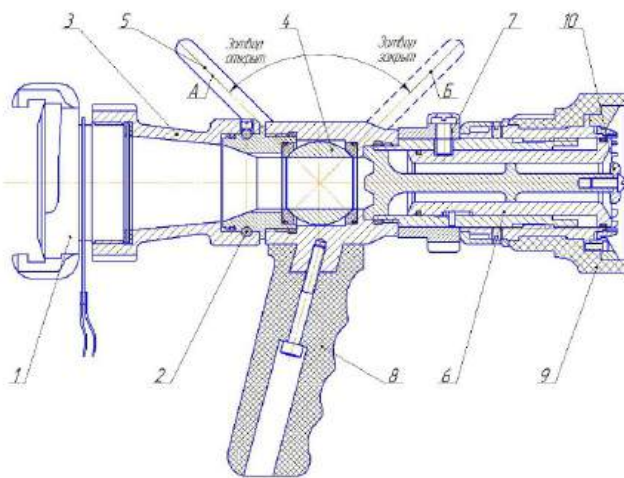


Рисунок 2. – Зависимость расхода огнетушащего вещества от разности отметок высот расположения насоса и пожарного ствола для различных напоров насоса



а – схема ствола



б – фотография ствола при подаче воды

1 – головка соединительная ГЦ 50; 2 – крепежный элемент; 3 – вращающийся переходник; 4 – перекрывное устройство; 5 – рукоятка управления; 6 – механизм регулирования расхода огнетушащего вещества; 7 – дозатор; 8 – удерживающая рукоятка; 9 – насадок; 10 – дефлектор

Рисунок 3. – Внешний вид ручного ствола СПРУК 50/0,7

Данное обстоятельство требует проведения комплексных экспериментальных исследований, направленных на изучение влияния напора на эффективность работы современных регулируемых стволов в условиях подачи огнетушащих веществ на этажи различных высот. Результаты таких исследований позволят сформировать научно обоснованные методические рекомендации для операторов пожарных насосов и

руководителей тушения пожара, что повысит качество и безопасность действий при тушении пожаров в высотных зданиях.

Таким образом, решение задачи оптимального выбора и поддержания напора в насосно-рукавной системе является важнейшим звеном в повышении эффективности применения ручных пожарных стволов в условиях многоэтажной застройки. Это требует комплексного подхода, включающего не только технические испытания, но и внедрение результатов в подготовку личного состава, а также совершенствование нормативной базы пожаротушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пармон, В. В. Экспериментальные исследования пожарного ствола СПРУК 50/0,7 «Викинг» при подаче воды / В. В. Пармон, А. Н. Камлюк, Я. С. Волчек, Р. Р. Асилбейли, А. А. Морозов // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2017. – Т. 1, № 2. – С. 159–166.

2. Морозов, А. А. Методы использования современных ручных пожарных стволов при тушении пожаров / А. А. Морозов, А. Н. Камлюк, В. В. Пармон, М. Ю. Стриганова // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 4. – С. 378–390.

3. Морозов, А. А. Влияние высоты установки ручного пожарного ствола с оптимальными геометрическими параметрами на расход огнетушащего вещества / А. А. Морозов // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2022. – Т. 6, № 4. – С. 429–440.

УДК 614.84:629.33

СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Куликовский Е.Ю., Ребко Д.В.

Университет гражданской защиты

В качестве инновационного решения предлагается система (рис. 1), которая подаёт огнетушащее вещество (CO_2 , порошок и др.) напрямую в корпус электрооборудования. Данная система предназначена для автоматического обнаружения возгораний и локализации очагов пожара в критически важных зонах электромобиля, включая тяговый двигатель, инвертор, аккумулятор и зарядное устройство. Управление осуществляется центральным блоком управления, получающим данные с датчиков и управляющим электромагнитными клапанами, распыляющими огнетушащее вещество.

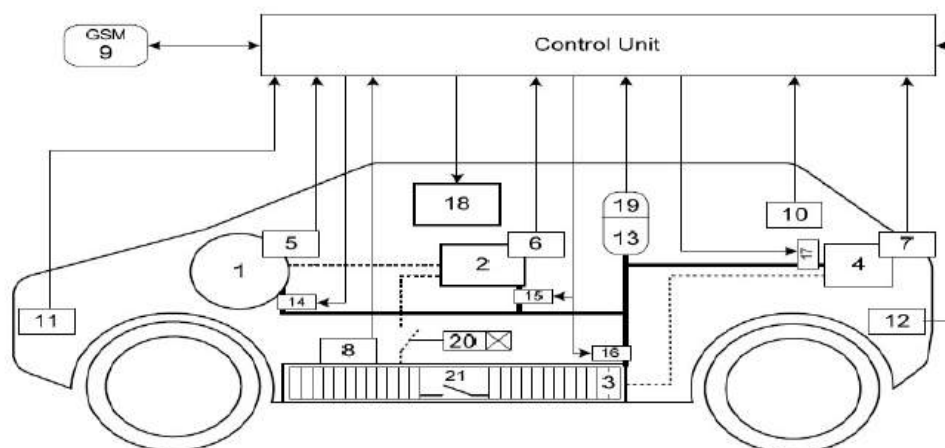


Рисунок 1. Система пожаротушения электромобилей

Система пожаротушения электромобиля предназначена для автоматического обнаружения и устранения очагов возгорания в ключевых компонентах электрической силовой установки. Сама система включает блок управления, набор датчиков, установленных в потенциально опасных зонах, а также исполнительные механизмы – электромагнитные клапаны, подключённые к баку с огнетушащим веществом.

В состав контролируемых узлов входят:

- Тяговый электродвигатель (1),
- Силовой инвертор (2),
- Аккумуляторная батарея (3),
- Зарядное устройство (4).

В каждой из этих зон установлены датчики температуры и пожара (поз. 5, 6, 7), постоянно передающие данные в блок управления. При обнаружении превышения температурных норм или признаков возгорания соответствующий сигнал инициирует срабатывание одного из электромагнитных клапанов (поз. 14–17), подающих огнетушащее вещество из резервуара (13) в защищаемую область.

Дополнительно система анализирует данные от:

- Датчиков удара (передний – 11, задний – 12),
- Датчика температуры окружающей среды (10),
- Датчика давления в баке с огнетушащим веществом (19).

Для обеспечения безопасности, при срабатывании системы производится отключение аккумулятора посредством главного (20) и внутреннего (21) контакторов, что предотвращает распространение возгорания по высоковольтной проводке. Сведения о происшествии отображаются через пользовательский интерфейс (18) и при необходимости передаются по сети с использованием GSM-модуля (9).

Подводя итоги данной системы, хотелось отметить, что данная система пожаротушения электромобиля представляет собой интеллектуальный, автоматизированный комплекс, обеспечивающий раннее обнаружение и эффективное подавление возгораний в критически важных узлах электрической силовой установки. Она функционирует на основе непрерывного мониторинга температуры и признаков пожара с помощью датчиков, оперативно активируя подачу огнетушащего вещества через электромагнитные клапаны. Дополнительные меры безопасности, такие как автоматическое отключение аккумулятора и дистанционная передача данных, делают систему высокоэффективным средством защиты как электромобиля, так и его пассажиров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство и принцип работы электромобиля // Rovian.ua : [сайт]. – Минск, [б. г.]. – URL: <https://rovian.ua/ru/blog/budova-ta-printsip-roboti-elektromobilya/?srsltid=afmboopdulcz1hxin3af> (дата обращения: 05.05.2025).
2. Tesla Emergency Response Guide: Model S / Tesla, Inc. – Palo Alto, CA : Tesla Motors, 2020. – 36 p. – URL: <https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/Model-S-Emergency-Response-Guide.pdf> (дата обращения: 05.05.2025).
3. Коробочка, Д. Н. Особенности проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожара при дорожно-транспортных происшествиях с участием электромобилей / Д. Н. Коробочка, А. В. Пивоваров, В. В. Лахвич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы : материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Минск, 16–17 апр. 2025 г. / УГЗ. – Минск : УГЗ, 2025. – С. 127–129.

ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ СРЕДСТВ ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНАХ НАВОДНЕНИЙ

Кушнир О.Г.

Научно-производственное предприятие «Топаз»

Изучение опыта применения средств первоочередного жизнеобеспечения населения в районах наводнений свидетельствует о потребностях в обеспечении мобильности таких средств [1-3]. Приоритетом обеспечения такой мобильности является применение роботизированных (робототехнических) транспортных средств [1-3]. Однако при этом имеется противоречие между потребностями практики в обеспечении транспортабельности таких средств наземными (амфибийными) или воздушными (беспилотные летательные аппараты) робототехническими комплексами и фактическим отсутствием средств первоочередного жизнеобеспечения населения, удовлетворяющих этим требованиям [4-7].

Проведенные исследования показали целесообразность применения для устранения отмеченного противоречия специальной платформы для авиационной транспортировки средств первоочередного жизнеобеспечения населения в районах наводнений [8-10]. Проведенные обlique исследования позволили остановиться на двух вариантах исполнения такой платформы.

Платформа изготавливается из изотермического материала с положительной плавучестью, а ее толщина выбирается так, чтобы обеспечить безопасность авиационной транспортировки и гарантированную плавучесть (с минимизацией риска переворота) платформы и установленного на ней средства первоочередного жизнеобеспечения при ветре, сила которого не более 7 баллов по шкале Бофорта. Форма платформы, предпочтительно, выбирается в виде плоского (длина и ширина больше высоты) прямоугольного параллелепипеда или плоского (диаметр основания больше высоты) цилиндра. Длина каждой стороны верхней (нижней) грани (для формы в виде прямоугольного параллелепипеда) должна быть на 10-15 см больше диаметра планируемого к транспортировке средства первоочередного жизнеобеспечения. Причем следует предусмотреть закрепление средства первоочередного жизнеобеспечения на платформе так, чтобы геометрические центры средства и платформы находятся на одной прямой.

Первый вариант предполагает реализацию платформы так, что на ее верхнем основании в центре каждой грани закреплены Г-образные конструкции, выполненные из негорючего ударопрочного пластика, причем высота каждой конструкции на 10-20 см больше высоты установленного на ней средства первоочередного жизнеобеспечения, а длина верхних перекладин выбрана так, чтобы они пересеклись в точке, находящейся на прямой, проходящей через геометрические центры средства и платформы. В точке пересечения все верхние перекладины соединены между собой с помощью сварки, и в точке соединения приварено ориентированное вверх кольцо (или карабин), выполненное из негорючего ударопрочного пластика или металла, внутренний диаметр кольца составляет 5-10 см. На каждой поверхности платформы и на кольце размещены метки из световозвращающего материала. Кольцо является узлом для подвешивания (крепления) платформы к беспилотному летательному аппарату для транспортировки установленного на ней средства первоочередного жизнеобеспечения к месту нахождения пострадавших в зоне наводнения и обратно.

Второй вариант предполагает реализацию платформы так, что в точках, соответствующих центрам каждой грани платформы с отступом 2-3 см вглубь платформы выполнены сквозные отверстия, через каждое из которых пропущен винт-кольцо

(или рым-болт с поворотной петлей): кольцо ориентировано на внешнюю сторону платформы, с тыльной стороны платформы на винте-кольце имеется гайка, а соотношение длины винта-кольца и толщины платформы выбраны так, чтобы нижняя грань винта-кольца и гайки находились внутри платформы. Кольца (верхние части винтов-колец) формируют узлы для подвешивания (крепления) платформы к беспилотному летательному аппарату для транспортировки установленного на ней средства первоочередного жизнеобеспечения к месту нахождения пострадавших в зоне наводнения и обратно.

Выполнение платформы из изотермического материала с положительной плавучестью упрощает эксплуатацию установленного на ней средства первоочередного жизнеобеспечения в районе наводнения – в том числе, средств, применяемых для приготовления или разогрева пищи, а также в качестве обогревателя.

Для упрощения розыска потерявшейся во время транспортировки, наводнения или при ликвидации его последствий платформы в ее корпус встраивается активная или пассивная метка радиочастотной идентификации и/или GPS-маяк (GPS-трекер).

Наличие меток из световозвращающего материала упрощает поиск платформы в темное время суток, в том числе, при ее доставке.

Для определения соответствия поверхности платформы горизонтальной плоскости (для повышения безопасности эксплуатации установленного на ней средства первоочередного жизнеобеспечения на твердых поверхностях за счет устранения перекоса платформы) в корпус платформы заподлицо его поверхности встраивается ватерпас (жидкостный уровень).

Установленное на платформе средство первоочередного жизнеобеспечения отсоединяется от беспилотного летательного аппарата и может быть перенесено на необходимое место для применения по назначению.

Предлагаемая платформа для авиационной транспортировки средств первоочередного жизнеобеспечения населения в районах наводнений полностью соответствует требованиям к средствам инженерно-технического обеспечения ликвидаций последствий чрезвычайных ситуаций, определенным в Концепции развития робототехнических комплексов (систем) специального назначения в системе МЧС России до 2030 года, что позволяет утверждать о ее практической применимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разумов В.В. Масштабы и опасность наводнений в регионах России / В.В.Разумов, С.А.Качанов, Н.В.Разумова. М.: ВНИИ ГО и ЧС МЧС России, 2018. 364 с.
2. На службе военной медицины. Под ред. И.В.Бухтиярова и В.Р.Медведева. Санкт-Петербург-Москва: Вектор, 2011. 260 с.
3. Чрезвычайные ситуации и их последствия по субъектам Российской Федерации за 2022–2023 гг.: статистический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2025. 120 с.
4. Третьяков А.А. Инновационные подходы к использованию робототехнических комплексов в интересах МЧС России / А.А.Третьяков, В.А.Демьянов // Нанотехнологии: наука и производство. 2024. № 2. С. 84-88.
5. Медведев В.Р. Приоритетные направления развития технического оснащения военно-медицинской службы / В.Р.Медведев, А.В.Богомолов, Н.В.Мурашев // Двойные технологии. 2012. № 4 (61). С. 43-47.
6. Бутков П.П. Материально-техническое обеспечение при чрезвычайных ситуациях / П.П. Бутков. СПб: Издательство Политехнического университета, 2016. 212 с.
7. Медведев В.Р. Техническое оснащение тактического и оперативного этапов медицинской эвакуации / В.Р.Медведев, А.В.Богомолов, Н.В.Мурашев, В.Н.Гамалий, В.А.Сидоров // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. 2011. № 4. С. 95-103.
8. Кушнир О.Г. Технические средства первоочередного жизнеобеспечения населения в зоне наводнений / О.Г.Кушнир // Материалы XXX Всероссийской студенческой научно-

практической конференции «Проблемы техносферной безопасности современного мира». Иркутск: ИРНТУ, 2025. С. 135-137.

9. Кушнир О.Г. Требования к перспективным техническим средствам обеспечения жизненно важных потребностей населения при ликвидации последствий наводнений / О.Г.Кушнир // Научный вестник НИИГД Респиратор. 2025. № 1 (62). С. 98-103.

10. Кушнир О.Г. Цифровизация технических средств обеспечения жизненно важных потребностей населения при ликвидации последствий наводнений / О.Г.Кушнир // Сборник материалов X Международной заочной научно-практической конференции «Гражданская защита: сохранение жизни, материальных ценностей и окружающей среды». Минск: УГЗ, 2025. С. 117-118.

УДК 614.847.79

УСТРОЙСТВО УНИВЕРСАЛЬНОЙ СПАСАТЕЛЬНОЙ ПЕТЛИ

Латинский М.В., Курский И.А., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

Универсальная спасательная петля (УСП) — это важный элемент системы спасения и самоспасения, предназначенный для обеспечения безопасной эвакуации людей из зданий в случае пожара (рис. 1).



Рисунок 1. – Универсальная спасательная петля

В условиях быстрого распространения огня и дыма, эффективные средства спасения становятся критически важными. Она широко применяется при аварийно-спасательных работах, промышленном альпинизме, спелеологии и военных операциях. Правильное использование и регулярное обслуживание таких устройств значительно повышают уровень безопасности и шансы на успешную эвакуацию. УСП позволяет быстро и безопасно спасти людей из задымленных или горящих помещений. Специальные материалы, из которых изготавливаются спасательные петли, способны выдерживать высокие температуры, что делает их надежными в условиях пожара. УСП может использоваться не только для спасения, но и для подъема и спуска людей, что расширяет её применение в различных спасательных операциях.

УСП – трубчатая стропа или лента (тесьма), шириной 25-40 мм и длиной от 7 м (3,5 м в сшитом состоянии), концы которой сшиты между собой или связаны встречным простым узлом. Длина окружности УСП в 7 м определена эмпирическим путем, исходя из минимального и максимального роста человека, а также с учетом необходимой длины тесьмы на вязку узлов и с принятием во внимание погрешностей. УСП может применяться в профессиональной деятельности при: транспортировке пострадавших, вязке

индивидуальных страховочных систем, аварийном спуске пожарных, подъеме и переноске пожарного оборудования и инструмента, работе с ручными пожарными стволами и рукавными линиями, проведении разведки и поиска пострадавших в составе звена ГДЗС, удаленном открывании дверей, вспомогательных работах.

УСП изготавливается из прочных и легких материалов, таких как нейлон или полиэстер, что обеспечивает высокую прочность на разрыв и устойчивость к воздействию внешней среды. Петля имеет эргономичную форму, позволяющую легко обвязывать пострадавшего и обеспечивать надежную фиксацию. Размеры петли могут варьироваться в зависимости от назначения, что делает её универсальной для различных ситуаций. Конструкция петли позволяет быстро и легко её развернуть, и использовать, что критически важно в условиях ограниченного времени при аварийно-спасательных работах. Эти конструктивные особенности делают универсальную спасательную петлю эффективным инструментом для спасателей, обеспечивая безопасность и надежность в самых различных ситуациях.

В соответствии с приказом МЧС Республики Беларусь №222 от 15.09.2021 "О газодымозащитной службе» (в редакции Приказа МЧС №400 от 05.12.2023) использование современных средств спасения в снаряжении звеньев ГДЗС, таких как локальных петель (спасательных петель не заводского изготовления) является обязательным для проведения аварийно-спасательных работ, а также спасению пострадавших из непригодной для дыхания (НДС) среды в зданиях различных категорий [2]. Таким образом, универсальная спасательная петля является незаменимым инструментом в арсенале газодымозащитника. Она не только способствует эффективному спасению пострадавших из НДС среды и при различных аварийно-спасательных работах, а также является универсальным средством самоспасения, страховки, переноски пожарного оборудования и инструмента.

Все эти факторы указывают на необходимость более углубленного изучения УСП, а также разработки методики. При разработке будет учтен опыт зарубежных коллег-пожарных и спасателей, которые применяют петли звеньями аварийной разведки и спасания пожарных, которые наиболее оптимальны в условиях оперативной обстановки на месте пожара или чрезвычайной ситуации. Рекомендации будут содержать сведения о правилах, приемах и методике применения универсальных спасательных петель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Training and equipment manual. Section 306.003: Basic rope rescue equipment : effective December 2008 / Fresno Fire Department. — Fresno, CA : Fresno Fire Department, 2008. – 63 p.
2. О газодымозащитной службе: Приказ МЧС Республики Беларусь №222 (в редакции Приказа МЧС №400); введ. 15.09.2021. – Минск : МЧС РБ, 2021 – 21 с.

УДК 614.847.9

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛИКВИДАЦИИ ЧС

Левданский А.А., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

В современном мире вопросы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) приобретают исключительно высокую значимость ввиду усиления природных катаклизмов и роста техногенных рисков. Республика Беларусь, следуя стратегии цифровизации системы гражданской защиты, с 2021 по 2025 годы реализует Государственную научно-техническую программу «Современные технологии предупреждения и ликвидации ЧС»,

направленную на внедрение автоматизированных решений для мониторинга, прогнозирования и оперативного управления происшествиями (МЧС Беларуси, 2021–2025 гг.). Ключевым элементом этой программы стало создание единой цифровой площадки, объединяющей данные о метеоусловиях, гидрологической обстановке, состоянии лесных массивов и инфраструктуры, что обеспечило централизованный доступ экстренных служб к актуальной информации и позволило существенно сократить время реагирования при возникновении ЧС.

Наряду с этим, широкое применение получили геоинформационные системы (далее – ГИС) и технологии дистанционного зондирования Земли. С их помощью в режиме реального времени осуществляется мониторинг очагов лесных пожаров, паводковых водных нагрузок и техногенных аварий, что даёт возможность не только фиксировать уже случившееся чрезвычайное событие, но и моделировать его развитие с учётом метеоклиматических факторов. В частности, использование ГИС-анализа позволило повысить точность прогноза пожарной опасности в лесах на 20 % по сравнению с классическими методами (Cyberleninka: «Реализация системы защиты от ЧС в Республике Беларусь»). Для эффективного управления событиями чрезвычайного характера значительное внимание уделяется развитию информационных технологий, способных обрабатывать большие объёмы данных и выстраивать алгоритмы принятия решений. В рамках программы внедрены специализированные модули ситуационного анализа, которые на основе входящих потоков телеметрической, климатической и инфраструктурной информации автоматически формируют рекомендованные сценарии действий для команд реагирования. Это позволяет минимизировать человеческий фактор при распределении ресурсов и концентрировать усилия на наиболее уязвимых участках.

Не менее важным стало цифровое взаимодействие с населением посредством мобильных приложений и онлайн-платформ. Через официальное приложение МЧС граждане получают своевременные оповещения о надвигающихся угрозах, подробные инструкции по эвакуации и правилам поведения в условиях ЧС, а также могут отправить запрос о помощи со встроенной функцией геолокации. Такая двусторонняя коммуникация не только повышает уровень безопасности, но и формирует культуру готовности к чрезвычайным ситуациям среди населения.

Параллельно с развитием программного обеспечения осуществляется активное внедрение роботизированных комплексов и беспилотных летательных аппаратов. Дроны, оснащённые оптическими и тепловизионными камерами, используются для аэроразведки в зонах пожаров и затоплений, а наземные роботизированные платформы для ликвидации последствий техногенных аварий с опасными веществами без риска для жизни спасателей-пожарных. Применение искусственного интеллекта и методов машинного обучения позволяет анализировать полученные данные в автоматическом режиме, выявлять очаги поражения и прогнозировать дальнейшее развитие событий с учётом множества параметров.

Важным направлением цифровизации является международное сотрудничество. Республика Беларусь участвует в совместных учениях и проектах с ООН, Организацией Договора о коллективной безопасности и странами Европейского Союза, что обеспечивает обмен передовыми разработками и наработками в сфере управления ЧС. Уже сейчас обсуждается создание на базе МЧС национального цифрового центра ЧС, который будет интегрировать решения на платформе Big Data и предиктивной аналитики, что закладывает фундамент для дальнейшего повышения оперативности и точности прогнозов.

Вместе с тем, в процессе цифровизации системы предупреждения и ликвидации ЧС возникает ряд задач и направлений для дальнейшего развития. Во-первых, необходимо обеспечить надёжную интеграцию новых цифровых платформ с существующими информационными системами, эксплуатация которых ведётся в различных отраслях (энергетика, транспорт, сельское хозяйство). Это требует разработки единого протокола обмена данными и чётких стандартов совместимости, что позволит оперативно привлекать к реагированию все заинтересованные ведомства без временных задержек и утери важной информации.

Во-вторых, особое внимание должно быть уделено вопросам кибербезопасности. Объём и значимость передаваемых данных в системе ЧС постоянно растут: это спутниковые

снимки, метеопрогнозы в реальном времени, показания датчиков в критически важных инфраструктурах. Любая уязвимость может привести к сбою системы оповещения или искажению прогноза, поэтому внедрение современных средств защиты информации и регулярные стресс-тесты цифровых платформ становятся неотъемлемой частью стратегии развития (Cyberleninka: «Информационные технологии управления в условиях ЧС»).

Третье направление – усиление кадрового потенциала. Эффективная работа цифровой системы невозможна без квалифицированных специалистов: GIS-аналитиков, разработчиков ПО, операторов дронов и экспертов по анализу больших данных. Важным шагом здесь являются совместные образовательные программы МЧС и ведущих технических вузов страны, а также регулярные международные стажировки и тренинги по обмену опытом.

Наконец, перспективным является дальнейшее внедрение алгоритмов машинного обучения и предиктивной аналитики на основе Big Data. Сбор и анализ массивов исторических и оперативных данных позволят не только прогнозировать развитие ЧС с ещё большей точностью, но и автоматизировать большинство рутинных процедур – от оценки ущерба до формирования заявок на дополнительное оборудование и персонал. Такой подход открывает возможности для создания «умных» систем управления ЧС, способных самостоятельно адаптироваться к изменяющимся условиям и оптимизировать маршруты спасательных команд.

В целом, выбранный в Республике Беларусь курс на цифровизацию гражданской системы предупреждения и ликвидации ЧС создаёт прочную основу для повышения оперативности и эффективности реагирования на них, минимизации социальных и экономических потерь, а также укрепления доверия населения к государственным институтам безопасности. Надёжное законодательное и техническое сопровождение, подготовка кадров и фокус на инновационные технологии обеспечат устойчивое развитие этой критически важной отрасли в ближайшие десятилетия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная научно-техническая программа «Современные технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» (2021–2025 гг.) / – Минск, 2021. – 120 с.
2. Технологии ликвидации чрезвычайных ситуаций: сб. материалов VI Междунар. заоч. науч.-практ. конф. / – Минск: UCP.by, 2020. – 215 с.
3. Реализация системы защиты от чрезвычайных ситуаций в Республике Беларусь // КиберЛенинка. – 2025. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-sistemy-zaschity-ot-chrezvychaynyh-situatsiy-v-respublike-belarus/> (дата обращения: 03.05.2025).
4. О государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 10 апр. 2001 г. № 495 // Национальный реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – № 42. – 5/5613.

УДК 623.4.082:614.88(476)

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАДИАЦИОННЫХ И ХИМИЧЕСКИХ АВАРИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Лексаков М.А., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

Возрастающая частота техногенных катастроф на радиационно и химически опасных объектах актуализирует необходимость внедрения робототехнических комплексов для минимизации антропогенных рисков при ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС). Особую значимость данная проблема приобретает в контексте эксплуатации Белорусской атомной

электростанции (БелАЭС), что требует модернизации тактических подходов при тушении пожаров и безопасной работы работников органов по чрезвычайным ситуациям (ОПЧС) при ликвидации чрезвычайных ситуаций [1]. Современные робототехнические средства (РТС) демонстрируют потенциал в повышении эффективности аварийно-спасательных работ, включая радиационно-химическую разведку, пожаротушение и мониторинг зон поражения.

Основные проблемы при ликвидации ЧС на радиационных и химически опасных объектах являются:

1. Высокий уровень угрозы для жизни работников ОПЧС при работе в зонах ионизирующего излучения или токсичных выбросов;
2. Невозможность безопасного приближения к очагу возгорания из-за воздействия ионизирующего излучения и тепловых потоков, превышающих критические для человека значения, что исключает применение традиционных методов тушения вблизи эпицентра аварии;
3. Необходимость модернизации тактических подходов при тушении пожаров.

Внедрение мобильных робототехнических комплексов (МРК), таких как МРУП (рис. 1), способно решить указанные проблемы за счет дистанционного управления и специализированного оснащения.

МРУП обладает следующими тактико-техническими характеристиками: скорость передвижения – до 5 км/ч, радиус действия по радиоканалу – до 1 000 м, по кабелю – до 300 м; расход воды из лафетного ствола в составе МРУП увеличен с 15 л/с до 60, соответственно, максимальная дальность струи составляет 65 м. Также, комплекс оснащен газоанализаторами, тепловизорами, системами видеонаблюдения и освещения [2].



Рисунок 1 МРУП АЭС

Исходя из проведенного анализа МРУП могут применяться для:

- проведения разведки обстановки и поиска пострадавших при ЧС;
- проведения радиационной и химической разведки с целью определения внешних предельно допустимых границ заражения с применением специальных приборов и оборудования, с передачей результатов на монитор оператора;
- дистанционного обнаружения пожара или нагретых поверхностей с использованием двухканальной телевизионной камеры;

- тушения пожаров и защиты (охлаждения) от опасных факторов пожаров объектов защиты, технологического оборудования и электроустановок, в том числе под напряжением, с подачей ОВ;
- защиты работников ОПЧС при тушении крупных, затяжных пожаров на взрывопожароопасных объектах в условиях воздействия опасных факторов пожара, в том числе пламени, искр, повышенной температуры;
- круглосуточного дистанционного мониторинга и освещения зоны ЧС.

Проведённое исследование подтверждает стратегическую значимость интеграции МРК при ликвидации радиационных и химических аварий на территории Республики Беларусь. Анализ функциональных возможностей МРК, таких как МРУП АЭС, продемонстрировал их потенциал для: минимизации антропогенных рисков (за счёт дистанционного выполнения задач в зонах с критическими уровнями ионизирующего излучения, тепловых потоков и химического заражения) и повышения эффективности проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожара (благодаря возможности подачи ОВ в очаг пожара и круглосуточному мониторингу).

ЛИТЕРАТУРА

1. Белорусская атомная электростанция: официальный сайт // belaes.by. — URL: <https://belaes.by/ru/> (дата обращения: 05.05.2025).
2. Мобильные роботизированные установки пожаротушения для радиационных и химически опасных объектов // firerobots.ru. — URL: <https://firerobots.ru/library/94/mobilnyye-robotizirovannyye-ustanovki-pozharotusheniya-dlya-radiatsionnykh-i-khimicheskikh-opasnykh-obyektakh> (дата обращения: 05.05.2025).

УДК 614.894.3:677.463

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛА TYVEK® В ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ РАБОТЫ С РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Лукашик Н.Н., Ребко Д.В.

Университет гражданской защиты

Tyvek® – это современный синтетический материал, разработанный на основе полиэтилена высокой плотности. Он сочетает в себе малый вес, повышенную прочность и устойчивость к химическим воздействиям. Благодаря этим характеристикам Tyvek® активно применяется для изготовления защитной одежды, предназначенной для работы с радиоактивными материалами.

Основные преимущества Tyvek®:

1. Удобство и эргономика – Небольшая масса материала обеспечивает комфорт даже при продолжительном ношении, что особенно важно для специалистов, работающих в условиях повышенного риска.
2. Прочность и износостойкость – Tyvek® демонстрирует устойчивость к механическим повреждениям, сохраняя защитные свойства даже при интенсивной эксплуатации.
3. Сопротивляемость химическим веществам – Материал надежно противостоит воздействию агрессивных реагентов, что делает его отличным выбором для работы с радиоактивными веществами.
4. Барьерная защита Tyvek® эффективна в основном против альфа- и бета-излучения, а также обеспечивает защиту от мелкодисперсных радиоактивных частиц (пыль, аэрозоли).

- Альфа-излучение – Tyvek® полностью останавливает альфа-частицы, так как они обладают низкой проникающей способностью и задерживаются даже тонкими материалами.
- Бета-излучение – материал ослабляет бета-частицы, особенно низкой и средней энергии. Для высокоэнергетических бета-излучателей (например, стронций-90) может потребоваться дополнительная защита.
- Гамма-излучение и нейтроны – Tyvek® не защищает от этих типов излучения, так как они требуют плотных материалов (свинец, бетон) или специальных замедлителей нейтронов.

Tyvek® предотвращает контактное загрязнение (попадание радиоактивных веществ на кожу или внутрь организма через дыхательные пути). Для комплексной защиты в условиях смешанного излучения (например, в зонах с гамма-фоном) костюмы из Tyvek® комбинируют с другими СИЗ (свинцовыми фартуками, респираторами).

Обычные материалы, используемые в МЧС (например, прорезиненные ткани), могут уступать Tyvek® в легкости и «дыхании», но иногда превосходят в механической прочности. Однако Tyvek® выигрывает за счет специализированной барьерной защиты от частиц и химической стойкости.

Защитная одежда из Tyvek® нашла широкое применение в атомной энергетике, медицинских учреждениях и научно-исследовательских лабораториях. Такие костюмы минимизируют риск контакта с радиоактивными веществами, обеспечивая надежную защиту сотрудников и снижая вероятность негативных последствий для здоровья.

Таблица 1. - Сравнение костюма из материала Tyvek® и костюма «Модуль 1» используемого в МЧС:

Критерий	Tyvek®	«Модуль 1»	Почему Tyvek® выигрывает?
Вес и удобство	Легкий, не ограничивает движения, что очень важно при работе	Масса костюма – 14,5 кг. Тяжелее и жестче	Tyvek® позволяет работать дольше без усталости
Дышащий материал	Да (пористая структура)	Полная герметичность (пот, перегрев)	Меньше теплового стресса, комфорт при длительном ношении
Защита от частиц	Лучший барьер (мелкодисперсная пыль, аэрозоли)	Хорошо, но менее эффективен против микрочастиц	Tyvek® надежнее фильтрует радиоактивную и химическую пыль
Химическая стойкость	Устойчив к кислотам, щелочам, растворителям	Зависит от пропитки	Долговечен при контакте с агрессивными веществами
Время надевания	Быстро (как обычный комбинезон)	Требуется герметизация	Экономит время в экстренных ситуациях
Утилизация	Легко утилизируется (можно сжигать)	Требуется спецобработки	Меньше проблем с отходами

Использование Tyvek® в производстве спецодежды для работы с радиоактивными материалами играет важную роль в повышении уровня безопасности. Малый вес, высокая прочность и стойкость к химическим веществам делают этот материал оптимальным выбором для создания эффективных защитных костюмов. Однако их применение требует должного обучения персонала и строгого соблюдения норм безопасности, что в конечном

итоге способствует улучшению условий труда и снижению рисков радиационного воздействия.

- Ликвидация аварий с радиоактивной пылью (например, после разрушения объектов с радиоактивными материалами) – Tyvek® обеспечивает лучшую защиту от альфа- и бета-частиц, а также аэрозолей.

- Работа в зонах химического заражения (разливы кислот, щелочей, токсичных порошков) – материал устойчив к агрессивным веществам, при этом легче и удобнее классических химзащитных костюмов.

- Биологическая защита (эпидемии, зараженные зоны) – благодаря барьерным свойствам, предотвращает проникновение вирусов и бактерий.

- Эвакуация пострадавших – из-за легкости и быстроты надевания позволяет оперативно изолировать людей от зараженной среды.

В каких случаях Tyvek® не заменит «Модуль 1»:

- Прямой контакт с жидкими ОВ/АХОВ – требуется полная герметичность, которую обеспечивает "Модуль 1".

- Зоны с гамма-излучением – если нет дополнительной свинцовой защиты.

- Экстремальные механические нагрузки (разрушенные конструкции, пожары) – "Модуль 1" более устойчив к повреждениям.

Рекомендации для подразделений МЧС:

- Использовать Tyvek® как дополнительный вариант СИЗ – для операций, где важны скорость, комфорт и защита от частиц.

- Комбинировать с другими средствами защиты (респираторы, свинцовые жилеты) при работе в смешанных условиях.

- Применять в тренировочных и аварийно-спасательных учениях – для отработки действий в условиях радиоактивного или химического заражения.

Итог: Tyvek® не заменяет "Модуль 1" полностью, но становится ценным дополнением к экипировке МЧС, повышая мобильность и безопасность спасателей в специфических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь :[сайт]. – Минск, 2003–2025. – URL: <https://rosh.mchs.gov.by/by/media/?item=157902> (дата обращения: 03.05.2025).
2. БТ РТМ :[сайт]. – URL: <https://btrtm.ru/okompanii/o> (дата обращения: 03.05.2025).

УДК 614.847

МАСКА «QWAKE C-THRU» – МАСКА С ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ ДЛЯ СПАСАТЕЛЕЙ-ПОЖАРНЫХ

Навицкий К.О., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Спасатели-пожарные сталкиваются с рядом проблем при работе в условиях ограниченной видимости, что требует от них не только высокой квалификации, но и внимательности и быстротой реакции. Однако физические возможности человека ограничены, а длительные перегрузки ведут к профессиональным заболеваниям и травмам. В связи с этим на первый план выходит внедрение инновационных технологий, способных повысить эффективность проведения аварийно-спасательных работ. Одной из таких технологий стала оснащённая дополненной реальности маска «Qwake C-Thru» (рис. 1).



Рисунок 1. – Маски модели Qwake C-Thru

Основные функции маски: обнаружение людей и объектов в задымленной среде; навигация в сложных условиях; передача данных в режиме реального времени.

Маска «Qwake C-Thru» представляет собой комплексную систему, объединяющую тепловизионные технологии, искусственный интеллект (далее – ИИ), дополненную реальность и высокоскоростную беспроводную связь. Ее работа состоит из нескольких взаимосвязанных этапов:

Тепловизионное сканирование

Маска оснащена тепловизором, который улавливает инфракрасное излучение от объектов в зоне видимости до 50 м; тепловые сигнатуры (разница температур) фиксируются в виде градиента (люди и животные – выделяются как теплые объекты (обычно 30–37°C), окружающие предметы (стены, мебель) имеют другую тепловую сигнатуру. Полученные данные преобразуются в цифровой сигнал и передаются в блок обработки. Тепловизор работает практически при нулевой видимости, чувствительность позволяет различать даже слабые тепловые следы (например, человека под завалами).

Обработка данных ИИ

Встроенный процессор с нейросетевыми алгоритмами анализирует тепловое изображение, выделяя силуэты людей (распознавание формы головы, конечностей); потенциальные опасности (открытый огонь, нагретые конструкции); архитектурные элементы (двери, окна, лестницы). На основе этих данных система строит 3D-карту помещения в режиме реального времени, определяет оптимальный маршрут к пострадавшим, избегая препятствий, фильтрует ложные срабатывания (например, горячие трубы). Если в помещении несколько тепловых аномалий, алгоритм классифицирует их по степени важности (например, сначала спасатель-пожарный увидит контуры человека, затем – нагретую дверь).

Проекция изображения через дополненную реальность

Обработанные ИИ данные преобразуются в упрощенные контурные изображения. Дисплей проецирует их непосредственно в поле зрения спасателя-пожарного, совмещая с реальной обстановкой (люди подсвечиваются контрастными цветами (например, желтым), опасные зоны отмечаются красными маркерами, маршрут движения отображается в виде направляющей линии (рис. 2). Проекция изображения позволяет сохранять естественную ориентацию в пространстве.



Рисунок 2. – Силуэт спасателя - пожарного с помощью технологии маски

Передача данных через 5G-сеть (встроенный модуль беспроводной связи)

Видеопоток с тепловизора и AR-изображение для синхронизации действий дублируются на планшеты других спасателей-пожарных, в центр управления (штаб) для координирования действий при проведении аварийно-спасательных работ.

Пример использования: если спасатель-пожарный обнаруживает пострадавшего, начальник штаба, либо его помощник сразу видит его местоположение на карте и может направить спасательное звено ГДЗС.

По данным практических испытаний маски, время обнаружения пострадавших сокращается на 68%, точность идентификации людей достигает 94%, скорость передвижения в задымленной среде увеличивается на 40%.

Перспективы развития данного направления заключается в интеграция с дронами и робототехникой, улучшение ИИ для автоматического распознавания опасных объектов, разработке более устойчивых к экстремальным условиям моделей.

Маска «Qwake C-Thru» представляет собой киберфизическую систему нового поколения, реализующую принципы когнитивного усиления оператора за счет конвергенции мультимодальных сенсорных технологий, распределенных нейросетевых алгоритмов обработки данных в реальном времени и адаптивных интерфейсов человеко-машинного взаимодействия. Система обеспечивает трансформацию низкоуровневых сенсорных данных (тепловых, оптических, пространственных) в семантически насыщенную тактическую информацию посредством каскадной архитектуры глубокого машинного обучения, включающей поэтапную «Выделение признаков» (процесс идентификации и выделения информативных признаков из исходных данных), «Семантическая сегментация» (классификация каждого элемента изображения по смысловым категориям), «Принятие решений с учетом контекста» (адаптивный процесс выбора действий с анализом окружающей обстановки). Система реализует принципы расширенного познания за счет дополненной реальности и позволяет преодолеть когнитивные ограничения оператора в экстремальных условиях, формируя эргономичную визуально-тактильную систему с контролируемой информационной нагрузкой. Данное технологическое решение устанавливает новый стандарт в области персональных систем ситуационной осведомленности, обеспечивающий экспоненциальный рост операционной эффективности при одновременной минимизации когнитивной нагрузки и снижении латентности принятия решений в критических ситуациях. Маска "Qwake C-Thru" выходит на новый этап человеко-машинного взаимодействия, создавая принципиально новый эталон безопасности при проведении аварийно-спасательных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маска пожарного Qwake C-Thru обеспечит новый «термоинтеллектуальный» тип зрения: [сайт] - 2013–2025, TechCult.ru. URL: <https://www.techcult.ru/technology/7871-maska-pozharnogo-c-thru-obespechit-termointellektualnyj-tip-zreniya> (дата обращения: 07.05.2025).
2. Qwake Technologies®C-THRU®: [сайт] - 2025, Qwake Technologies Inc. URL: <https://www.qwake.tech> (дата обращения: 07.05.2025).
3. Технологии Qwake: [сайт] – 2025, Copyright 2018 Совет Нусы. URL: <https://firetechconnect.com/companies/qwake.html> (дата обращения: 07.05.2025).
4. Qwake Technologies: [сайт] - 2025, linkedin.com. URL: <https://www.linkedin.com/company/qwaketechnologies> (дата обращения: 07.05.2025).

УДК 614.847.9

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ В АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ

Новиков Е.Д., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

В условиях роста численности техногенных катастроф, природных катаклизмов и других чрезвычайных ситуаций эффективность аварийно-спасательных работ становится критически важной для сохранения человеческой жизни и здоровья. Спасателям постоянно приходится сталкиваться с экстремальными нагрузками для своего организма, будь то работа при разборе завалов после землетрясения или же работа в зонах радиационного заражения. В таких условиях каждая минута промедления может привести к трагическим последствиям. Однако физические возможности человека ограничены, а длительные перегрузки ведут к профессиональным заболеваниям и травмам. В связи с этим на первый план выходит внедрение инновационных технологий, способных повысить эффективность аварийно-спасательных служб. Одной из таких разработок стали экзоскелеты – носимые роботизированные системы, которые кардинально меняют подход к ликвидации последствий ЧС.

Примеры использования:

Ликвидация последствий землетрясений

В Японии экзоскелеты HAL (Hybrid Assistive Limb) от компании Cyberdyne применялись после землетрясения 2011 года для разбора завалов. Они помогали спасателям поднимать тяжелые бетонные плиты и переносить оборудование, снижая нагрузку на мышцы спасателей.

Пожаротушение

Американская компания Lockheed Martin разработала экзоскелет ONYX, который используется пожарными. Он позволяет дольше работать в задымленных зонах, переносить тяжелые инструменты и подниматься по лестницам с грузом.

Поисково-спасательные работы

Во Франции экзоскелеты HERCULE компании RB3D использовались для эвакуации пострадавших в условиях завалов. Устройство увеличивает физические возможности спасателей, позволяя им работать без переутомления.

Зоны радиационного заражения

После аварии на Фукусиме экзоскелеты применялись для работы в зонах с высоким уровнем радиации, где требовалось быстро перемещать тяжелые объекты, минимизируя время пребывания человека в опасной среде.

Плюсы технологии:

увеличение силы и выносливости (спасатели могут поднимать грузы более 100 кг, что критично при разборе завалов);

снижение травматизма (уменьшается нагрузка на позвоночник и суставы, предотвращаются профессиональные заболевания);

повышение эффективности (операции выполняться быстрее, особенно полезно в условиях ограниченного времени);

адаптация к экстремальным условиям (экзоскелеты могут оснащаться датчиками температуры, газа или радиации предупреждая об опасностях).

Минусы технологии:

высокая стоимость (цена одного экзоскелета варьируется от 50000 до 150000 тысяч долларов, что ограничивает их массовое внедрение);

ограниченная автономность (батареи работают от 2 до 8 часов, что может быть недостаточно для длительных операций);

вес и габариты (некоторые модели (особенно гидравлические) могут достигать массы в 30 кг., также экзоскелеты могут затруднять движения в узких пространствах);

сложность эксплуатации (требуется обучение персонала, а в экстренных ситуациях возможны технические сбои).

Перспективы применения при ликвидации ЧС.

Интеграция с искусственным интеллектом

Искусственный интеллект будет анализировать карту завалов, предлагая кратчайшие маршруты к пострадавшим. Алгоритмы балансировки могут помочь распределить вес груза между спасателями в команде. (как пример: можно привести проект EUROBENCH (ЕС) который разрабатывает ИИ-платформу для адаптации экзоскелетов под конкретные задачи).

Использование материалов для изготовления

Выбор правильных материалов для экзоскелета имеет огромное значение. От этого зависят прочность, масса, гибкость и комфортность конечного изделия. Качественные материалы способствуют увеличению срока службы экзоскелета и его эффективности.

Автономные источники энергии

В качестве источников энергии могут применяться компактные ядерные батареи (например, бета-гальванические элементы (разработка City Labs) могут обеспечить питание до 10 лет. Также могут применяться системы рекуперации энергии (как в Atlas 2030), которые преобразуют движения спасателя в электричество.

Биомеханическая персонализация

Применение нейроинтерфейсов (устройств вроде Brain-Computer Interface (BCI) позволяют управлять экзоскелетом силой мысли (эксперименты DARPA, 2023). 3D печать под анатомию конкретного человека (как в проекте ExoMatter (MIT)).

Использование экзоскелетов при ликвидации чрезвычайных ситуаций является перспективным направлением, которое может значительно улучшить способность спасателей выполнять свои задачи в экстремальных условиях. В последние годы технология экзоскелетов быстро развивается, и их применение в различных сферах, включая ликвидацию ЧС, становится все более актуальным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cyberdyne : экзоскелет HAL [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cyberdyne.jp/> (дата обращения: 21.04.2025).
2. Lockheed Martin : экзоскелет ONYX [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.lockheedmartin.com/> (дата обращения: 20.04.2025).
3. Robotiques 3 Dimensions : экзоскелет HERCULE [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rb3d.com/> (дата обращения: 20.04.2025).
4. DARPA : Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.darpa.mil/> (дата обращения: 20.04.2025).

5. IEEE Xplore : научная платформа [Электронный ресурс]. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/> (Статьи по экзоскелетам и робототехнике) (дата обращения: 23.04.2025).

6. Nature : научная платформа [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nature.com/> (Исследования по нейроинтерфейсам) (дата обращения: 21.04.2025).

УДК 614.841.3:62-78

МОБИЛЬНЫЙ УЧЕБНО-ТРЕНАЖЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНИКОВ В СМОДЕЛИРОВАННОЙ ОБСТАНОВКЕ ЗАКРЫТОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Павлинич Е.С., Масло В.В., Пивоваров А.В.

Профессиональная деятельность газодымозащитников связана с работой в экстремальных условиях непригодной для дыхания среды (НДС), характеризующейся высокой температурой, нулевой видимостью, токсичными продуктами горения и динамично меняющейся обстановкой [1, 2]. Традиционные методы подготовки газодымозащитников зачастую не обеспечивают необходимого уровня реализма и вариативности для отработки критически важных навыков (ориентирования в условиях сильной задымленности, поиска и эвакуации пострадавших, действий при изменениях обстановки (обрушения, обратная тяга), слаженной работы звена/отделения, а также психологической устойчивости к стрессовым факторам пожара).

Оптимизация подготовки ГДЗС требует внедрения инновационных подходов, максимально приближающих учебно-тренировочный процесс к реальным условиям ЧС [1, 3]. Одним из перспективных решений являются мобильные учебно-тренажерные комплексы (МУТК) на основе систем передвижных перегородок. МУТК представляет собой систему специальных перегородок, позволяющих оперативно моделировать различные объемно-планировочные решения помещений внутри существующих тренировочных залов или на открытых площадках [1, 4].

Ключевые технические характеристики:

1. Мобильность и Быстросборность: перегородки соединяются между собой быстросъемными соединениями, обеспечивая оперативное изменение конфигурации лабиринта (время смены обстановки 5-15 минут) [4].

2. Вариативность: возможность создания планировок, имитирующих здания всех классов функциональной пожарной опасности (жилые, общественные, производственные) с коридорами, комнатами, дверными проемами (включая дверные полотна для имитации входа в помещения) [1].

3. Универсальность размещения: эксплуатация как в закрытых помещениях (спортзалы, ангары), так и на открытых полигонах [1].

4. Динамичность: Возможность оперативного изменения «обстановки» во время практического занятия (имитация обрушения участка стены, перекрытия прохода, создания новых маршрутов) [4].

5. Интеграция с системами имитации: совместимость с генераторами дыма, системами имитации теплового воздействия (ИК-излучатели), звуковыми эффектами для создания максимально реалистичной среды.

Это позволяет эффективно отрабатывать широкий спектр критически важных для ГДЗС навыков в контролируемых, но максимально приближенных к реальности условиях (ориентирование в условиях нулевой видимости, отработка методик поиска пострадавших в различных помещениях, действия при нештатных ситуациях, тактика ведения боевых действий, командная работа звена ГДЗС, а также психологическая подготовка).

МУТК на основе систем передвижных перегородок представляют собой высокоэффективное решение для современной подготовки газодымозащитников. Они обеспечивают беспрецедентный уровень реализма и вариативности тренировочного процесса, позволяя моделировать широкий спектр сценариев пожаров в зданиях различного назначения.

Экспериментальные данные убедительно доказывают, что использование МУТК приводит к статистически значимому повышению ключевых профессиональных навыков пожарных: скорости и точности действий в задымленной среде, эффективности поиска и спасения, адаптивности к изменяющейся обстановке, слаженности работы подразделения и психологической устойчивости.

Гибкость, быстрая перенастраиваемость и относительная экономичность делают МУТК перспективной технологией для внедрения в учебные центры пожарно-спасательных гарнизонов и частей ГПС МЧС России. Дальнейшее развитие связано с интеграцией МУТК с системами дополненной реальности (AR) для наложения виртуальных элементов обстановки (огонь, опасные объекты) и объективного контроля параметров тренировки (датчики перемещения, времени, расхода воздуха).

ЛИТЕРАТУРА

1. Сак, С. П. Создание мобильного учебно-тренировочного комплекса для моделирования обстановки на пожаре при подготовке газодымозащитников / С. П. Сак, А. В. Пивоваров, Е. И. Шамрук // Технологии ликвидации чрезвычайных ситуаций : сб. материалов Междунар. заоч. науч.-практ. конф. – Минск : УГЗ, 2022. – С. 93–94.
2. BullEx : мобильные тренировочные системы [Электронный ресурс]. – URL: <https://bullex.com> (дата обращения: 30.05.2025).
3. Dräger : решения для обучения пожарных [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.draeger.com> (Раздел "Firefighter Training") (дата обращения: 30.05.2025).
4. Patentscope : база данных Всемирной организации интеллектуальной собственности [Электронный ресурс]. – URL: <https://patentscope.wipo.int> (Поиск патентов по ключевым словам fire training movable partitions) (дата обращения: 30.05.2025).

УДК 614.841.52:62

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В КОНСТРУКЦИИ ПОЖАРНЫХ ШЛЕМОВ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Пивоваров А.В., Курский И.А.

Университет гражданской защиты

В условиях стремительного технологического прогресса и ростом количества чрезвычайных ситуаций (ЧС), возникает необходимость в модернизации традиционного пожарно-технического вооружения и оборудования, применяемого при проведении аварийно-спасательных работ и тушения пожаров. Шлем спасателя-пожарного представляет собой один из ключевых элементов экипировки работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям (ОПЧС), обеспечивая защиту от термических, механических и химических воздействий.

На сегодняшний день современные шлемы представляют собой многофункциональные платформы, объединяющие сенсорные системы, средства коммуникации и технологии дополненной реальности (AR). Ключевыми технологическими решениями является:

Интегрированные системы мониторинга окружающей среды – это комплекс датчиков и технологий (газоанализаторы, термодатчик, датчики задымления, датчики влажности и давления), встроенных в конструкцию пожарного шлема, которые непрерывно отслеживают параметры внешней среды и передают данные в реальном времени. Эти системы играют ключевую роль в повышении безопасности спасателей-пожарных, позволяя оперативно реагировать на угрозы, такие как: обнаружение опасных концентраций, перепады температуры или недостаток кислорода [1];

Тепловизионные технологии и AR-интерфейсы – это два ключевых направления, которые активно развиваются и находят применение в различных сферах жизнедеятельности. Тепловизоры позволяют визуализировать тепловое излучение, что особенно важно при обнаружении скрытых очагов горения, и поиска пострадавших в условиях нулевой видимости. Дополненная реальность накладывает цифровые объекты на реальное окружение, расширяя возможности взаимодействия с информацией; [2,3]

Усовершенствованные системы связи – современные пожарные шлемы эволюционируют в высокотехнологичные устройства, где защита сочетается с интеллектуальными системами связи. Внедрение систем связи повысят безопасность, координацию действий и оперативность принимаемых решений при тушении пожаров; [4,5]

Лазерные лидары – высокоточное сканирование окружающей среды в условиях ограниченной видимости. Лазерный лидар использует лазерные импульсы для измерения расстояния до объектов и создание 3D карты пространства, помогая спасателям-пожарным ориентироваться в НДС;

Системы навигации в замкнутых пространствах – при проведении разведки на объектах промышленности и зданий больших площадей, требуется специализированные решения из-за отсутствия GPS-сигнала, ограниченной видимости и сложных условий. Системы навигации в замкнутых пространствах эволюционируют в сторону автономности и интеграции с умными устройствами, такие как лазерные лидары и AR-интерфейсы. Данные устройства позволяют повысить эффективность проведения разведки в условиях нулевой видимости. [6]

Энергоэффективность и эргономика – это взаимодополняющий критерий, который позволит при интеграции электронных систем минимизировать энергопотребления без ущерба для функциональности, а также повысить комфорт для спасателей-пожарных при длительной работе в зоне ЧС.

Перспективными направлениями в развитии будут являться: применение искусственного интеллекта (внедрение ИИ-алгоритмов для прогнозирования распространения огня и оптимизации маршрутов), биометрический мониторинг (интеграция сенсоров для отслеживания жизненных показателей пожарного с передачей данных на пульт управления), гибридные системы энергопитания (использование термоэлектрический генераторов, преобразующих тепло в энергию), интеграция с БПЛА (синхронизация с дронами для 3D-картографирования зоны ЧС в режиме реального времени), экосистема «Умный пожарный» (интеграция шлемов с IoT-платформами, позволяет автоматизировать сбор данных с датчиков, управление БПЛА и распределение сил и средств в режиме реального времени).

Модернизация пожарных шлемов направлена на создание интеллектуальных экосистем, которые в свою очередь улучшат координирование действий спасателей-пожарных во время ликвидации ЧС. Ключевым вопросом будет являться – баланс между функциональностью, эргономикой и стоимостью. Таким образом, модернизация шлемов пожарных позволит повысить эффективность работы во время чрезвычайной ситуации, а также безопасность работников ОПЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Smart Helmet: Combining Sensors, AI, Augmented Reality, and Personal Protection to Enhance First Responders' Situational Awareness // vcl.iti.gr. — URL:

<https://vcl.iti.gr/publications/smart-helmet-combining-sensors-ai-augmented-reality-and-personal-protection-to-enhance-first-responders-situational-awareness> (дата обращения: 01.05.2025).

2. Тепловизионные технологии VOx и a-Si: в чем их разница? // control.ua. – URL: <https://control.ua/blog/teplovizionnye-tehnologii-vox-i-a-si-v-chem-ih-raznica.html> (дата обращения: 01.05.2025).

3. Технологии дополненной реальности // developers.sber.ru. – URL: <https://developers.sber.ru/help/ar-vr/augmented-reality-technologies> (дата обращения: 01.05.2025).

4. Модернизация систем связи, поставка, монтаж, пусконаладочные работы АТС и кроссового оборудования // svrspb.ru. — URL: <https://svrspb.ru/modernizaciya/> (дата обращения: 01.05.2025).

5. Средства связи // fireguys.ru. – URL: https://fireguys.ru/metodicheskie_plany/pozharnaja-i-avariino-spasatel'naja-tehnika/sredstva-svjazi.html (дата обращения: 01.05.2025).

6. Обеспечение безопасности персонала в замкнутом пространстве с помощью систем RTLS // nvgn.ru. — URL: <https://nvgn.ru/blog/obespechenie-bezopasnosti-personala-v-zamknutom-prostranstve/> (дата обращения: 01.05.2025).

УДК 614.843

УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОТРАБОТКИ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ РАБОТЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ИНСТРУМЕНТОМ В КЛИЧЕВСКОМ РОЧС

Пинчук А.М.¹, Копытков В.В.²

1 - Кличевский РОЧС

2 - Университет гражданской защиты

Работники органов и подразделений выезжают для проведения аварийно-спасательных работ, помощи людям пострадавшим в различных ситуациях в том числе и для деблокирования в дорожно-транспортных ситуациях. Для поддержания боеготовности необходимы тренажеры, которые позволяют сформировать у спасателей необходимые для их работы умения и навыки, повысить мастерство, сократить сроки подготовки и уменьшить время ликвидации происшествий тем самым произвести спасательные работы в кратчайшие сроки. При использовании тренажеров повышается быстрота реакции, физическая способность, психическая и эмоциональная устойчивость, быстрое переключение внимания.

Для отработки навыков действий работы с гидравлическим аварийно-спасательным инструментом в мире разработаны и используются различные тренажеры, которые отличаются между собой как конструктивно, так и финансово [1, 2].

Анализ выездов на ЧС работников Кличевского РОЧС за последние 5 лет свидетельствует о редком использовании ими гидравлического оборудования. Из-за малого практического опыта работы с гидравлическим оборудованием при ДТП и все время увеличивающейся номенклатуры марок автомобилей на дорогах Республиканского пользования назрела острая необходимость модернизации имеющегося учебно-тренировочного комплекса для отработки практических навыков работы с гидравлическим инструментом в Кличевском РОЧС за счет добавления макета автомобиля.



а



б

а – состояние переданного автомобиля;

б – места металлических вставок для отработки практических навыков деблокирования.

Рисунок 1. - Учебно-тренировочный комплекс для отработки практических навыков работы с гидравлическим инструментом

Работники Кличевского РОЧС с учетом анализа ДТП, мест резки металлических конструкций гидравлическим инструментом своими силами доработали автомобиль, изготовив конструкции для фиксации металлических вставок при отработки практических навыков деблокирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Многофункциональный учебно-тренажерный комплекс для обучения методам оказания первой помощи лицам, пострадавшим в результате дорожно-транспортных происшествий "Деблокатор – 1.01 Г" (автомобиль на колёсах) <https://school-store.ru/catalog/osnashchenie-uchebnogo-kabineta/uchebnye-trenazhery/mnogofunktsionalnyy-uchebno-trenazhernyy-kompleks-dlya-obucheniya-metodam-okazaniya-pervoy-pomoshchi/> [электронный ресурс]. Дата доступа 11.03.2025.

2. Многофункциональный учебно-тренажерный комплекс для обучения методам оказания первой помощи лицам, пострадавшим в результате дорожно-транспортных происшествий "Деблокатор – 1.01 В" (автомобиль на крыше) https://kabinett.by/sub_product/2156 [электронный ресурс]. Дата доступа 11.03.2025.

СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ, КАК ВАЖНЕЙШИЙ КОМПОНЕНТ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Протас Е.П., Юрчик Е.В.

Университет гражданской защиты

Роль систем дистанционного зондирования земли (далее – ДЗЗ) при мониторинге чрезвычайных ситуаций в последние годы сильно возросла. Это обусловлено оперативностью получения объёмной и смысловой информации об изучаемой территории. Далее речь пойдет о возможности использования бесплатных материалов спутниковой съемки Земли, как эффективного средства анализа последствий чрезвычайных ситуаций на примере территории города Ишим.

Ключевые слова: системы дистанционного зондирования земли, мониторинг, чрезвычайные ситуации, наводнение, космические снимки.

Мир вокруг нас неизбежно меняется, в том числе и под влиянием деятельности человека, и становится опасным для всего живого на планете. Всё чаще возникают ситуации, которые принято называть чрезвычайными. Мониторинг, оперативное получение и анализ информации по предупреждению, воздействию, развитию и амортизации последствий чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), являются весьма актуальной задачей. К одним из эффективных средств ведения мониторинга ЧС можно отнести системы дистанционного зондирования земли

Использование систем дистанционного зондирования земли обеспечивает:

- создание точной, актуальной и наглядной электронной геопространственной основы на территорию локализации ЧС;
- оперативный мониторинг развития ЧС на всех стадиях;
- съемку в разных спектрах, позволяющую выявлять оползни, обвалы, лавины, и др.;
- краткосрочные прогнозы и моделирование развивающейся ЧС (компьютерное моделирование наводнений, пожаров, лавин и др.);
- картографирование последствий ЧС путем векторизации разрушенных коммуникаций, зданий и сооружений;
- построение трехмерных и динамических моделей опасных объектов по стереопарам снимков;
- оценка и подсчет средств на ликвидацию ущерба;
- рациональное использование человеческих и технических ресурсов при спасательных и восстановительных работах.

Среди огромного разнообразия спутников ДЗЗ есть две группировки спутников, достойных внимания, которые предоставляют данные для пользователей – Landsat и Sentinel. Снимки, полученные этой группировкой спутников, являются важнейшим ресурсом для проведения мониторинга земной поверхности и научных исследований в области сельского хозяйства, картографии, геологии, лесного хозяйства и картографирования последствий ЧС. Характеристики спутников и съемочной аппаратуры Sentinel-2 и Landsat8 представлены в таблице 1.

Обладея более технологичной съемочной аппаратурой, обеспечивающей съемку в 13 спектральных каналах с максимальным разрешением по видимому спектру 10 м/пикс, в отличие от 15 см/пикс у Landsat-8, а также учитывая ряд других преимуществ, снимки со спутника Sentinel-2 являются более информативными и наглядными как электронная геопространственная основа.

Таблица 1. Характеристики спутников и съемочной аппаратуры Sentinel-2 и Landsat-8

Параметр	Sentinel-2	Landsat-8
Кому принадлежит		NASA/USGS (США)
Параметр	Sentinel-2	Landsat-8
Дата допуска	2015г, 2017г	2013г
Масса, кг	1100	2623
Тип орбиты	Солнечно-синхронная	Солнечно-синхронная
Высота, км	785	705
Срок эксплуатации, лет	7	10
Параметр	Sentinel-2	Landsat-8
Период повторной съемки, сутки	5 на экваторе, 2-3 в средних широтах.	16
Спектральные каналы	13 каналов (RGB, VNIR, SWIR)	10 каналов (панхроматический; мультиспектральные: VNR (6), SWIR (2), TIR (2))
Пространственное разрешение в надири, м	10 (RGB); 20/60 (VNIR, SWIR)	15 (панхроматический); 30 (VNIR, SWIR); 100 (TIR)
Динамический диапазон, бит/пиксель	12	16
Ширина полосы съемки в надири, км	290	185

На примере города Ишим, Тюменская область, проанализируем возможность использования снимков, находящихся в свободном доступе, для оценки последствий сильного наводнения произошедшего в мае 2017 года.

Обработка снимков производилась в одной из самых распространенных программ для работы с растровыми и векторными форматами спутниковых данных, в программе Envi. Программа дает возможность использовать как стандартное видимое изображение, так и синтезированное изображение из набора других спектральных каналов. Функционал программы позволяет работать с большим количеством инструментов для геометрических преобразований изображений (координатная привязка по растровым и векторным данным, ортотрансформирование или создание бесшовной мозаики однородной по яркости и цвету), для выполнения коррекции и калибровки данных, создания и анализа цифровой модели рельефа и цифровой модели местности, а также спектрального анализа данных.

Синтез имеющихся в библиотеке каналов позволяет зафиксировать попадание в воду опасных веществ, которые могут быть смыты при затоплении производственных и складских строений. Возможность синтезировать большое количество каналов позволяет визуализировать объекты и явления, скрытые от глаз при стандартном RGB изображении.

Дальнейшая оцифровка снимка, полученного в трех спектральных каналах 1-2-3 (Red-green-blue), производилась в модуле программы ENVI Feature Extraction (ENVI FX). С помощью функционала модуля Feature Extraction (ENVI FX) были вычислены площади городских территорий и садовых массивов, подвергшихся затоплению:

- общая площадь, оказавшаяся под водой – 31 км²;
- площадь затопленных городских кварталов и садовых массивов – 5 км².

По причине резкого подъема уровня воды реки Ишим и разрушения дамбы приблизительно 7450 частных земельных участков, включая жилые и садовые дома, теплицы, бани, хозяйственные постройки и огороды, оказались под водой.

Кроме того, на основе полученных открытых данных о рельефе города Ишим, а именно горизонталей в векторном виде, была построена зона возможного затопления в случае подъема уровня реки ещё на 1 метр. Её площадь составил 3,5 км² и в большей степени

это жилые кварталы города. Дополнительно была проведена оценка возможного сокращения зоны затопления в случае принятия оперативных заградительных мер, либо мер предупреждающего характера в виде создания дополнительной временной дамбы. В этом случае удалось бы уменьшить площадь затопленных жилых и садовых участков в 3 раза (с 5 км² до 1,3 км²). Была составлена дополнительная карта сокращения последствий наводнения.

Следовательно, обладая значительной информативностью и хорошим отражением взаимосвязей между компонентами природной среды, космические снимки могут с лёгкостью использовать для анализа последствий ЧС. Функционал современных программных комплексов дает возможность, при анализе полученных снимков, решать огромный спектр задач. Учитывая свободный доступ к космическим снимкам, а также оперативность поступления снимков в базу данных, появляется возможность изучения многих природных процессов и явлений в их динамике, что в свою очередь оказывает влияние на принятии своевременных управленческих решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Некоторые вопросы космического мониторинга чрезвычайных ситуаций / Абросимов А. В., Дворкин Б. А., Кантемиров Ю. И. // Геоматика. – 2014. – №4. – С. 22-29.
2. Минаков, Е. П. Мониторинг чрезвычайных ситуаций с использованием дистанционного зондирования Земли / Е. П. Минаков, Е. Ф. Чичкова // ИЗВ. ВУЗОВ. Приборостроение. 2009. Т. 52, № 4.
3. Минаков, Е. П. Карты космической обстановки для оценивания эффективности применения космических аппаратов дистанционного зондирования поверхности Земли / Е. П. Минаков // Мат. IV Международной конференции Микротехнологии и новые информационные услуги в авиации и космонавтике. СПб, 2005. С. 45–49.
4. Щукина, В.Н., Внедрение технологий дистанционного зондирования Земли в регионе / В. Н. Щукина // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современной науки». – Тюмень: ТИУ, 2018, С.14-18.
6. Landsat. 2019 // – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Landsat> (дата обращения: 24.04.2025).
7. Landsat 8. 2019 // – URL: <http://www.scanex.ru/landsat-8> (дата обращения: 24.04.2025).
8. Sentinel-2. 2019 // – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Sentinel-2> (дата обращения: 24.04.2025).
9. Sentinel-2 – Спутник sentinel. – URL: <http://mapexpert.com.ua> (дата обращения: 24.04.2025)
10. ENVI Platform. 2019 / – URL: <https://sovzond.ru> (дата обращения: 24.04.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЖАРОВ

Поздеева А.В., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

В условиях чрезвычайных ситуаций, где присутствует высокий риск возникновения и распространения пожаров, оперативное и безопасное управление противопожарными операциями становится актуальнее. Традиционные методы пожаротушения и разведки часто оказываются неэффективными из-за опасностей для жизни спасателей-пожарных и из-за технических и тактических препятствий, связанных с нестабильностью обстановки и необходимостью их защиты.

Одним из эффективных средств пожаротушения являются беспилотные летательные аппараты (далее – БЛА), применение которых направлено на патрулировании местности и выявлении температурных разниц для более оперативного выявления очага возгорания.

БЛА в последние годы стали активно внедряться в процесс мониторинга пожаров. Их способность быстро собирать и передавать данные, непосредственно участвовать в тушении пожаров, делает их ценным ресурсом для современных пожарных служб. Различные типы БЛА могут быть адаптированы для выполнения различных задач в зависимости от конкретных потребностей и условий эксплуатации. Они имеют потенциал обеспечить эффективный мониторинг лесных пожаров, обнаружение задымлений и проведение разведки пожарного участка. Они могут проанализировать состояние воздуха, выявить наличие вредных веществ и определить их концентрацию, что позволяет определить зоны поражения [1].

С развитием БЛА появилась возможность значительно снизить риски, связанные с использованием пилотируемых бортов, и уменьшить затраты на проведение работ по тушению лесных пожаров. БЛА могут быть использованы, в том числе в ночное время, что дополнительно расширяет их функциональность.

Варианты использования БЛА в борьбе с пожарами включают патрулирование локальных объектов, использование их в качестве географически привязанных воздушных пунктов наблюдения, мониторинг пожаров с использованием инфракрасных камер в чрезвычайные периоды, проведение воздушной разведки кромки действующего пожара силами наземных и аэромобильных команд тушения, и мониторинг состояния торфяных пожаров с использованием инфракрасного диапазона [2].

В некоторых странах крупные беспилотники могут использоваться для непосредственного тушения пожаров, набирая воду из водоемов и сбрасывая ее на очаг пожара. БЛА вертолетного или мультикоптерного формата могут быть использованы для тушения пожаров в высотных зданиях, например, для подъема пожарного рукава на необходимую высоту. Также для данной цели могут применяться автономные беспилотники, оснащенные бортовыми емкостями с противопожарными смесями.

Еще один вариант использования БЛА в противопожарной деятельности заключается в их применении для обстрела пожара огнегасящими бомбами. Они способны сбрасывать специальные бомбы на очаги возгорания, что помогает снизить интенсивность пламени и выиграть время для пожарных подразделений.

Применение БЛА в противопожарных операциях представляет собой новое и перспективное направление, которое активно разрабатывается и тестируется не только в Беларуси, но и в других странах.

Один из примеров применения БЛА в противопожарных операциях - разработанный в США пожарный дрон, который осуществляет контролируемый встречный пал. Данный дрон выпускает в несгоревшие области контрольной зоны шарики, наполненные гликолем.

Химическая реакция внутри шариков приводит к их воспламенению, и они служат барьером для распространения основного пожара.

Еще одним примером может послужить разработка авиакорпорации Lockheed Martin, которой был создан беспилотный пожарный вертолет К-МАХ. Он работает в паре с другим дроном Stalker ХЕ, который обнаруживает место возгорания и передает координаты К-МАХ. Затем К-МАХ самостоятельно набирает воду и тушит пожар с воздуха, позволяя эффективно реагировать на возгорания и ограничить их распространение [3].

Практическое применение БЛА в реальных ситуациях тушения пожаров демонстрирует их потенциал и эффективность – эти устройства могут быть адаптированы для выполнения широкого спектра задач, включая обнаружение и мониторинг пожаров, создание противопожарных полос, прямое тушение пожаров и многое другое.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федотов, С.Б. Борьба с пожарами как задача гражданской обороны / С.Б. Федотов // Педагогические достижения – Москва. – 2017. – 177 с.
2. Брушнинский, Н.Н., Соколов, С.В., Вагнер, П. Человечество и пожары / Н.Н. Брушнинский и др. – М., 2010. – 153 с.
3. Шимон, Н.С. Проблемы и перспективы использования беспилотных летательных аппаратов при прогнозировании и предупреждении ЧС / Н.С. Шимон // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы – М., 2019. – 10 с.

УДК 614.84

ВАРИАНТ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА АВТОЛЕСТНИЦ (АВТОПОДЪЕМНИКОВ), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ УКОМПЛЕКТОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

Порошин А.А., Стрельцов О.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

В настоящее время для расчета технической оснащенности подразделений пожарной охраны, создаваемых для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в населенных пунктах используется Методика расчета численности и технической оснащенности подразделений пожарной охраны, утвержденная приказом МЧС России от 15.10.2021 № 700. Пунктом 7 Методики четко и понятно определяется минимальное количество специальных пожарных автомобилей (далее ПА), необходимое для укомплектования подразделений пожарной охраны, создаваемых для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в населенных пунктах, согласно табличному приложению к Методике.

Однако, вторая часть пункта 7 Методики «Количество специальных ПА, не указанных в приложении № 1 к настоящей Методике, определяется исходя из оперативно-тактических характеристик (особенностей) населенных пунктов, с учетом наличия опорных пунктов тушения крупных пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» неконкретна. В Приказе не регламентировано, кто проводит анализ оперативно-тактических характеристик (особенностей) населенных пунктов, какими документами сопровождается анализ, каким образом определяется количество специальных ПА, не указанных в приложении к Методике.

В целях совершенствования методики расчета численности и технической оснащенности подразделений пожарной охраны, создаваемых для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в населенных пунктах, утвержденной приказом МЧС России от 15.10.2021 № 700 [1], предложен вариант расчета количества автолестниц

(автоподъемников), необходимых для укомплектования территориальных подразделений пожарной охраны.

Для определения количества автолестниц (автоподъемников), необходимых для укомплектования территориальных подразделений пожарной охраны, входящих в состав местного пожарно-спасательного гарнизона населенных пунктов с числом жителей от 100 тыс. до 2 млн. человек, предлагается учитывать этажность городской застройки.

С этой целью был проведен анализ количества этажей в жилых домах в городах Российской Федерации с использованием данных онлайн-сервиса «Дом.МинЖКХ» [2]. В базе сервиса содержится информация о 934 тысячах домов в 85 регионах: управляющая компания, фотографии и планы на карте, количество этажей, год постройки и ввода в эксплуатацию, серия и тип постройки здания – всего более 40 характеристик. В качестве примера, в таблице 1 приведены данные об общем количестве жилых домов в некоторых городах Российской Федерации, а также количество домов этажностью 5 этажей и более.

Таблица 1 - Количество жилых домов и жилых домов этажностью 5 этажей и более в некоторых городах Российской Федерации, с числом жителей 100 – 2000 тыс. человек

№ п/п	Название города	Численность населения, тыс. чел.	Количество домов, ед.	Количество домов этажностью 5 этажей и более, ед.	Доля домов этажностью 5 этажей и более, %
1	Новосибирск	1635,3	8578	5610	65,4
2	Екатеринбург	1539,4	7734	5292	68,4
3	Казань	1314,7	5901	4531	76,8
4	Самара	1163,6	9327	4494	48,2
5	Воронеж	1052,0	5288	3518	66,5
6	Тюмень	855,6	4462	3172	71,1
7	Барнаул	623,1	3073	2025	65,9
8	Балашиха	526,9	2074	1377	66,4
9	Тверь	414,8	2995	1615	53,9
10	Тамбов	259,0	2203	1219	55,3
11	Абакан	185,3	1001	695	69,4
12	Ковров	130,0	1144	554	48,4
13	Муром	106,0	1384	406	29,3

Как видно из таблицы, наименьшая доля домов этажностью 5 этажей и более среди представленных городов получена для г. Муром – 29,3%, наибольшая доля таких домов – в г. Казани – 76,8%. Для остальных городов доля домов этажностью 5 этажей и более лежит в пределах от 48% до 72%.

Предлагается для местных пожарно-спасательных гарнизонов с численностью населения от 350 до 700 тыс. человек, от 700 до 1250 тыс. человек и от 1250 до 2000 тыс. человек ввести по три категории:

- с долей жилых домов этажностью 5 этажей и более - менее 50%;
- с долей жилых домов этажностью 5 этажей и более - от 50% до 70%;
- с долей жилых домов этажностью 5 этажей и более - свыше 70%.

Для местных пожарно-спасательных гарнизонов с численностью населения от 100 до 350 тыс. человек предлагается ввести две категории:

- с долей жилых домов этажностью 5 этажей и более - менее 50%;
- с долей жилых домов этажностью 5 этажей и более - свыше 50%.

Количество автолестниц (автоподъемников), необходимых для укомплектования территориальных подразделений пожарной охраны, входящих в состав местного пожарно-

спасательного гарнизона, предлагается определять в зависимости от доли жилых домов этажностью 5 этажей и более согласно таблице 2.

Таблица 2 – Количество автолестниц (автоподъемников), необходимых для укомплектования территориальных подразделений пожарной охраны

Число жителей на территории местного пожарно-спасательного гарнизона, тыс. чел	Доля домов этажностью 5 этажей и более, %		
	до 50	50-70	свыше 70
до 50	1 при наличии зданий высотой 12 метров и более		
свыше 50 до 100	2	2	2
свыше 100 до 350	3	4	4
свыше 350 до 700	4	5	6
свыше 700 до 1250	7	8	9
свыше 1250 до 2000	8	9	10
свыше 2000	определяется по количеству административных районов: не менее одной автолестницы (автоподъемника) на район		

Предложенные дополнения и уточнения к Методике расчета технической оснащенности подразделений пожарной охраны позволят повысить эффективность действий подразделений пожарной охраны при тушении пожаров в населенных пунктах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении методик расчета численности и технической оснащенности подразделений пожарной охраны : приказ МЧС России от 15 октября 2021 г. № 700. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/727092720> (дата обращения: 24.02.2025).
2. Информация о домах в России // Dom.mingkh.ru. – URL: <https://dom.mingkh.ru/> (дата обращения: 24.02.2025).

УДК 69.059.2 / 699.841

О ПОВЫШЕНИИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Сейіткасымулы К. ¹, Кунанбаева Я.Б. ¹, Досалиев К.С. ¹, Жакипбаев Б.Е. ², Копытков В.В. ³

¹Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова

²Университет дружбы народов имени академика А.Куатбекова

³Университет гражданской защиты

Темпы строительства в Казахстане (в том числе и в мегаполисе Шымкент) растут из года в год, но новые многоквартирные жилые дома с несущими кирпичными стенами практически перестали вводить в эксплуатацию (исключением является строительная компания *Batsu*). Основными причинами этого являются высокая сметная стоимость и продолжительность строительства, поэтому на смену прочным, долговечным и экологически чистым кирпичным домам пришли быстровозводимые панельные, а также здания с монолитным железобетонным каркасом, в которых кирпич или другие стеновые материалы используют только для возведения самонесущих стен и перегородок. Большая часть современных жилых домов с несущими кирпичными стенами построена во второй половине

20-го века. На сегодняшний день почти все эти дома требуют проведения капитального ремонта и проверки на сейсмостойкость [1].

В последние годы в мире всё чаще слышно о достаточно разрушительных землетрясениях, из 20 самых смертоносных землетрясений 21-го века 5 произошли в 2021–2025 годы. В пятёрке стран по интенсивности землетрясений оказались Япония, Мексика, Индонезия, Тайвань и Филиппины; Казахстан на 12 месте. Согласно данным earthquakelist.org и по данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан за последние 10 лет в РК и в пределах 300 км от РК произошло в общей сложности 826 землетрясений магнитудой 4 и выше; это в среднем 82 землетрясения в год, из которых 47 в Алматы. В Шымкенте происходит в среднем 13 землетрясений ежегодно, в Восточно-Казахстанской области 7 землетрясений, в Туркестанской и Мангистауской областях по 3 землетрясения, в Карагандинской и Атырауской областях по одному землетрясению, в других регионах РК землетрясений практически не наблюдается (*рисунок 1*) [1-3].

По состоянию на 1 января 2023 года общая площадь жилищного фонда мегаполиса Шымкент составляет 21595,7 тыс. м², из которых на многоквартирные дома по материалам наружных стен (*кирпич, камень*) составляет 2069,5 тыс. м². Также следует отметить, что 47 жилых домов с общей площадью 22,7 тыс. м² находятся в аварийном состоянии и не сейсмоустойчивы [2].

Сейсмическое укрепление зданий стало горячей темой в последние годы, особенно для каменно-кирпичных конструкций. Поскольку существует так много каменно-кирпичных конструкций и поскольку большинство из них были построены до появления сейсмических норм, их сейсмическая уязвимость является неизбежной проблемой [4-5].

Возрастающие объемы капитального строительства, увеличение численности и улучшение условий проживания населения, массовое жилищное строительство в крупных городах с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями и крайне ограниченными возможностями расширения территории предъявляют высокие требования к надежности и экономичности многоэтажных зданий и сооружений, строящихся в районах высокой сейсмичности. Поэтому, перед теорией и практикой сейсмостойкости сооружений на современном этапе ставятся новые более сложные задачи, связанные с необходимостью учета запасов прочности конструкций в предельной стадии работы при интенсивных сейсмических нагрузках, переходом к нелинейным пространственным расчетным моделям, более полно отражающим реальные свойства зданий и сооружений, использованием эффективных способов сейсмозащиты зданий, снижающих сейсмические нагрузки, повышением количества и качества новых сейсмологических данных, характеризующих долговременную сейсмическую опасность территории, подверженной сейсмическим воздействиям. В последние десятилетия специалистами в области сейсмостойкого строительства ведется работа по созданию и применению новых способов сейсмоизоляции кирпичных зданий и сооружений с помощью сейсмоизолирующих опор, которые позволяют снизить сейсмические нагрузки на надземную часть здания на 1-2 балла, что в свою очередь приводит к значительному снижению себестоимости зданий и повышению их надежности [4].

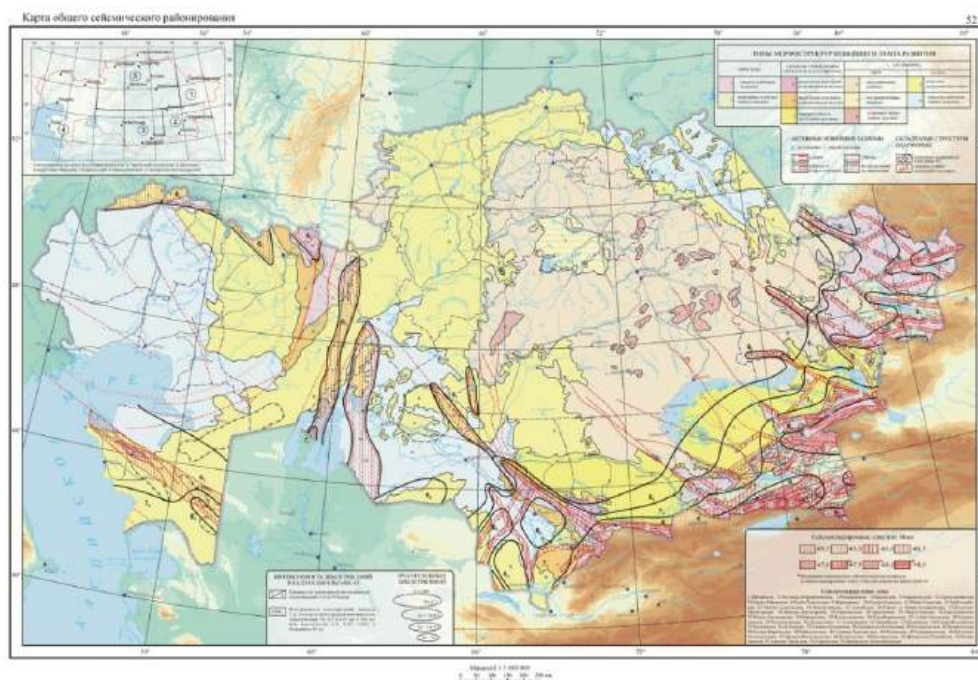


Рисунок 1. – Карта общего сейсмического районирования Республики Казахстан [3]

Кирпичные здания относятся к наименее сейсмостойкому конструктивному типу зданий. Ограничение этажности кирпичных зданий делает невыгодным их строительство в районах престижной застройки из-за дороговизны участков, относительно высокой стоимости инженерных сетей и благоустройств. При малой этажности себестоимость 1 м^2 жилья становится неконкурентоспособной [4]. На сегодняшний день одним из реальных путей повышения этажности сейсмостойких кирпичных зданий является их сейсмоизоляция и повышение сейсмостойкости существующих кирпичных зданий с применением современных строительных материалов. В этой связи, интересны работы Демина Э.В., Кожаринова С.В., Малярик М.Г., Алексеенкова Д.А., Махатадзе Л.Н., Малышева Е.Г., Мели Р., Полякова С.В., Пумпяна В.С., Сафаргалиева С.М., Фахридинова У. Ашкинадзе Г.Н., Шапиро Г.А. и других.

Как строительный материал, каменная кладка является одним из наиболее часто используемых материалов в мире. 70% мирового строительного фонда – это каменные здания, построенные из различных типов материалов (кирпичей, блоков, камней). Популярность обусловлена тем, что каменная кладка – дешевый, легкодоступный материал и его просто строить. Каменная кладка также огнестойка и исключительно долговечна. Из-за массы каменных конструкций они обладают изначально хорошей устойчивостью к ветру. С другой стороны, каменные конструкции уязвимы для землетрясений из-за своей массы, отсутствия прочности на растяжение и хрупкости. Хотя землетрясения не являются серьезной проблемой во всех частях мира, общеизвестно, что землетрясения могут быть разрушительными для каменных конструкций [5-7].

По анализам многих землетрясений в различные периоды с 1950 годов по настоящее время основной причиной разрушений является низкая прочность стен из обожженного кирпича и кладки вследствие низкого сцепления камня с раствором, т.е. пониженная монолитность кирпичной кладки (*кладка стен выполнена многорядной системой перевязки швов; здание сложной формы в плане не разделено антисейсмическим швом; отсутствуют антисейсмические пояса; поперечные стены выполнены только по торцам здания и в местах расположения лестничных клеток; глубина заделки сборных железобетонных перемычек в кладку не более 200 мм*) [6-9].

В этой связи, для повышения сейсмостойкости существующих кирпичных зданий необходимо изучить пути увеличения сцепления раствора с камнем для повышения

монолитности кладки; изучение способов конструктивного усиления кладки; применение активных способов сейсмозащиты.

Для приведения кирпичных жилых домов в сейсмостойкое исполнение требуется провести усиление стен сплошным профилированным настилом или двухсторонней железобетонной рубашкой; провести усиление перекрытия и покрытия для устройства жесткого диска; обеспечить связку стен со сборными пустотными железобетонными плитами; устройство сборных или монолитных железобетонных антисейсмических поясов; выполнение антисейсмических швов и дополнительных диафрагм жесткости при не достаточном шаге поперечных стен [7-11].

Таким образом, увеличение сейсмостойкости жилых домов с несущими кирпичными стенами в ходе проведения капитального ремонта позволяет обеспечить механическую безопасность зданий и их дальнейшую безопасную эксплуатацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор <https://ranking.kz/reviews/regions/v-kazahstane-proishodit-v-srednem-82-zemletryaseniya-v-god-iz-kotoryh-47-v-odnom-lish-almaty.html>.
2. Отчет «О жилищном фонде города Шымкент на 2023 год» / Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Астана, 2023.
3. Карта общего сейсмического районирования Республики Казахстан. Масштаб: 1:5000000. 2010 г. / Национальный атлас Республики Казахстан. Том 1: Природные условия и ресурсы. Алматы, 2010. – 150 с.
4. Абдурашидов К.С., Айзенберг Я.М., Жунусов Т.Ж. Сейсмостойкость сооружений. Москва, Наука 1969. – 192 с.
5. Hafner I, Kišiček T, Gams M. Review of Methods for Seismic Strengthening of Masonry Piers and Walls. *Buildings*. 2023; 13(6):1524
6. Barbieri, G.; Biolzi, L.; Bocciarelli, M.; Fregonese, L.; Frigeri, A. Assessing the seismic vulnerability of a historical building. *Eng. Struct.* 2013, 57, 523–535
7. Drougkas, A.; Licciardello, L.; Rots, J.G.; Esposito, R. In-plane seismic behaviour of retrofitted masonry walls subjected to subsidence-induced damage. *Eng. Struct.* 2020, 223, 111192
8. da Porto, F.; Guidi, G.; Garbin, E.; Modena, C. In-Plane Behavior of Clay Masonry Walls: Experimental Testing and Finite-Element Modeling. *J. Struct. Eng.* 2010, 136, 1379–1392
9. Mezrea, P.E.; Ispir, M.; Balci, I.A.; Bal, I.E.; Ilki, A. Diagonal tensile tests on historical brick masonry wallets strengthened with fabric reinforced cementitious mortar. *Structures* 2021, 33, 935–946.
10. Gams, M.; Tomaževič, M.; Berset, T. Seismic strengthening of brick masonry by composite coatings: An experimental study. *Bull. Earthq. Eng.* 2017, 15, 4269–4298
11. D'Ambra, C.; Lignola, G.P.; Prota, A.; Sacco, E.; Fabbrocino, F. Experimental performance of FRCM retrofit on out-of-plane behaviour of clay brick walls. *Compos. Part B Eng.* 2018, 148, 198–206

УДК 621.311.011:621.822

ПОЖАРНАЯ, АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ

Симонов А.Е., Федькович В.А, Гаврошко В.С.

Университет гражданской защиты

Пожарная техника — это специализированные средства и устройства, предназначенные для предупреждения, обнаружения и тушения пожаров, а также для проведения спасательных работ в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций. Эффективность борьбы с огнем во многом зависит от качества и функциональности

пожарной техники, поэтому понимание ее классификации и назначения является важным аспектом для специалистов в области пожарной безопасности.

Совершенствование пожарной техники требует разработки новых тактических приемов тушения и ликвидации пожаров, что способствует повышению классификации сотрудников пожарной службы. В совокупности все вышеизложенное уменьшает количество жертв и уровень материального ущерба при пожаре [1].

Важно отметить, что пожарные автомобили общего назначения используются не только для тушения пожаров, но и для других неотложных операций. Они могут быть задействованы при ликвидации чрезвычайных ситуаций, спасении людей при наводнениях, землетрясениях и других стихийных бедствиях. Есть различные типы пожарных автомобилей общего назначения, каждая из которых обладает своими особенностями и предназначена для разных видов задач [3].

Пожарная техника включает в себя как специализированные машины и устройства, так и вспомогательное оборудование, предназначенное для выполнения различных задач в области пожаротушения и спасения. Основная цель пожарной техники — эффективное реагирование на пожары и минимизация их последствий [2].

Пожарная техника включает в себя разнообразные устройства, машины, системы и инструменты, призванные выполнять следующие функции:

1. Предотвращение возгораний — установка автоматизированных систем, необходимых для снижения риска возникновения пожарной ситуации;
2. Обнаружение и сигнализация — системы, которые обеспечивают раннее выявление признаков пожара и подают сигналы тревоги;
3. Тушение огня — средства, которые имеют возможность подавать воды, пены или порошки на возгорание;
4. Спасение и эвакуация — оборудование для помощи в спасении людей и животных из опасных зон.

Пожарная техника классифицируется в зависимости от области применения и назначения. Существуют следующие виды:

1. Первичные средства пожаротушения. Это материалы и инструменты (иногда устройства), предназначенные для ликвидации возгорания на начальном этапе. Эти средства всегда должны быть наготове. К таким средствам относят огнетушители, локальные пожарные краны, песок, кошма, вода, ведра, лопаты и полотенца.
2. Мобильные средства пожаротушения. К ним относятся транспортные средства, которые используются сотрудниками пожарных станций и подразделений МЧС для тушения пожаров любой сложности. К ним относятся пожарные автомобили, самолеты, поезда, суда и другие.
3. Установки пожаротушения. Это противопожарные системы, которые могут ликвидировать пожар на начальной стадии, обычно проектируются вместе со зданиями перед строительством. Эти установки можно классифицировать по их назначению, виду огнетушащего вещества, режиму работы, степени автоматизации, конструктивному исполнению, принципу действия и инерционности. Установки пожаротушения, как одно из технических средств системы противопожарной защиты, применяются там, где пожар может получить интенсивное развитие уже на начальной стадии.
4. Средства пожарной автоматики. Задачей противопожарной автоматики является извещение и ликвидация возгораний на начальных этапах. К этим средствам можно отнести системы автоматической и охранно-пожарной сигнализаций.
5. Пожарные рукава. Это рукава, предназначенные для транспортировки огнетушащих средств к очагу возгорания.
6. Средства индивидуальной защиты пожарных. К ним относятся защитная одежда, средства защиты дыхательных путей, средства защиты зрения.
7. Средства спасения людей. К ним относятся автолестницы, «кубы жизни».
8. Пожарный инструмент. Лопаты, кирки, топоры, веревки и другие.
9. Системы оповещения и управления эвакуацией.

Современные технологии значительно изменили подходы к борьбе с пожарами. Среди ключевых тенденций можно выделить:

- автоматизация процессов – все большее внимание уделяется автоматизированным системам обнаружения и тушения пожаров;
- использование новых материалов – разработка огнетушащих веществ на основе современных химических соединений;
- эко-технологии – устойчивое развитие и использование экологически чистых технологий в производстве пожарной техники;
- интеграция с системами умного дома – современные системы безопасности становятся частью концепции «умного дома», что позволяет повысить уровень защиты.

Одним из наиболее значимых аспектов эффективного использования пожарной техники является подготовка и обучение специалистов. Учебные заведения и центры подготовки предлагают следующие направления: проведение тренингов по использованию специализированного оборудования, изучение новых технологий и стандартов, связанных с пожарной безопасностью, а также сертификация по международным стандартам для повышения квалификации и конкурентоспособности специалистов.

Государственные органы играют важную роль в формировании правил и стандартов, регулирующих использование пожарной техники. Ключевые аспекты регулирования включают:

- установление норм и стандартов для проектирования, эксплуатации и технического обслуживания пожарной техники через законы и подзаконные акты;
- внедрение системы лицензирования и сертификации для производителей и поставщиков пожарного оборудования;
- организация инспекционных мероприятий, целью которых является контроль за соблюдением норм пожарной безопасности и исправностью техники.

Несмотря на широкое использование пожарной техники, во многих регионах существуют проблемы, требующие внимания. Такие как недостаток финансирования на обновление и поддержание технологий, что может привести к снижению уровня безопасности. Сложности в организации и проведении тренировок для сотрудников, а также необходимость внедрения новых технологий, которые могут требовать дополнительного обучения [3].

Пожарная техника представляет собой многофункциональную систему, которая комбинирует различные устройства и оборудование для защиты жизни и здоровья людей, а также обеспечивает безопасность материальных ценностей.

Классификация пожарной техники позволяет эффективно организовать ее использование в зависимости от задач и условий, возникающих при ликвидации пожаров. Важно помнить, что регулярное техническое обслуживание и обучение специалистов по работе с пожарной техникой играют ключевую роль в повышении эффективности и надежности действий при угрозе возгораний.

Постоянное совершенствование техники и грамотное ее применение — залог успешного функционирования системы пожарной безопасности. Правильный выбор и применение соответствующей техники могут значительно повысить шансы на успешное тушение пожара и спасение жизней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Преснов А. И., Марченко М. А., Мироньчев А. В., Данилевич А. В. Пожарная техника: Учебное пособие. СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2015.-600 с;
2. Преснов А.И., Марченко М.А., Ложкин В.Н., Скрипка А.В. и др. Пожарная техника: Учебник в 2 частях. Часть 1. – СПб.: Санкт-Петербургский Университет ГПС МЧС России, 2016. - 352 с;
3. Шигорин С. А., Гришанков П. С. Диалектические основы, определяющие требуемый порядок функционирования системы технического обслуживания и ремонта техники в МЧС России // Материалы конференции. М.: Академия ГПС МЧС России, 2023. С. 161–172.

ПРОТИВОПОЖАРНЫЙ РОБОТ «COLOSSUS»

Скакалин Г.Д., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

В современном мире, где риски техногенных катастроф и пожаров остаются высокими, возрастает потребность в инновационных решениях, способных обеспечить безопасность людей и минимизировать материальный ущерб. Одним из перспективных направлений в этой области является разработка и применение противопожарных роботов. Среди них особое место занимает противопожарный робот «Colossus» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид противопожарного робота «Colossus»

Противопожарный робот «Colossus» – высокотехнологичный робот, предназначенный для борьбы с огнем и эвакуации людей, материальных ценностей при экстремальных условиях, где присутствие человека связано с высоким риском и большой опасностью. Данный робот представляет собой не просто механизм, а сложную систему, сочетающую в себе передовые достижения робототехники и пожарной техники. Также робот сочетает в себе высокую мобильность, дистанционное управление и мощную систему пожаротушения, что позволяет ему эффективно работать в сложных и опасных ситуациях.

Противопожарный робот «Colossus» управляется дистанционно оператором, находящимся в безопасном месте. Это позволяет пожарным избегать непосредственного контакта с огнем, дымом и другими опасностями, снижая риск травм и гибели. Также робот оснащен гусеничным шасси, обеспечивающим высокую проходимость по различным поверхностям, включая неровную местность, лестницы и завалы, это позволяет роботу добираться до очагов пожара, недоступных для обычной техники. Противопожарный робот «Colossus» может оснащаться различными системами пожаротушения, включая водяные пушки, пенные генераторы и другие устройства. Он способен подавать большие объемы воды или пены на значительное расстояние, что позволяет быстро и эффективно тушить пожары. Конструктивные особенности робота позволяет оснащать его дополнительным оборудованием, таким как камеры видеонаблюдения (в том числе тепловизоры), датчики газа, системы освещения и другие устройства, расширяющие его функциональные возможности.

Общие характеристики противопожарного робота «Colossus»

Модульная конструкция: робот Colossus может оснащаться различными типами пожарных стволов в зависимости от задачи. Это позволяет быстро адаптировать робота к конкретным условиям пожара. Максимальная грузоподъемность: до 550 кг груза, что позволяет использовать лафетные пожарные стволы с большим расходом и другое оборудование. Colossus может быть оснащен различными типами пожарных стволов, такими как РОК, АWG, TFT и другими. Стволы могут обеспечивать расход воды до 3500 литров в минуту и подавать воду или воздушно-механическую пену на расстояние до 80 метров. Стволы оснащены самозащитными водяными насадками, что позволяет им безопасно работать в высокотемпературных условиях. Тяговая способность: 2 тонны, что позволяет роботу перемещать тяжелые объекты и оборудование. Робот оснащен моторизованными поворотными камерами, включая тепловизоры, что позволяет оператору видеть очаг пожара даже в условиях низкой видимости; дополнительными датчиками, такими как датчики газа и радиационные датчики, что позволяет ему работать в зонах с опасными веществами. И не маловажная характеристика робота – он может быть быстро переоснащен для выполнения различных задач, таких как транспортировка грузов, эвакуация людей, разбор завалов и т.п.

Благодаря приведенным преимуществам противопожарный робот «Colossus» может безопасно и эффективно тушить пожары в крупных промышленных объектах, где существует риск обрушения конструкций и распространения опасных веществ, может использоваться для тушения пожаров в метро, для ликвидации последствий других чрезвычайных ситуаций, таких как утечки опасных химических веществ и обрушения зданий, может использоваться для работы в условиях повышенной опасности, таких как пожары с риском взрыва и пожары, связанные с радиоактивными материалами.

Противопожарный робот «Colossus» – это передовая технология, которая значительно повышает безопасность и эффективность пожаротушения. Он является важным инструментом для подразделений МЧС и позволяет им более эффективно бороться с огнем в сложных и опасных ситуациях. Дальнейшее развитие робототехники в этой области позволит минимизировать риски при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Противопожарный робот // DirectIndustry. – 2025. – URL: <https://www.directindustry.com.ru/prod/shark-robotics-shark-energy/product-222218-2557965/> (дата обращения: 07.05.2025).
2. Colossus // RobotsGuide. – 2025. – URL: <https://robotsguide.com/robots/colossus/> (дата обращения: 07.05.2025).

УДК 614.842.9

ГИБРИДНЫЕ СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ В ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Старовойтов Е.Д.

Университет гражданской защиты

В условиях глобального энергоперехода и усиления экологических стандартов актуальной становится задача адаптации гибридных силовых установок (ГСУ) к транспортным средствам специального назначения. Пожарная техника — одна из наиболее энергоемких категорий автомобилей, которая традиционно использует дизельные двигатели высокой мощности. Внедрение гибридных технологий в данном сегменте может

существенно снизить выбросы вредных веществ, повысить энергоэффективность и обеспечить более гибкий режим эксплуатации в условиях чрезвычайных ситуаций.

Рассмотрим возможности применения гибридных приводов в пожарной технике с учётом климатических, эксплуатационных и нормативных реалий Республики Беларусь.

Мировой опыт (Pierce Volterra, Rosenbauer RTX, Zoomlion JX130) демонстрирует функциональную реализуемость гибридных решений, в том числе в пожаротушении на объектах с высокой плотностью населения. Однако в Республике Беларусь отсутствует нормативная база, специально регламентирующая особенности проектирования и эксплуатации гибридных ПАСА.

Сложные климатические условия (температуры от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$), необходимость высокой автономности и готовности к длительной работе без подзарядки, а также суровые дорожные условия требуют от гибридной платформы надёжности и адаптации к местной инфраструктуре. При этом ТНПА и СТБ пока не содержат положений, учитывающих специфику ГСУ в пожарной технике.

Необходима комплексная программа исследований, включающая моделирование, натурные испытания и создание демонстрационных образцов гибридных пожарных автомобилей для условий Республики Беларусь. Параллельно требуется разработка нормативной и правовой базы, регулирующей проектирование, внедрение и эксплуатацию гибридных решений в сегменте техники МЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 11.13.24-2017 Пожарная безопасность. Автомобили пожарные основные. Общие технические требования. Методы испытаний. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь, 2017. – 45 с.
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств». – [Б. м.] : [б. и.], 2011. – 112 с.
3. Каталог продукции: пожарные автоцистерны и специальная техника // ООО «ПОЖСНАБ». – Борисов : ПОЖСНАБ, 2025. – URL: <https://pozhsnab.com/production/28/> (дата обращения: 07.05.2025).
4. Rosenbauer RTX – Electric Fire Truck // Rosenbauer Group. – URL: <https://rosenbaueramerica.com/rosenbauer-revolutionary-technology> (дата обращения: 07.05.2025).
5. Volterra™ Electric Fire Truck // Pierce Manufacturing Inc. – URL: <https://www.piercemfg.com/electric-fire-trucks/pierce-volterra> (дата обращения: 07.05.2025).
6. Zoomlion JX130 ARFF Vehicle Overview // Zoomlion Heavy Industry Science & Technology Co., Ltd. – URL: <https://en.zoomlion.com/> (дата обращения: 07.05.2025).

УДК 621.352.5:629.3.04

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИБРИДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ: ОТ ИНЖЕНЕРНОЙ КОНЦЕПЦИИ К ОПЕРАТИВНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ

Старовойтов Е.Д.

Университет гражданской защиты

Современная техника специального назначения, включая пожарные, аварийно-спасательные и аэродромные автомобили, испытывает растущее давление со стороны требований к экологичности и энергоэффективности. При этом они обязаны сохранять высокую боевую готовность, надёжность в экстремальных условиях и автономность.

Использование гибридных силовых установок (ГСУ) становится технологическим ответом на этот вызов, позволяя существенно снизить топливные расходы и выбросы при сохранении полной функциональности.

Проанализируем подходы к обеспечению энергоэффективности в гибридных транспортных средствах специального назначения и обобщим инженерные решения, реализованные в международной практике.

В гибридных пожарных автомобилях, таких как Pierce Volterra (США), Rosenbauer RTX (Австрия) и Zoomlion JX130 (КНР), реализованы следующие принципы энергоэффективности:

использование многоуровневых режимов работы: движение на электротяге, параллельный привод, питание насосов от аккумулятора без включения ДВС;

внедрение рекуперативных систем торможения, позволяющих возвращать часть энергии обратно в систему;

применение высокоэффективной силовой электроники (инверторов и контроллеров), позволяющей оптимизировать поток энергии;

снижение массы за счёт модульной надстройки и композитных материалов;

точечное включение ДВС в моменты максимальной нагрузки, что уменьшает расход топлива в режимах ожидания и дежурства.

Эти подходы позволяют достигать сокращения потребления дизельного топлива на 30–40%, а также существенно снижать уровень шума и токсичности выхлопов в городских и замкнутых пространствах.

Гибридизация транспортных платформ специального назначения даёт реальный эффект в сфере энергоэффективности и экологической устойчивости. Для Республики Беларусь такие решения представляют интерес в рамках модернизации парка техники МЧС, особенно в условиях ужесточающихся экологических требований и необходимости импортозамещения. Для полноценного внедрения требуется адаптация международных инженерных решений к местным климатическим и нормативным условиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 11.13.24-2017 Пожарная безопасность. Автомобили пожарные основные. Общие технические требования. Методы испытаний. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь, 2017. – 45 с.

2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств». – [Б. м.] : [б. и.], 2011. – 112 с.

3. Испытания электромобилей в реальных условиях // Dewesoft. – URL: <https://dewesoft.com/ru/blog/electric-vehicle-real-drive-tests> (дата обращения: 07.05.2025).

4. Хомутов, А. А. Определение экономической эффективности применения гибридных автомобилей в городском общественном пассажирском транспорте / А. А. Хомутов, Д. В. Шабалин, П. В. Петунин // Омский научный вестник. – 2014. – № 4. – С. 88–93.

5. Rosenbauer RTX – Electric Fire Truck // Rosenbauer Group. – URL: <https://rosenbaueramerica.com/rosenbauer-revolutionary-technology> (дата обращения: 07.05.2025).

6. Volterra™ Electric Fire Truck // Pierce Manufacturing Inc. – URL: <https://www.piercemfg.com/electric-fire-trucks/pierce-volterra> (дата обращения: 07.05.2025).

7. Zoomlion JX130 ARFF Vehicle Overview // Zoomlion Heavy Industry Science & Technology Co., Ltd. – URL: <https://en.zoomlion.com/> (дата обращения: 07.05.2025).

8. Электрические и гибридные спецмашины: преимущества и перспективы // XCMG. – URL: <https://xcmg-ru.ru/informacziya/statii/elektricheskie-i-gibridnye-spetsmashiny-preimushchestva-i-perspektivy/> (дата обращения: 07.05.2025).

ИНТЕГРАЦИЯ ГИБРИДНЫХ ПРИВОДОВ В СПЕЦАВТОМОБИЛИ ДЛЯ РЕАГИРОВАНИЯ НА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ: БАРЬЕРЫ И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Старовойтов Е.Д.

Университет гражданской защиты

Гибридные силовые установки (ГСУ) находят всё большее применение в транспортных средствах общего назначения, однако их использование в спецтехнике (в частности, пожарных автомобилях) сопряжено с рядом сложностей. Внедрение гибридных решений в таких машинах требует не только технологической адаптации, но и преодоления организационных, нормативных и эксплуатационных барьеров.

Выявим основные барьеры на пути внедрения гибридных силовых установок в автомобили, используемые для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, и предложим пути их преодоления с учётом международного и локального опыта.

Основные препятствия

Технологические:

- необходимость обеспечения бесперебойной работы в условиях морозов, перегрузок и длительного ожидания на месте вызова;

- высокая масса аккумуляторов и их чувствительность к перегреву/переохлаждению;

- ограниченный выбор серийных платформ с адаптацией под ГСУ для спецтехники.

Нормативно-правовые:

- отсутствие в национальных стандартах (СТБ, ГОСТ) технических регламентов, учитывающих особенности гибридных установок в пожарной и спасательной технике;

- необходимость сертификации новых узлов, включая источники энергии и управляющую электронику.

Экономические и организационные:

- высокая стоимость внедрения и обновления парка;

- отсутствие сервисной инфраструктуры для обслуживания гибридной техники в государственных учреждениях;

- нехватка подготовленных кадров для эксплуатации и ремонта таких машин.

Предлагаемые пути решения

- разработка пилотных проектов на базе существующих шасси с гибридным приводом;

- адаптация успешных зарубежных моделей (например, Rosenbauer RTX, Pierce Volterra) под условия Беларуси;

- пересмотр нормативной базы: включение гибридных схем в стандарты ТНПА, разработка новых требований по пожарной безопасности и энергоэффективности;

- внедрение системы подготовки специалистов по обслуживанию гибридной спецтехники на базе профильных учреждений МЧС.

Интеграция гибридных силовых установок в технику для ликвидации ЧС — это не просто технологический переход, а комплексный процесс, требующий межотраслевого подхода. Преодоление текущих барьеров возможно при активном участии производителей, разработчиков стандартов и государственных структур, с учётом международного опыта и локальных условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 11.13.24-2017 Пожарная безопасность. Автомобили пожарные основные. Общие технические требования. Методы испытаний. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь, 2017. – 45 с.

2. TP TC 018/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств». – [Б. м.] : [б. и.], 2011. – 112 с.
3. Rosenbauer RTX – Electric Fire Truck // Rosenbauer Group. – URL: <https://rosenbaueramerica.com/rosenbauer-revolutionary-technology> (дата обращения: 07.05.2025).
4. Volterra™ Electric Fire Truck // Pierce Manufacturing Inc. – URL: <https://www.piercemfg.com/electric-fire-trucks/pierce-volterra> (дата обращения: 07.05.2025).
5. Zoomlion JX130 ARFF Vehicle Overview // Zoomlion Heavy Industry Science & Technology Co., Ltd. – URL: <https://en.zoomlion.com/> (дата обращения: 07.05.2025).

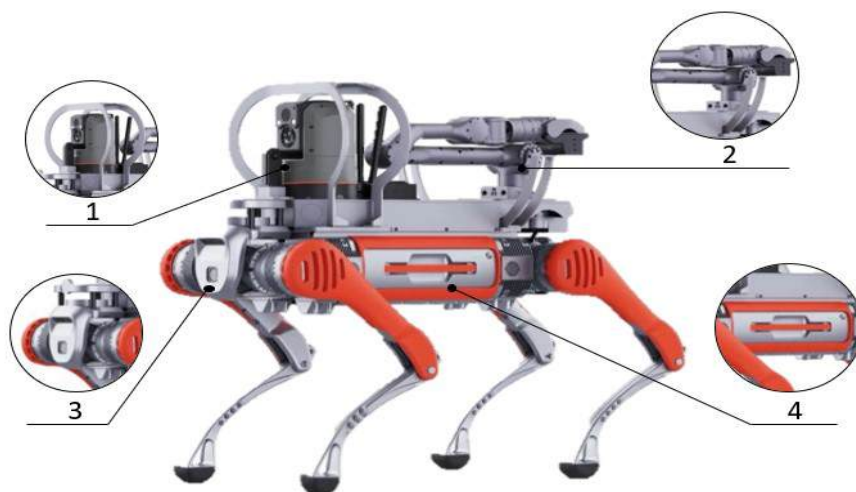
УДК 62-529.7:614.844.3

РОБОТИЗИРОВАННАЯ ПЛАТФОРМА UNITREE B2-W ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ

Тавгенъ Р.Е., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

Современные пожаротушительные операции в условиях урбанизированных территорий и промышленных объектов требуют внедрения инновационных решений, минимизирующих риски для персонала. Традиционные методы ликвидации возгораний сопряжены с повышенной опасностью при работе в зонах структурных обрушений, экстремальных температурных режимов и токсичной аэрозольной среды. В качестве решения на данные вызовы компанией Unitree Robotics разработана модифицированная версия роботизированной платформы B2-W (Рис. 1), адаптированная для функционирования в критических условиях.



1 – лазерный 3D LiDAR; 2 – ствол пожарный; 3 – стереокамера; 4 – аккумулятор;

Рисунок 1. – Роботизированная платформа B2-W

Платформа оснащена гибридной локомоционной системой, комбинирующей шагающий и колёсный режимы перемещения, что обеспечивает преодоление препятствий высотой до 40 см, движение по наклонным поверхностям (до 45°) и прыжки длиной 1,6 м. Навигация реализована посредством 3D LiDAR и стереоскопических камер,

обеспечивающих картографирование в условиях нулевой видимости. Дополнительные сенсоры включают:

- Тепловизоры для идентификации очагов возгорания;
- Газоаналитические датчики;
- Биометрические сканеры для обнаружения пострадавших.

Энергетическая система на базе литий-ионного аккумулятора (2250 Вт·ч) обеспечивает до 6 часов автономности, поддерживает быстросъёмную замену и интеграцию с внешними источниками (водородные элементы). Защита корпуса по стандарту IP67 гарантирует работоспособность в температурном диапазоне $-20^{\circ}\text{C} + 55^{\circ}\text{C}$.

Стоит отметить, что роботизированная платформа имеет специализированное оснащение: пожарный ствол с регулируемым соплом (угол наклона до 85°), обеспечивающий подачу воды на расстояние 60 м (расход 40 л/с) с автоматическим переключением на пеногенерацию; лазерные резаки (точность 1 мм) для вскрытия конструкций; акустические датчики с алгоритмами распознавания акустических сигналов; голографические проекторы для визуализации эвакуационных маршрутов.

Технические параметры:

- Габариты: 1098×550×758 мм (режим стояния), 950×550×450 мм (режим лежания);
- Масса: 75 кг (с модулями);
- Грузоподъёмность: 40–120 кг;
- Скорость перемещения: до 5,56 м/с (20 км/ч).



Рисунок 2. Применение роботизированной платформы B2-W при тушении пожара

Ключевыми эксплуатационными преимуществами системы выступают: адаптивная гибридная локомоция, обеспечивающая преодоление сложного рельефа; модульная конструкция, позволяющая реконфигурировать аппарат под разнородные задачи; интеграция искусственного интеллекта для прогнозного моделирования развития чрезвычайных ситуаций. К ограничениям относятся высокая себестоимость единицы (~100 тыс. USD), снижение продолжительности автономной работы до 4 часов при максимальной нагрузке, критическая зависимость от стабильности каналов передачи данных, а также необходимость формирования специализированных компетенций у операторского состава. Дополнительным фактором, сдерживающим масштабирование технологии, остаётся недостаточная регламентация применения робототехнических комплексов при проведении аварийно-спасательных работ и тушения пожара.

Таким образом, платформа B2-W представляет собой технологический прорыв в области пожарной безопасности, устанавливая новые стандарты оперативной эффективности и обеспечения безопасности работников ОПЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Unitree представила робособаку-пожарного // Hi-Tech.Mail.ru. – URL: <https://hi-tech.mail.ru/news/126524-unitree-predstavila-robosobaku-pozharnogo/> (дата обращения: 05.05.2025).
2. Пожарные роботы для спасения // Unitree.com. – URL: <https://www.unitree.com/industry/fireRescue> (дата обращения: 05.05.2025).

УДК 614.847.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СИСТЕМЕ МЧС

Таубе А.В., Шилов И.А.

Университет гражданской защиты

Использование беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА) в системе Министерства по чрезвычайным ситуациям Беларуси, а также в аналогичных службах по всему миру, является одной из наиболее революционных и перспективных тенденций в области реагирования на ЧС. БЛА обеспечивают более быструю, безопасную и эффективную работу спасательных служб и других государственных структур, задействованных в ликвидации последствий стихийных бедствий, техногенных катастроф и других нештатных ситуаций. Основные области применения БЛА в МЧС:

1. Мониторинг и оценка ситуации

Одним из ключевых направлений применения БЛА в МЧС является мониторинг последствия аварий и стихийных бедствий. Дроны способны предоставлять оперативные и актуальные данные о ситуации на месте с высокой точностью. Например, в случае наводнений БЛА могут производить аэрофотосъемку затопленных территорий, что позволяет определить масштаб бедствия, оценить их последствия и оперативно разрабатывать планы по эвакуации и спасению людей. Кроме того, с помощью специальных датчиков и камер БЛА можно следить за качеством воздуха и уровня токсичности в пострадавших районах, что помогает обеспечить безопасность спасателей и населения.

2. Поиск и спасение

Беспилотные летательные аппараты могут существенно повысить эффективность операций по поиску и спасению. Например, при исчезновении человека в лесной местности или горном районе, БЛА, оснащенные тепловизионными камерами, могут незамедлительно приступить к поиску, преодолевая значительные расстояния за короткие промежутки времени. Это особенно важно в случаях, когда погода препятствует используемым наземным методам поиска, таким как патрулирование. Эффективность использования БЛА в ситуациях, связанных с поиском людей на воде, также заслуживает внимания. Дроны могут охватывать большие площади, что значительно увеличивает шансы на обнаружение потерпевших во время несчастных случаев на воде.

3. Пожаротушение

Современные технологии делают возможным использование БЛА в борьбе с лесными и городскими пожарами. С помощью дронов можно добывать информацию о направлении и интенсивности распространения огня, проводя аэрофотосъемку и термографическую диагностику. Эти данные помогают координаторам и спасателям принимать более обоснованные решения о том, как лучше всего организовать операции по тушению. В дополнение к этому, некоторые беспилотники уже оснащены системами для сброса огнегасящих веществ. Это предоставляет возможность оперативно подавать огонь в труднодоступные области, где немедленный доступ наземных сил затруднен.

4. Логистика и материально-техническое обеспечение

БЛА находят применение и в логистике, что имеет важное значение в условиях чрезвычайных ситуаций. Дроны могут использоваться для доставки необходимых медикаментов и продовольствия в районы, где доступ наземного транспорта затруднен или совершенно невозможен. Это может значительно сократить время, необходимое для ликвидации последствий ЧС и оказания помощи пострадавшим. Также важно отметить, что благодаря использованию дронов можно улучшить координацию действий между различными подразделениями МЧС и другими службами. Дрон может предоставлять информацию в режиме реального времени, что помогает синхронизировать действия спасателей и повышает общую эффективность операции.

5. Информационное обеспечение

Сбор данных является неотъемлемой частью работы служб МЧС, и БЛА в этом плане становятся важным инструментом. Дроны могут обеспечивать не только визуализированную информацию о текущей ситуации, но и собирать данные для экологического мониторинга, оценки ущерба и последующего анализа. Это позволяет планировать восстановительные работы, оценивать необходимость в помощи и проводить анализ для предотвращения возникновения аналогичных ситуаций в будущем.

6. Пропаганда безопасности жизнедеятельности

Пропаганда с использованием беспилотных летательных аппаратов представляет собой одну из новых и эффективных форм передачи информации и коммуникации. С развитием технологий, дроны становятся все более доступными и многофункциональными, что позволяет использовать их не только в целях наблюдения, мониторинга и доставки, но и для распространения идей, проектов и брендов.

Таким образом, использование беспилотных летательных аппаратов в системе МЧС открывает новые горизонты для повышения эффективности реагирования на чрезвычайные ситуации. Интеграция современных технологий в практику работы спасательных служб способствует улучшению скорости и качества оказания помощи, что непосредственно связано с сохранением жизни людей и минимизацией экономического ущерба. БЛА становятся важным звеном в системе управления кризисными ситуациями, и их применение в будущем будет только расширяться и углубляться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воздушный кодекс Республики Беларусь – Кодекс Республики Беларусь от 16 мая 2006 года № 117-3.
2. Кузьмичёв, В. Н. Использование беспилотников при ликвидации чрезвычайных ситуаций / В. Н. Кузьмичёв. – СПб: Гидрометеоздат, 2019.
3. Тарасов, А. В. Беспилотные летательные аппараты: технологии и применение / А. В. Тарасов. – М.: Издательство "Химия", 2021.

УДК 614.84

АНАЛИЗ СВЕДЕНИЙ О ШТАТНОЙ И ФАКТИЧЕСКОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ОБЪЕКТОВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Бобринев Е.В.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

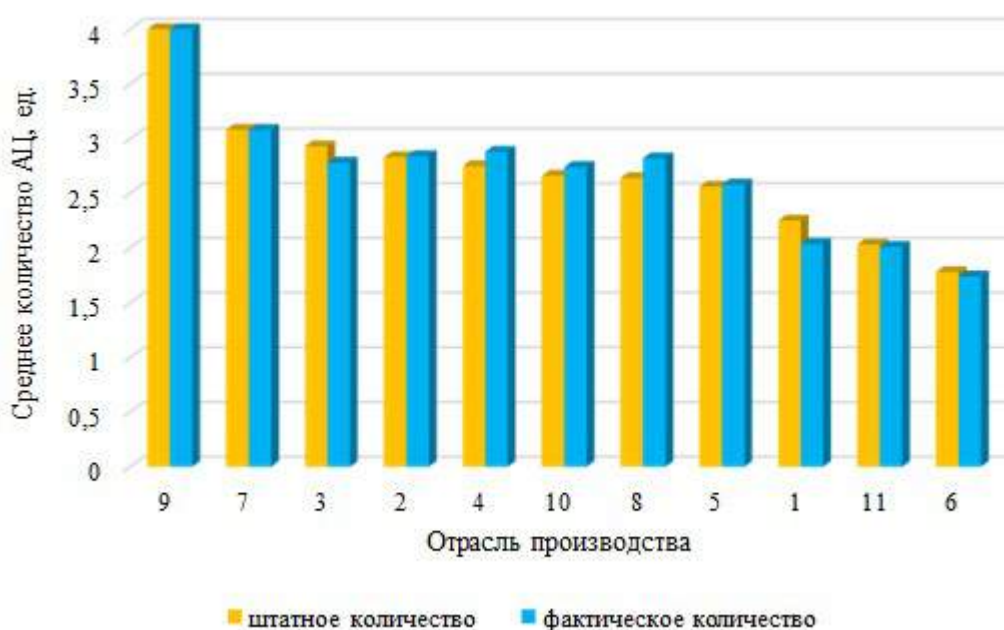
Оптимизация структуры и качественного состава парка пожарных автомобилей является одной из актуальных проблем, стоящих перед объектовой пожарной охраной [1-3].

В настоящей работе проанализированы сведения о штатной и фактической численности пожарных автомобилей в выборке из 673 объектовых подразделениях пожарной охраны, охраняющих производственные объекты, расположенные в 72 субъектах Российской Федерации.

Анализ проводился с помощью анкетирования с учетом отраслевой принадлежности производственных объектов.

На рисунке 1 показано среднее количество пожарных автоцистерн, имеющих в распоряжении подразделений пожарной охраны производственного объекта, согласно штатному расписанию и по факту.

Больше всего пожарных автоцистерн имеется на вооружении подразделений пожарной охраны на предприятиях черной металлургии – в среднем по 4 ед. по штату и по факту, химической и нефтехимической промышленности – по 3,08 ед. по штату и по факту, машиностроения и металлообработки – по 2,93 ед. по штату и по 2,78 ед. по факту. Меньше всего автоцистерн – на предприятиях транспорта – по 1,78 ед. по штату и по 1,74 ед. по факту, легкой промышленности – соответственно по 2,25 и 2,04 ед., топливной промышленности – соответственно по 2,56 и 2,58 ед.



1 - Легкая промышленность; 2 - Лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная; 3 - Машиностроение и металлообработка; 4 - Судостроение и судоремонт; 5 - Топливная промышленность; 6 – Транспорт; 7 - Химическая и нефтехимическая; 8 - Цветная металлургия; 9 - Черная металлургия; 10 – Электроэнергетика; 11 - Иные отрасли

Рисунок 1. – Среднее количество пожарных автоцистерн, имеющих в распоряжении подразделений пожарной охраны производственного объекта

На рисунке 2 показано распределение подразделений пожарной охраны производственного объекта, в распоряжении которых имеются основные пожарные автомобили общего применения:

- пожарный автомобиль насосно-рукавный (АНР) – имеется в штатном расписании 5,2% подразделений, по факту – 4,8%;
- пожарный автомобиль первой помощи (АПП) – по штату имеют 2,8% подразделений, по факту 2,9%;
- пожарная автоцистерна с лестницей (АЦЛ) – по штату имеют 2,1% подразделений, по факту – 1,5%;
- пожарный автомобиль с насосом высокого давления (АЦ НВД) – по штату 1,7%, по факту 2,1%.

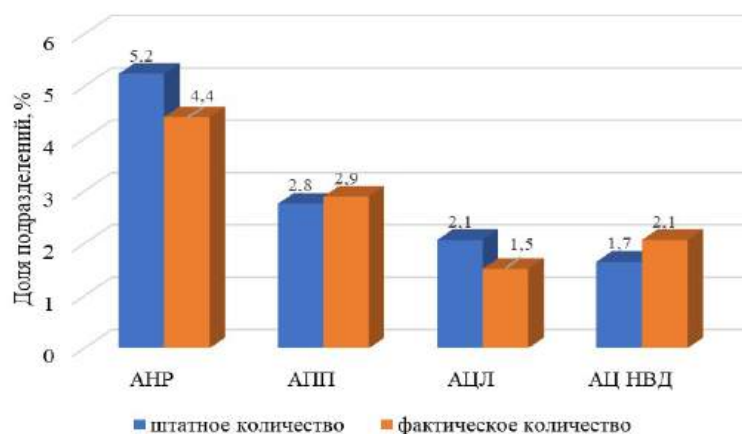


Рисунок 2. – Доля подразделений пожарной охраны производственных объектов, в распоряжении которых имеются основные пожарные автомобили общего применения

На рисунке 3 показано распределение основных пожарных автомобилей подразделений пожарной охраны производственных объектов по расходу воды. Большинство основных пожарных автомобилей – 54,6% – имеют расход воды от 40 до 49 л/с. Расход воды 100 л/с и более имеют 18,9% автомобилей.

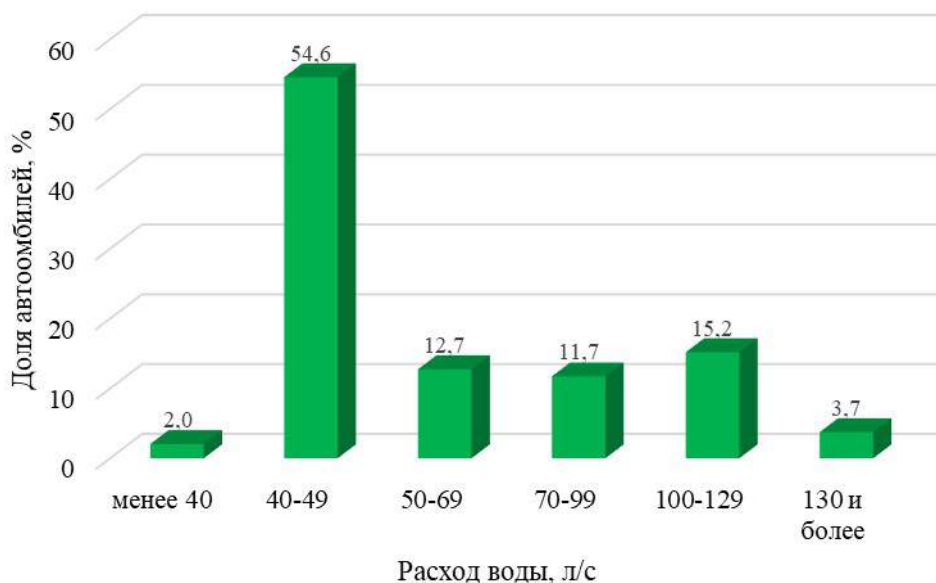


Рисунок 3. – Распределение основных пожарных автомобилей подразделений пожарной охраны производственных объектов по расходу воды

На рисунке 4 показано распределение подразделений пожарной охраны производственного объекта, в распоряжении которых имеются основные пожарные автомобили целевого применения:

- пожарный автомобиль пенного тушения (АПТ) – имеется в штатном расписании 15,6% подразделений, по факту – 15,4%;
- пожарный пеноподъемник (ППП) – по штату и по факту имеют 15% подразделений;
- пожарная автонасосная станция (ПНС) – по штату имеют 5,9% подразделений, по факту 6,3%;
- пожарный аэродромный автомобиль (АА) – по штату имеют 3,2% подразделений, по факту 3,3%;

- пожарный автомобиль порошкового тушения (АП) – по штату имеют 2,6% подразделений, по факту 2,5%;
- пожарный автомобиль комбинированного тушения (АКТ) – по штату имеют 1,4% подразделений, по факту 1,7%;
- пожарный автомобиль газовой тушения (АГВТ) – по штату имеют 1,0% подразделений, по факту 1,1%;
- пожарный автомобиль газового тушения (АГТ) – по штату имеют 0,8% подразделений, по факту 0,7%;
- пожарный автомобиль водопенного тушения (АВПТ) – по штату имеют 0,7% подразделений, по факту 0,7%;
- прицепная насосная станция (ПРНС) – по штату имеют 0,6% подразделений, по факту 0,7%;
- пожарный автомобиль пенопорошкового тушения (АППТ) - по штату имеют 0,1% подразделений, по факту 0,1%.

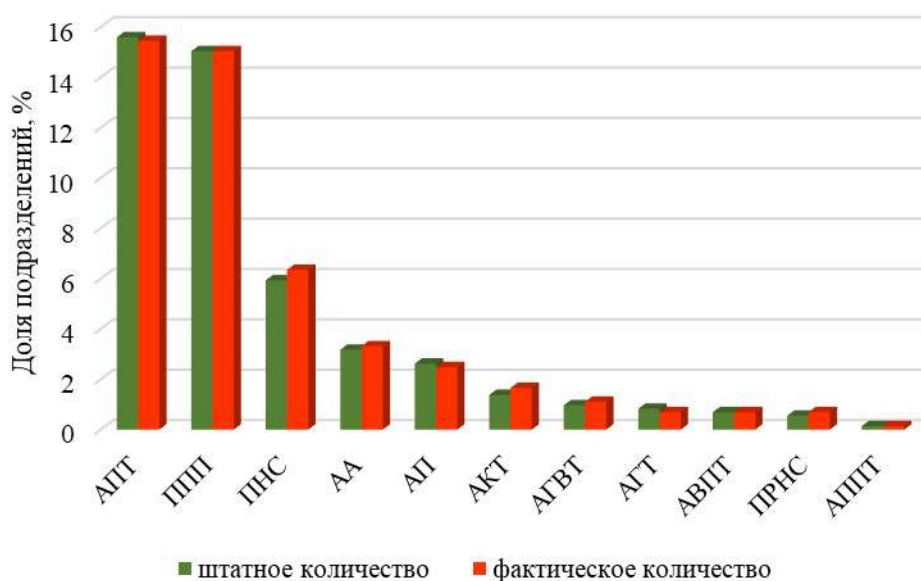


Рисунок 4. – Доля подразделений пожарной охраны производственных объектов, в распоряжении которых имеются основные пожарные автомобили целевого применения

Анализ изученных сведений позволит обосновать тип и минимально необходимое количество основных автомобилей в составе объектовых подразделений пожарной охраны на производственных объектах организаций.

ЛИТЕРАТУРА

- Пичугин, А. И. Проблемы возрастного состава парка пожарных автомобилей / А. И. Пичугин, Ю. С. Кузнецов, Н. В. Навценя [и др.] // Пожарная безопасность. – 2019. – № 4(97). – С. 87-94.
- Порошин, А. А. Обоснование численности и технической оснащённости пожарной охраны, необходимой для тушения пожаров на предприятии / А. А. Порошин, В. А. Маштаков, Ю. А. Матюшин [и др.] // Пожарная безопасность. – 2013. – № 3. – С. 71-78.
- Сорокоумов, В. П. Методика определения требуемого количества пожарных машин при создании и функционировании пожарной охраны предприятий на современном этапе / В. П. Сорокоумов, А. А. Волошенко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2008. – № 1. – С. 114-117.

ПРЕИМУЩЕСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНИКОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МИНИСТЕРСТВА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ

Шейнак К.С., Нахай Д.М.

Университет гражданской защиты

Сегодня мы живём в веке новых технологий и постоянных инноваций. Век прогресса дал нам возможность развития во всех направлениях. И каждый взял от него что-то своё, что уже кажется обыденным нам в повседневной жизни. Также и многие ведомства и организации, стремятся найти среди новых разработок что-то, что модернизирует работу и повысит продуктивность в достижении результатов. Министерство по чрезвычайным ситуациям не исключение. Постоянно идёт разработка и улучшение оборудования, боевой одежды, введение новых инструментов и техники.

Особое внимание в наше время занимают такие разработки как дроны. Дроны, также известные как беспилотные летательные аппараты (БПЛА), представляют собой летательные аппараты, которыми можно управлять дистанционно или летать автономно, используя планы полета, управляемые программным обеспечением. Данные устройства являются новинкой и уже нашли своё место в арсенале нашего ведомства. Они могут выполнять огромный спектр задач, который упрощает и делает более безопасной работу спасателей. Дроны дают потенциальные выгоды для работы министерства. Министерство по ЧС могло бы воспользоваться этими преимуществами:

1. Скорость развертывания: Дроны можно быстро развернуть в пострадавших районах, обеспечивая немедленную осведомленность о ситуации.
2. Снижение риска для персонала. Используя дроны, аварийно-спасательные службы могут минимизировать риск для человеческой жизни, не отправляя персонал в опасную среду.
3. Экономичность: после приобретения эксплуатационные затраты на дроны относительно низкие по сравнению с пилотируемыми самолетами или наземными группами.

Эти факторы показывают перспективы в использовании беспилотников. Поэтому МЧС активно интегрирует их и приспособливает согласно выполняемым задачам. Однако, необходимо помнить о том, что есть и определённые этапы, которые нужно учитывать при интегрировании дронов в свою сферу деятельности:

1. Провести технико-экономическое обоснование: оценить потенциальные варианты использования и преимущества дронов в конкретных сценариях реагирования на чрезвычайные ситуации в Беларуси.
2. Разработка правил. Работа с авиационными властями над созданием правил, обеспечивающих безопасную эксплуатацию дронов во время чрезвычайных ситуаций.
3. Пилотная программа. Запуск пилотных программ для тестирования дронов в реальных условиях и сбора данных об их эффективности.
4. Инициатива по обучению: Обучение персонала использованию дронов, включая эксплуатацию, техническое обслуживание и анализ данных.

Совокупность данных поэтапных действий даст свои плоды и повысит уровень совершенства, и грамотность их использования.

Республика Беларусь не первая страна, которая взяла на вооружение беспилотники. Некоторые страны пошли ещё дальше и используют беспилотники непрерывно. Например:

Землетрясения в Японии: дроны использовались для оценки ущерба после землетрясений, предоставляя ценную информацию для спасательных операций.

Лесные пожары в США: дроны используются для наблюдения за лесными пожарами и управления действиями по тушению пожаров.

Дальше всего в данном направлении зашла Китайская Народная Республика. Они уделили особое внимание беспилотникам и увидели большой потенциал. На сегодняшний день в крупных городах Китая большой процент потушенных возгораний на высоте относят именно к дронам. В арсенале китайских коллег имеются дроны различных характеристик и соответственно направлений деятельности. Дроны, способные поднимать до 200кг, при помощи которых можно обеспечить доставку огнетушащих веществ, а не редко и полноценное тушение в дистанционной форме. Тем самым снимаю риск людского травматизма и гибели сотрудников при ликвидации последствий. А также, что не менее важно, уменьшают время на боевое развёртывание и путь до очага пожара.

На сегодняшний день в Китае созданы центры, в которых обучают операторов дронов и предоставляют весь спектр информации к различным моделям. Программы в соответствии с направлениями позволяют сосредоточиться и отработать вводную ситуацию на конкретном случае, а в будущем – с аналогичными происшествиями в реальной жизни.

Министерство по чрезвычайным ситуациям благодаря тесному сотрудничеству наших государств заинтересовано в этом направлении, так как видны приоритеты в данном направлении. Именно эта инновация повысит общую безопасность во всех направлениях деятельности МЧС. И что наиболее важно - поможет спасти жизнь человеку и, что не менее важно, обеспечить безопасность нашим сотрудникам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кропотова, Н. А. Компетентностная карта выпускника / Н. А. Кропотова, И. А. Легкова // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2020. – № 1. – С. 77-82. – URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wpcontent/uploads/2020/v1/N16_77-82.pdf (дата обращения: 28.04.2025).

2. Смирнов, В. А. Сущность управления при организации взаимодействия подразделений и служб при тушении крупных пожаров / В. А. Смирнов, А. В. Ермилов, Д. А. Черепанов, А. Е. Акулов // Пожарная и аварийная безопасность : материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 166-168.

УДК 614.841.4:62/69

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ТРЕНИРОВКА КАК ОСНОВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОТНИКОВ.

Шилобрит Д.И.

ОАО «Бобруйский комбинат хлебопродуктов

При пожаре в здании у людей отмечается тенденция к потере чувства времени, которая часто приводит к трагическим последствиям. Поэтому ключевое значение имеет предварительная подготовка к действиям при пожаре и культура безопасности на объекте. Так, практическая отработка планов эвакуации [1, с. 4] – это составная часть подготовки персонала объекта и основная форма контроля подготовленности работников к тушению пожаров и действиям при чрезвычайных ситуациях. Тренировочные занятия [2] по эвакуации рекомендуется проводить не реже одного раза в год в соответствии с требованиями, определенными в общеобъектовой инструкции по пожарной безопасности [1, с. 3–4]. Таким образом, во время тренировок у рабочих и служащих вырабатываются навыки не поддаваться панике, быстро находить правильные решения в условиях пожара, коллективно проводить эвакуацию, работу по его тушению, правильно применять средства пожаротушения. Противопожарные тренировки подразделяются на объектовые, тренировки структурных подразделений, совместные с подразделениями МЧС и индивидуальные.

На каждом объекте составляется план-график (таблица 1) проведения противопожарных тренировок, утвержденный руководителем, где указываются месяц проведения тренировки, вид тренировки, тренирующаяся смена или структурное подразделение. На основе план-графика, составленного в организации, каждое структурное подразделение составляет свой годовой план-график работы с персоналом.

Таблица 1 – Примерный план-график проведения противопожарных тренировок по кварталам

	Вид тренировки			Всего в году
	цеховая	объектовая	совместная	
Первая смена	–	–	IV	
Вторая смена	I	–	–	
Персонал ремонтно-строительного участка	–	–	IV	

Эффективность противопожарных тренировок зависит от правильности их подготовки и организации проведения, от качества аналитической проработки действий персонала во время тренировки и правильности принятых решений по результатам критического разбора (обсуждения) тренировок после их завершения, в значительной степени также от результатов, достигнутых при инструктажах, проводимых в рамках общей программы противопожарной подготовки. Обучение во время тренировок оказывается более успешным, если инструктажи проводились незадолго до начала тренировок; в связи с этим перед началом тренировки все ее участники должны собираться в зале, где руководитель тренировки, используя план эвакуации, объясняет задачу каждого участника.

Тренировка по эвакуации назначается приказом руководителя «О проведении противопожарной тренировки», в котором отражаются цель, дата и время проведения, указываются руководитель тренировки, тренировочное звено (с указанием обязанностей и функций каждого). Представим пример изложения констатирующей части приказа. *‘На основании пункта 9 статьи 20 Закона Республики Беларусь от 15.06.1993 № 2403-XII «О пожарной безопасности», абзаца второго подпункта 3.2 пункта 3 общих требований пожарной безопасности к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъектам хозяйствования, утвержденных Декретом Президента Республики Беларусь от 23.11.2017 № 7, в целях совершенствования методов и способов защиты служащих и рабочих при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера’.* Далее разрабатывается план-сценарий проведения тренировки, в котором указываются тема тренировки, ее цели, состав участников, отрабатываемые мероприятия, этапы подготовки и проведения тренировки, место проведения, время и ответственные исполнители. Так, чем конкретнее сформулированы цели и задачи тренировки, тем ощутимее успехи противопожарной тренировки не только для ее руководителя, но и для рабочих и служащих. Представим примеры формулировок целей и задач:

создание условий для выработки у рабочих и служащих навыков и способности самостоятельно, быстро и безошибочно ориентироваться в ситуации при возникновении угрозы пожара или самого пожара, определять решающее направление действий и принимать правильные меры по предупреждению или ликвидации пожара;

содействие обучению правилам оказания доврачебной помощи пострадавшим при пожаре, правилам пользования индивидуальными средствами защиты; порядку и правилам взаимодействия работников объекта с подразделением МЧС (при совместной противопожарной тренировке) и медицинским персоналом;

создание условий для проверки умения руководителя структурного подразделения четко координировать действия участников по организации ликвидации возможного (условного) пожара до прибытия подразделения МЧС.

Шаги по проектированию этапа проведения тренировки представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Шаги по проектированию этапа проведения противопожарной тренировки

Время	Наименование действий	Порядок исполнения	Фамилия, инициалы исполнителя, должность
10:00	Имитация обстановки условного пожара	Установка флажков: очаг возгорания – красные; зона задымления – синие	Шилобрит Д.И., инженер по пожарной безопасности
10:01	Активация системы пожарной сигнализации	Активация ручного пожарного извещателя	Шилобрит Д.И., инженер по пожарной безопасности
10:02	Вызов пожарных аварийно-спасательных подразделений (при совместной противопожарной тренировке)	Незамедлительно набрав номер «101» или «112», позвонить по телефону и сообщить: «В здании элеваторно-складского хозяйства по адресу: ул. Ордоникидзе, 99 ^И горит _____. Сообщил _____». Принять возможные меры по оповещению людей и их эвакуации, а также тушению пожара имеющимися первичными средствами пожаротушения.	Лицо, первое обнаружившее пожар
10:03	Оповещение о пожаре (при отсутствии систем автоматических оповещения)	Объявить спокойным, ровным голосом о необходимости покинуть здание в связи с возгоранием. Осуществить контроль доведения сообщения о возникновении пожара в пожарную аварийно-спасательную службу <i>Пример:</i> «Внимание! Уважаемые сотрудники! Поступило сообщение о загорании на третьем этаже. Просим Вас сохранять спокойствие, спуститься по лестничным клеткам на первый этаж и покинуть здание. При движении по коридорам руководствуйтесь световыми указателями «Выход». Предупредите сотрудников в соседних помещениях о необходимости эвакуации.	Шилобрит Д.И., инженер по пожарной безопасности
10:03	Организация и проведение эвакуации людей из здания согласно плану эвакуации и оперативной обстановки	При срабатывании систем оповещения о пожаре и управления эвакуацией либо при поступлении иной информации о пожаре незамедлительно приступить к эвакуации к месту общего сбора. Эвакуация производится через ближайший и (или) наиболее защищенный от опасных факторов пожара эвакуационный выход,	Лицо, первое обнаружившее пожар; ..., начальник элеваторно- складского хозяйства

		передвижение всех должно быть быстрым, без лишней суеты и торопливости. Принять меры по пресечению возможной паники. Исключить доступ посетителей на предприятие	
10:03	Отключение вентиляционных систем и кондиционеров, электро-, газоснабжения	Организовать экстренную, безаварийную остановку и отключение систем вентиляции, кондиционеров и электро-, газоснабжения	Сменный мастер
10:03	Тушение условного пожара (до прибытия пожарных аварийно-спасательных подразделений)	С использованием первичных средств пожаротушения организовать локализацию и тушение пожара, с соблюдением мер безопасности. Ограничить доступ людей к месту пожара	Лицо, первое обнаружившее пожар, пожарная дружина
10:04	Оценка состояния эвакуированных	Оказание доврачебной помощи и вызов скорой помощи. Отправка пострадавших в лечебные учреждения	Санитарное звено, медицинский работник
10:06	Списочное уточнение всех эвакуированных	Все эвакуированные из здания дети проверяются по классным журналам в месте общего сбора. О результатах сверки делается доклад главному инженеру	
по прибытию	Встреча пожарных аварийно-спасательных подразделений (при совместной противопожарной тренировке)	Выйти на улицу к главному входу. Дождаться пожарных аварийно-спасательных подразделений. По их прибытии проинформировать руководителя тушения пожара о месте возникновения пожара, путях наиболее интенсивного его распространения, результатах эвакуации людей, опасности взрыва, обрушения, указать места расположения близлежащих водоисточников	Должностное лицо, прибывшее к месту условного пожара, направляет для встречи пожарных аварийно-спасательных подразделений лицо, хорошо знающее расположение подъездных путей и водоисточников

В качестве средств имитации пожара допускается использовать дымовые шашки, фонари и другие средства, способствующие созданию необходимой обстановки. Так, применять для имитации средства, которые могут вызвать пожар или нанести ущерб помещениям и оборудованию, запрещается.

Разбор тренировки производится для оценки правильности действий при эвакуации людей и ликвидации пожара, предусмотренных темой тренировки, а также для выработки мероприятий, способствующих снижению пожарной опасности объекта и повышающих уровень безопасности. Разбор должен производиться руководителем тренировки с привлечением посредников сразу же после окончания тренировки. На разборе тренировки должен присутствовать весь персонал, принимавший в ней участие.

При разборе тренировки в отношении каждого участника должны быть обсуждены следующие моменты:

знание плана эвакуации; понимание поставленных задач и сущности происходившего процесса;

правильность действий при эвакуации и ликвидации условного пожара;

характер допущенных ошибок и причины их совершения;

знание должностных инструкций, мест расположения средств управления оборудованием;

защитных средств по технике безопасности;

знание первичных средств пожаротушения, их местонахождения и порядка применения;

умение оказывать первую помощь пострадавшим при несчастных случаях и пожарах.

По итогам тренировочных занятий составляется акт произвольной формы, в котором указывается дата проведения тренировки, отработанные в соответствии с общеобъектовой инструкцией мероприятия, должностные лица, проводившие тренировку, количество человек, принимавших в ней участие и др.

Таким образом, в современных условиях процесс эвакуации людей из здания при пожаре нельзя считать обеспеченным без решения трех принципиально важных и взаимосвязанных задач: обнаружение пожара, оповещение о пожаре, организация и управление эвакуацией. Качественное обучение действиям при пожаре и повышение культуры безопасности в целом может существенно снизить риск и сохранить множество жизней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Требования к содержанию общеобъектовой инструкции по пожарной безопасности [Электронный ресурс]: постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики от 21.12.2021 № 82 «Об обеспечении пожарной безопасности» // Национальный центр законодательства и правовой информации Республики Беларусь. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22237750>. – Дата доступа : 25.02.2025.

2. О развитии предпринимательства [Электронный ресурс] : Декрет Президента Респ. Беларусь, 23 ноября 2017 г., №7 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Режим доступа : <https://etalonline.by/document/?regnum=Pd1700007>. – Дата доступа : 11.03.2025.

УДК 614.843.2

ВСТАВКА ДЛЯ НАРАЩИВАНИЯ РАБОЧЕЙ РУКАВНОЙ ЛИНИИ

Шилов И.А., Юрчик Е.В.

Университет гражданской защиты

Огонь – это мощная и опасная сила, способная нанести огромный ущерб имуществу и угрожать жизням людей. Поэтому важно, чтобы каждый пожар, независимо от его масштаба, получал быстрый и эффективный ответ со стороны пожарных служб. Одним из ключевых этапов в работе пожарных является разведка. Разведка пожара – непосредственные действия по сбору сведений о пожаре для оценки обстановки и принятия решений по организации боевых действий. От скорости и качества проведения разведки пожара зависят сохранение человеческих жизней и успех тушения пожара.

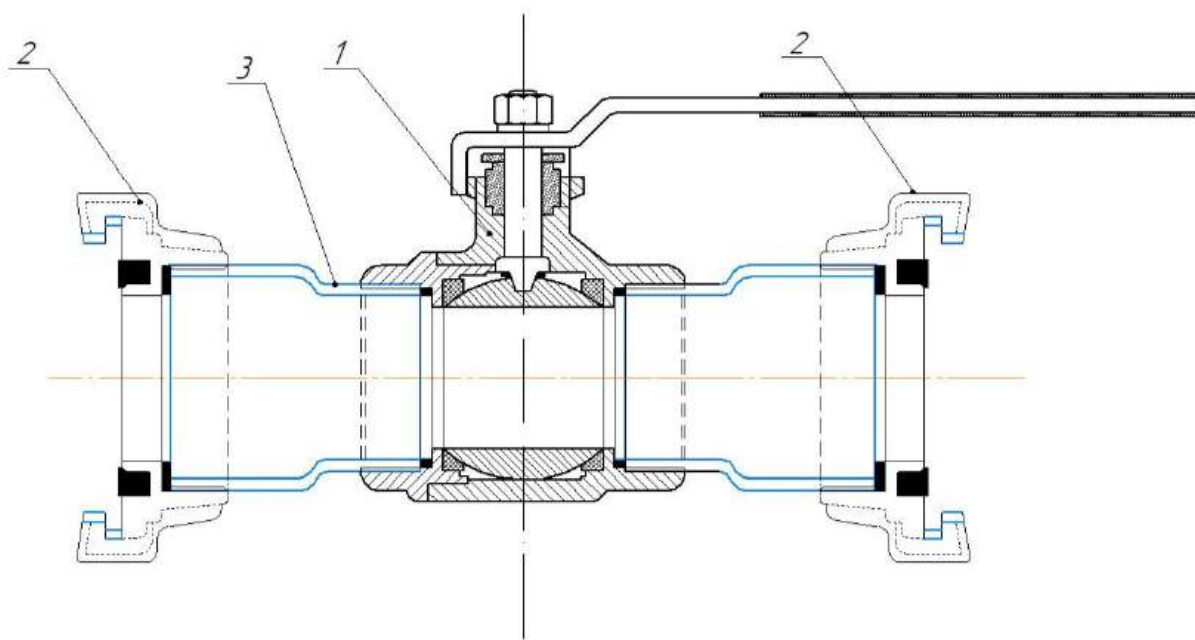
Разведка пожара в непригодной для дыхания среде проводится звеньями газодымозащитной службы (далее – ГДЗС). Звено ГДЗС должно проводить разведку со средствами тушения. В большинстве случаев это будет рабочая рукавная линия с пожарным стволом. Существует два варианта: звено ГДЗС прокладывает сухую рабочую линию в случаях,

когда местоположение очага неизвестно, необходимо обследовать большие по площади помещения или в помещениях с наличием электроустановок под напряжением, либо звено ГДЗС прокладывает рабочую линию, заполненную водой. Остановимся на втором варианте.

Разведка пожара в непригодной для дыхания среде проводится с заполненной водой рабочей рукавной линией, если очаг пожара находится недалеко от входа. Если существует угроза возникновения «обратной тяги». Если есть необходимость охлаждать несущие конструкции на пути движения звена ГДЗС. Однако у этого способа есть свои минусы. Например, наполненная водой линия значительно тяжелее, чем «сухая». Это сильно замедляет передвижение звена ГДЗС и увеличивает утомляемость газодымозащитников. Также минусом является и сложность маневрирования, а именно: в стеснённых условиях (лестницы, узкие коридоры, завалы) тяжёлые и жёсткие рукава затрудняет движение.

Для того чтобы избежать этих проблем, можно прокладывать по одному рукаву с последующим наращиванием. Для того чтобы нарастить рабочую рукавную линию, заполненную водой, необходимо перекрыть разветвление, присоединить рукав и снова открыть разветвление. Однако не всегда есть возможность на пожаре оставить человека на разветвлении, потому что необходимо выполнять большое количество задач в одно время. И, как правило, свободных людей нет. Кроме этого, такой способ наращивания нельзя применять в помещениях с наличием электроустановок под напряжением, так как при отсоединении пожарного ствола от рукава, даже при закрытом разветвлении, часть воды из рукава выливается. Это может стать причиной удара током. Это же можно рассматривать и в контексте культуры тушения пожара, ведь было бы намного лучше, если не выливать воду там, где в этом нет необходимости.

Для решения этих проблем предлагается постановка в боевой расчет вставки для наращивания рабочей рукавной линии. (Рисунок 1).



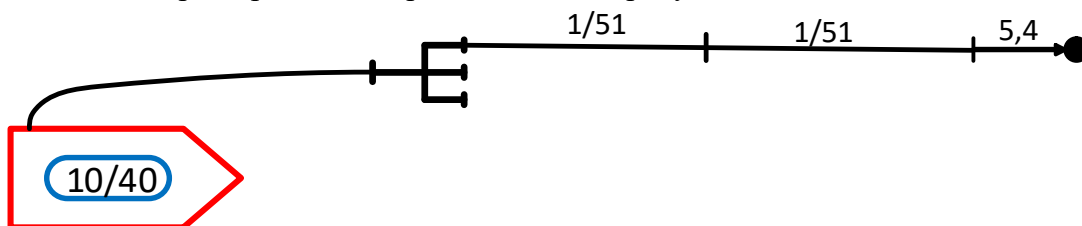
1 шаровый кран диаметром, 2 соединительная муфтовая напорная головка ГМ-50, 3 металлическая трубка

Рисунок 1. – Вставка для наращивания рукавной линии.

Данная вставка предназначена для боевого развертывания при прокладке, передислокации, наращиванию рукавных линий диаметром 51 мм за счет того, что эти операции осуществляются без отключения подачи воды от рукавного разветвления, пожарного насоса или мотопомпы.

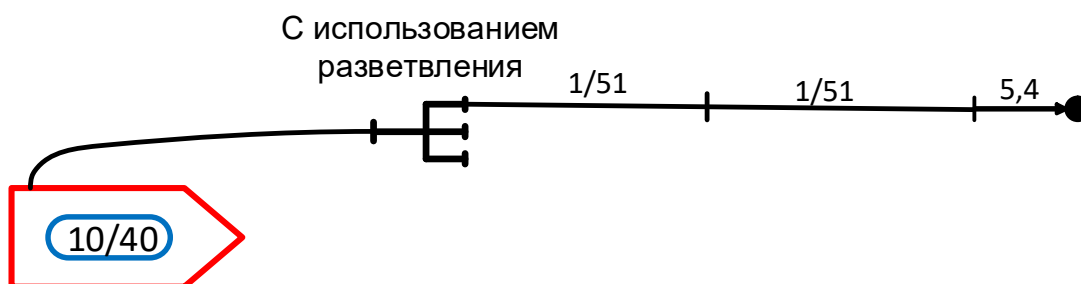
Опытным путем были проведены испытания данной вставки. Определено среднее время по наращиванию рукавной линии под давлением на один рукав с использованием пожарного насоса, разветвления и вставки.

Схемы боевого развертывания представлены на рисунках 2-4.



С использованием
пожарного насоса

Рисунок 2. Наращивание рукавной линии с использованием пожарного насоса



С использованием
разветвления

Рисунок 3. Наращивание рукавной линии с использованием разветвления

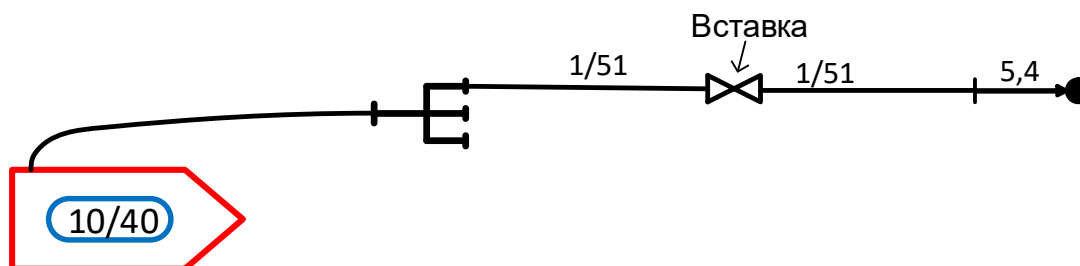


Рисунок 4. Наращивание рукавной линии с использованием вставки

Справочно: фиксация времени осуществлялась с момента получения команды по наращиванию рабочей рукавной линии на один рукав (водяной ствол находился под давлением - работал), до момента, когда линия нарощена, ствольщик находится на позиции, и из ствола устойчиво шла вода.

Среднее время было определено по трем результатам каждого испытания.

С использованием вставки: 13,5 сек.

С использованием рукавного разветвления: 36,2 сек.

С использованием пожарного насоса: 34,27 сек.

Проанализировав итоги испытаний, можно сделать некоторые выводы:

Время боевого развертывания с наращиванием рукавной линии при использовании рукавной вставки сокращается почти в 3 раза, что положительно может сказаться на спасении и эвакуации людей и влияет на успех тушения пожара.

При определении потери напора через вставку испытание показало, что потеря напора при прохождении воды отсутствует (либо настолько мала, что имеющееся оборудование потерю не определяет).

Наращивание линии может проводиться под напором в рукавной линии одним человеком (ствольщиком) без использования рукавного разветвления для перекрытия подачи

воды в рабочую линию, без использования пожарного насоса (мотопомпы) для уменьшения напора в линии, что положительно скажется при тушении пожаров подразделениями с малочисленным боевым расчетом.

Предлагается применение вставки в следующих случаях:

Использование вставки как дополнительный перекрывающий кран при выходе из строя рукавного оборудования.

Использование вставки для уборки рукавных линий в условиях низких температур без отключения подачи воды от ПН для исключения замерзания воды в рукавной линии.

Использование при наличии угрозы жизни и здоровью людей на пожаре, когда их точное местоположение не известно.

Использование при тушении лесных и торфяных пожаров, пожаров в тоннелях метрополитенов и шахт, при тушении пожаров (затяжных, развившихся на больших площадях), где имеется большое количество рабочих рукавных линий с большой длиной, когда возникает сложность определения от какого разветвления работает рукавная линия – для того, чтобы перекрыть рукавное разветвление и нарастить линию, заменить неисправный рукав и т.п.

Определены направления по усовершенствованию рукавной вставки:

Уменьшение габаритных размеров на 30-50% (за счет уменьшения длины вставки, габаритные размеры на данный момент составляет 340x120 мм);

Уменьшение массы вставки на 60-80%, (масса вставки на данный момент составляет 2 килограмма 740 грамм, за счет уменьшения длины вставки и применения для изготовления более легких материалов);

Установка клипсы на корпусе для переноса рукавной вставки на поясе пожарного (аналог клипсы как у датчика неподвижного состояния газодымозащитника).

Предложенная вставка для наращивания рабочей рукавной линии представляет собой инновационное решение, значительно повышающее эффективность действий пожарных подразделений. Для максимальной эффективности рекомендуется доработать конструкцию, уменьшив её массу и габариты. Это решение имеет значительный потенциал для практического применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клименти, Н. Ю. Пожарная тактика. Особенности ведения тактических действий по тушению пожаров на различных объектах : учебное пособие / Н. Ю. Клименти, О. С. Власова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Волгоград : ВолгГАСУ, 2015. 314 с.
2. Головки соединительные для пожарного оборудования. Типы, основные параметры и размеры ГОСТ 28352-89. – введ. 01.01.1992. – Москва : Стандартинформ, 2006. – 10 с.

УДК 621.7.04:629.735.4:351.863

СОЗДАНИЕ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ВИНТОВ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ НУЖД МЧС РОССИИ

Широков Г.С, Сацук И.В.

ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Беспилотные авиационные системы (БАС) находят широкое применение в гражданской, военной и научной сферах, включая мониторинг чрезвычайных ситуаций, поисково-спасательные операции и доставку грузов в труднодоступные районы. Однако

эксплуатация БАС, особенно в учебных и оперативных условиях, сопряжена с частыми поломками винтов, что приводит к значительным затратам на замену и простоя техники.

Особую актуальность проблема приобретает в образовательных учреждениях и подразделениях МЧС России, где требуется оперативное восстановление оборудования. Одним из перспективных решений является применение аддитивных технологий для быстрого изготовления и модернизации винтов БАС. В данной работе исследуется возможность использования 3D-печати для производства тороидальных винтов, оценивается их эффективность и определяются оптимальные технологии изготовления [1].

В качестве объекта исследования выбран винт БАС «Геоскан Пионер» (стандартный двухлопастной винт 5030) (Рис.1) с двигателем MT1306 KV3100. Для печати экспериментальных образцов использовался FDM-принтер с PLA-пластиком. Целью работы стало сравнение аэродинамических характеристик стандартного и тороидального винтов [3, 4].



Рисунок 1. – Винты правого и левого вращения БАС «Пионер» базовый с маркировкой 5030

Теоретические расчеты

На основе паспортных данных двигателя MT1306 KV3100 с винтом GWS6030 (6×3 дюйма) (Рис.2) проведен перерасчет параметров для модели 5030 (5×3 дюйма) с учетом масштабирования:

Item No.	Volts (V)	Prop	Throttle	Amps (A)	Watts (W)	Thrust (g)	RPM	Efficiency (g/W)	Operating temperature(°C)
MT1306 KV3100	7.4	T-MOTOR 6*2CF	50%	2.3	18.1	105	9000	5.80	63
			65%	3.2	24	132	10300	5.50	
			75%	4.2	31	162	11200	5.23	
			85%	5.3	39	196	12200	5.03	
			100%	5.9	44	217	12800	4.93	
		T-MOTOR 7*2.4CF	50%	2.7	21	128	6750	6.10	
			65%	4.2	31	167	7800	5.39	
			75%	5.2	38	197	8500	5.18	
			85%	6.5	47	223	9100	4.74	
			100%	7.3	53	236	9200	4.45	
		GWS6030	50%	2.6	19	110	8900	5.79	
			65%	3.3	25	140	9900	5.60	
			75%	4.3	33	175	10800	5.30	
			85%	5.7	41	203	11600	4.95	
			100%	6.3	47	227	12500	4.83	

Примечание: Условия тестирования температуры — это температура поверхности двигателя при 100% мощности, когда двигатель работает в течение 10 минут.

Рисунок 2. – Паспортные данные электродвигателя MT1306 KV3100

Коэффициент масштабирования диаметра: $k = \frac{5}{6} \approx 0.833k$

Коэффициент тяги: $k_2 = k_2 \approx 0.694$

Коэффициент мощности: $k_4 = k_4 \approx 0.482$

Расчет параметров винта 5030:

$$F_{5030} = F_{6030} \cdot k_2 = 227 \cdot 0.694 \approx 157.64 \text{ г}$$

$$P_{5030} = P_{6030} \cdot k_4 = 47 \cdot 0.482 \approx 22.67 \text{ Вт}$$

$$I_{5030} = \frac{P_{5030}}{U} = \frac{22.67}{7.4} \approx 3.06 \text{ А}$$

$$\eta_{5030} = \frac{P_{5030}}{P_{6030}} \approx \frac{157.64}{22.67} \approx 6.95 \text{ г/Вт}$$

$$n_{5030} = 12500 \cdot \left(\left(\frac{P_{5030}}{P_{6030}} \right) \cdot \left(\frac{6^2}{5^2} \right) \right)^{\frac{1}{3}} \approx 11069 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Теоретическая оценка параметров тороидального винта

Приняты уточненные расчетные коэффициенты для тороидального винта:
 $k_2 = 0.72$ — умеренный прирост тяги за счет улучшенной аэродинамики.
 $k_4 = 0.46$ — снижение мощности за счет снижения аэродинамического сопротивления.

Расчет:

$$F_{\text{тор}} = 227 \cdot 0.72 = 163.44 \text{ г}$$

$$P_{\text{тор}} = 47 \cdot 0.46 = 21.62 \text{ Вт}$$

$$I_{\text{тор}} = \frac{P_{\text{тор}}}{U} = \frac{21.62}{7.4} \approx 2.92 \text{ А}$$

$$\eta_{\text{тор}} = \frac{F_{\text{тор}}}{P_{\text{тор}}} \approx \frac{163.44}{21.62} \approx 7.56 \frac{\text{г}}{\text{Вт}}$$

$$n_{\text{тор}} = n_{5030} \cdot \left(\left(\frac{P_{\text{тор}}}{P_{5030}} \right) \right)^{\frac{1}{3}} \approx 10896 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Таблица 1. – Сравнительные данные

Показатель	Винт 5030 (5×3)	Тороидальный винт	Изменение
Тяга (г)	157.6	163.4	▲ 3.7%
Мощность (Вт)	22.67	21.62	▼ 4.6%
Ток (А)	3.06	2.92	▼ 4.3%
Эффективность (г/Вт)	6.95	7.56	▲ 8.8%
Обороты (об/мин)	11069	10896	≡ (в пределах n_{max})
Таблица. – Таблица сравнения эффективности винтов			

Сравнительный анализ (Табл.) показал увеличение эффективности на **8,8%** при снижении энергопотребления на **4,6%**.

Практические испытания

Несмотря на теоретическое преимущество тороидальной конструкции, испытания (Рис.3) выявили проблемы, связанные с технологией FDM-печати:

- Ступенчатость поверхности («эффект лесенки») нарушает ламинарность потока, увеличивая турбулентность.
- Дисбаланс винта вызывает вибрации, ведущие к перегрузке двигателя.
- Локальный перегрев из-за повышенного аэродинамического сопротивления.



Рисунок 3. – Испытание спроектированного винта на базе электродвигателя MT1306 KV3100

Оптимизация технологии изготовления

Для устранения выявленных недостатков целесообразно применение SLA-печати (стереолитография), которая обеспечивает:

- Высокую точность изготовления (минимальная шероховатость поверхности).
- Отсутствие «лесенки», что сохраняет ламинарный поток.
- Снижение дисбаланса и вибраций.
- Дополнительные меры повышения эффективности:
- Использование композитных материалов (например, армированного нейлона).
- Постобработка поверхности (полировка, покрытие аэродинамическими лаками).

Заключение

Проведенные исследования подтвердили перспективность применения аддитивных технологий для производства винтов БАС. Тороидальная конструкция демонстрирует увеличение эффективности на 8,8% по сравнению со стандартным винтом, однако качество FDM-печати оказалось недостаточным для реализации теоретических преимуществ.

Для нужд МЧС России, где надежность и точность критически важны, рекомендуется использование SLA-технологии 3D-печати. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию материалов и постобработки для достижения максимальной аэродинамической эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Широков, Г. С. Применение фото и видео съемки с использованием БАС в целях решения задач МЧС России / Г. С. Широков, И. В. Сапук // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности. – 2024. – URL: https://sibpsa.ru/public/2024_mu.pdf (дата обращения: 28.04.2025).
2. Ермакова, В. А. Исследование прочностных характеристик изделий, полученных методом 3D-печати из PLA / В. А. Ермакова, Е. В. Гасперович, А. И. Ермаков, В. В. Литвяк // Наука и техника. – 2022. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-prochnostnyh-harakteristik-izdeliy-poluchennyh-metodom-3d-pechati-iz-pla> (дата обращения: 28.04.2025).
3. Марканов, И. Д. Определение оптимального режима FDM-печати композитами для получения требуемых конструкторско-технологических параметров / И. Д. Марканов, Р. А. Вдовин, Е. С. Гончаров, А. О. Фирсин // Омский научный вестник. – 2024. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-optimalnogo-rezhima-fdm-pechati-kompozitami-dlya-polucheniya-trebuemyh-konstruktersko-tehnologicheskikh-parametrov> (дата обращения: 28.04.2025).
4. Углов, М. А. Проектирование и создание беспилотного летательного аппарата с применением отечественной системы автоматизированного проектирования КОМПАС 3D / М. А. Углов, А. Н. Акмалиев // Вестник науки. – 2023. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-i-sozdanie-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-s-primeneniem-otechestvennoy-sistemy-avtomatizirovannogo> (дата обращения: 28.04.2025).

Секция 3

МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

УДК 661.842:616.7

КАЛЬЦИФИЦИРУЮЩАЯ ТЕНДИНОПАТИЯ

Григорчук И.П.

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Кальцифицирующая тендинопатия (КТ) (синонимы: гидроксиапатитная артропатия, болезнь отложения кристаллов основного фосфата кальция) представляет собой патологию, характеризующуюся отложением кристаллов гидроксиапатита кальция в патологически неизмененных сухожилиях. КТ отличается от кальцификации, наблюдаемой при дегенеративных тендинопатиях, при которых отложения различных солей кальция диффузно распределены по ходу сухожилия в местах дегенерации коллагена или повреждения. При КТ же кальцификат фокальный, образован кристаллами гидроксиапатита кальция и расположен в так называемой «критической зоне» - в 1-2 см от точки прикрепления сухожилия к кости, являющейся зоной наибольшей нагрузки. Таким образом, при КТ локальные депозиты гидроксиапатита кальция располагаются между неизмененными коллагеновыми волокнами сухожилия.

Наиболее часто при КТ поражаются сухожилия вращающей манжеты плеча. В 80% случаев в патологический процесс оказывается вовлеченным сухожилие *m.supraspinatus*. Реже поражаются сухожилия *m.infraspinatus* (15%) и *m.subscapularis* (5%). Патология сухожилий тазового пояса встречается в 5.4% случаев КТ. Описаны случаи развития КТ с поражением других сухожилий осевого и периферического скелета.

КТ наиболее часто встречается у пациентов в возрасте 30-50 лет. Чаще болеют женщины, у которых КТ ассоциируется с такой патологией, как сахарный диабет, гипотиреоз, гиперлипидемия. Эти особенности отличают КТ от дегенеративных тендинопатий, при которых типичным является развитие патологии в возрасте старше 50-60 лет при наличии признаков дегенерации сухожилий при визуализации.

Структуру сухожилий составляют теноциты, экстрацеллюлярный матрикс и коллаген, преимущественно I типа. Коллаген упакован в плотные линейные пучки, окруженные соединительной тканью. Сухожилия аваскулярны и получают питание путем диффузии необходимых веществ из окружающей соединительной ткани. Теноциты принимают участие в поддержании здоровья сухожилий и в их репарации при повреждении, секретируя компоненты экстрацеллюлярного матрикса. В отличие от дегенеративной тендинопатии, которая приводит к разрушению коллагена I типа и дальнейшей диффузной внутрисухожильной кальцификации, КТ характеризуется образованием единичного фокуса кальцификации, встроенного между крупными здоровыми пучками коллагена.

Патогенез КТ. Превалирующей теорией развития КТ является сегодня теория «недостаточного клеточно-обусловленного восстановления», при которой избыточная механическая нагрузка и повторная микротравматизация приводят к изменению процессов репарации и образованию фокусов кальцификации.

КТ протекает стадийно, проходя последовательно стадии прекальцификации, кальцификации, разделенную на несколько фаз, и стадию посткальцификации.

Стадия прекальцификации характеризуется фиброзно-хрящевой метаплазией теноцитов в хондроциты, что создает окружение, в котором будет развиваться кальцификация. Стадия кальцификации в зависимости от патогенеза и клинических проявлений разделяется на 3 фазы. 1 фаза – фаза формирования кристаллов – характеризуется формированием кристаллов гидроксиапатита кальция и слиянием их в крупные фокусы. 2 фаза – фаза «ожидания» - представлена наличием зрелых кальцинатов, окруженных фиброзно-хрящевой тканью. Клинически ярко протекает 3 фаза – резорбтивная: в этот период развития заболевания пациенты обращаются за медицинской помощью, поскольку резорбция депозитов приводит к развитию выраженного воспалительного процесса, сопровождающегося болью и ограничением функции в пораженной области. Кальцификаты также могут проникать в близлежащие околосуставные сумки, кости, мышцы с развитием соответствующих клинических симптомов. Стадия посткальцификации, называемая по характеру происходящих изменений «репаративной», включает процесс ремоделирования фибробластами пространства, прежде занятого кальцификатами, с помощью коллагена III типа, который затем замещается коллагеном I типа. Это приводит к полному восстановлению архитектоники сухожилия и его функции.

Клинические проявления КТ варьибельны и зависят от стадии болезни и анатомической локализации процесса. В большинстве случаев начальные фазы КТ протекают бессимптомно. Иногда кальцинаты в стадии формирования депозитов могут вызывать плохо локализованные, подострые, низкоинтенсивные боли, которые могут усиливаться при оказании давления на пораженную область и в ночное время. При объективном исследовании в этот период могут отмечаться боли, провоцируемые движением, без определенной локализации и специфических черт. Иногда по неизвестным причинам у 10% пациентов фаза формирования депозитов может хронизироваться и персистировать на протяжении нескольких месяцев и даже лет. Однако, у большинства пациентов отмечается переход в фазу «ожидания» через 3-6 месяцев. Поскольку в ходе развития болезни происходит образование одного депозита, симптомы становятся более «механическими» по характеру и зависят от размера депозита. Пациенты жалуются на ощущения «защелкивания» в суставе и локализованные боли при определенных движениях, вовлекающих в процесс заинтересованное сухожилие.

КТ чаще всего клинически манифестирует в фазе резорбции, когда вследствие воспаления и проникновения кристаллов гидроксиапатита кальция в близлежащие структуры у пациентов развиваются боль, отечность, нередко гиперемия кожи в области поражения, что приводит к ограничению подвижности в суставе. В этих случаях требуется исключение других воспалительных заболеваний костей и суставов (септический артрит, остеомиелит и др.). В процессе перехода резорбтивной фазы в репаративную выраженность симптомов, и прежде всего боли, уменьшается вплоть до полного восстановления структуры сухожилия и биомеханики сустава.

Методы визуализации при КТ. Ультразвуковое исследование (УЗИ) и рентгенография суставов продолжают оставаться золотым стандартом диагностики КТ и могут быть полезны в выборе тактики лечения.

Обзорная рентгенография в стандартных укладках позволяет в большинстве случаев верифицировать КТ и исключить схожие по проявлениям заболевания костей и суставов. Этот диагностический метод предоставляет также информацию о стадии КТ. Так, для фазы формирования характерны хорошо очерченные депозиты с неомогенной структурой или плохо очерченные с гомогенной структурой депозиты; в фазе «ожидания» визуализируются хорошо очерченные, плотные депозиты; в фазе резорбции депозиты становятся плохо очерченными и полупрозрачными. Следует отметить, что рентгенологические изменения не коррелируют со степенью выраженности клинических симптомов или с их регрессией.

Ультразвуковыми (УЗ) признаками КТ являются гиперэхогенные фокусы внутри фибриллярной структуры здорового сухожилия. Депозиты могут быть различной формы, что нередко коррелирует с фазой развития заболевания и требует различных подходов к лечению. Так, гиперэхогенные депозиты в виде арки характерны для фазы «ожидания»; они редко подвергаются

спонтанному разрушению и требуют более агрессивных подходов к лечению. Фрагментированные или узелковые кальцификаты с активным доплеровским сигналом встречаются в резорбтивной фазе, при которой часты спонтанные разрешения и поэтому для лечения применяются менее агрессивные тактики (нестероидные противовоспалительные средства (НПВС), физиотерапевтическое лечение (ФТЛ)). УЗ изменения, также как и рентгенологические данные, не коррелируют с клиническими симптомами.

Магнитно-резонансную томографию (МРТ) в диагностике КТ применяют редко из-за большого количества ложноположительных и ложноотрицательных результатов вследствие схожести сигнала от гипоинтенсивных кальцификатов и здоровых сухожилий. Эта диагностическая методика используется в основном для проведения дифференциальной диагностики.

Лечение КТ. Текущие стратегии лечения КТ включают консервативные технологии, малоинвазивные или чрезкожные методы лечения и оперативное лечение.

Использование консервативных методов (НПВС внутрь и локально, ФТЛ, лечебной физкультуры (ЛФК)) направлено на купирование боли и улучшение функции сухожилий и суставов и может быть применено у пациентов в репаративную фазу заболевания при отсутствии значительных функциональных ограничений.

В случаях резистентности к консервативной терапии используют инъекции глюкокортикостероидов (ГКС) и малоинвазивные методы лечения, к которым относят экстракорпоральную ударно-волновую терапию (ЭУВТ) и УЗ-направляемый чрезкожный лаваж (УЗЧЛ). Введение депо-ГКС в околосуставные бursы и перитендинозно в фазе резорбции приводит к дополнительному уменьшению интенсивности боли и расширению объема движений в зоне локализации патологического процесса, хотя и не влияет на резорбцию депозитов солей и восстановление сухожилий.

ЭУВТ представляет собой метод лечения, при котором УЗ волны, механически воздействуя на ткани, вызывают снижение интенсивности боли и уменьшение размеров кальцинатов. Наиболее эффективен этот метод при небольших кальцинатах на ранних стадиях заболевания. Для повышения эффективности лечения важное значение имеет также выбор оптимальных характеристик ЭУВТ (интенсивности излучения, режима – радиального или фокусного и т.д.).

Применение УЗЧЛ заключается во введении специального солевого раствора с помощью иглы в зону кальцификата с целью его разрушения и последующего удаления этого раствора с солями из состава кальцификата с помощью той же или другой иглы в зависимости от используемого метода. Процедура повторяется пока аспирируемая жидкость не становится прозрачной. Проведенный мета-анализ продемонстрировал статистически и клинически значимое улучшение на фоне применения УЗЧЛ в купировании боли, а также положительную динамику рентгенологических изменений вплоть до полного исчезновения кальцификатов. Для профилактики простпроцедурных бурситов после окончания УЗЧЛ проводится инъекция ГКС в полость близлежащей околосуставной сумки.

Хирургическое лечение применяется в случаях неэффективности консервативного и малоинвазивных методов лечения и при сохранении хронической боли на протяжении 6 месяцев и более. Цель оперативного лечения – разрушить и максимально удалить кальцификаты при сохранении целостности сухожилий. После удаления кальцификата улучшение состояния пациентов происходит постепенно: значимое уменьшение боли и улучшение функции начинается в сроки от 3-6 месяцев после операции. Для лечения поверхностно расположенных сухожилий используется открытый доступ, для глубоко расположенных – артроскопический. Проведение операции сопровождается и направляется ультразвуком, что позволяет оптимизировать доступ и сократить время хирургического вмешательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Catapano M., Robinson D.M., Shhowalter S., et al. Clinical evaluation and management of calcific tendinopathy: an evidence-based review. J Osteopath Med (2022) 123(3):141-151.

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СПАСАТЕЛЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.

Университет гражданской защиты

Методами психологической подготовки спасателя являются:

- создание и использование моделей ЧС с характерными особенностями и последствиями;
- психическая напряженность достигается внедрением в обстановку учений и тактико-специальных занятий элементов опасности по механизму безусловного или условного рефлекса;
- осуществляются тренировки в экстремальных ситуациях погодных и климатических условиях, на учебно-тренировочных базах с применением комбинированного воздействия различных факторов ЧС, моделируются ситуации с имитацией терминального состояния и травматических повреждений, при обязательном условии нахождения личного состава в очаге ЧС;
- участники занятий в обязательном порядке должны работать в средствах защиты, с использованием имеющихся технических средств для ведения аварийно-спасательных работ;
- в очаге активно применяются различные манекены (фантомные модули), находящиеся в местах с имитацией ЧС для отработки алгоритмов первой помощи пострадавшим;
- используются в учебных целях такие стрессовые факторы, как: неопределенность в складывающейся обстановке путем ограничения в передаваемой информации; заведомый дефицит времени на выполнение учебных задач; неожиданные и внезапные изменения обстановки;
- важное место в психологической подготовке занимают специальные упражнения, предназначенные для решения преимущественно психологических задач.;
- для решения психологических задач используются специальные полосы психологической подготовки; тренажеры, фантомные модули, занимаясь на которых личный состав смены учится ликвидировать ЧС;
- наряду с навыками борьбы с поражающими факторами вырабатываются важные качества личности: смелость, самообладание, выдержка, точный расчет, которые могут быть эффективно использованы в ходе реальных аварийно-спасательных работ.

Содержанием психологической подготовки во всех ее видах является выработка активной реакции спасателя на реальную обстановку чрезвычайных ситуаций. Осуществляется психологическая подготовка на базе морально-психологического воспитания и тактико-специального обучения.

Высокая профессиональная активность и психологическая устойчивость личного состава, практическое и теоретическое ознакомление с конкретными опасными явлениями и поражающими факторами, возникающими в очагах ЧС, достигается специальной психологической подготовкой. Многие задачи специальной психологической подготовки решаются в процессе тактико-специальных и комплексных учений с практическим использованием специальных технических и защитных средств, средств фантомно-модульного комплекса в условиях максимально приближенных к обстановке реальной ЧС.

Основой поиска и разработки является идея максимального приближения обстановки занятий и учений к условиям ЧС природного и техногенного характера.

Формирование боевого активного психологического состояния, выработка четкой внутренней установки на выполнение конкретной задачи, подготовка к определенному действию по ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) предполагает целевая психологическая подготовка, осуществляющаяся путем повышения функциональной активности психики спасателя и улучшения работоспособности до начала активных действий по ликвидации ЧС.

Для эффективной работы руководителя ликвидации ЧС, в том числе принятия оптимальных управленческих решений, очень важно наличие способностей справляться со стрессовыми ситуациями, доверительных отношений с окружающими, умения заботиться о благополучии других (как подчиненных, так и спасаемых), самостоятельности в суждениях, способности эффективно использовать предоставленные возможности, улавливать или создавать условия и обстоятельства, чувства контроля над происходящим вокруг, способность улучшаться на основании полученного опыта, иметь чувство направленности в жизни, умение делать положительные выводы из прошлых даже ошибочных ситуаций. Все качества и свойства личности являются составляющими, приведенных выше факторов психологического благополучия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Психология экстремальных ситуаций для спасателей и пожарных / Под общей ред. Ю.С. Шойгу. М.: Смысл, 2007. – 319 с.
2. Кремень, М.А Спасателю о психологии / М.А. Кремень – Минск: Изд. Центр БГУ, 2003 – 136с.

УДК 614.8

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СПАСАТЕЛЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.

Университет гражданской защиты

Методика психологической подготовки, обладая общими основами с методикой других направлений профессиональной подготовки, имеет свои особенности. Одним из решающих значений принадлежит вопросу воспроизведения, как внешних условий боевых действий, так и внутренних, психологических, характерных для деятельности по ликвидации ЧС. Психологическая подготовка, являясь сложным видом профессиональной подготовки, требует высокого уровня научно-психологической подготовленности преподавателя, методического мастерства и материально-технического обеспечения дисциплины.

В процессе профессиональной подготовки личного состава боевых подразделений важнейшее значение имеют имитация и натурное моделирование чрезвычайных ситуаций (ЧС), с применением различных методов и приемов мотивационного, познавательного, эмоционально-волевого и психофизиологического характера.

Последовательная постановка задач убеждают обучающего в целесообразности каждого шага деятельности на занятиях, способствуют постепенному пониманию не только близкой, но и дальней перспективы использования знаний. Велико значение мотивов в формировании целостной личности, которой свойственно единство образа мышления и поведения. Мотивы выполняют двоякую функцию: побуждают и направляют практическую деятельность и придают ей субъективный, личностный смысл. Как социально-психологическое явление, мотивы обучаемого охватывают его социальные ориентации и убеждения, затрагивают стратегическую ориентацию его поведения, играют роль

действенной силы в целенаправленной мобилизации духовного потенциала и творческих сил личности.

При изучении алгоритмов первой помощи существует диалектическое единство рационального и эмоционального стремления к познанию. Стремление к новым знаниям не является чисто рациональным явлением, оно связано с сильными эмоциями, обусловленными переживаниями и субъективным опытом. В зависимости от своеобразия проблемы, решаемой в результате познавательной деятельности, и индивидуальных особенностей личности, осуществляющей эту деятельность, эмоциональная сторона процессов познания складывается чрезвычайно разнообразно. Приобретенные знания связаны с переживаниями, учебная деятельность имеет эмоциональную сторону, которая в значительной мере определяет количество и качество восприятия учебного материала и удерживает его в памяти. Эмоционально мотивированное обучение становится в том случае, если учебный материал и сами занятия представляют интерес, что способствует значительной интенсификации учебного процесса.

Мотивация учебной деятельности одна из существенных детерминант успешного обучения, которая определяется организацией учебного процесса. Мотивируемые формы деятельности и взаимодействия составляют основу для развития всех сфер личности спасателя. Мотивация, вызванная познавательным интересом, способна поддерживать повседневную учебную работу и направлена к достижению компетентности. Ведущей формой положительной мотивации в сфере познания выступает познавательный интерес. Если для формирования индивидуального стиля трудовой деятельности важен сам факт наличия положительного отношения к деятельности, то в области познания особое значение приобретает качественная, содержательная сторона познавательного интереса, который способствует осознанию ценностной значимости изучаемых алгоритмов.

Одним из решающих значений принадлежит вопросу воспроизведения, как внешних условий боевых действий, так и внутренних, психологических, характерных для деятельности по ликвидации ЧС. Приближение условий на практических занятиях к реальным боевым достигается выбором места, времени и условий проведения, имитацией факторов ЧС, фактическим использованием средств ликвидации ЧС, фантомно-модульного комплекса по оказанию первой помощи пострадавшим в ЧС. Специального внимания требует формирование у личного состава правильных представлений о факторах и вариантах боевой обстановки. Психологическая роль реальных представлений боевой обстановки очень важна, что создает определенную психологическую готовность к встрече с ЧС, повышая психологическую устойчивость. Отсутствие представлений приводит к восприятию факторов ЧС как внезапных, неожиданных, повышая психологическое воздействие на личный состав.

Формирование представлений о сложности боевой обстановки при ликвидации ЧС осуществляется на занятиях практико-ориентированной дисциплины «Первая помощь пострадавшим в ЧС». Опасность, риск, высокая ответственность воспроизводятся в учебных условиях путем имитации тушения пожара с огнем, высокой температурой, задымленностью и загазованностью, в стесненных помещениях, в подвалах, на большой высоте. Для психологической подготовки по ликвидации ЧС используется фантомно-модульный комплекс, который призван развивать у личного состава смелость, самообладание, стойкость к опасным факторам ЧС, умение выполнять профессиональные действия по оказанию первой помощи пострадавшим при большом внутреннем напряжении. Насыщенность обстановки практических занятий элементами новизны, необычности, неопределенности, формирует своеобразное клиническое мышление, стойкость к новому и неожиданному, готовность к гибким, учитывающим изменения обстановки ЧС, действиям, побуждает к активному поиску новых способов действий в боевой обстановке, будит творческую мыслительную активность, развивает находчивость, умение сохранять самообладание и готовность к боевым действиям по ликвидации ЧС.

Введение в натурно смоделированную реальную боевую обстановку ЧС манекенов фантомно-модульного комплекса по оказанию первой помощи пострадавшим, служит высоким целям безопасности жизнедеятельности, профессиональной и психологической подготовке спасателя для ликвидации ЧС. Каждое действие отрабатывается в условиях максимально приближенных к реальным ЧС. Методика психологической подготовки, обладая общими основами с методикой других направлений профессиональной подготовки, имеет свои особенности. Одним из решающих значений принадлежит вопросу воспроизведения, как внешних условий боевых действий, так и внутренних, психологических, характерных для деятельности по ликвидации ЧС.

Индивидуальная психологическая подготовленность спасателя достигается не только в условиях строгой индивидуальной подготовки, но и взаимозаменяемостью личного состава, где обучаются вопросам согласования своих действий с действиями других. В условиях групповых действий создаются условия более близкие к реальным, боевым.

Предпочтение целесообразно отдается формам занятий, условиям и приемам, имеющим наибольшую эффективность в процессе профессиональной и психологической подготовки личного состава боевых подразделений при ликвидации ЧС

ЛИТЕРАТУРА

1. Чиж, Л. В. Первая помощь в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / Л. В. Чиж, А. В. Воробей, И. И. Полевода. – Минск : Коллоград, 2017. – 396 с.
2. Чиж, Л. В. Первая помощь пострадавшим : учеб. пособие / Л. В. Чиж. – Минск : УГЗ, 2021. – 274 с.

УДК 614.8

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СПАСАТЕЛЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ БОЕВОЙ ЗАДАЧИ

Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.

Университет гражданской защиты

Практические задачи профессиональной деятельности работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям относятся к сферам человеческой деятельности в особых или экстремальных условиях, настоятельно требуют поиска конструктивных решений проблем оценки, анализа и управления функциональными состояниями спасателя. Основополагающие закономерности в научном и практическом изучении стресса и средств его профилактики базируются на таком фундаментальном физиологическом понятии, как функциональное состояние человека.

Функциональное состояние человека понимается как качественно своеобразный ответ функциональных систем разных уровней на внешние и внутренние воздействия, возникающие при выполнении значимой для работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям деятельности. Функциональное состояние – это реакция функциональных систем и в целом организма на внешние и внутренние воздействия, направленная на сохранение целостности организма и обеспечение его жизнедеятельности в условиях чрезвычайной ситуации. Функциональное состояние рассматривают как формируемые реакции. Важным моментом при этом является наличие комплекса причин, определяющих специфичность состояния в конкретной ситуации. Под функциональным состоянием организма понимается совокупность характеристик физиологических функций и психических качеств, которая обеспечивает эффективность выполнения работником боевых задач, интегральный комплекс наличных характеристик тех качеств и свойств организма,

которые прямо или косвенно определяют деятельность человека, как системный ответ организма, обеспечивающий его адекватность требованиям деятельности. Главным содержанием функционального состояния является характер интеграции функций и, особенно, регулирующих механизмов. Ключевым моментом, определяющим весь рисунок функционального состояния человека, его динамику и качественные характеристики, является структура деятельности, психологические процессы.

Во многих случаях функциональное состояние рассматривается как фон, на котором идут психические процессы. Согласно современным представлениям, ключевым звеном в структуре общего функционального состояния организма является функциональное состояние центральной нервной системы, преимущественно головного мозга. Последнее рассматривается как результат взаимодействия неспецифической генерализованной активации, связанной с ретикулярной формацией, и нескольких локальных источников специфической активации, определяющих уровень произвольного внимания и восприятия, понятийного мышления, моторной активности, мотиваций и эмоций.

Явления, регулирующие функциональные состояния: мотивация - ради чего выполняется конкретная деятельность, чем интенсивнее, значимее мотивы, тем выше уровень функционального состояния: содержание профессиональных задач, характер, степень сложности (сложность боевых задач является главной детерминантой уровня активации нервной системы, на фоне которой осуществляется данная деятельность, при возрастании мотивации и заинтересованности наблюдается рост активации, что сказывается на выполнении задания и совсем не влияет на эффективность служебной задачи); исходный фоновый уровень, сохраняющий след от предшествующей деятельности работника; индивидуальные особенности работника.

Практически все параметры работы физиологических систем, психической активности и показатели эффективности деятельности обладают ритмической характеристикой. Функциональное состояние можно считать сложной системой, в которой осуществляется динамическое равновесие между двумя тенденциями. Первая представляет программу вегетативного обеспечения мотивационного поведения, вторая направлена на сохранение и восстановления нарушенного гомеостаза. В указанной двойственности отражается противоречивость адаптационных стратегий, связанная с сущностью живой материи, сохраняемой за счет непрерывного изменения и обновления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чиж, Л. В. Первая помощь в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / Л. В. Чиж, А. В. Воробей, И. И. Полевода. – Минск : Колоград, 2017. – 396 с.
2. Чиж, Л. В. Первая помощь пострадавшим : учеб. пособие / Л. В. Чиж. – Минск : УГЗ, 2021. – 274 с.

УДК 614.8

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ЗДОРОВЬЯ СПАСАТЕЛЯ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧС

Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.

Университет гражданской защиты

Повышение культуры здоровья спасателя возможно только на основе понимания природы здоровья, его сущности, причинных факторов, их взаимоотношений и понимания главных направлений оздоровления. Формируемые в процессе становления профессионально-важные качества находятся в диалектической взаимосвязи и оказывают

непосредственное воздействие на компетентность спасателя. Индивидуальное здоровье спасателя есть результат гармоничного индивидуального физического (соматического), психического и духовно-нравственного развития.

Здоровье — это сложное системное явление. Здоровье — это норма и гармония духовного, генетического и физического состояния и развития. В этом определении два подхода к измерениям и оценкам (норма и гармония), три аспекта триединой сущности здоровья (генетический, духовно-нравственный и физический), два способа рассмотрения здоровья (состояние и развитие) и три уровня реализации здоровья.

Основными классами систем защиты здоровья организма спасателя являются генетические системы, метаболические системы (обмена веществ), функциональные системы, психические системы. Качество всех систем организма спасателя определяется гармоничностью его генотипа. Гармоничность генотипа определяет качество и особенности функционирования остальных систем — метаболических, функциональных и психических. Высокая гармоничность генотипа — это наилучшее сочетание аллельных состояний генов, оптимальное для реализаций внутренних функций организма и относительно особенностей среды обитания. Высоко гармоничный генотип обеспечивает наилучшее функционирование метаболических, функциональных и психических систем, и как следствие наибольшую устойчивость к потенциально вредным факторам экологической и социальной среды.

Аспекты восприятия системности здоровья спасателя : здоровье отражает структурное и функциональное состояние всех систем организма и систем защиты здоровья; здоровье является результатом генетической преадаптации и онтогенетической адаптации организма к среде обитания (физико-химической, биологической и социальной); здоровье представляет собой системное следствие родовой культуры воспроизводства гармоничных генотипов и обеспечения гармоничного индивидуального развития; здоровье определяется гармоничностью внутренних систем организма и соответствующей устойчивостью к действию неблагоприятных факторов экологической и социальной среды.

Функциональные системы организма спасателя (сердечно-сосудистая, бронхолегочная, желудочно-кишечная и множество других) в реализации своих функций опираются одновременно на структурные системы (клетки, ткани, органы, включая системы сосудов, нервов и меридианов) и на метаболические системы. Гармоничность структурных систем определяется генотипом в той мере, что и гармоничность метаболических систем. Качество функциональных систем дважды зависит от генотипа по линии и структурных, и метаболических систем. Гармоничность функциональной системы определяет функциональные резервы, чем выше гармоничность, тем больше резервы. Психические системы определяются генотипом. Через цепочку реализации генетической информации, через метаболические, структурные и функциональные системы мозга.

Успешность выполнения боевых задач при ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) включает ведущие качества здоровья спасателя : индивидуальное физическое (соматическое), психическое и духовно-нравственное здоровье ; высокая психическая и эмоциональная устойчивость; высокие организаторские способности; способность объективно оценивать свои силы и возможности при ликвидации ЧС; высокий уровень развития волевых качеств; смелость; уверенность в своей профессиональной компетентности; способность принимать правильные решения по ликвидации ЧС; способность к длительному сохранению высокой активности; умение распределять внимание при выполнении нескольких задач; уравновешенность; самообладание; способность располагать к себе людей, попавших в ЧС и нуждающихся в помощи, вызывать доверие и способность найти целесообразную форму общения в зависимости от психологического состояния и индивидуальных особенностей пострадавшего; склонность к риску.

На всех основных уровнях здоровья спасателей (генетическом, метаболическом, функциональном и психическом) в составе комплекса систем защиты каждого уровня имеются, как системы защиты здоровья, так и системы адаптации к условиям ЧС.

Суть здоровья заключается в гармоничности основных систем обеспечения здоровья – генетических, метаболических, функциональных и психических систем защиты и адаптации.

Повышение культуры здоровья спасателя возможно только на основе понимания природы здоровья, его сущности, причинных факторов, их взаимоотношений и понимания главных направлений оздоровления. Формируемые в процессе становления профессионально-важные качества находятся в диалектической взаимосвязи и оказывают непосредственное воздействие на компетентность спасателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чиж, Л. В. Первая помощь в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / Л. В. Чиж, А. В. Воробей, И. И. Полевода. – Минск : Колоград, 2017. – 396 с.
2. Чиж, Л. В. Первая помощь пострадавшим : учеб. пособие / Л. В. Чиж. – Минск : УГЗ, 2021. – 274 с.

УДК 159.9:614.8

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТРЕСС, КАК ПАТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАЗВИТИЯ СОМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СПАСАТЕЛЯ

Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.

Университет гражданской защиты

Боевая деятельность в экстремальных условиях работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям сопровождается истощением компенсаторных ресурсов, увеличивая риск развития психосоматических нарушений.

Боевая обстановка является причиной основных невротических состояний. Патогенетическое влияние боевой обстановки на психическую деятельность настолько мощно, что психические и психосоматические расстройства не укладываются в рамки известной патологии мирного времени.

Боевой профессиональный стресс несет потенциальную угрозу жизни, выходит за рамки обычного человеческого опыта, является в высшей степени психотравмирующим практически для каждого работника. Состояние работников, выполняющих боевую задачу и рискующих жизнью, обозначается как эколого-профессиональное перенапряжение. Психосоматические нарушения после боевой травмы, как посттравматический стресс-синдром.

Основные факторы, воздействующие на психическую деятельность: опасность, как осознание обстановки, угрожающей здоровью и жизни; внезапность, как неожиданное изменение обстановки в ходе выполнения задачи; новизна, как наличие ранее неизвестных элементов в условиях выполнения боевой задачи. В основе центральных механизмов, определяющих устойчивость к экстремальным воздействиям, лежит специфическая организация молекулярных и нейрохимических свойств нейронов эмоциогенных структур. При воздействии экстремальных факторов одним из основных условий определения пути развития реакции организма на стрессорное воздействие является состояние стресс-лимитирующих механизмов, недостаточная активация которых приводит к формированию устойчивых патологических состояний. Под действием эмоционально-стрессорных раздражителей в зависимости от целого ряда факторов происходит или формирование процессов адаптации, или нарушение саморегуляции основных физиологических систем организма, приводящее в одних случаях к появлению психонейроэндокринных синдромов, в других к развитию устойчивых психопатологических состояний и психосоматических заболеваний.

Стресс как общий вид функционального состояния имеет биохимические механизмы, которые включают не только активацию медиаторных, но и пептидергических систем. Под действием различных эмоционально-стрессовых раздражителей в зависимости от целого ряда факторов происходит или формирование процессов адаптации, или нарушение саморегуляции основных физиологических систем организма, приводящие в одних случаях к появлению психонейроэндокринных синдромов, в других к развитию психосоматических заболеваний. Нарушение динамического равновесия, характерного в норме для корково-подкорковых взаимоотношений, в значительной степени являются причиной определенной степени дезинтеграции психического, вегетативного и соматического компонентов эмоций как целостной функциональной системы.

Профессиональная защитная реакция не может быть всегда целесообразно действующей. Стресс может служить патогенетической основой развития болезни. Стресс, с одной стороны, выступает как механизм адаптации, с другой, как основа развития патологии. Психические нарушения, наступившие вследствие посттравматического стресса, часто осложняются соматическими расстройствами. Психосоматические заболевания развиваются в случае совпадения неблагоприятного состояния функций внутренних органов и нарушения психической адаптации к действию психоэмоциональных факторов.

Совмещенное действие экологических и профессиональных факторов вызывает в организме работника глубокую перестройку обмена веществ, представляющие функциональные сдвиги разной степени выраженности со стороны нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой, иммунокомпетентной систем организма. Усиление энергетического обмена в процессе адаптации закономерно сопровождается синхронной активацией перекисного окисления липидов, хроническим повышением уровня перекисей липидов в организме, что является причиной универсального нарушения функции биологических мембран, существенного для клеток иммунокомпетентной системы, функция которой в этих условиях угнетается. Происходит снижение активности неспецифических факторов защиты, угнетение функции гуморального иммунитета, истощается пул тканевых антиоксидантов, изменяется активность ферментного звена антиоксидантной системы. В наиболее общем виде преморбидное состояние проявляется в снижении умственной, физической работоспособности, развитии соматических заболеваний и иммунодефицита работников органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чиж, Л. В. Первая помощь в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / Л. В. Чиж, А. В. Воробей, И. И. Полевода. – Минск : Коллоград, 2017. – 396 с.
2. Чиж, Л. В. Первая помощь пострадавшим : учеб. пособие / Л. В. Чиж. – Минск : УГЗ, 2021. – 274 с.

УДК 159.944:614.8-051

ОБЩИЙ АДАПТАЦИОННЫЙ СИНДРОМ СПАСАТЕЛЯ

Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.

Университет гражданской защиты

Здоровье - это комплексное, целостное, многомерное динамическое состояние, развивающееся в процессе реализации генетического потенциала в условиях конкретной социальной и экологической среды, позволяющее человеку в различной степени осуществлять биологические и социальные функции.

Культура здоровья - важнейшая составляющая общей системы культуры, приобретающее значение среди глобальных проблем современности, определяющих будущее человечества, это стремление и умение сделать лучшие достижения мирового опыта личным достоянием в кропотливом самосовершенствовании, наградой за которое будет не только физическое здоровье, но и ясность ума, полнота чувств и постоянный приток бодрости.

Здоровье человека отражает одну из наиболее чувствительных сторон жизни общества и тесно переплетается с фундаментальным правом на физическое, духовное и социальное благополучие при максимальной продолжительности активной жизни.

Профессиональная деятельность в экстремальных условиях сопровождается истощением компенсаторных ресурсов, увеличивает риск развития психических нарушений и осложняет их течение, что в совокупности приводит к увеличению показателей соматической и психоневрологической заболеваемости.

Боевая обстановка является причиной основных невротических состояний. Ведущие из них: несоответствие между биосоциальной сущностью личности и предъявляемыми к ней требованиями; борьба между долгом и желанием выжить, моральными принципами. Патогенетическое влияние боевой обстановки на психику настолько мощно, что психические и психосоматические расстройства оказываются весьма своеобразными по своей симптоматике, ряд из них не укладывается в рамки известной патологии мирного времени, и привычные лечебно-диагностические схемы становятся неэффективными.

Профессиональный стресс как общий вид функционального состояния имеет свои биохимические механизмы. Под действием различных эмоционально-стрессовых раздражителей у человека в зависимости от целого ряда факторов происходит или формирование процессов адаптации, или нарушение саморегуляции основных физиологических систем организма, приводящие в одних случаях к появлению психонейроэндокринных симптомов, в других – к развитию устойчивых психопатологических заболеваний.

Защитная реакция не может быть всегда целесообразно действующей. Профессиональный стресс может служить патогенетической основой развития болезни. Стресс, с одной стороны, действительно выступает как механизм адаптации, с другой, - как основа развития патологии. Психические нарушения, наступившие вследствие посттравматического стресса, часто осложняются соматическими расстройствами.

При воздействии внешних или внутренних экстремальных факторов помимо специфических реакций возникает и неспецифическое реагирование – общий адаптационный синдром, проявляющийся в мобилизации ресурсов организма для преодоления нежелательных последствий воздействия экстремального фактора вне зависимости от его природы, что находит свое выражение в росте биоэлектрической активности мозга, повышении частоты сердцебиения, систолического давления крови, расширении кровеносных сосудов, увеличении содержания лейкоцитов в крови.

Профессиональный стресс может проявляться в ряде положительных физиологических сдвигов в организме спасателя, способствующих повышению его энергетических возможностей и успешности выполнения сложных и опасных заданий. Положительное действие стресса ограничивается критическим уровнем. Выше этого уровня возможно появление отрицательной формы стресса в виде эмоционально-моторных, эмоционально-сенсорных, эмоционально-интеллектуальных нарушений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чиж, Л. В. Первая помощь в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / Л. В. Чиж, А. В. Воробей, И. И. Полевода. – Минск : Колоград, 2017. – 396 с.
2. Чиж, Л. В. Первая помощь пострадавшим : учеб. пособие / Л. В. Чиж. – Минск : УГЗ, 2021. – 274 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Коробочка Д.Н., Чиж Л.В.

Университет гражданской защиты

Сохранение жизни и здоровья населения при боевой травме является важнейшей задачей для спасателя. Успешное решение в значительной степени зависит от особенностей ЧС и прогноза развития событий в ходе ликвидации медико-санитарных последствий ЧС.

Совершенствование помощи пострадавшему в результате ЧС является одной из актуальных задач, стоящих перед личным составом спасательных формирований.

Своевременность оказания первой помощи пораженным является важным требованием ликвидации ЧС. Первая помощь должна оказываться в сроки, наиболее благоприятные для последующего восстановления здоровья пострадавшего.

Своевременность в оказании первой помощи достигается надлежащей организацией выноса и вывоза пораженных из очагов ЧС, транспортировкой и правильной организацией работы на этапах медицинской эвакуации.

Лечебно-эвакуационное обеспечение в ЧС:

- обнаружение пострадавших,
- оказание первой помощи,
- вынос (вывоз) из очага поражения,
- оказания пострадавшим соответствующего вида медицинской помощи на этапах медицинской эвакуации.

Основными факторами, определяющими организацию мероприятий в чрезвычайных ситуациях, являются:

- в течение короткого отрезка времени возникающее значительное количество санитарных потерь (пострадавших),
- нуждаемость большинства пострадавших в первой медицинской помощи, которая является необходимой для сохранения жизни и должна быть оказана в самое ближайшее время после поражения, по возможности на месте получения или вблизи него,
- нуждаемость значительной части пострадавших в специализированной медицинской помощи и госпитальном специализированном лечении, носящая неотложный характер и осуществляемая в кратчайшие сроки,
- отсутствие возможности на месте обеспечить специализированную медицинскую помощь и необходимость в организации эвакуации пострадавших до учреждений, предназначенных для оказания специализированной медицинской помощи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чиж, Л. В. Первая помощь в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / Л. В. Чиж, А. В. Воробей, И. И. Полевода. – Минск : Колоград, 2017. – 396 с.
2. Чиж, Л. В. Первая помощь пострадавшим : учеб. пособие / Л. В. Чиж. – Минск : УГЗ, 2021. – 274 с.

ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СПАСАТЕЛЬНОЙ ПЕТЛИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ПОСТРАДАВШИХ

Латинский М.В., Курский И.А., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

В современных условиях возрастает потребность в эффективных средствах транспортировки пострадавших, особенно: в зонах техногенных катастроф и природных бедствий, при проведении высотных спасательных операций, в условиях ограниченного доступа для стандартного медицинского оборудования, при необходимости быстрой эвакуации из опасных зон. УСП может применяться для эвакуации как взрослых, так и детей, а также для транспортировки пострадавших в различных состояниях, что делает ее многофункциональным инструментом в спасательных операциях. Спасательные петли изготовлены из высокопрочных и термостойких материалов, что минимизирует риск дополнительных травм при перемещении пострадавших. Это особенно важно для тех, кто получил серьезные повреждения или находится в шоковом состоянии.

Мобильность и компактность, высокая надежность, простота использования, адаптивность к различным ситуациям, устойчивость к агрессивным средам — все эти задачи универсальная спасательная петля включает в себе. УСП сочетает в себе обширное практическое применение основными способами являются: вертикальная транспортировка (эвакуация с высоты), горизонтальное перемещение (преодоление завалов), комбинированные варианты (сложный рельеф), медицинская эвакуация (иммобилизация пострадавших), подводные спасательные работы, работа в задымленных помещениях. Также УСП применяется совместно с другим оборудованием: системы альпинистской страховки, спасательные носилки, подъемные механизмы. УСП имеет ряд преимуществ перед другим оборудованием и средствами: в 3-5 раз меньшее время подготовки к транспортировке, возможность использования одним спасателем, меньший риск вторичных травм пострадавшего, более равномерное распределение нагрузки на спасателя, универсальность применения в различных условиях.

В настоящее время проводится ряд организационных аспектов: стандартизация применения в различных службах, совершенствование методик обучения, разработка специализированных протоколов использования. Универсальная спасательная петля представляет собой перспективное направление развития спасательных технологий. Для максимальной реализации ее потенциала необходимо: совершенствовать методы подготовки спасателей, развивать методы использования и внедрять стандарты использования в различных условиях.

Быстрая и безопасная транспортировка пострадавших с использованием УСП способствует увеличению шансов на выживание, так как позволяет своевременно доставить их в медицинские учреждения для оказания необходимой помощи. Применение устройства спасательной петли в транспортировке пострадавших является жизненно важным элементом системы безопасности. Это устройство значительно увеличивает шансы на успешное спасение и минимизацию последствий травм. Правильное использование, обучение и интеграция УСП в спасательные операции могут значительно повысить эффективность реагирования в экстренных ситуациях, что в конечном итоге спасает жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Training and equipment manual. Section 306.003: Basic rope rescue equipment : effective December 2008 / Fresno Fire Department. — Fresno, CA : Fresno Fire Department, 2008. — 63 p.

ЭКСТРЕННАЯ ТРАНСПОРТИРОВКА ПОСТРАДАВШЕГО ПРИ ПОМОЩИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СПАСАТЕЛЬНОЙ ПЕТЛИ СПОСОБОМ «ТРИ ВОСЬМЕРКИ»

Латинский М.В., Курский И.А., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

В условиях чрезвычайных ситуаций, особенно связанных с пожарами, надежность и скорость спасения пострадавших становится критически важными для сохранения жизни как пострадавших, так и спасателей-пожарных. Спасательная петля является универсальным инструментом для работы в экстремальных условиях и при правильном применении станет инструментом, который облегчит и обезопасит работу газодымозащитников. Одним из способов вязки спасательной петли, является «Три восьмерки», который сочетает простоту вязки и надежность фиксации пострадавшего.

При обвязке спасательной петли на пострадавшего данным способом, транспортировка может осуществляться как в горизонтальном направлении, так и в вертикальном. «Три восьмерки» относятся к полной обвязке, что позволяет равномерно распределять усилия по петле и телу пострадавшего, минимизируя риск причинения вреда человеку и точечной перегрузки, которая может привести к разрыву петли и падению пострадавшего. Однако существуют определенные риски и ограничения применения данной обвязки:

- При транспортировке пострадавшего с помощью спасательной петли стоит учитывать, что перемещение волоком по земле может вызвать ссадины и ушибы;
- Длина спасательной петли ограничивает дистанцию транспортировки, а использование дополнительных строп для её увеличения нецелесообразно из-за риска снижения надёжности;
- Данная обвязка не обеспечивает иммобилизации повреждённых участков тела пострадавшего. При травмах (переломах, вывихах, повреждениях внутренних органов) отсутствие надёжной фиксации может усугубить состояние пострадавшего и в таких случаях необходимо применять специализированные средства: жёсткие шины, спинальные щиты или спасательные носилки, которые обеспечивают полную иммобилизацию и безопасную транспортировку. Однако стоит учитывать, что применение данных средств в условиях воздействия опасных факторов пожара невозможно и необходимо экстренно транспортировать пострадавшего в безопасную зону;
- Способ «Три восьмерки» рекомендован для экстренной эвакуации газодымозащитников, так как их боевая одежда снижает риск повреждений при транспортировке.

Техника вязки достаточно проста в освоении, однако требует постоянной тренировки в условиях, приближенных к реальным: при пожаре и плотном задымлении. При спасении пострадавшего из непригодной для дыхания среды, возникают трудности с обвязкой из-за плохой видимости и потери ориентации. Это может привести к ошибкам в формировании обвязки и снижению эффективности спасательных операций. Пропуск петель или некорректная фиксация делают обвязку ненадёжной и травмоопасной, особенно при вертикальной транспортировке пострадавшего.

Одним из ключевых элементов обвязки способом «Три восьмерки» является формирование страховочного узла в области шейного отдела позвоночника. Этот узел, как правило, выполняется двумя полуштыками, а свободные концы петли фиксируются карабином для удобства транспортировки пострадавшего. Страховочный узел предотвращает выпадение пострадавшего из обвязки и обеспечивает стабилизацию за счёт равномерного натяжения и фиксации петли. Его использование обязательно при

вертикальной транспортировке, а также при перемещении по лестничным маршам. В случае горизонтального перемещения пострадавшего узел можно не завязывать, однако свободные концы петли необходимо постоянно удерживать, контролируя её натяжение и целостность

Транспортировку пострадавшего при помощи спасательной петли способом «Три восьмерки» рекомендовано осуществлять только для экстренной эвакуации газодымозащитника в безопасную зону. Этот метод целесообразен в ситуациях, когда существует непосредственная угроза воздействия опасных факторов пожара (задымление, высокая температура, риск взрыва) и нет возможности вынести пострадавшего в безопасную зону, а промедление может привести к гибели человека. Ключевыми ограничениями и условиями применения будет являться: оценка состояние пострадавшего, дистанция перемещения и соблюдение мер безопасности при транспортировке. Таким образом, применение спасательной петли при транспортировке пострадавшего должно быть осознанным, быстрым и строго соответствовать методике обвязки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Training and equipment manual. Section 306.003: Basic rope rescue equipment : effective December 2008 / Fresno Fire Department. — Fresno, CA : Fresno Fire Department, 2008. — 63 p.

Секция 4

ПЕРВЫЙ ШАГ В НАУКУ

УДК 614.842.618

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Дорош С.С., Яхимович Д.Л., Мартыненко Т.М.

Университет гражданской защиты

Несмотря на интенсивную разработку и применение комплекса мер по предотвращению и ликвидации пожаров, проблемы защиты резервуаров остаются нерешенными, о чем свидетельствуют происходящие за рубежом и в странах СНГ пожары и взрывы резервуаров. Развитие пожара зависит от места его возникновения, размеров начального очага горения, устойчивости конструкций резервуара, климатических и метеорологических условий, оперативности действий персонала предприятия, работы систем противопожарной защиты, времени прибытия подразделений МЧС.

Пожары подразделяются на следующие уровни:

- первый – возникновение и развитие пожара в одном резервуаре без влияния на соседние;
- второй – распространение пожара в пределах одной группы;
- третий – развитие пожара с возможным разрушением горящего и соседних с ним резервуаров, переходом его на соседние группы резервуаров и за пределы резервуарного парка.

На резервуарах с плавающей крышей в результате теплового воздействия локального очага горения происходит разрушение герметизирующего затвора, а полная потеря плавучих свойств и затопление крыши в реальных условиях может произойти через один час после начала пожара.

При низком уровне нефтепродукта, когда горение происходит под понтоном или плавающей крышей, условия тушения пожара усложняются. Проникновению пены на свободную поверхность нефтепродукта препятствуют корпус понтона (плавающей крыши) и элементы герметизирующего затвора.

В железобетонном резервуаре в результате взрыва происходит разрушение части покрытия. Горение на участке образовавшегося проема сопровождается обогревом железобетонных конструкций покрытия. Через 20–30 мин возможно обрушение конструкций резервуара и увеличение площади пожара.

После 10–15 мин воздействия пламени происходит потеря несущей способности маршевых лестниц, выход из строя узлов управления коренными задвижками и хлопушами, разгерметизация фланцевых соединений, нарушение целостности конструкции резервуара, возможен взрыв в резервуаре.

При пожаре в резервуаре возможно образование «карманов», которые значительно усложняют процесс тушения. «Карманы» могут иметь различную форму и площадь и образуются как на стадии возникновения в результате перекоса понтона, плавающей крыши, частичного обрушения крыши, так и в процессе развития пожара при деформации стенок.

Устойчивость горящего резервуара зависит от организации действий по его охлаждению. При отсутствии охлаждения горящего резервуара в течение 5–15 мин стенка резервуара деформируется до уровня разлива горючей жидкости.

Исходя из изложенных данных, становится понятным, что время тушения пожара в резервуаре является самым важным параметром. Предложенные в настоящее время устройства для изоляции горящего слоя от поступления воздуха способствуют снижению времени тушения пожаров в резервуаре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках / ВНИИПО. - 2000.

2. Терехнев, В. В. Объекты добычи, переработки и хранения горючих жидкостей и газов. Противопожарная защита и тушение пожаров : кн. 4 / В. В. Терехнев, Н. С. Артемьев, А. В. Подгрушный. - М. : Пожнаука, 2007. - 325 с.

УДК 614.88.3:662.2(569.1)

КАТАСТРОФА В ПОРТУ БЕЙРУТА: АНАЛИЗ ПРИЧИН, ХРОНОЛОГИИ И ПОСЛЕДСТВИЙ

Бусько П.В., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

4 августа 2020 года в порту Бейрута (Ливан) произошла одна из крупнейших техногенных катастроф XXI века, вызванная детонацией 2750 тонн нитрата аммония (аммиачной селитры), хранившегося с грубыми нарушениями требований безопасности [1]. Этот инцидент стал символом халатности и экономического коллапса Ливана, а также продемонстрировал критическую важность соблюдения правил безопасности при хранении веществ с химически активными веществами [2].

Хронология событий:

- 17:45 (местное время) – Зафиксировано возгорание на складе №12, где хранился конфискованный груз аммиачной селитры.
- 17:55 – На место прибыла первая группа спасателей (9 пожарных и 1 медик). Из-за отсутствия ключей доступ к складу был затруднён [3].
- 18:07:18 – Произошёл первый взрыв мощностью ~1.5–2.5 тонн в тротиловом эквиваленте, вызвавший выброс дыма и искр, напоминающих фейерверк.
- 18:07:51 – Второй, основной взрыв мощностью 1.3–2.2 килотонны (10% мощности атомной бомбы в Хиросиме), спровоцированный детонацией селитры. Сейсмические станции зафиксировали землетрясение магнитудой 3.3.

Взрывная волна образовала кратер диаметром 70 м и повредила здания в радиусе 10 км.



Рисунок 1. – Разрушения после взрыва в порту Бейрута

Нитрат аммония (NH_4NO_3), используемый в сельском хозяйстве и производстве взрывчатых веществ, при длительном хранении во влажном климате склонен к слеживанию, выделению токсичных оксидов азота и термическому разложению. За 6 лет хранения в порту Бейрута гранулы селитры утратили стабильность, что повысило их взрывоопасность. ключевые нарушения условий хранения: груз размещался вблизи жилых кварталов без систем вентиляции и контроля влажности, а также на складе №12 совместно с селитрой хранилась пиротехника, которая воспламенилась от искр во время сварочных работ.

На сегодняшний день, насчитывается 218 погибших, 7000 раненых, 300 000 человек остались без жилья [4]. Уничтожены 3 больницы, зерновой элеватор, повреждены посольства 10 стран, музеи и 70% зданий в центре Бейрута. Ущерб оценивается в районе 15 миллиардов долларов.

На 2025 год порт Бейрута восстановлен лишь частично и функционирует в ограниченном режиме. Продолжаются работы по удалению опасных веществ, очистке территории от обломков и реконструкции критической инфраструктуры. К рекомендациям по безопасному хранения следует отнести следующее: избегать длительного складирования крупных партий, поддерживать влажность и температуру, использовать склады нормированной степени огнестойкости (I-II степени) с системами автоматического пожаротушения [5].

Катастрофа в Бейруте стала результатом цепочки управленческих, технических и политических ошибок. Её последствия подчеркивают необходимость глобального пересмотра норм хранения опасных грузов и усиления международного контроля за соблюдением стандартов безопасности. Расследование инцидента продолжается, что отражает системные проблемы Ливана в сфере управления рисками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Взрывы в порту Бейрута // Википедия : [сайт]. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Взрывы_в_порту_Бейрута (дата обращения: 05.05.2025).
2. Взрыв в порту Бейрута: год спустя // USM : [сайт]. — URL: <https://usm.media/vzryv-v-portu-bejruta-god-spustya/> (дата обращения: 05.05.2025).
3. Взрыв в Бейруте: хронология, версии, итоги // Esquire Казахстан : [сайт]. — URL: <https://esquire.kz/vzryv-v-beyrute-hronologiya-versii-itogi/> (дата обращения: 05.05.2025).
4. Beirut After the Blast : [документальный фильм] // RT Documentary : [сайт]. — URL: <https://rtdoc.tv/films/1137-beirut-after-the-blast> (дата обращения: 05.05.2025).
5. Три года после чудовищного взрыва // Onliner : [сайт]. — URL: <https://realt.onliner.by/2023/08/28/tri-goda-posle-chudovishhnogo-vzryva> (дата обращения: 05.05.2025).

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ VR/AR-ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ

Гусаров И.С.

Университет гражданской защиты

В настоящие годы виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR) становятся всё более популярными в образовательной сфере. Современные студенты, выросшие в эпоху цифровых технологий, требуют более динамичного и увлекательного подхода к обучению. С помощью VR и AR технологий студенты могут проводить виртуальные эксперименты и участвовать в симуляциях реальных ситуаций, что способствует лучшему усвоению материала.

Для обоснования эффективности применения технологии дополненной реальности в образовании в работе [1] в рамках курса информатики были проведены эксперименты с привлечением учащихся. В первом эксперименте исследовалась гипотеза, что использование технологии дополненной реальности на занятии повышает эффективность изучения AR, по сравнению с лекцией об этой технологии. Второй эксперимент проверял гипотезу об эффективности изучения некоторых разделов курса информатики с использованием AR. В результате эксперимента показано, что общий уровень знаний в экспериментальной группе учащихся повысился в среднем на 23,1 % по сравнению с контрольной группой без использования AR- технологий [1].

Компанией Vrarlab проведено исследование эффективности применения виртуальной реальности в образовании, в котором приняли участие более 150 человек. Испытуемые, попадая в виртуальную реальность, наблюдали работающую электрическую цепь с источником тока, далее они попадали внутрь проводника, изучая движение заряженных частиц на атомном уровне, кристаллическую решетку и строение самих атомов. После окончания урока, который длился около 7 мин, испытуемые прошли тесты по изученной тематике. Результаты теста показали, что 92 % людей ответили верно на все вопросы теста, что демонстрирует высокий уровень усвоения знаний [2].

В работе [3] выполнен детальный анализ современных исследований, посвященных применению VR/AR-технологий в сфере образования, что позволило обобщить существующие мнения относительно преимуществ виртуальной и дополненной реальности, их совместимости с образовательными технологиями, а также получаемых выгодах. При анализе научных работ и публикаций, связанных с использованием VR/AR в высшем образовании, авторами отмечается высокий потенциал данных технологий по различным направлениям. Например, результаты применения инструментов дополненной реальности для обучения китайскому языку показывают, что AR помогает студентам гораздо быстрее написать свой первый параграф и освоить китайское письмо [4]. При сравнении учебных AR-материалов и образовательного видео на YouTube в рамках освоения курса по разработке программного обеспечения более эффективным оказался AR- контент, его применение помогло повысить интерес студентов и их вовлеченность [5]. Многие другие исследователи также подтверждают мотивацию и вовлеченность студентов, которым предлагается использовать приложения дополненной реальности в процессе обучения [6].

При сравнении технологии AR и методов интерактивной симуляции значительной разницы с точки зрения обучаемости студентов и их вовлеченности не наблюдалось, однако отмечено значительное преимущество AR с точки зрения восприятия информации [7].

В литературе наиболее часто встречаются исследования, посвященные применению AR в сфере послевузовского образования. Примеры из области архитектурного образования говорят в пользу технологий AR [8], такие же выводы делаются для дисциплин

естествознания, где динамический контент позволяет лучше осваивать материал [9] и способствует прогрессу исследовательских проектов аспирантов [10]. В точных науках и инженерии AR-технологии способствуют лучшему пространственному восприятию, это подтверждают исследования в области математического образования [11], машиностроения [12]. Системы AR с технологией Kinect успешно применяются в физико-математическом образовании [13]. В гуманитарной сфере использование AR помогает снизить когнитивную нагрузку, повышая при этом мотивацию и позитивный настрой обучающихся [14]. Существуют исследования в области медицинского образования, когда обучение стоматологов с применением мобильного приложения AR стало простым эффективным инструментом передачи знаний [15]. Изучение истории с помощью приложений дополненной реальности открывает большие перспективы как с точки зрения возможностей создания контента, так и позиций эмоциональности и вовлеченности в образовательный процесс [16].

Использование VR и AR технологий в образовательном процессе демонстрирует значительные преимущества в повышении вовлеченности студентов и улучшении усвоения материала. Конкретные примеры из различных областей образования подтверждают эффективность этих технологий как инструмента для создания интерактивных учебных сред. Несмотря на существующие вызовы – такие как стоимость оборудования и необходимость разработки качественного контента – потенциал VR и AR в образовании остаётся огромным и требует дальнейшего изучения и интеграции в учебный процесс на всех уровнях образования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гриншкун, А. В. Об эффективности использования технологий дополненной реальности при обучении школьников информатике / А. В. Гриншкун // Вестн. Моск. гор. пед. ун-та. Сер. «Информатика и информатизация образования». – 2016. – Т. 35, № 1. – С. 98–103.
2. Андрушко, Д. Ю. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе: проблемы и перспективы / Д. Ю. Андрушко // Науч. обозрение. Педагогические науки. – 2018. – № 6. – С. 5–10.
3. Кирьянов, А. Е. Технологии дополненной реальности в сфере образования / А. Е. Кирьянов [и др.] // Инновации. – 2020. – № 5. – С. 81–88.
4. Wang, Y.-H. Exploring the effectiveness of integrating augmented reality-based materials to support writing activities / Y.-H. Wang // Computers & Education. – 2017. – Vol. 113. – P. 162–176. – DOI: 10.1016/j.compedu.2017.04.013.
5. Wang, Y.-H. Using augmented reality to support a software editing course for college students / Y.-H. Wang // J. Comput. Assist. Learn. – 2017. – Vol. 33, Iss. 5. – P. 532–546. – DOI: 10.1111/jcal.12199.
6. Mumtaz, K. An E-assessment framework for blended learning with augmented reality to enhance the student learning / K. Mumtaz [et al.] // Eurasia J. Math., Sci. Technol. Educ. – 2017. – Vol. 13, Iss. 8. – P. 4419–4436. – DOI: 10.12973/eurasia.2017.00938a.
7. Chang, H.-Y. A comparison study of augmented reality versus interactive simulation technology to support student learning of a socio-scientific issue / H.-Y. Chang, Y.-S. Hsu, H.-K. Wu // Interact. Learn. Environ. – 2016. – Vol. 24, Iss. 6. – P. 1148–1161. – DOI: 10.1080/10494820.2014.961486.
8. Domínguez, E. R. Educating urban designers using augmented reality and mobile learning technologies / E. R. Domínguez // RIED – Rev. Iberoam. Educ. Distancia. – 2017. – Vol. 20, No. 2. – P. 141–165. – DOI: 10.5944/ried.20.2.17675.
9. Montoya, M. H. Evaluating the effect on user perception and performance of static and dynamic contents deployed in augmented reality based learning application / M. H. Montoya, C. A. Díaz, G. A. Moreno // Eurasia J. Math., Sci. Technol. Educ. – 2017. – Vol. 13, Iss. 2. – P. 301–317. – DOI: 10.12973/eurasia.2017.00617a.

10. Bendicho, P. F. Effect on academic procrastination after introducing augmented reality / P. F. Bendicho [et al.] // Eurasia J. Math., Sci. Technol. Educ. – 2017. – Vol. 13, Iss. 2. – P. 319–330. – DOI: 10.12973/eurasia.2017.00618a.
11. Salinas, P. Understanding the conics through augmented reality / P. Salinas, R. Pulido // Eurasia J. Math., Sci. Technol. Educ. – 2017. – Vol. 13, Iss. 2. – P. 341–354. – DOI: 10.12973/eurasia.2017.00620a.
12. Carrera, C. C. Landscape interpretation with augmented reality and maps to improve spatial orientation skill / C. C. Carrera, L. A. B. Asensio // J. Geogr. High. Educ. – 2017. – Vol. 41, Iss. 1. – P. 119–133. – DOI: 10.1080/03098265.2016.1260530.
13. Martin-Gonzalez, A. Usability evaluation of an augmented reality system for teaching Euclidean vectors / A. Martin-Gonzalez, A. Chi-Poot, V. Uc-Cetina // Innov. Educ. Teach. Int. – 2016. – Vol. 53, Iss. 6. – P. 627–636. – DOI: 10.1080/14703297.2015.1108856.
14. Cheng, K.-H. Reading an augmented reality book: An exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes / K.-H. Cheng // Australas. J. Educ. Technol. – 2017. – Vol. 33, No. 4. – P. 53–69. – DOI: 10.14742/ajet.2820.
15. Juan, M. C. A mobile augmented reality system for the learning of dental morphology / M. C. Juan [et al.] // Digit. Educ. Rev. – 2016. – No. 30. – P. 234–247.
16. Harley, J. M. Comparing virtual and location-based augmented reality mobile learning: Emotions and learning outcomes / J. M. Harley [et al.] // Educ. Technol. Res. Dev. – 2016. – Vol. 64, No. 3. – P. 359–388. – DOI: 10.1007/s11423-015-9420-7.

УДК 614.8.07:004.9

СЦЕНА ОБУЧАЮЩЕЙ СИМУЛЯЦИИ В ВИРТУАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ ПОЖАРНЫХ

Гусаров И.С.

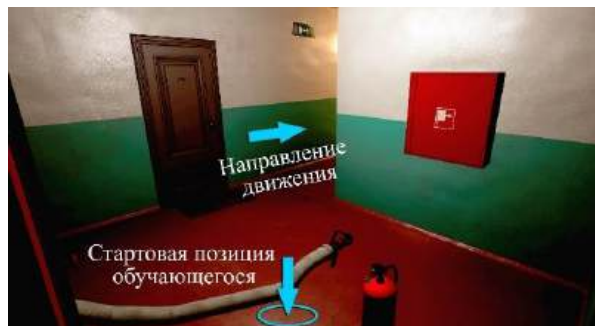
Университет гражданской защиты

Сцена обучающей симуляции в виртуальном пространстве представляет собой квартиру, состоящую из прихожей, туалета/ванной, жилой части и кухни со следующими элементами (объектами) наполнения: мебель (шкафы, столы, стулья и диван), электрооборудование и бытовая техника (телевизор, стиральная машина, холодильник, микроволновая печь и газовая плита), сантехника (раковина, ванна и унитаз) и т.д. (рис. 1).



Рисунок 1. – Внешний вид квартиры из симуляции (вид сверху)

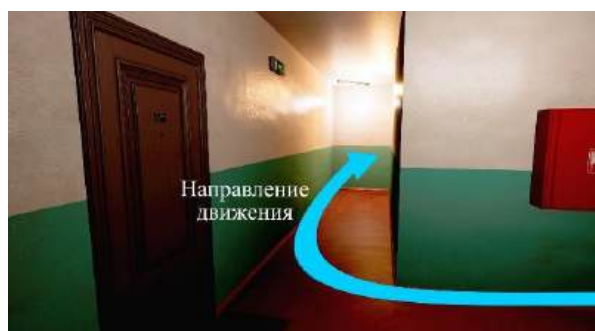
Планировка сцены в симуляции также включает коридор с поворотами, ведущий к квартире, в которой находится очаг пожара (рис. 2). В коридоре предусмотрено наличие электрического щитка, а также входных дверей квартир с номерами. Двери смежных квартир не доступны для открытия. В коридоре наблюдается легкое задымление, которое может изменяться преподавателем в рамках управления симуляцией. В квартире, где развивается пожар, возможны множественные очаги: бытовая техника, мебель, электроника, элементы отделки и т.д.



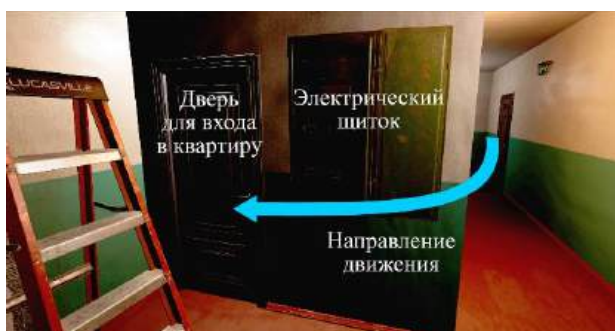
а – стартовая позиция обучающегося в начале коридора



б – вид от первого лица обучающегося на стартовой позиции



в – первый поворот в коридоре



г – второй поворот в коридоре, дверь в квартиру, электрический щиток



д – пострадавший без сознания в туалете/ванной



е – тушение пожара в жилой части квартиры

Рисунок 2. – Кадры из симуляции в ЭМТ

В ПО преподавателя имеется возможность выбрать один из пяти вариантов оформления сцены симуляции (рис. 3), при этом возможно произвольное наполнение квартиры объектами по замыслу преподавателя (рис. 4). Также в некоторых вариантах сцены предусматривается наличие пострадавшего без сознания и (или) газового баллона (отдельные элементы, которые необходимо вынести (эвакуировать) в безопасную зону).



Рисунок 3. – Варианты сцены для симуляции (вид сверху)

ФИО	Лихоманов А.О.	Давление в АСВ, атм.:	300
Преподаватель	admin	Потребление воздуха, л/мин:	30
Сцена	Сцена 1	Количество баллонов АСВ:	1
		Номер горячей квартиры:	128

Объекты на сцене

☒ Эффект обратной тяги	< 00:10
☒ Время жизни пострадавшего	> 05:00
☒ Время до взрыва газового баллона	> 01:30
☒ Шкаф №1	
☒ Шкаф №2	
☒ Книги	
☒ Книжная полка	
☒ Стул	
☒ Холодильник	
☒ Микроволновка	
☒ Симулятор	

Назад

Начать упражнение

Рисунок 4. – Меню ПО преподавателя для настройки сцены симуляции в ЭМТ

ВЛИЯНИЕ ТАКТИЛЬНЫХ ОЩУЩЕНИЙ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБУЧЕНИЯ ПОЖАРНЫХ-СПАСАТЕЛЕЙ

Гусаров И.С.

Университет гражданской защиты

Традиционная подготовка спасателей-пожарных с использованием полигонов ограничена в воспроизведении масштабных и специфических аспектов реальных чрезвычайных ситуаций. Создание условий, максимально приближенных к реальным, сопряжено с повышенными рисками для личного состава и существенными финансовыми затратами. В связи с этим, разработка и внедрение виртуальных сред с тактильной обратной связью представляется перспективным направлением для повышения эффективности образовательного процесса.

В Университете гражданской защиты разработан экспериментальный макет тренажера с имитацией эффектов физических воздействий в условиях виртуальной реальности (ЭМТ) для подготовки спасателей-пожарных. ЭМТ включает в себя ряд компонентов (рис. 1): VR-костюм, VR-шлем, ручные VR-контроллеры, бэкпак (переносной персональный компьютер), головной персональный компьютер, а также программное обеспечение сервера, преподавателя и обучающегося для логической связи всех компонентов ЭМТ.

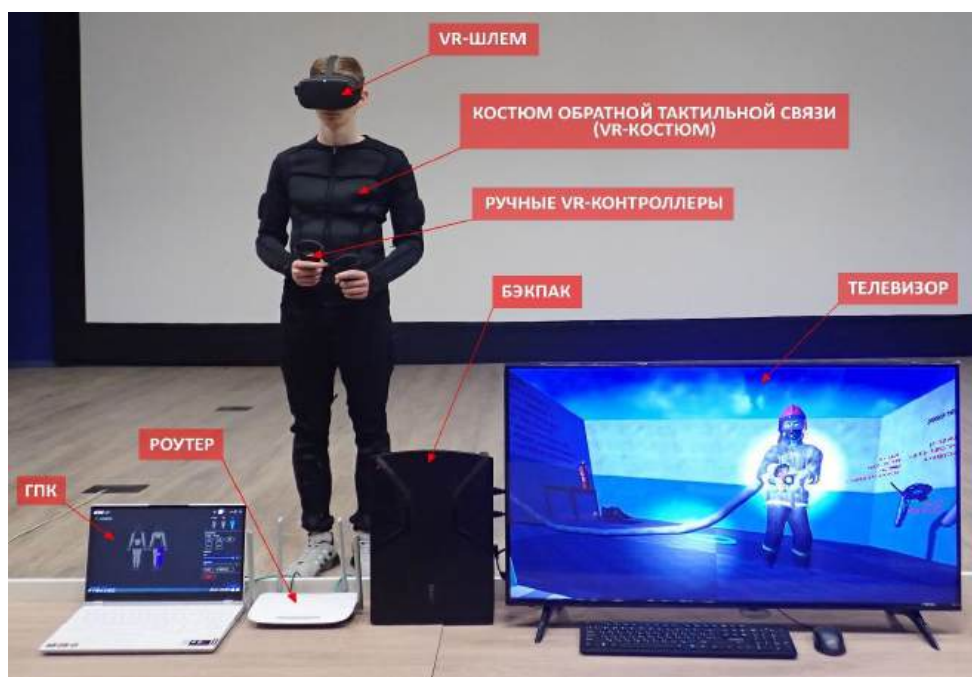


Рисунок 1. – Составные компоненты ЭМТ

В проведении эксперимента приняли участие 16 обучающихся университета. Критерии отбора участников были следующими:

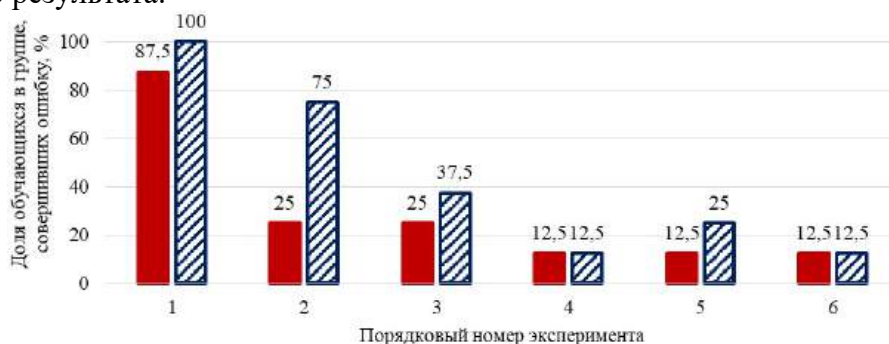
- схожий уровень подготовки и опыта в проведении аварийно-спасательных работ, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- возраст от 20 до 23 лет;
- отсутствие опыта использования VR-технологий (VR-шлема, VR-костюма и т.п.).

На первом этапе эксперимента обучающиеся были разделены на две группы (группа «А» проходят симуляцию с VR-гарнитурой и VR-костюмом; группа «Б» – проходят

симуляцию с VR-гарнитурой, но без использования VR костюма, т.е. без воздействия обратной тактильной связи) и поочередно проходили симуляцию в экспериментальном макете тренажера с имитацией эффектов физических воздействий в условиях виртуальной реальности для подготовки спасателей-пожарных.

На втором этапе эксперимента, который проводился спустя 7 суток после завершения первого этапа, представителям экспериментальных групп давалась одна попытка на прохождение симуляции для определения степени запоминания действий спасателя-пожарного в условиях пожара в квартире жилого дома. Далее представлены обобщенные результаты экспериментальных данных и их анализ.

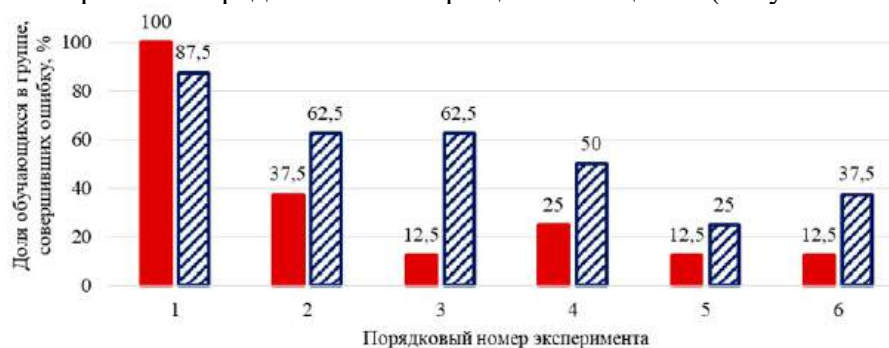
На рисунке 2 представлены данные о доле обучающихся в экспериментальных группах, совершивших ошибки при прохождении симуляции в ЭМТ. Из рисунка видно, что обучающиеся из группы «А» быстрее запоминают ошибки и уже со второй попытки больше половины из них не совершают ни одно из перечисленных неправильных действий, в то время как обучающимся в группе «Б» понадобилось 4–5 попыток для достижения аналогичного результата.



a – не удался на безопасное расстояние после открывания двери в помещение (поражение пламенем в результате обратной тяги)



б – неосторожное передвижение в горящем помещении (получение ожогов)

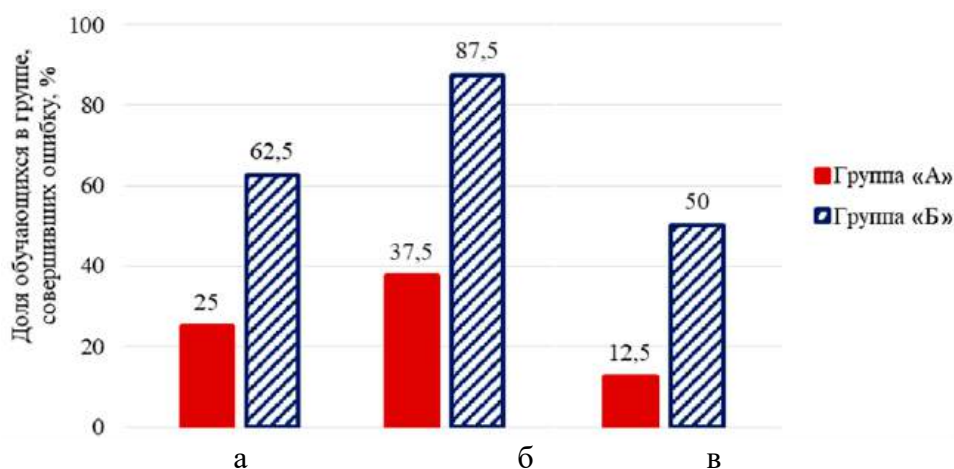


■ Группа «А» ■ Группа «Б»

в – не отключено электричество в квартире (поражение током)

Рисунок 2. – Доля обучающихся в экспериментальных группах, совершивших ошибки при прохождении симуляции в ЭМТ

По результатам третьего этапа исследований, который проводился спустя 7 суток после второго этапа и во время которого представителям экспериментальных групп давалась одна попытка на прохождение симуляции для определения степени запоминания действий спасателя-пожарного в условиях пожара в квартире жилого дома, получены данные о доле обучающихся, совершивших ошибки при прохождении симуляции в ЭМТ (рис. 3).



а – не удалился на безопасное расстояние после открывания двери в помещение (поражение пламенем в результате обратной тяги); б – неосторожное передвижение в горящем помещении (получение ожогов); в – не отключено электричество в квартире (поражение током)

Рисунок 3. – Доля обучающихся в экспериментальных группах, совершивших ошибки при прохождении симуляции в ЭМТ в итоговом эксперименте

Из рисунка 3 видно, что степень запоминания материала обучающимися из группы «А», прохождение обучающей симуляции которых сопровождалось обратной тактильной связью, существенно выше по сравнению с обучающимися из группы «Б», в которой использовалась только VR-гарнитура (VR-шлем и ручные VR-контроллеры). Так, только 2 обучающихся из группы «А» были поражены пламенем в результате обратной тяги, при этом в группе «Б» – 5. В 2,5 раза меньше обучающихся из группы «А» получили ожоги во время итогового эксперимента, а поражены током в 4 раза меньше по сравнению с группой «Б».

Кроме того, при проведении первого и второго этапа исследований было отмечено, что при электростимуляции от VR-костюма во время имитации поражения током (в симуляции прикосновение к предмету под напряжением), обучающиеся рефлекторно отходили от опасного предмета и передвигались по помещению как можно дальше от него. Это происходило даже в тех попытках, когда на входе в помещение обучающиеся уже предварительно отключали электричество. Аналогичный эффект наблюдался и с очагами пожара – обучающиеся из группы «А» старались проходить мимо них на максимально возможном удалении, поскольку при нахождении в огне на обучающихся также воздействовал электрический импульс от костюма обратной тактильной связи. В группе «Б» большая часть обучающихся аккуратность не проявляла, что отразилось в большем количестве ошибок (рис. 2 и 3).

ВИРТУАЛЬНАЯ СИМУЛЯЦИЯ С ТАКТИЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ МАКЕТЕ ТРЕНАЖЕРА С ИМИТАЦИЕЙ ЭФФЕКТОВ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В УСЛОВИЯХ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ-ПОЖАРНЫХ

Гусаров И.С.

Университет гражданской защиты

Основной целью обучающегося является выполнение правильного порядка действий по спасению людей и тушению пожара в квартире. Для этого ему необходимо оценить сложившуюся в условиях чрезвычайной ситуации (ЧС) обстановку, выполнить разведку на месте ЧС, спасти пострадавших, предотвратить взрыв газового баллона и потушить пожар в квартире.

Прохождение симуляции обучающийся начинает в коридоре. Экипировка обучающегося в виртуальной среде включает (рис. 1): комплект боевой одежды (шлем, куртка, перчатки, штаны, сапоги), дыхательный аппарат на сжатом воздухе (АСВ) с выносным манометром для контроля давления в баллоне аппарата, панорамную маску, фонари (нагрудный и для крепления на каске), радиостанцию. В коридоре возле него на полу предусмотрено наличие рукавной линии с перекрывным ручным пожарным стволом и (или) огнетушителя.

В начале симуляции обучающийся должен правильно оценить запас воздуха в АСВ и далее периодически отслеживать показания выносного манометра АСВ, для того чтобы вовремя покинуть зону задымления.

В ходе симуляции обучающийся должен пройти по коридору в направлении квартиры, в которой находится очаг пожара, проверить номер на входной двери. Открывание двери осуществляется посредством захвата дверной ручки и перемещения двери в открытое положение.



Рисунок 1. – Экипировка обучающегося в симуляции в ЭМТ

При открывании двери может быть предусмотрен выброс пламени (тепловой волны) из помещения (задается преподавателем при выборе сцены). В случае неверного расположения обучающегося при открывании двери на него попадает пламя. В этот же момент VR-костюм имитирует тепловое воздействие на обучающегося за счет воздействия электрическим током через электроды, установленные в VR-костюме, и одновременно

осуществляется регистрация ошибки в базе данных. Воздействие электрическим током на обучающегося через VR-костюм также осуществляется в следующих случаях:

- при непрерывном нахождении обучающегося в огне в течение времени, превышающего 5 с;
- при допущении обучающимся критической ошибки (при взрыве газового баллона и нахождении обучающегося в зоне действия взрыва; при непрерывном нахождении обучающегося в огне в течение времени, превышающего 20 с; при тушении пожара посредством ствола, если не был отключен электрический щит; при выбросе пламени в результате эффекта обратной тяги и нахождении обучающегося в зоне ее действия).

При входе в квартиру обучающийся должен визуально оценить обстановку: подтвердить очаг пожара и осуществить поиск видимых причин возможных угроз, пострадавших, при необходимости эвакуировать их в безопасную зону и затем приступить к ликвидации пожара.

Завершение симуляции осуществляется при достижении ликвидации пожара (все пострадавшие спасены, все очаги потушены), при допущении обучающимся критической ошибки вручную преподавателем (досрочно).

Размеры виртуального помещения в симуляции исключают возможность обучающегося перемещаться за пределы размеров реального помещения (площадки для размещения ЭОТ). Процессы и явления, происходящие в симуляции, соответствуют законам физики настолько, насколько это позволяет реализовать используемое оборудование и программное обеспечение.

В виртуальной симуляции предусматривается звуковое сопровождение, соответствующее реальной обстановке при пожаре (стоны и крики людей, звуки сирены, пламени и искр, дыма, брызг, разрушения объектов и т.д.), учитывается расположение условного источника звука и его удаленность. В симуляции также обеспечивается возможность взаимодействия обучающегося с преподавателем посредством имитации радиообмена.

Симуляция предусматривает визуальное изменение обстановки в помещениях с учетом общих закономерностей развития пожара. Развитие пожара моделируется с учетом места возникновения его очага, распространения опасных факторов пожара, их воздействия на окружающие объекты в обучающей сцене, а также предпринимаемых действий обучающегося и преподавателя.

При прохождении у обучающегося есть возможность выполнять следующие действия:

- свободно передвигаться по обучающей сцене;
- обесточивать электрооборудование (путем отключения электрического щита на входе в квартиру);
- открывать/закрывать двери;
- подавать огнетушащее вещество в очаг пожара, при этом учитывается направление и дальность их подачи, а также количество (при использовании технических средств тушения пожара (ручного пожарного ствола, огнетушителя) направление подачи огнетушащего вещества определяется их положением. Время подачи огнетушащего вещества из ручного пожарного ствола не ограничено, а из огнетушителя – ограничено его емкостью, которая задается заранее преподавателем при настройке обучающей сцены);
- проводить поиск и спасение пострадавших;
- перемещать газовый баллон и охлаждать его для предотвращения его взрыва.

В ходе прохождения симуляции обучающийся испытывает физические воздействия, генерируемые VR-костюмом (табл. 2), а также воспринимает визуальные и звуковые эффекты от VR-шлема (стоны, крики, звуки сирены, пламя, вспышки пламени, искры, дым, брызги, падение, разрушение и горение объектов, тушение пожара и т.д.).

Таблица 2. – Имитируемые физические воздействия на обучающегося и соответствующие им ситуации

Компонент ЭМТ	Имитируемый эффект воздействия на обучающегося	Ситуации, при которых в ЭМТ имитируется эффект воздействия на обучающегося
VR-костюм	Поражение электрическим током	– направление струи воды на необесточенное электрооборудование; – непосредственный контакт с элементами оборудования под напряжением
	Взрывная волна	– взрыв газового баллона; – открывание двери и выброс пламени
	Удар летящими элементами	– падение предметов, элементов мебели и отделки; – поражение летящими предметами при взрыве
	Попадание на тело воды	– брызги от струи воды из пожарного ствола
	Тепловое воздействие	– нахождение непосредственно в зоне открытого горения; – расположение у очага пожара во весь рост во время тушения

Захват объектов, предусмотренных в сцене (пострадавших, перекрывного ручного пожарного ствола, огнетушителя, переключателей, газового баллона), осуществляется обучающимся с использованием ручных VR-контроллеров. При наведении руки с контроллером на объект в сцене, доступный для захвата, предусматривается визуальное выделение (подсветка) данного объекта.

Прохождение обучающей симуляции предусматривает обратную тактильную связь с обучающимися при допущении различного рода ошибок, что должно положительно сказаться на эффективности их обучения, в частности на скорости и качестве запоминания правильных действий в условиях ЧС, в сравнении с использованием при обучении только VR-гарнитуры. С целью оценки данного суждения проведены экспериментальные исследования влияния эффектов обратной тактильной связи на обучающихся.

УДК 614.8:004

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЯМ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Довыденко А.С.

Академия управления при Президенте Республики Беларусь

В современных условиях, когда количество чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера неуклонно растёт, особенно остро встаёт вопрос о повышении уровня информированности и готовности населения к действиям в экстренных условиях. По данным Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, только в 2024 году было зафиксировано более 6244 ЧС, в результате которых погибло 559 человек. Эти данные свидетельствуют о высокой степени риска и необходимости совершенствования системы обучения населения мерам безопасности и алгоритмам поведения при возникновении угроз. Каждый случай ЧС, независимо от его масштабов, требует от человека

оперативной реакции и чётких действий, что возможно лишь при наличии соответствующих знаний и навыков.

Традиционные методы информирования населения — лекции, инструктажи, раздаточные материалы — зачастую оказываются недостаточно эффективными, особенно среди молодёжи и представителей так называемого «цифрового поколения», которое характеризуется другим восприятием информации и предпочитает интерактивные и визуальные форматы обучения. Отсутствие вовлечённости, низкая мотивация, быстрое забывание информации делают классические подходы малорезультативными. В связи с этим представляется актуальным использование мобильных технологий как инструмента интерактивного и доступного обучения.

Мобильные приложения стали неотъемлемой частью жизни современного человека, обеспечивая доступ к информации в любое время и в любом месте. Использование этого ресурса для формирования у населения навыков безопасного поведения в чрезвычайных ситуациях позволяет обеспечить не только индивидуальное обучение, но и массовый охват целевой аудитории.

С этой целью нами предлагается разработка мобильного приложения, которое в игровой форме будет обучать пользователей правилам поведения при различных ЧС. Такой подход отвечает принципам геймификации, когда обучение происходит через игру, что повышает интерес, мотивацию и степень усвоения материала. Основу приложения составят игровые механики, интерактивные сценарии, элементы дополненной реальности и тестирование знаний. Приложение предполагается адаптировать для различных возрастных групп, включая детей, подростков, взрослых и пожилых людей, и интегрировать с актуальной информацией от официальных источников (МЧС, МВД и др.).

Функциональные возможности приложения включают несколько модулей:

- *Обучающий блок*, содержащий текстовую и мультимедийную информацию о видах ЧС, их признаках, последствиях и алгоритмах действий.
- *Интерактивные сценарии*, имитирующие развитие событий при различных ЧС, где пользователь принимает решения, влияющие на исход ситуации.
- *Мини-игры*, направленные на запоминание важных фактов, проверку скорости реакции, развитие навыков поиска безопасных решений.
- *Система тестирования*, позволяющая оценить уровень знаний, пройти контрольные задания.
- *Раздел «Личный кабинет»*, где пользователь может отслеживать свой прогресс, получать рекомендации, участвовать в конкурсах и челленджах.
- *Информационные уведомления*, обеспечивающие оперативное оповещение о реальных угрозах и проведении учебных мероприятий.

Интерфейс приложения будет интуитивно понятным, адаптированным под разные возрастные категории и уровни цифровой грамотности. Преимущество отдано простому дизайну с крупными иконками, понятной навигацией, возможностью голосового сопровождения для пользователей с ограничениями по зрению или чтению.

Особенности интерфейса:

- яркие визуальные подсказки;
- анимации для имитации ЧС;
- поддержка голосового управления;
- тёмная и светлая темы оформления;
- локализация на белорусский и русский языки.

В итоге предполагается получить функциональный прототип обучающего мобильного приложения, ориентированного на широкий круг пользователей. Приложение будет сочетать в себе элементы обучения, игры и симуляции, что делает процесс не только полезным, но и увлекательным.

Ожидается, что реализация проекта повысит уровень знаний о действиях в ЧС, обеспечит регулярное повторение и закрепление информации, сформирует навыки принятия

решений в стрессовых ситуациях. Приложение будет способствовать формированию устойчивого поведения в условиях угроз, что особенно важно для профилактики паники и минимизации последствий ЧС.

Разработка мобильного приложения рассматривается как шаг к цифровой трансформации системы гражданской обороны и защиты населения в Республике Беларусь. Использование мобильных технологий для формирования знаний и навыков в области поведения в чрезвычайных ситуациях является перспективным направлением, позволяющим объединить современные достижения IT-отрасли и задачи обеспечения национальной безопасности.

В условиях цифровизации и постоянного роста числа пользователей мобильных устройств такой подход может стать важным звеном в системе национальной безопасности и предупреждения ЧС. Приложение сможет быть интегрировано с другими цифровыми платформами, используемыми органами власти и службами спасения, что обеспечит комплексный подход к информированию, обучению и оперативному реагированию населения.

Таким образом, реализация данного проекта позволит повысить уровень гражданской готовности, снизить количество ошибок при действиях в условиях ЧС и создать устойчивую культуру безопасности, соответствующую требованиям современного общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подведены итоги работы Министерства по чрезвычайным ситуациям в 2024 году [Электронный ресурс] // Официальный сайт МЧС Республики Беларусь. – 2025. – URL: <https://mchs.gov.by/glavnoe/479179/> (дата обращения: 06.05.2025).

УДК 614.841:629.3

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: АНАЛИЗ ПРИЧИН И ПОСЛЕДСТВИЙ

Коробочка Д.Н., Пивоваров А.В.

Университет гражданской защиты

В Республике Беларусь за период с 2020 по 2025 года зафиксировано пять случаев возгорания электромобилей (EV), получивших публичное освещение в СМИ. МЧС Республики Беларуси не публикует отдельной статистики по возгораниям электромобилей – в официальных отчётах приводятся лишь общие цифры пожаров и ДТП без разбивки по типам автомобилей. Однако, несмотря на увеличение парка электромобилей (EV) в стране, подобные инциденты происходят реже, чем случаи возгорания автомобилей с ДВС, но характеризуются повышенной опасностью вследствие экстремального энерговыделения при аварийной деградации силовых аккумуляторных батарей (АКБ) [1]. Проведение аварийно-спасательных работ и тушения пожара требует специализированных технологий, пожарного технического вооружения и оборудования, а также детального знания конструктивных особенностей транспортных средств, которые могут быть получены из анализа уже произошедших чрезвычайных ситуаций.

27 июля 2021 г., г. Могилёв. В результате ДТП с участием Tesla Model 3 (рис. 1) произошло механическое разрушение кузова с последующим возгоранием и полным термическим уничтожением транспортного средства. Причиной инцидента стала потеря контроля над управлением, приведшая к столкновению с опорой освещения. Водитель госпитализирован с травмами [2].

26 марта 2023 г., г. Жодино. Возгорание Zotye E200 (рис. 2) на территории жилой застройки, сопровождавшееся взрывом. Официальная версия причин возгорания указывает на короткое замыкание электрических цепей транспортного средства. В результате возгорания EV полностью уничтожено, пострадавших нет [3].



Рисунок 1. - ДТП с участием EV марки Tesla Model 3 (27 июля 2021 года г. Могилёв)



Рисунок 2. - Возгорание с участием EV марки Zotye E200 (26 марта 2023 года г. Жодино)

11 марта 2024 г., аг. Колодищи. Самопроизвольное возгорание силовой АКБ Porsche Тауспан (рис. 3) спровоцировало распространение пожара на шесть EV марки Tesla и мотоцикл на территории СТО. Судебная экспертиза, проведенная Государственной комиссией судебно-экспертных исследований (ГКСЭ), установила, что причиной возгорания стало короткое замыкание в одной из ячеек аккумуляторной батареи Porsche Тауспан. Данный дефект привел к неконтролируемому выделению тепла, что вызвало цепную реакцию и привело к возгоранию. В результате возгорания транспортные средства полностью уничтожены, пострадавших нет [4].

18 марта 2024 г., г. Минск. Произошло возгорание EV марки Nissan Leaf (рис. 4). Согласно информации, предоставленной Министерством по чрезвычайным ситуациям в средствах массовой информации, спасателям потребовалось около часа, чтобы потушить пламя (задействовали аварийно-спасательный инструмент). В результате пожаром повреждён салон, моторный отсек и электроника автомобиля. Причина возгорания устанавливается, пострадавших нет [5].



Рисунок 3. - Возгорание с участием EV марки Porsche Тауспан (11 марта 2024 года аг.Колодищи)



Рисунок 4. - Возгорание с участием EV марки Nissan Leaf (18 марта 2024 года г. Минск)

17 января 2025 г., дер. Междуречье. Произошло возгорание неизвестного EV, в результате которого был полностью уничтожен. В настоящее время ведётся расследование причин возгорания, а также проводится анализ состояния повреждённого транспортного средства, пострадавших в результате инцидента не зафиксировано [6].

На основе ретроспективного анализа установлены доминирующие факторы возгораний EV:

- Механические повреждения (ударные деформации при ДТП);
- Электрические сбои (короткие замыкания, дефекты изоляции);
- Производственные дефекты (несоответствие стандартам сборки АКБ);
- Эксплуатационные нарушения (несоблюдение регламентов обслуживания);
- Использование несертифицированных компонентов (низкокачественные элементы электросистем).

Несмотря на статистическую редкость инцидентов, их последствия требуют разработки специализированных протоколов тушения, адаптации инфраструктуры и повышения квалификации спасательных служб. Дальнейшие исследования должны быть направлены на моделирование сценариев теплового разгона силовой АКБ и оптимизацию методов подавления цепных реакций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Канонин, Ю. Н. Пожарная опасность электромобилей / Ю. Н. Канонин, А. В. Лыщик // БРНИ. — 2023. — № 1. — С. 38–51. — DOI: 10.20295/2223-9987-2023-1-38-51.

2. В Могилеве произошло ДТП с участием электромобиля Tesla // Bobruisk.ru : [сайт]. — URL: <https://bobruisk.ru/news/2021/07/28/v-mogileve-proizoshlo-dtp-s-uchastiem-elektromobilya-tesla> (дата обращения: 30.04.2025).

3. Взрыв электромобиля Zotye в Беларуси попал на видео // Autogrodno.by : [сайт]. — URL: <https://autogrodno.by/news/28477-zotye-e200-vrzuv.html> (дата обращения: 30.04.2025).

4. Под Минском сгорели шесть Tesla и один Porsche. Откуда начался пожар? // Onliner.by : [сайт]. — URL: <https://auto.onliner.by/2024/05/16/sgoreli-shest-tesla> (дата обращения: 30.04.2025).

5. Видео: на столичной улице горел электромобиль // Onliner.by : [сайт]. — URL: <https://auto.onliner.by/2024/03/18/gorel-elektromobil> (дата обращения: 30.04.2025).

6. В Междуречье сгорел электромобиль // Sammit.tv : [сайт]. — URL: <https://sammit.tv/2025-01-17/v-mezhdureche-sgorel-jelektromobil/> (дата обращения: 30.04.2025).

УДК 614.8.001.5:630

АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОЖАРОВ В СИБИРИ

Мороз А.Н., Копытков В.В.

Университет гражданской защиты

С 2019 по 2023 год Сибирь пережила беспрецедентные по масштабам лесные пожары, охватившие миллионы гектаров тайги [1]. Эта экологическая катастрофа привела к густому смогу в городах, экономическим потерям и долгосрочным последствиям для экосистемы. Пожары стали результатом сочетания климатических аномалий, недостаточной профилактики и проблем в управлении лесным хозяйством. В данном анализе рассмотрены динамика, причины, последствия и меры борьбы с пожарами.

В таблице представлена площадь пожаров за период 2019-2023 годы.

Таблица 1. - Площадь пожаров за период 2019-2023 годы

Год	Площадь пожаров (млн га)	Основной регион
2019	16,5	Красноярский край, Якутия
2020	10,2	Забайкалье, Якутия
2021	18,8	Якутия, Бурятия
2022	9,1	Дальний восток, Забайкалье
2023	7,5	Томская обл., Хакасия

К основным причинам роста числа пожаров можно отнести следующие факторы:

1 Климатические факторы:

- Повышение средних температур (на 3–5°C выше нормы в Арктической зоне) [2];
- большое количество «сухих гроз» (молнии без дождя) в 2021–2023 гг.

2. Антропогенное влияние:

- Поджоги для сокрытия незаконных рубок (до 20% возгораний) [3];
- Халатность (костры, брошенные окурки);
- Управленческие проблемы;

3. Сокращение лесной охраны (с 70 тыс. сотрудников в 2000-х до 12 тыс. в 2024 г.) [4].

Для эффективной борьбы с ними были задействованы как традиционные меры (авиация (в 2021 г. задействовано 50 самолётов Ил-76), противопожарные полосы и добровольческие дружины), так и современные технологии, такие как спутниковый мониторинг (система "ИСДМ-Рослесхоз") и мониторинг посредством беспилотной авиации.

Результатами таких пожаров являются не только выбросы CO₂: (к примеру, в 2021 г. – ~1,5 млрд т. [5]) и гибель редких видов (амурский тигр, лесной северный олень), но и значительный финансовый ущерб лесному хозяйству (свыше 300 млрд руб. за описываемый период) [6].

Несмотря на предпринимаемые усилия и вложение значительных финансовых средств Сибирь остаётся одним из самых пожароопасных регионов мира, а основной причиной является низкая плотность населения, отсутствие дорожного покрытия на многих участках лесов, а также удаленность первичных очагов пожара на значительные расстояния от населенных пунктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оперативная информация: [сайт]. – Москва, 2025. – URL.: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/operativnaya-informaciya> (дата обращения: 23.04.2025).
2. Летом 2020 года в ряде регионов России прогнозируется повышенная вероятность периодов с экстремально высокой температурой: [сайт]. – Москва, 2024. – URL.: https://www.meteorf.gov.ru/press/news/20968/?sphrase_id=933671 (дата обращения: 20.04.2025).
3. Международная организация Greenpeace International: [сайт]. – Брюссель, 2025. – URL.: <https://www.greenpeace.org/russia/> (дата обращения: 20.04.2025).
4. Лесной форум: [сайт]. – Москва, 2025. – URL.: <https://www.forestforum.ru> (дата обращения: 21.01.2025).
5. Служба Мониторинга атмосферы: [сайт]. – Брюссель, 2025. – URL.: <https://atmosphere.copernicus.eu> (дата обращения: 20.04.2025).
6. Рослесхоз прогнозирует сложную ситуацию с лесными пожарами в регионе: [сайт]. – Москва, 2025. – URL.: <https://nsk.rbc.ru/nsk/09/04/2025/67f607329a79472dabba50d3> (дата обращения: 12.04.2025).

УДК 656.078.3:665.6

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ В НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТАХ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «СКЛАДЫ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ»

Огорелов Д.А., Копытков В.В.

Университет гражданской защиты

Развитие технологий позволяет непрерывно модернизировать склады нефти и нефтепродуктов, а нормативная документация, принятая в 1998 году с изменениями и

дополнениями [1] не успевала за ними. Поэтому по инициативе Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь был нормативный документ СН 3.02.04-20 «Склады нефти и нефтепродуктов» [2], в котором произошли кардинальные изменения.

В [2] четко определено на какие типы объектов распространяется действие норм (например, исключаются склады нефти и нефтепродуктов негражданского назначения, склады сжиженных газов, подземные хранилища нефтепродуктов, используемых в составе технологических установок и т.п.), что позволяет разделить сферу применения с учетом современных требований.

Если в документе [1] в разделе «Структура и терминология» были разделы «Область применения», «Нормативные ссылки», «Общие положения», то в [2] имеет обновлённую структуру: сначала идёт область применения, затем подробный раздел «Термины и определения», где вводятся современные понятия («каземат», «коренное запорное устройство», «нефтеловушка», «резервуарный парк», и др.).

В разделе «Классификация» в документе [2] таблицы (5.1, 5.2) и схемы классификации обновлены: введены новые категории, уточнены предельные объемы хранения, а также пересчитаны приведенные вместимости с учетом разницы между наземным и подземным хранением (например, 1 м³ ЛВЖ приравнивается к 5 м³ ГЖ, а объем резервуаров для наземного хранения умножается по коэффициенту)[2].

В разделе «Пожарная безопасность» документа [2] существенно расширены требования к системам пожаротушения (с детальными таблицами по параметрам автоматических систем, расчетам расхода воды на охлаждение, условиям работы стационарных и передвижных систем, время работы и восстановление водозапаса). Дополнительное приложение Б содержит особенности проектирования систем пенного пожаротушения с ссылкой на источник [8].

В разделе «Инженерные системы (водоснабжение, отопление, вентиляция, электроснабжение)» в документе [2] появились подробные разделы по каждому из направлений, включая таблицы (15.1, 15.2) для расчёта воздухообмена, обновлённые требования к теплоснабжению, монтажу вентиляционных систем и системе электроснабжения (раздел 16) с учетом [5].

В разделе «Экология и Охрана окружающей среды» документа [2] приведены более жесткие требования по сокращению потерь нефти (от испарения, утечек и прочего), описаны мероприятия по герметизации сливноналивных процедур, обновлены требования по газоуравнительной системе и обеспечению контроля за загрязнением окружающей среды с учетом [6].

В разделах «Приложения» и «Справочные материалы» документа [2] содержится приложение А с обновленными таблицами номинальных объемов и основных параметров стальных резервуаров (как вертикальных, так и горизонтальных), что позволяет проектировщикам сразу ориентироваться по современным размерам и расчетным параметрам. Также приложение Б посвящено особенностям проектирования систем пенного пожаротушения, включая расчётные формулы и требования к пенообразователям с учетом [8].

На основе проведенного анализа документа [2] видно, что он учитывает современные технологические достижения, повышенные требования к безопасности и устойчивость эксплуатации, что делает его более пригодным для применения в условиях современного строительства и модернизации инфраструктуры нефтяного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении государственных строительных норм "Склады нефти и нефтепродуктов (СНБ 3.02.01-98)" : Приказ М-ва архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь от 23.06.1998 № 229. - Минск, 1998. - 28 с.
2. Склады нефти и нефтепродуктов : Нормативный документ СН 3.02.04-20 / М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь. - Минск, 2023. - 156 с.

3. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха зданий и сооружений : СНиП 2.04.05-91 / Минстройархитектуры Респ. Беларусь. - 1991. - 112 с.
4. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение : ГОСТ 1510-84 / Федер. агентство по техн. регулированию. - 1984. - 48 с.
5. Правила устройства электроустановок : ПУЭ. 6-е изд. - М. : Энергоиздат, 2018. - 320 с.
6. Санитарные нормы и правила охраны поверхностных вод от загрязнения : СанПиН 4630-88 / М-во здравоохранения. - 1988. - 75 с.
7. Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебаз) : ВНТП 5-95. - Волгоград : НефтеХимПром, 1995. - 95 с.
8. Методические рекомендации по проектированию систем пенного пожаротушения / Минстройархитектуры Респ. Беларусь. - 2020. - 110 с.

УДК 614.841.42:630(739.4)

ЛОС-АНДЖЕЛЕС В ОГНЕ: АНАЛИЗ МАСШТАБОВ И ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Помозков Д.А, Юрчик Е.В.

Университет гражданской защиты

Лос-Анджелес – это один из крупнейших и динамично развивающихся городов США, который сталкивается с множеством экологических и социальных вызовов, но особое место занимают лесные пожары. Данные природные катастрофы угрожают не только экосистемам и биоразнообразию региона, но и оказывают значительное влияние на здоровье населения, экономику и инфраструктуру города. В последнее время частота и интенсивность лесных пожаров в Калифорнии возросла, это связано не только с изменением климата, увеличением температуры и засухливостью, но также и с человеческой деятельностью.

Один из самых крупных и разрушительных пожаров Лос-Анджелеса произошёл в январе 2025 года (7-31 января). Это событие поставило под угрозу не только жизни и здоровье тысячи людей, но и нанесло огромный ущерб экосистеме, инфраструктуре и экономике региона.

Лесные пожары в Лос-Анджелесе чаще всего возникают из-за сочетания природных и антропогенных факторов. В 2025 историческая засуха, ветры Санта-Ана и высокая температура создали идеальные условия для распространения огня. Также человеческая деятельность, включая неосторожное обращение с огнём и несанкционированные сжигания мусора, сыграли свою роль в возникновении катастрофы. Ветры Санта-Ана обычно дуют с октября по январь, когда между Большим Бассейном на востоке и прохладным Тихим океаном на западе образуется градиент давления. Погодные условия посылают порывистые, сухие ветры, текущие вниз по склону внутренних горных хребтов, через узкие горные каньоны и к побережью. Несмотря на то, что данные погодные условия типичны для Калифорнии в это время, отсутствие дождя способствовало возникновению пожароопасной обстановки. [1]

Пожар Палисейдс – первый из вспыхнувших пожаров в Калифорнии. Он охватил около 2000 гектаров. Из-за пожара пришлось эвакуировать население вдоль участков дороги Pacific Coast Highway и прилегающих районов. Он пронёсся по побережью Малибу и уничтожил дома многих знаменитостей. [2]

Пожар Итон – второй вспыхнувший пожар. Он охватил более 4500 гектаров, из которых примерно 1200 гектаров – это жилые здания. Пожар начался в каньоне Итон в горах Сан-Габриэль и дальше ветры Сант-Ана перенесли его в Альтадену. [2]

На рисунке 1 показано, что эти два крупных пожара, было видно из космоса. Спутниковый снимок сделан 9 января 2025 года.[3]



Рисунок 1 – Спутниковый снимок

На рисунке 2 показаны районы, в которых более 80000 человек были предупреждены о том, что им может быть приказано эвакуироваться из-за опасности пожаров Палисейдс и Итон с 7 января 2025 года по 4 февраля 2025 года. [2]



Рисунок 2 – Предупреждения об эвакуации

Пожар «Хёрст» – это третий пожар, который вспыхнул 7 января в Калифорнии в долине Сан-Фернандо, охватив порядка 312 гектаров земли. Пожарным удалось локализовать пожар к 17 января. [5]

Пожар «Кеннет» – четвертый пожар, который впервые зарегистрирован 9 января. Он охватил не менее 390 гектаров земли и затронул районы вблизи Хидден-Хилл, Вудленд-Хиллз и Вест-Хиллз. Считается, что данный пожар начался из-за поджога, по подозрению в котором задержан 1 человек. [4]

Пожар «Лидия» – пятый пожар, который охватил 150 гектаров в районе Актон к северу от Лос-Анджелеса. [3]

Пожары в Лос-Анджелесе были полностью взяты под контроль 31 января. The Washington Post опубликовала данные, что общая сумма убытков может составить 150 миллиардов долларов. Это станет самым большим ущербом экономике Калифорнии в истории штата. [6]

В ответ на угрозу пожаров власти Лос-Анджелеса организовали эвакуацию жителей из опасных районов. Эффективность этих мероприятий зависела от четкой координации действий и своевременного информирования населения. Пожарные службы, поддерживаемые авиацией, работали круглосуточно, чтобы остановить распространение огня.

В точных причинах ещё предстоит разобраться, но уже точно можно полагать, что нехватка ресурсов и сложные погодные условия затрудняли работу пожарных служб. Растущая частота пожаров в Калифорнии связана как с естественными, так и с антропогенными факторами, при этом ключевую роль влияет изменение климата. Повышение температуры создало более жаркие и сухие условия для всего ландшафта. К сожалению, данные условия увеличивают риск возникновения лесных пожаров и способствуют их быстрому распространению. Самые жаркие годы в истории – 2023 и 2024 – стали свидетелями усиления засухи, экстремальной жары и сухой растительности, что стало идеальным топливом для пожаров.

Последние исследования показали, что изменение климата увеличило вероятность возникновения пожаров в Лос-Анджелесе на 35%. Рисунок 3 показывает, как увеличивается среднегодовая температура в Калифорнии. [2]

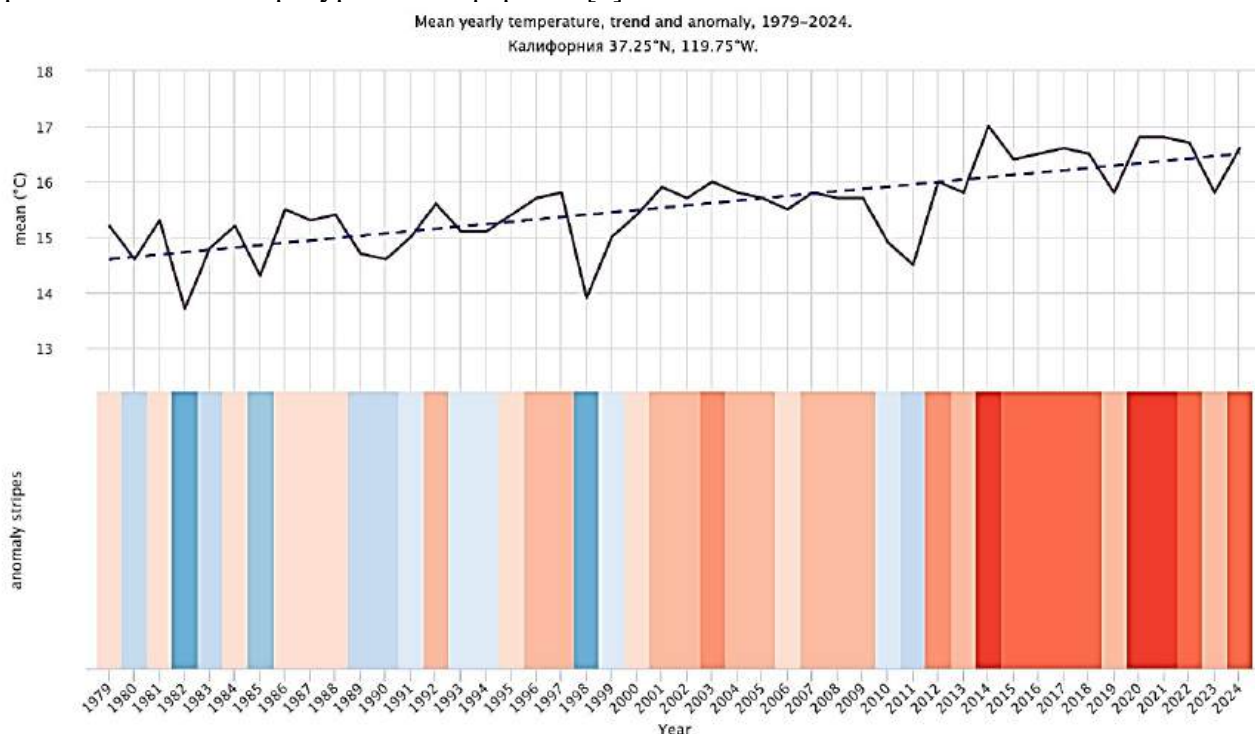


Рисунок 3 – повышение среднегодовой температуры в Калифорнии

Из графика мы можем увидеть, что среднегодовая температура растет, что доказывает факт того, что это может способствовать увеличению частоты пожаров в Калифорнии.

Стоит отметить, что бюджет Калифорнии на 2024–2025 годы включал сокращение на 101 миллион долларов семи программ по борьбе с лесными пожарами и устойчивостью лесов. Это сокращение включало 5 миллионов долларов от групп по сокращению расхода топлива и 28 миллионов долларов от государственных природоохранных организаций. Несмотря на эти сокращения, общий бюджет на защиту от лесных пожаров значительно увеличился с 1,1 млрд долларов в 2014 году до 3 млрд долларов в 2023 году. Офис Ньюсома утверждает, что с 2019 года бюджет увеличился почти вдвое, с 2 млрд долларов до 3,8 млрд долларов, а финансирование лесопользования увеличилось в десять раз. [7]

Пресс-секретарь МЧС Евгений Барановский в разговоре с Белта отметил, что вероятность самовозгорания без участия людей в природе близка к статистической погрешности. Но триггером в данном случае может послужить даже выброшенная в лесу

пустая бутылка, стекло которой при определенных условиях может сработать как линза и привести к возгоранию сухой растительности. Поэтому в большинстве случаев пожары - дело рук человека, даже если это сделано непреднамеренно. [8]

Пожары в штате нанесли не только экономический ущерб, но и ущерб здоровью граждан. Дым от лесных пожаров мог вызывать респираторные заболевания и другие проблемы со здоровьем у жителей, даже находящихся на значительном расстоянии от очагов возгорания. Это создает дополнительные нагрузки на систему здравоохранения. Также не стоит забывать про ухудшение воздуха. Из-за дыма от пожаров качество воздуха достигло значения 184,1 (µg) мкг/м³ на станции Harrison ES, что в 36,8 раз превышает годовое значение, рекомендованное ВОЗ. А в самом регионе качество воздуха было еще хуже 569 (µg) мкг/м³, это является самым опасным уровнем загрязнения воздуха и требует избегать любых физических нагрузок на свежем воздухе.

В заключении хочется отметить, что лесные пожары в Лос-Анджелесе представляют собой многогранную проблему, требующую комплексного подхода к решению. Исторический контекст и текущие тенденции показывают, что эти катастрофы становятся все более частыми и разрушительными, что подчеркивает необходимость активных мер по предотвращению и реагированию. Экономические последствия, включая значительные финансовые потери и влияние на местные сообщества, требуют внимания со стороны властей и бизнеса. Здоровье населения также находится под угрозой, что создает дополнительные вызовы для системы здравоохранения.

Современные технологии и активное участие местных сообществ могут сыграть ключевую роль в борьбе с лесными пожарами. Образование и осведомленность населения о рисках и мерах безопасности должны стать приоритетом для снижения вероятности возникновения пожаров. Законодательные меры, направленные на защиту от лесных пожаров, также необходимы для обеспечения безопасности жителей и сохранения экосистемы.

В конечном итоге, совместные усилия властей, служб экстренной помощи, научных организаций и местных сообществ могут значительно снизить риски и последствия будущих катастроф, обеспечивая защиту как людей, так и природы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Огненный кошмар Лос-Анджелеса: ветра Санта-Ана и засуха создали идеальные условия для масштабных лесных пожаров // Леспром Информ. – URL: <https://lesprominform.ru/news.html?id=23623> (дата обращения: 11.02.2025).
2. 4 Graphics Explain Los Angeles' Rare and Devastating January Fires // World Resources Institute. – URL: <https://www.wri.org/insights/los-angeles-fires-january-2025-explained> (дата обращения: 11.02.2025).
3. Пожар в Лос-Анджелесе в картах и фотографиях // BBC News Русская служба. – URL: <https://www.bbc.com/russian/articles/cwyp561g05ro> (дата обращения: 15.02.2025).
4. Kenneth fire quickly grows to 960 acres, threatening homes near Calabasas // Los Angeles Times. – URL: <https://www.latimes.com/california/story/2025-01-09/kenneth-fire-woodland-hills> (дата обращения: 15.02.2025).
5. Пожарные службы округа Лос-Анджелес расследуют возможность начала пожара "Хёрст" из-за обрыва высоковольтного кабеля // The Insider. – URL: <https://theins.ru/news/277827> (дата обращения: 19.02.2025).
6. Los Angeles wildfires already pegged as costliest blaze in U.S. history // The Washington Post. – URL: <https://www.washingtonpost.com/business/2025/01/09/los-angeles-wildfire-economic-losses/> (дата обращения: 20.02.2025).
7. California's budget // Newsweek. – URL: <https://search.newsweek.com/> (дата обращения: 22.02.2025).

8. Огненная Калифорния. В чем Штаты могли бы взять пример с Беларуси // БелТА. – URL: <https://belta.by/society/view/ognennaja-kalifornija-v-chem-shtaty-mogli-by-vzjat-primer-s-belarusi-687925-2025/> (дата обращения: 22.02.2025).

9. Лесные пожары в Калифорнии // Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лесные_пожары_в_Калифорнии (дата обращения: 25.02.2025).

УДК 355.586

АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ В РАЗВИТИЕ СТРАТЕГИИ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕТЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА

*Зиновьева М.Н.¹, Петрова Н.Г.², Сидоркин В.А.², Сидоркин Г.В.³, Величко В.М.⁴,
Тетерин А.В.⁴*

¹Отдел образования Администрации муниципального образования «Красногвардейский район Оренбургской области»

²ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет»

³ФГБОУ ВО «Московский государственный строительный университет»

⁴МЧС России

Аннотация. Авторами рассмотрены вопросы формирования безопасного повеления детей, некоторые статистические данные последствий чрезвычайных ситуаций и пожаров, актуализирующие исследуемую проблему и решения. Показан вклад отдельных ученых в данной области. Описаны аспекты важных педагогических подходов в формировании культуры безопасности детей и информационные инструменты. Предложены отдельные элементы организационно-педагогических решений в формировании культуры безопасности подрастающего поколения и плато безопасности.

*Дети, как ростки,
нуждаются в безопасности.*

В.А. Сидоркин

В Стратегии национальной безопасности в России, немаловажное место отведено вопросам формирования безопасности детского пространства, традициям, ценностям и значимости международного сотрудничества, значимости преемственности поколений.

...Полноценное развитие и формирование личности во времени и пространстве, возможно лишь в безопасной и защищенной среде обитания индивидуума. Необходимо с детства закладывать зерна культуры безопасного поведения... (по Г.В. Сидоркину).

Комплексная безопасность жизнедеятельности детей – социально-педагогические, организационно-технические и информационные мероприятия, системно проводимые различными учреждениями, общественными организациями и органами власти, направленные на обеспечение безопасности жизни и здоровья подрастающего поколения.

В целях формирования основ безопасного поведения детей, возникает потребность в гармоничной передаче необходимых знаний на различных этапах непрерывности и дискретности развития личности, включая инклюзивные формы образования (дети-беженцы, дети с ОВЗ и др.), а также систему дополнительного образования детей [1].

Информирование – это информация адресанта в форме изложения фактов или суждений/объяснений во времени и пространстве, инициативно или в ответ на вопрос адресата (по А. Захаревич).

Согласно опросу студентов, отдельных депутатов, ветеранов, специалистов сфере безопасности, общественных деятелей, ученых, в т.ч. Академии ГПС МЧС России, Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь и представителей

центрального аппарата МЧС России, необходимый объем внимания к деятельности организаций в сфере безопасности детей составляет 8-12 процентов.

Как показывает статистика последних лет, несмотря на общие усилия и комплексное осуществление профилактических мероприятий, проводимых органами власти и общественными организациями и направленных на снижение количества пожаров, суицидов, заболеваний, гибели на водных объектах и в ДТП, за период с 2000 по 2024 гг. в Российской Федерации, в вышеуказанных трагических событиях и при заболеваниях погибло и травмировано свыше 100 тысяч детей. Особо рост количества погибших при пожарах детей наблюдался в 2012, 2014, 2018 гг. (рис. 1), около 70 % – это дети до 6 лет, и мы помним трагедию в Кемерово, унесшую жизни многих детей. Мы осознаем, что за цифрами гибели и травмирования детей на пожаре в ТЦ «Зимняя вишня» стоят скорбь и судьбы семей, общества [2]. Не забыта гибель 106 детей на пожаре в школе деревни Эльбарусово. Свежа беда в памяти родных и близких, страшная трагедия в ТЦ Крокус-Сити, случившаяся в результате террористического акта 22 марта 2024 г. в г. Москве.

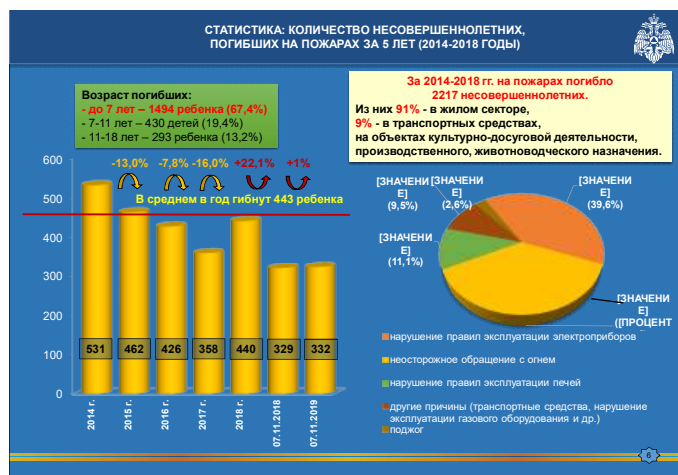


Рисунок 1. - Статистика: количество несовершеннолетних, погибших на пожарах за 5 лет (2014-2018 гг.)

КОНСТИТУЦИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 1994 ГОДА

Статья 32¹. Государство способствует духовному, нравственному, интеллектуальному и физическому развитию молодежи, создает необходимые условия для ее свободного и эффективного участия в общественной жизни, реализации потенциала молодежи в интересах всего общества. Союзное Государство едино в своих подходах!

24 августа 2021 г., Минск /Корр. БЕЛТА/. Президент Беларуси Александр Лукашенко призвал родителей с пониманием отнестись к требованиям школы в вопросах безопасности детей. Об этом глава государства заявил сегодня во время выступления на Республиканском педагогическом совете, передает корреспондент БЕЛТА. «Министр доложил о принятых мерах по наведению дисциплины и порядка в школах. Это правильно и напрямую связано с вопросами безопасности детей. Призываю в первую очередь родителей отнестись к требованиям школы с должным пониманием», – сказал Александр Лукашенко.

Важна помощь ветеранов. Так, проведенное 21.04.2025 г. мероприятие, в рамках профориентации, истории ВОВ и комплексной безопасности детей в Школе №30 г. Бобруйска РБ, подсказало определенные шаги для сплочения во имя безопасности детей.

Набирает обороты профориентационная деятельность Управления СВАО МЧС России по г. Москве, расширяя горизонты выбора профессии студентов МПГУ. Эффективна деятельность П.В. Кондратьевой с учащимися гимназии №1 г. Балашихи МО.

Безопасность и здоровье человека – важный индикатор общественного развития. Значима в этой связи готовность научных и педагогических работников к выполнению просветительской миссии по обучению, как детей, так и взрослых безопасной жизнедеятельности, в первую очередь к эффективным действиям в различных чрезвычайных

событиях во времени и пространстве. Свидетельство этому, Указ Президента Российской Федерации В.В. Путина от 29 мая 2017 г. № 240 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия детства», План основных мероприятий до 2020 года, проводимых в рамках Десятилетия детства, утвержденного Распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 июля 2018 г. № 1375-р, предложения МЧС России в Минпросвещения РФ в проект плана основных мероприятий, проводимых в рамках Десятилетия детства, на период до 2027 года. Необходимо скорее консолидация общественных и государственных структур во благо безопасности наших детей (рис.2).



Рисунок 2. - Организация взаимодействия с органами исполнительной власти и общественными организациями по вопросу снижения гибели детей.

В педагогической науке, соответствуя духу времени и запросам общества в подготовке личности к безопасной жизнедеятельности осуществляется поиск парадигмы обеспечения комплексной безопасности жизнедеятельности детей. В последнее время, в деятельности общественных объединений, специализирующихся в сфере безопасности и образовательных организаций дошкольного и школьного сегмента позитивно изменилось количество проводимых мероприятий, направленных на решение проблем комплексной безопасности личности и общества. Однако, невысокая готовность детей к безопасной жизнедеятельности в общей педагогической практике подтверждает необходимость теоретических основ процесса формирования комплексной безопасности жизнедеятельности и качественного совершенствования на этой основе учебно-методического инструментария. В любой ЧС, важно знание детьми азов действий (рис.3).

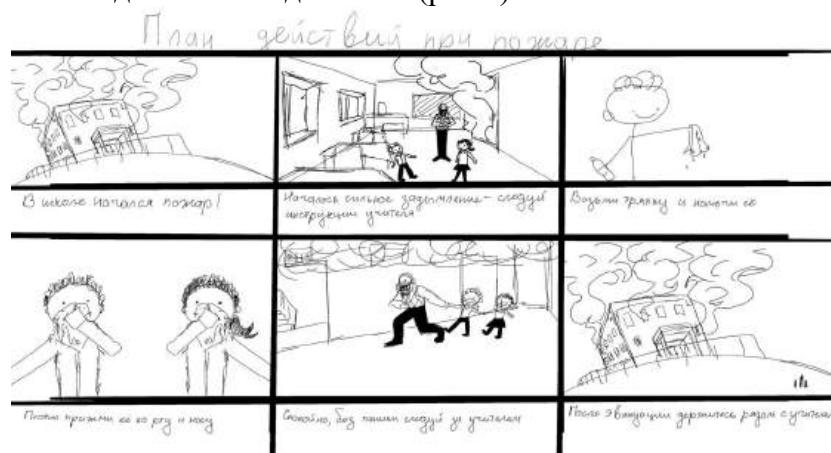


Рисунок 3. - Алгоритм действий при пожаре (IT, IQ-разработка студентов ИМО МПГУ).

К настоящему времени, в этом направлении накоплено значительное количество разработок, принадлежащих, например, В.И. Блинову, Н.Н. Брушлинскому, Б.С. Гершунскому, А.В. Кравченко, В.С. Ледневу, И.Я. Лернеру, В.Н. Мошкину, Н.Д. Никандрову, С.В. Петрову, Н.Е. Симонову, В.А. Сидоркину, А.А. Чистяковой и др.

Вместе с тем, до настоящего времени к малоизученным относятся системы целей, содержания обучения и воспитания, средств формирования и отдельных критериев профилактики комплексной безопасности жизнедеятельности детей, в т.ч. дошкольного возраста. В частности, не определены структура комплексной безопасности жизнедеятельности в содержании обучения и воспитания детей, не определена модель формирования комплексной безопасности жизнедеятельности детей, содержащая социально-педагогические компоненты, дискретны аспекты управления образованием.

Следует постоянно помнить, что, несмотря на сложность тем бесед-занятий с детьми, необходимо выдерживать общий позитивный настрой занятий и игр, яркость, эмоциональность, развивать безопасное тактическое мышление для пользы в перспективе.

Вне глубокого научного внимания нашей проблемы остается роль религиозных конфессий, институтов наставничества и общественных организаций (волонтеров), система дополнительного образования, имеющих полномочия и колоссальный воспитательный потенциал в сфере безопасности детей. Важно, взаимодействие всех участников системы формирования архитектуры культуры безопасности нации (рис.4).

Назрело, в рамках развития сотрудничества и укрепления СГ, в контекст посылов наших Президентов, создание детского центра—«островка безопасности детей и молодежи.

Мероприятия, направленные на исключение и/или снижение рисков травмирования и гибели детей и качественно-количественная составляющая обучения и воспитания, позитивно влияющие на процесс формирования комплексной безопасности подрастающего поколения, неразрывно связаны с социально-педагогическими аспектами, в связи с недостаточным уровнем знания детьми и взрослыми основ безопасности жизнедеятельности [3].



Рисунок 4. - Компоненты обеспечения комплексной безопасности детей.

Ограниченная исследованность смысла формирования комплексной безопасности представляет собой определенную причину невысокой готовности детей к безопасной жизнедеятельности во времени и пространстве, неустойчивого вектора отношения общества к безопасности подрастающего поколения. Ветераны-наставники ПО и общественная деятельность волонтеров в этом деле востребованы сегодня, как никогда [4].

Фундаментальна в этом педагогическом деле и социальном ремесле роль наших ветеранов-наставников Академии ГПС МЧС России –*Брушлинского Н.Н. (Светило пожарного дела), *Губина В.М. (учитель практики); ветерана УГЗ МЧС РБ Шульга И.В. (мастер пожарно-прикладного спорта, его заложенные традиции и дело продолжает ученик И.В. Коновальчик)), ветерана МПГУ Березина В.Ф. (более 600 исторических записей героизма, включая ВОВ), оставивших глубокий, научно-воспитательный след для преемственности поколений и профессиональной ориентации детей и молодежи вдолгую, что укрепит традиции обучения, воспитания.

Фундаментально значимо международное сотрудничество и обмен практическим опытом.

Как научно-практический пример – высокая миссия УГЗ МЧС Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоркин, В. А. Особенности обеспечения пожарной безопасности образовательных организаций / В. А. Сидоркин, Г. В. Сидоркин // Основы безопасности жизни. - 2021. - Вып. 4. - С. 20-31.
2. Решение Общественного Совета при МЧС России от 13 ноября 2019 г.
3. О Стратегии комплексной безопасности детей в Российской Федерации на период до 2030 года : Указ Президента РФ от 17 мая 2023 г. № 358
4. Сидоркин, Г. В. Наставничество как педагогический подход ветеранов Академии ГПС МЧС России к волонтерской деятельности курсантов, студентов в сфере безопасности детей / Г. В. Сидоркин [и др.] // Материалы 7-го Межвузовского студенческого форума: "Волонтерство - ресурсы обучения и воспитания". - М. : Академия ГПС МЧС России, 2021. - С. 42-50

УДК 658.382.3

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКИ

Скуратов А.А., Булавка Ю.А.

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой

Повышение уровня электробезопасности является одной из приоритетных задач на любом предприятии, так как поражение электрическим током персонала характеризуется высоким риском травм с летальными исходами. В общей массе производственных травм доля электротравм составляет не более 2%, но среди травм с летальным исходом электротравмы занимают ведущее место до 10% (в десять раз превышает смертность от других травм), каждая седьмая смертельная травма на производстве вызвана воздействием электрического тока [1-3]. До 70% электротравм происходит при прямом прикосновении к токоведущим частям. На рисунке 1 приведена динамика удельного веса происшествий, повлекших травмирование или гибель работников на производстве по причине поражения электрическим током в Республике Беларусь за период 2018-2024 гг. Из рисунка видно, что отмечается рост за последние три года количества летальных исходов, в 2024 году по сравнению с 2022 годом процент летально травмированных в Республике Беларусь работников по причине поражения электрическим током вырос более чем в три раза, а именно: до 7,6% (против 2,3% в 2022 году).

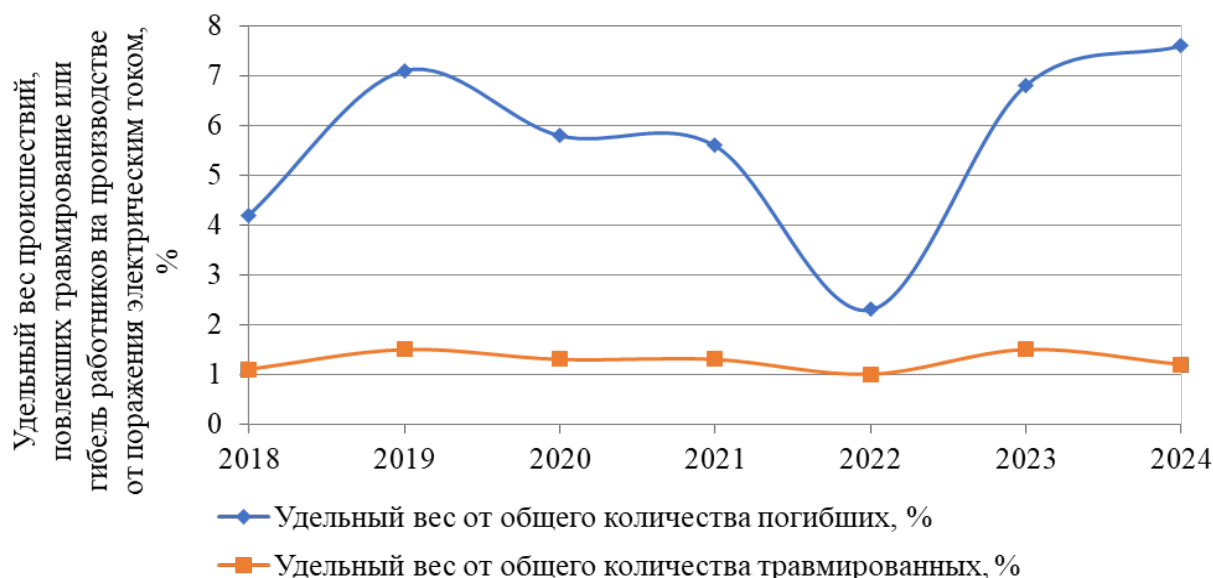


Рисунок 1. - Динамика удельного веса происшествий, повлекших травмирование или гибель работников на производстве по причине поражения электрическим током в Республике Беларусь (по данным Департамента государственной инспекции труда)

Длительная эксплуатация электротехнических систем повышает риск возникновения пожаров, обусловленных старением и пробоями изоляции электрокабелей и технических устройств, до 30% пожаров вызвана электротехническими причинами.

Профессия электромонтер является одной из наиболее опасных и характеризуется высоким риском летальных исходов, что обусловлено необходимостью обслуживания и ремонта линий электропередач, электроустановок открытого типа, выполнением работ на высоте. Количество электромонтеров, пострадавших в результате несчастных случаев на производстве в Республике Беларусь за период 2018-2023 гг. приведено на рисунке 2.

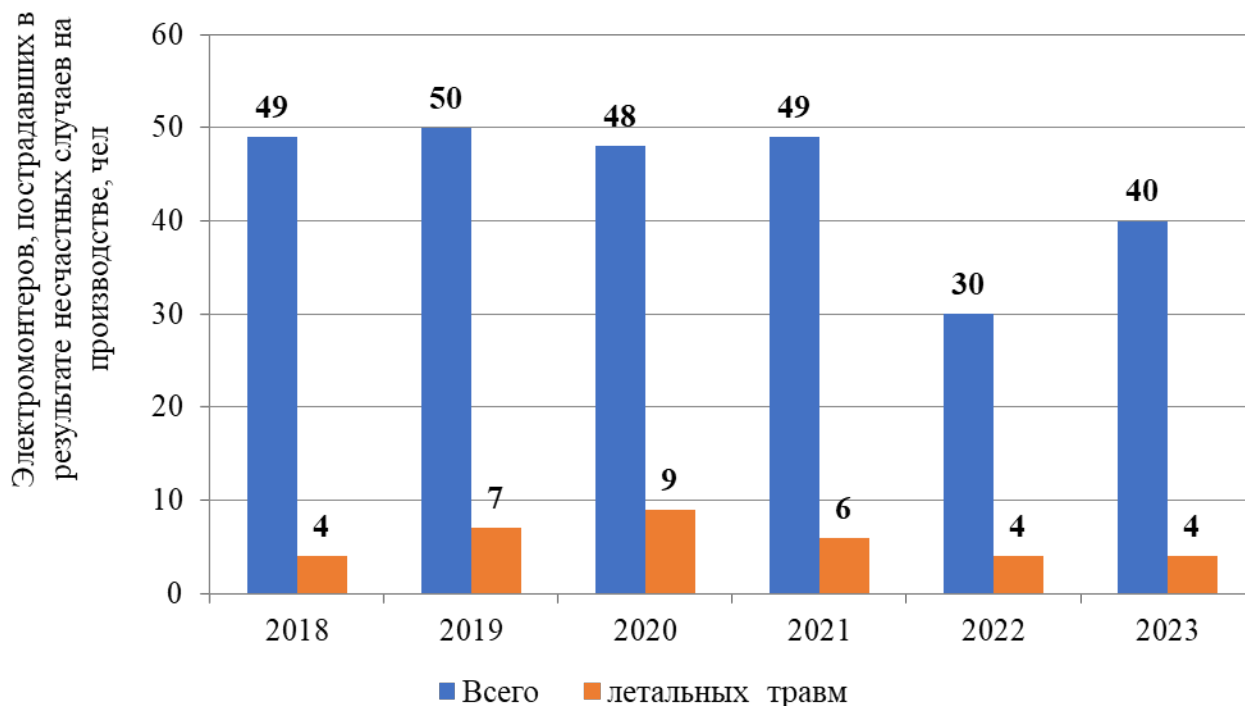


Рисунок 2. - Количество электромонтеров, пострадавших в результате несчастных случаев на производстве в Республике Беларусь за период 2018-2023гг. (по данным Департамента государственной инспекции труда)

Из рисунка 2 видно, что ежегодно в Республике Беларусь регистрируется от 30 до 50 производственных травм у электромонтеров, из них с летальным исходом до 9 случаев, однако, несмотря на повышенный апостериорный риск травмирования комплексные научные исследования по анализу условий труда электромонтеров и разработке профилактических мероприятий по снижению уровня производственного травматизма не проводятся, что и определило актуальность и цель настоящего исследования.

В рамках данного исследования выполнен анализ уровня воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на электромонтера по техническому обслуживанию и ремонту релейной защиты и электроавтоматики подстанций 110/10 кВ на примере РУП Витебскэнерго филиала «Полоцкие электрические сети». На подстанциях расположено различное электрическое оборудование и устройства, которые обеспечивают бесперебойную работу подстанции, а именно: силовой трансформатор, осуществляющий преобразование электроэнергии для ее дальнейшего распределения; шины, обеспечивающие подвод приходящего напряжения и отвод нагрузок; силовые коммутационные аппараты с тоководами, позволяющие перераспределять электроэнергию; системы управления, защит, автоматики, измерения, сигнализации; вводные и вспомогательные устройства. Рабочее место электромонтера по обслуживанию подстанций включает в себя операторский пункт управления и связи, рабочие зоны на подстанции согласно технологическим картам осмотра и технического обслуживания оборудования и сооружений. Электромонтер относится к ремонтному персоналу, непосредственно воздействующему на техническое обслуживание электроустановок (оборудования) [4, 5, 6].

Основная обязанность электромонтера заключается в текущих и капитальных ремонтах, периодических и внеочередных осмотрах с выявлением неисправностей и выполнением ремонтных и сборочных работ, разборка, ревизия и ремонт автоматических выключателей, установленных в цепях релейной защиты и автоматики, работы с поверочной и измерительной аппаратурой; выявление и устранение дефектов, причин и степени износа деталей аппаратуры релейной защиты и автоматики; ремонт электронной аппаратуры. Большинство работ по профилактическому обслуживанию и ремонту трансформаторной подстанции и распределительных устройств осуществляется с отключением электрооборудования. Эти работы требуют тщательной подготовки рабочего места с выполнением организационных и технических мероприятий, направленные на их безопасное выполнение.

Напряженность труда для электромонтера соответствует классу условий труда 3.2 по высокой степени ответственности за результат деятельности и значимости ошибок, степени риска для собственной жизни и степени ответственности за безопасность других лиц. Общая оценка условий по напряженности трудового процесса соответствует допустимому уровню.

Тяжесть труда для электромонтера соответствует классу условий труда 3.1 из-за периодического, до 25% времени смены, нахождения в неудобной рабочей позе (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей) и фиксированной рабочей позе (невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга).

Химический фактор для электромонтера соответствует допустимому уровню и характеризуется воздействием оксида углерода (до 5 мг/м³) и свинца (до 0,002 мг/м³). Тепловое излучение для электромонтера соответствует допустимому уровню и характеризуется воздействием до 100 Вт/м². Работа на открытом воздухе, в неотапливаемом помещении электромонтера занимает не более 38% времени, в связи с этим по параметрам микроклимата условия труда относятся к допустимому уровню.

В целом анализ условий труда электромонтера по техническому обслуживанию и ремонту релейной защиты и электроавтоматики показал, что согласно общему классу условий труда – 3.2 (вредный), категория профессионального риска относится к *среднему (существенному) уровню* и рекомендована разработка комплекса профилактических

мероприятий для создания безопасной и комфортной рабочей среды, повышения производительности труда и снижения риска возникновения аварийных ситуаций.

Профилактическая работа для улучшения условий труда электромонтера может быть направлена на:

1) Совершенствование системы обучения и повышения квалификации работников. Целенаправленная теоретическая и практическая подготовка способствует более уверенным и профессиональным действиям в нестандартных ситуациях, что снизит риск возникновения ошибочных действий.

2) Внедрение современных средств защиты и контроль их использования. Обеспечение электромонтеров современными средствами индивидуальной защиты и строгий контроль за их использованием. Специальные защитные средства предотвращают производственный травматизм, минимизируют риски поражения электрическим током и другими опасными производственными факторами.

3) Совершенствование системы внутреннего контроля и поведенческого аудита. Проведение регулярных проверок и аудитов рабочего места, оценка соответствия действий персонала нормам безопасности помогают выявить и устранить недочеты в работе, повысить производственную дисциплину и ответственность за результат своего труда.

4) Совершенствование системы мотивации работников за содействие нанимателю в деле обеспечения здоровых и безопасных условий труда. Уважение и поощрение за исполнительность, добросовестное отношение к труду, строгое выполнение правил и норм безопасности труда служат для работников важным стимулом к неукоснительному соблюдению правил, норм и инструкций по охране труда. Наиболее распространенной формой материального стимулирования является премирование отдельных работников или целых коллективов за успехи в работе по охране труда. Рекомендуется внедрение в практику работы и других форм морального стимулирования работников: объявление благодарности; занесение в Книгу почета или помещение фотографии на Доску почета; награждение почетной грамотой; вручение почетного знака, вымпела; награждения ценным подарком; присвоение звания «Лучший по профессии»; присвоение коллективам звания «Лучший участок (бригада) по охране труда» и других видов поощрений. Что будет способствовать стимулированию работников к более ответственному отношению к своим обязанностям и снижению рисков травмирования.

5) Совершенствование систем коммуникации и информации. Эффективное управление производственной безопасностью напрямую связано с внедрением современных цифровых коммуникационных систем, обеспечивающих моментальное информирование персонала о текущем состоянии оборудования и потенциальных рисках. Такой подход существенно повышает оперативность реагирования на нештатные ситуации, минимизирует вероятность возникновения критических инцидентов и снижает риски производственного травматизма.

6) Проведение дополнительных диспансеризаций и проведение регулярного медицинского обследования работников с целью выявления потенциальных проблем со здоровьем, которые могут скрыто влиять на профессиональную деятельность работника.

Таким образом, анализ уровня воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на электромонтера по техническому обслуживанию и ремонту релейной защиты и электроавтоматики подстанций на примере РУП Витебскэнерго филиала «Полоцкие электрические сети» показал, что условия труда относятся к вредным, среднему (существенному) уровню профессионального риска при котором рекомендована разработка и внедрение комплекса профилактических мероприятий для создания безопасной и комфортной рабочей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булавка, Ю. А. Анализ производственного травматизма на нефтеперерабатывающем предприятии / Ю. А. Булавка // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки. - 2011. - № 3. - С. 130-137.

2. Адамович, Д. Н. Анализ состояния аварийности и травматизма при эксплуатации опасных производственных объектов Республики Беларусь / Д. Н. Адамович, Ю. А. Булавка // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы : сб. материалов XVII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых : в 2 т. - Минск : УГЗ, 2023. - Т. 1. - С. 78-80.

3. Сунцов, А. В. Анализ динамики производственного травматизма на нефтехимических предприятиях Республики Беларусь / А. В. Сунцов, Ю. А. Булавка // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы : сб. материалов XVII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Минск, 18 апр. 2024 г. - Минск : УГЗ, 2024. - С. 275-276.

4. Ушмодин, Д. Ф. Опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте электромонтера и статистика смертельного травматизма по России / Д. Ф. Ушмодин // Вестн. науки. - 2024. - Т. 5, № 6 (75). - С. 882-885.

5. Карта оценки профессиональных рисков электромонтера / ПАО "ЛУКОЙЛ". - Лангепас, 2023. - 10 с.

6. Демин, В. И. К вопросу оценки состояния электробезопасности на предприятиях / В. И. Демин, Ю. Н. Седой, Д. С. Гром // Науч. тр. КубГТУ : электрон. сетевой политематич. журн. - 2015. - № 3. - URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/364> (дата обращения: 12.07.2024).

УДК 614.8.05:504.4(048.3)

**АНАЛИЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА
ЗА ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ**

Смолик В.С., Кобяк В.В.

Университет гражданской защиты

Чрезвычайная ситуация природного характера (далее – ЧС) – разрушительная сила, которая за короткое время оказывает разрушительное воздействие на экономическую составляющую стран, окружающую среду и, самое главное, на жизнь и здоровье людей.

На нашей планете ежегодно случаются до 250 ЧС. Так, в период с 1970 по 2021 года в мире случилось 11778 природных катаклизмов, которые унесли жизни более 2 миллионов человек и нанесли экономический ущерб на сумму свыше 4,3 триллионов долларов США [1].

В данном тезисе представлен анализ ЧС, произошедших в Республике Беларусь за период с 2014 по 2024 года [3]. Все статистические данные, а также среднее и итоговые значения по ЧС природного характера представлены в таблице 1, а по видам – на круговой диаграмме.

Таблица 1. - Распределение ЧС по видам за последние десять лет

Вид ЧС природного характера	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Среднее значение за 10 лет
Метеорологические	1	1	6	3	3	8	9	6	6	6	12	5,55
Отравление и токсическое поражение людей	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,09
Инфекционное заболевание людей и эпидемии	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18
Эпизоотия	0	0	0	0	0	0	3	1	0	4	7	1,36

Гидрологические	0	1	1	0	0	0	1	0	1	3	1	0,73
Пожары в природных экосистемах	0	7	0	0	1	3	1	0	0	0	1	1,18
Поражение с/х растений и лесных массивов болезнями и вредителями	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0,27
Геологические	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0,27
Массовое отравление с/х животных	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,09
Лесные пожары	42 7	10 19	26 6	10 6	41 0	52 0	1 0	40 9	60 5	60 9	43 1	534,18
Пожары на торфяниках	78 3	96 7	17 5	39	16 5	24 3	2 2	83 5	12 7	97	93	272,45
Загорание травы и кустарников	32 04	61 40	20 85	14 54	13 90	19 28	3 7	21 23	72 58	26 17	27 68	3154,18
<i>Всего</i>	44 16	81 35	25 34	16 04	19 70	27 02	5 0	26 22	79 97	33 39	33 14	3970,55

Количество ЧС природного характера с 2014 и 2024 год

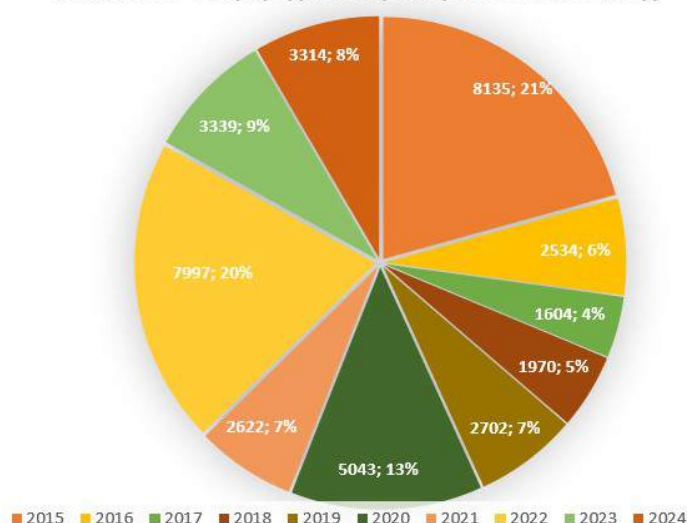


Рисунок – количество ЧС природного характера с 2014-2024 гг.

За данный промежуток времени в Республике Беларусь произошло 43676 ЧС природного характера, самое большое количество которых пришлось на 2015 год (8135), что на 12% больше по сравнению с со средним значением за 2014-2024 гг. (3970,55). Самое минимальное количество ЧС произошло в 2017 (1604), что на 5% меньше по сравнению с со средним значением за 10 лет.

Также по круговой диаграмме можно наблюдать, что самое большое количество ЧС приходилось на период с 2020 по 2022 гг., на этот промежуток приходится 40% от общей статистики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Всемирная метеорологическая организация. Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water-related Hazards (1970–2021). – Женева: WMO, 2023. – 94 p.
2. Википедия: свободная энциклопедия. Электронный ресурс : [сайт]. – URL: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 07.05.2025).
3. Основные показатели обстановки с чрезвычайными ситуациями за 2014–2024 года : информационно-статистический сборник. – Минск: б. и., 2025. – 249 с.

УДК 614.8

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТОКСИЧНЫХ ГАЗОВ НА ОРГАНИЗМ ПОЖАРНЫХ

Соляников А.А., Горшков А.Г.

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж.

Трудовая деятельность пожарных связана как с высоким мгновенным риском, так и множеством негативных факторов, долговременно влияющих на их жизнь и здоровье. К негативным факторам работы пожарных, прежде всего, следует отнести наличие токсичных продуктов горения (табл. 1), сопровождающих практически любой выезд подразделения пожарной охраны, как на пожары, так и на загорания [1]. Тем более, что при осуществлении выезда на тушение загораний, при незначительных задымлениях, а также в период дотушивания пожара средства индивидуальной защиты органов дыхания (далее – СИЗОД), как правило, не применяются. Использование СИЗОД обязательно при тушении пожара и проведении спасательных работ, при больших концентрациях отравляющих веществ, когда необходима защита пожарных от острых отравлений.

Таблица 1 Влияние токсичных газов на организм человека при пожаре и загорании

Токсичный газ	Материал, выделяющий токсичный газ	Реакция организма человека
Диоксид азота	Древесина, шерсть, фетр, кожа, лён, полистирол, ПВХ, полисульфон, резиновые изделия	Бронхопневмония, отёк лёгких, кислородная недостаточность, поражение верхних дыхательных путей, смерть
Монооксид углерода	Органические материалы искусственного и природного происхождения	В крови образуется карбоксигемоглобин (HbCO): головокружение, тошнота, рвота, слабость; поражение нервной и сердечно-сосудистой систем; потеря сознания, смерть
Цианистый водород	Азотсодержащие вещества: шерсть, шелк, пенополиуретан, полиакрилонитрил	Головная боль, тошнота, рвота, жжение в носу, слезотечение, кашель, потеря сознания, смерть
Фтористый водород	Вещества, содержащие фторированные углеводороды	Язвы на слизистых оболочках глаз и верхних дыхательных путей, носовые кровотечения, спазм гортани и бронхов, отёк лёгких, поражение ЦНС
Сероводород	Серосодержащие материалы	Общетоксическое действие, раздражение глаз и дыхательных путей

Хлористый водород	ПВХ, древесина, ДСП, фанера, бумага, ППУ	Спазм дыхательных путей, обильное слезотечение, ожог слизистых оболочек, отёк лёгких
Акролеин	Древесина, полипропилен, бумага, нефтепродукты	Вызывает кашель, слезотечение, рвоту, боли в животе, синюшность губ, замедление пульса, отек легких, потеря сознания, возможна смерть
Аммиак	Шерсть, шелк, полиакронитрил, полиамид, полиуретан	кашель, удушье, головокружение, рвота, отёки голосовых связок и лёгких
Фосген	ПВХ, хлорсодержащие материалы	Слезоточивость, кашель, тошнота, раздражение верхних дыхательных путей и глаз, отёк лёгких

Один из особенно опасных токсичных продуктов горения, образующийся при пиролизе и термоокислительной деструкции, является окись углерода. Монооксид углерода (СО) связываясь с гемоглобином крови, даже в небольших концентрациях уменьшает количество кислорода, поступающее в кровь и мозг, что увеличивает риск сердечного приступа и инсульта вплоть до 72 часов после пожара. По мнению ряда исследователей, основная причина гибели пожарных (до 44%) – стрессы, сопровождающиеся кровоизлиянием в мозг. При этом отмечается особенно негативное влияние на состояние здоровья периодического насыщения крови пожарных окисью углерода, образующейся при горении [1, 2].

Наличие непригодной для дыхания среды существенно затрудняет, а иногда делает невозможными, эвакуацию и спасание людей, животных и материальных ценностей, ведение работ по ликвидации пожара, является причиной гибели людей и животных.

Для своевременной диагностики и оказания помощи пожарным используют стоящий на вооружении МЧС России автомобиль радиационной, химической (биологической) разведки УАЗ-469рх, который в составе основного имеет следующее оборудование: газосигнализатор автоматический ГСА-12 (непрерывный контроль атмосферного воздуха с целью обнаружения в нем паров ФОВ); комплект приспособлений для отбора проб КПО-1.

АХР СПСЧ оснащен так же следующими приборами: мультигазовый газосигнализаотр серии ИГС-98 «Комета-М», газоанализатор «Колион-1», сигнализатор горючих газов «СГГ-20», газоанализатор «Анкат-7664М», аппараты дыхательные на сжатом воздухе ПТС 90 D «Basic» на весь л/с, противогазы фильтрующие на весь л/с, респираторы РПГ-67 на весь л/с.

В настоящее время, для уменьшения негативного влияния токсичных газов на организм пожарных, интенсивно развиваются различные физкультурно-оздоровительные технологии (далее – ФОТ), которые основаны на базе различных видов спорта и принципе оздоровительной направленности.

ФОТ – это развитие сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма; коррекция фигуры тела; профилактика различных заболеваний; развитие физических качеств; восстановление после трудовой деятельности; снятие напряжение и расслабление. Физкультурно-оздоровительные технологии включают себя двигательную активность (например, аэробика, оздоровительный бег, плавание и т.п.), сочетание несколько видов двигательной активности и различных факторов здорового образа жизни (например, закаливание, бодибилдинг, оздоровительное плавание и комплекс восстановительных процедур).

Основанные на одном виде двигательной активности ФОТ могут быть классифицированы по направлениям двигательной активности: оздоровительные виды гимнастики; виды двигательной активности силовой направленности; виды двигательной

активности на воде; рекреативные виды двигательной активности; средства психоэмоциональной регуляции [3].

Забота и своевременная помощь здоровью сотрудника пожарной охраны, несомненно будет способствовать увеличению как продолжительности службы, так и его полноценной жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сарманаев, С. Х. Токсико-химическое поражение на пожаре / С. Х. Сарманаев, В. А. Башарин, П. Г. Толкач [и др.] // Биомед. журн. «Medline.ru». - 2015. - Т. 16, № 2. - С. 434-442.

2. Мартинович, Н. В. Влияние монооксида углерода на личный состав пожарно-спасательных подразделений / Н. В. Мартинович, И. Н. Татаркин, А. В. Антонов // Вестн. Санкт-Петербург. ун-та гос. противопожар. службы МЧС России. - 2014. - № 2. - С. 1-6.

3. Горшков, А. Г. Негативное влияние опасных факторов рабочей среды пожарных / А. Г. Горшков, Л. В. Николаева // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий ЧС : сб. ст. по материалам X Всерос. науч.-практ. конф. - Иваново : ИПСА, 2019. - С. 281-284.

УДК 517.923

ОБ ОЦЕНКЕ ДЕФОРМАЦИИ ЗАЩИТНОЙ СЕТКИ

Шишкин М.С., Хахин А.И., Белоглазова Т.В.

ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Одной из актуальных проблем в последнее время стала ликвидация чрезвычайных ситуаций вызванных атаками беспилотных летательных аппаратов на объекты гражданской и военной инфраструктуры. Последствиями нападений БПЛА могут быть повреждение оборудования, техники, террористические атаки, пожары и человеческие жертвы.

Одним из методов предотвращения проникновения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на охраняемую территорию является физическая преграда для них - антидроновая сетка.

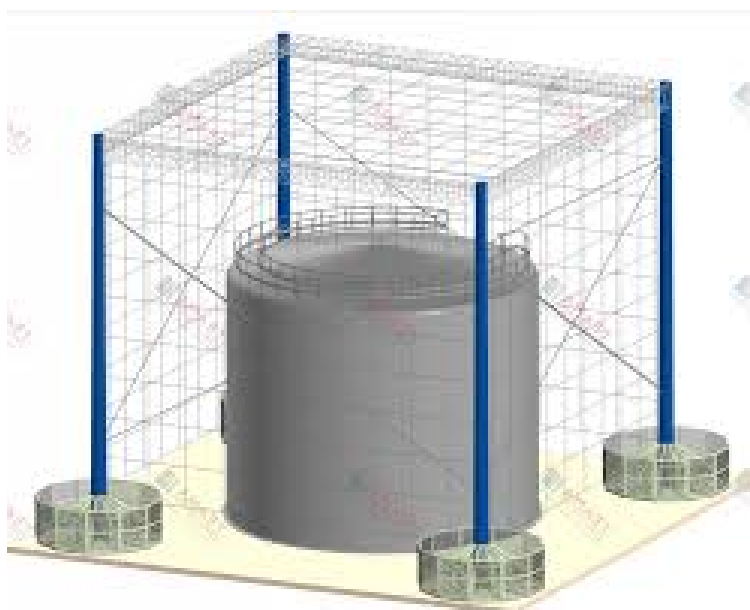


Рисунок 1. – Емкость, защищенная сеткой

Немаловажным вопросом становится ее правильная установка. Очевидно, что расстояние до охраняемого объекта должно быть больше величины деформации сетки вызванной попаданием в нее дрона.

В качестве математической модели можно рассматривать произвольную сеть из струн с закрепленными концами.

Рассмотрим сеть $\Gamma \in \mathbb{R}^3$, состоящую из произвольного числа ребер $R = \bigcup_{i=1}^n \gamma_i$. Множество ребер R , примыкающих к одной общей внутренней вершине $a \in J(\Gamma)$, обозначим через $R(a)$, а всю систему обозначим $\Gamma = R \cup J(\Gamma)$. Множество граничных вершин обозначим $\partial\Gamma$.

Пусть функция $u(x) \in \Gamma$ описывает деформированную форму сети в результате попадания в нее дрона. Плотность силы удара дрона будет описывать непрерывная на Γ функция $f(\cdot): \Gamma \rightarrow \mathbb{R}$. А непрерывные функции $q(x) > 0, \forall x \in \Gamma$ характеризуют эластичность элементов сетки.

Будем предполагать, что смещение всех точек системы от первоначального положения происходит вдоль вектора внешней силы удара.

Минимизируя потенциальную энергию системы Γ получили краевую задачу:

$$-(q_i u_i')' = f_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (1)$$

$$u(a) = 0, \quad \forall a \in \partial\Gamma; \quad (2)$$

$$\sum_{\gamma \in R(a), a \in J(\Gamma)} u_\gamma(a+0) = 0; \quad (3)$$

$$\sum_{\gamma \in R(a), a \in J(\Gamma)} q_\gamma u_\gamma'(a+0) = 0. \quad (4)$$

Установлена однозначная разрешимость задачи (1) – (4), то есть было доказано, что соответствующая ей однородная задача имеет только нулевое решение.

Для невырожденной задачи (1) – (4) при любой $f(x) \in C(\Gamma)$ и $u(x) \in C^2(\Gamma)$ решение может быть представлено в виде:

$$u(x) = \int_{\Gamma} G(x, s) f(s) ds, \quad (5)$$

где $G(x, s)$ - функция влияния, построенная по свойствам функции Грина для краевой задачи второго порядка.

Для расчета расстояния h установки защитной сетки до охраняемого объекта, оценим величину деформации $|u(x)|$ сетки после попадания в нее дрона.

Учитывая свойства определенного интеграла логично предполагать, что справедлива оценка:

$$|u(x)| = \left| \int_{\Gamma} G(x, s) f(s) ds \right| \leq \int_{\Gamma} |G(x, s) f(s)| ds \leq \max_{x, s \in \Gamma, x=s} |G(x, s)| \cdot \int_{\Gamma} |f(s)| ds, \quad (6)$$

здесь переменная s – это точка системы, в которую попал дрон.

Приведем примеры расчета расстояний h .

Пусть сеть состоит из одного ребра $\Gamma = \gamma = (a_1, a_2)$ в $\mathbb{R}^3$. Тогда задача (1) – (4) будет иметь вид:

$$-(q(x)u'(x))' = f(x); \quad (7)$$

$$u(a_1) = 0; u(a_2) = 0. \quad (8)$$

Функцию Грина $G(x, s)$ для краевой задачи (7) – (8) строим по формуле [1]:

$$G(x, s) = \frac{1}{\Delta} \begin{vmatrix} H(x, s) & \varphi_1(x) & \varphi_2(x) \\ l_1(H(\cdot, s)) & l_1(\varphi_1) & l_1(\varphi_2) \\ l_2(H(\cdot, s)) & l_2(\varphi_1) & l_2(\varphi_2) \end{vmatrix}, \quad (9)$$

где $\{\varphi_i(x)\}_{i=1}^2$ - фундаментальная система решений однородного уравнения, $l_i(\varphi_j(\cdot)), i, j=1, 2$ - операторы, построенные по левым частям краевых условий (8) примененных к функциям $\{\varphi_i(x)\}_{i=1}^2$,

$$\Delta = \begin{vmatrix} l_1(\varphi_1) & l_1(\varphi_2) \\ l_2(\varphi_1) & l_2(\varphi_2) \end{vmatrix}, \quad (10)$$

$$H(x, s) = \begin{cases} 0, & a_1 < x < s; \\ K(x, s), & s < x < a_2, \end{cases} \quad (11)$$

$$K(x, s) = \frac{\begin{vmatrix} \varphi_1(s) & \varphi_2(s) \\ \varphi_1(x) & \varphi_2(x) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \varphi_1(s) & \varphi_2(s) \\ \dot{\varphi}_1(s) & \dot{\varphi}_2(s) \end{vmatrix}}. \quad (12)$$

Если $q(x) \equiv 1$, то функция Грина задачи (7) – (8) имеет вид:

$$G(x, s) = \begin{cases} \frac{(a_2 - s)(x - a_1)}{a_1 - a_2}, & a_1 < x < s; \\ \frac{(a_2 - x)(s - a_1)}{a_1 - a_2}, & x < s < a_2. \end{cases}, \quad (13)$$

Тогда

$$|u(x)| \leq \max_{s \in [a_1, a_2]} |G(s, s)| \cdot \int_{a_1}^{a_2} |f(s)| ds = \max_{s \in [a_1, a_2]} \frac{(s - a_2)(s - a_1)}{a_2 - a_1} \cdot \int_{a_1}^{a_2} |f(s)| ds, \quad (14)$$

$$|u(x)| \leq \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \int_{a_1}^{a_2} |f(s)| ds$$

Таким образом, если сила удара дрона имеет плотность $f(x) \equiv 1$, то $|u(x)| \leq \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \int_{a_1}^{a_2} ds = \frac{a_2^2 - a_1^2}{2}$, а расстояние до охраняемого объекта должно быть больше величины $\frac{|a_2^2 - a_1^2|}{2}$.

Если $f(x) = ax + b$, то

$$|u(x)| \leq \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \int_{a_1}^{a_2} (as + b) ds = \frac{a_1 + a_2}{4a} \cdot (as + b)^2 \Big|_{a_1}^{a_2} = \frac{a_2^2 - a_1^2}{4} [a(a_1 + a_2) + 2b],$$

тогда расстояние

$$h > \frac{1}{4} |(a_2^2 - a_1^2) [a(a_1 + a_2) + 2b]|.$$

А если $f(x) = e^{\alpha x}$, то $|u(x)| \leq \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \int_{a_1}^{a_2} e^{\alpha s} ds = \frac{a_1 + a_2}{2\alpha} \cdot e^{\alpha s} \Big|_{a_1}^{a_2} = \frac{a_1 + a_2}{2\alpha} \cdot [e^{\alpha a_2} - e^{\alpha a_1}]$, тогда

$$h > \frac{1}{2} \left| \frac{a_1 + a_2}{\alpha} \cdot [e^{\alpha a_2} - e^{\alpha a_1}] \right|.$$

Таким образом, был найден метод определения минимального расстояния, на которое можно установить защитную сетку для обеспечения безопасности охраняемого объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоглазова, Т. В. О положительной обратимости разнопорядковых задач на графах : дис. ... канд. физ.-мат. наук : [специальность] / Т. В. Белоглазова. — Воронеж, 2003. — 128 с.