



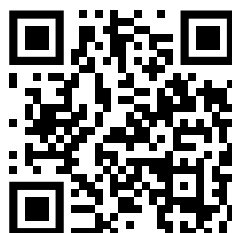
2022

«Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций»



HETS 2022: «Международного научно-практического форума по проблемам устойчивого развития в цифровом мире: Человек. Экономика. Технологии. Социум»

Секция 10: «Устойчивость и безопасность окружающей среды»



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

**СИБИРСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
МЧС РОССИИ**



**МОНИТОРИНГ, МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ
И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

г. Красноярск 2022

Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, 21 октября 2022 года, г. Красноярск – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. - 201 с.

Международная научно-практическая конференция «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций» состоялась 21 октября 2022 года в г. Красноярск на базе ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

В сборнике представлены материалы конференции, посвященные рассмотрению вопросов мониторинга, контроля и прогнозирования опасных процессов техносферы и явлений природы, техногенных рисков, обеспечения пожарной безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях. Совершенствованию систем и практик государственно-муниципального регулирования, профилактики и недопущения чрезвычайных ситуаций.

В сборник не включены отобранные оргкомитетом рукописи научных статей, которые будут опубликованы в коллективных научных монографиях, издаваемых в рамках книжных серий издательства «Springer Nature».

Материалы представляют интерес для специалистов, занимающихся вопросами в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, пожарной и промышленной безопасности.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы.

Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 614.8

ББК 68.9

© ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, 2022

Оглавление

Разработка эффективных стратегий реагирования на разливы нефти: отработка навыков и исследование материалов	7
<i>Блиновская Я.Ю.</i>	
Технологии математического моделирования для определения оптимальных мест дислокации специализированных пожарно-спасательных частей	12
<i>Харин В.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Рюмина С.И.</i>	
Анализ причин и условий возникновения пожаров на объектах жилого сектора по Иркутскому району	19
<i>Штыкова Ю.Е.</i>	
Состояние процессов организации управления пожарной охраной.....	23
<i>Гриднев Д.В., Шумов В.И., Денисов А.Н., Мартинович Н.В.</i>	
Современные особенности мониторинга чрезвычайных лесопожарных ситуаций на основе применения беспилотных летательных аппаратов	28
<i>Подрезов Ю.В.</i>	
Алгоритм оценки основных показателей качества работы оперативной дежурной службы при реагировании на техногенные пожары	33
<i>Скочиллов Е.В., Гилек С.А., Мартинович Н.В., Корнейчук К.А.</i>	
Использование вихревого эффекта Ранка-Хилша в чрезвычайных ситуациях.....	37
<i>Гафуров М.М., научный руководитель: Енютина Т. А.</i>	
Методические особенности мониторинга чрезвычайных лесопожарных ситуаций	40
<i>Подрезов Ю.В.</i>	
Решение транспортных задач при страховании экономических объектов от чрезвычайных ситуаций.....	47
<i>Калач А.В., Здольник В.В.</i>	
Анализ структуры управления и принципов принятия управленческих решения при тушении пожаров на территории г. Москвы	50
<i>Гриднев Д.В., Шумов В.И., Денисов А.Н., Мартинович Н.В.</i>	
Использование имитационного моделирования для анализа пожарной опасности электрооборудования	54
<i>Кибус Р.В., Чубарь А.Н., Пожаркова И. Н.</i>	
Обоснование выбора начальных и граничных параметров для проведения натурных экспериментов на основе математического моделирования горения в закрытом объеме	58
<i>Макарова Т.П., научный руководитель: Батура А.Н.</i>	
Проблемные вопросы реализации полномочий органов государственной власти и органов местного самоуправления по созданию аварийно-спасательных служб (формирований) и защитных сооружений гражданской обороны в свете действующего законодательства (на примере Воронежской области)	65
<i>Калач А.В., Плахотин В.И., Глазков Е.Б., Шимон Н.С.</i>	

Анализ и моделирование природных чрезвычайных ситуаций с использованием инструментов геопространственного анализа.....	69
<i>Матеров Е.Н.</i>	
Применение расчетной модели эвакуации персонала с завода сжиженного природного газа при пожаре.....	74
<i>Клементьев Б.А., Калач А.В., Сысоева Т.П., Евлов З.Б., Мартинович Н.В.</i>	
Анализ состояния пожарной обстановки на территории Российской Федерации и принципов принятия управленческих решения при тушении пожаров.....	78
<i>Гриднев Д.В., Шумов В.И., Марандаев А.В., Денисов А.Н.</i>	
Методика автоматизированного мониторинга разлива нефти и нефтепродуктов на основе применения беспилотных авиационных систем	83
<i>Вытовтов А.В., Рябущенко А.С.</i>	
Методические особенности оперативного прогнозирования последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций.....	88
<i>Подрезов Ю.В.</i>	
Совершенствование системы управления территориального органа для снижения рисков, связанных с обеспечением пожарной безопасности	93
<i>Власенко К.А., Медведев А.М., Орсич А.О., Ворслова А.С.</i>	
Мобилизационные людские ресурсы для ликвидации чрезвычайных ситуаций.....	97
<i>Юлтыев Ш.Р.</i>	
Модель поддержки управления повседневной деятельности начальника местного пожарно-спасательного гарнизона.....	101
<i>Емельянов А.С., Гилек С.А., Мартинович Н.В.</i>	
Неконтролируемое горение как фактор антропогенного загрязнения	106
<i>Юлтыев Ш. Р.</i>	
Определение безопасных параметров контейнера с радиоактивными отходами при термическом воздействии.....	112
<i>Иванов С.А., Кулагина Т.А.</i>	
Использование технологий виртуальной реальности для исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования	117
<i>Пожаркова И.Н., Слепов А.Н., Трояк Е.Ю., Горбунов А.С.</i>	
Оценка эффективности использования пожарных роботов для защиты объектов теплоэнергетического комплекса.....	122
<i>Пожаркова И.Н.</i>	
Современные направления развития и повышения эффективности системы подготовки специалистов МЧС России.....	127
<i>Никитин А.К., Власенко Е.И., Гилек С.А., Мартинович Н.В.</i>	

Предупреждение чрезвычайных ситуаций, вызванных заторными явлениями на реках: классификация задач.....	132
<i>Яцуценко В.Н., Мазаник А.И.</i>	
Повышение качества мониторинга техногенных ЧС.....	136
<i>Гарелина С.А., Латышенко К.П.</i>	
Автоматизация процессов управления в системе пожарной охраны МЧС России	140
<i>Дрогалев И.И., Петренко А.Н.</i>	
Комплексная оценка влияния антропогенных факторов в целях обоснования управленческих решений в сфере обеспечения безопасности от чрезвычайных ситуаций.....	144
<i>Мельник А.А., Панина В.В., Бояринова С.П.</i>	
Обоснование рационального плана технического дооснащения системы мониторинга радиационной обстановки	147
<i>Николаев Г.А., Бояринова С.П.</i>	
Мониторинг и предотвращение техногенных пожаров на объектах применяющих инфракрасные отопители (теплый пол).....	150
<i>Морозов Р.О.</i>	
Проблемы моделирования динамики опасных факторов пожара	154
<i>Чернушевич Е.В.</i>	
Исследование изменений цветовых характеристик древесины и поливинилхлорида при термическом воздействии.....	157
<i>Горбунов А.С.</i>	
Мониторинг жизнеобеспечения населения в условиях ведения военных действий на территории Сирии	163
<i>Горячева Н.Г., Буш Н.К.</i>	
Изучение параметров оперативной деятельности подразделений различных видов пожарной охраны в крупных пожарах в российской федерации в 2019-2021 гг.	167
<i>Маштаков В.А., Стрельцов О.В., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю.</i>	
Распределение прямого материального ущерба от крупных пожаров в структуре причин их возникновения	171
<i>Шавырина Т.А., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Маторина О.С.</i>	
Прогнозирование ущерба окружающей среде при подготовке ложа водохранилища под затопление	177
<i>Корпачев В.П., Пережилин А.И., Андрияс А.А., Демакова Т.С., Каратаев И.С.</i>	
Частная методика оценки значимости подразделений, входящих в состав формирований гражданской защиты Республики Казахстан с учётом важности решаемых ими задач	185
<i>Фрайденберг А.Г.</i>	
Прогнозирование и мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций на автозаправочных станциях при процессах слива и налива нефтепродуктов.....	189
<i>Нестерович А.В., научный руководитель: Коваль Ю.Н.</i>	

Информационно-техническая поддержка работы оперативного штаба ликвидации чрезвычайной ситуации	191
<i>Яровой В.Ю., Трояк А.Ю., Куртов С.О.</i>	
Почему горят резервуары? Причины пожара в резервуарном парке	198
<i>Короткевич А.О., научный руководитель: Долгушина Л.В.</i>	

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СТРАТЕГИЙ РЕАГИРОВАНИЯ НА РАЗЛИВЫ НЕФТИ: ОТРАБОТКА НАВЫКОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Блиновская Яна Юрьевна

*д-р техн. наук, профессор, Дальневосточная пожарно-спасательная
академия - филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России
имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева*

Аннотация. Российская Федерация является одним из лидеров нефтегазовой индустрии мира. Особенно сейчас важно обеспечить не только достаточный объем добычи углеводородов, но и ее безопасную транспортировку либо на экспорт, либо к местам дальнейшей переработки. Неоднократно говорилось о том, что эти процессы сопряжены с высокой степенью экологических рисков. Сложно переоценить актуальность проблемы загрязнения окружающей среды углеводородами. При освоении нефтяных месторождений, транспортировке и переработке нефти возникают разнообразные конфликты, которые выражаются в загрязнении окружающей среды. В условиях чрезвычайной ситуации важно обеспечить своевременную готовность к реагированию и возможность выбора наиболее эффективных стратегий. Реагирование должно быть оперативным и требует адекватного инструментария. При этом важная роль принадлежит использованию превентивных мер, позволяющих обеспечить готовность к аварийной ситуации. Однако разработка реальных стратегий и планов неразрывно связана с необходимостью отработки навыков использования того или иного оборудования, исследования поведения разлившейся нефти в различных условиях, изучения эффективности материалов. К настоящему времени уже накоплен богатый опыт предотвращения и ликвидации разливов различных типов нефтепродуктов. Это нашло отражение и в международном праве, и разработке инновационного оборудования и материалов. Однако большинство технологий реагирования, особенно в холодный период характеризуются недостаточной эффективностью, и особенно при разливах тяжелых нефтепродуктов. Среди множества технологических решений выделяется метод сорбции. Современный рынок сорбентов характеризуется значительным разнообразием. К сожалению, универсальный подход, способный гарантированно ликвидировать нефть при разливе как на акваториях, так и на суше, отсутствует. В этой связи отработка навыков на экспериментальном полигоне, где условия окружающей среды приближены к реальным, позволяет не только оценить эффективность применяемых материалов, но и скорректировать технологию их использования.

Ключевые слова: разлив нефти, сорбент, испытательный полигон, экологическая безопасность, стратегии реагирования.

Воздействие на окружающую среду в процессе производственной деятельности приобрело поистине катастрофические масштабы. Сегодня уже все сложнее найти место, где бы не чувствовалось в той или иной степени присутствие человека. Данный факт требует формирования экологически ориентированных подходов к реализации практически любой активности человека. Анализ влияния промышленности на окружающую среду и оценка ее состояния показали, что одним из наиболее сложных воздействий, часто с весьма отдаленными последствиями, является нефтегазовая отрасль и производства, деятельность которых связана с оперированием нефтепродуктов [1, 2]. Разливы нефти при разведке, добыче, транспортировке и эксплуатации нефти и нефтепродуктов происходят регулярно, несмотря на предпринимаемые меры безопасности. Особенно высока опасность при авариях в суровых природно-климатических условиях: Арктике, районах распространения многолетнемерзлых пород и других, где последствия для окружающей среды крайне губительны, непредсказуемы и грозят серьезной экологической катастрофой.

Российская Федерация является одним из лидеров нефтегазовой индустрии мира. Особенно сейчас важно обеспечить не только достаточный объем добычи углеводородов, но и ее безопасную транспортировку либо на экспорт, либо к местам дальнейшей переработки. Неоднократно говорилось о том, что эти процессы сопряжены с высокой степенью экологических рисков. Сложно переоценить актуальность проблемы загрязнения окружающей среды углеводородами. При освоении нефтяных месторождений, транспортировке и переработке нефти возникают разнообразные конфликты, которые выражаются в загрязнении окружающей среды. В условиях чрезвычайной ситуации важно обеспечить своевременную готовность к реагированию и возможность выбора наиболее эффективных стратегий. Реагирование должно быть оперативным и требует адекватного инструментария. При этом важная роль принадлежит использованию превентивных мер, позволяющих обеспечить готовность к аварийной ситуации. Однако разработка реальных стратегий и планов неразрывно связана с необходимостью отработки навыков использования того или иного оборудования, исследования поведения разлившейся нефти в различных условиях, изучения эффективности материалов. К настоящему времени уже накоплен богатый опыт предотвращения и ликвидации разливов различных типов нефтепродуктов. Это нашло отражение и в международном праве, и разработке инновационного оборудования и материалов. Однако большинство технологий реагирования, особенно в холодный период характеризуются недостаточной эффективностью, и особенно при разливах тяжелых нефтепродуктов. Среди множества технологических решений выделяется метод сорбции. Современный рынок сорбентов характеризуется значительным разнообразием. К сожалению, универсальный подход, способный гарантированно ликвидировать нефть при разливе как на акваториях, так и на суше, отсутствует. В этой связи отработка навыков на экспериментальном полигоне, где условия окружающей среды приближены к реальным, позволяет не только оценить эффективность применяемых материалов, но и скорректировать технологию их использования.

Согласно действующему законодательству, комплекс таких мер безопасности включает в себя, в том числе, разработку Плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов. Но эта организационно-административная мера, несмотря на все ее положительные стороны не гарантирует исключения воздействия на окружающую среду.

Обеспечение экологической ситуации требует системного подхода и сочетания нормативно-правовых, технических, технологических и иных подходов, позволяющих оптимизировать процесс реагирования и снизить негативное воздействие на окружающую среду. Однако разработка реальных стратегий и планов неразрывно связана с необходимостью отработки навыков использования того или иного оборудования, исследования поведения разлившейся нефти в различных условиях, изучения эффективности материалов. Безусловно, извлечение уроков из произошедших аварий является важной задачей. Но это слишком горькие уроки. Слишком необратимы и часто непредсказуемы процессы воздействия нефти на окружающую среду, особенно в суровых условиях.

К настоящему времени уже накоплен богатый опыт предотвращения и ликвидации разливов различных типов нефтепродуктов [3]. Это нашло отражение и в международном праве, и разработке инновационного оборудования и материалов. Однако большинство технологий реагирования, особенно в холодный период характеризуются недостаточной эффективностью, и особенно при разливах тяжелых нефтепродуктов.

Это связано, в первую очередь, с быстро изменяющимися физико-химическими свойствами нефти, которые также определяют особенности ее поведения при разливе и воздействие на окружающую среду. Среди множества технологических решений выделяется метод сорбции. Современный рынок сорбентов характеризуется значительным разнообразием. К сожалению, универсальный подход, способный гарантированно ликвидировать нефть при разливе как на акваториях, так и на суше, отсутствует. Эффективность используемых материалов зависит от большого числа факторов, среди которых и условия окружающей среды (в первую очередь температура), состояние нефти (в том числе длительность ее нахождения на открытом воздухе), наличие достаточного количества оборудования и своевременность его применения и т.д. И, хотя основные зависимости от внешних и внутренних факторов установлены, каждый инцидент уникален. Именно поэтому требуется постоянное пополнение научной базы, особенно при разливах нефти на грунте, или

при ее попадании в береговую зону. Именно это побудило нас к организации полигона по изучению поведения нефти и нефтепродуктов в разных температурных условиях, оценке эффективности различных материалов, в первую очередь сорбентов, и отработке навыков использования различных средств реагирования. Его основная задача заключается в проведении экспериментов с различными типами нефтепродуктов при разных температурах.

Как показывает практика ликвидации аварий, среди многочисленных средств реагирования высокой эффективностью отличаются сорбенты, имеющие достаточно высокую нефтеемкость, сочетающуюся с гидрофобностью и экологичностью. Все это обусловило выбор модельного ряда сорбирующих материалов, которые могут быть использованы для обеспечения готовности к чрезвычайной ситуации. В качестве образцов для проведения экспериментов выступили цеолиты Шивертуйского и Талан-Гозагорского месторождений (Восточное Забайкалье), сорбент терморасщепленный графит (СТРГ), нефтяной сорбент торфяной (НСТ), абсорбент SpillSorb, древесные опилки и нетканые материалы семейства Sosystem.

В качестве сорбата использовались мазут марки М₁₀₀, дизельное топливо и эмульсия, содержащая 30 % мазута марки М₁₀₀, 30 % дизельного топлива, 40 % морской воды.

Стандартные методики оценки (оценка эффективности определена согласно ТУ 214-10942238-03-95) позволили оценить эффективность выбранных материалов для поглощения мазута марки М₁₀₀ [5].

Серия экспериментов с сыпучими материалами проведена на учебном полигоне в условиях, приближенных к реальным. Нетканые материалы прошли предварительное тестирование в лабораторных условиях.

Основными свойствами сорбентов, имеющими определяющее значение для определения их эффективности, являются нефтеемкость и влагоемкость. В соответствии с ТУ 214-10942238-03-95 была рассчитана сорбционная емкость (нефтеемкость) всех экспериментальных образцов для типичных теплых и холодных условий при использовании их на морской акватории (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительные показатели технических характеристик сыпучих сорбентов

Сорбент	Технический паспорт	Сорбционная емкость, сорбент / нефть, кг/кг			
		Экспериментальные данные			
		Мазут		ДТ	
		+15°C	-1°C	+15°C	-1°C
СТРГ	1 : 50	1 : 35	1 : 18	1 : 55	1 : 35
НСТ	1 : 8	1 : 5	1 : 3	1 : 6	1 : 6
SpillSorb	1 : 12	1 : 10	1 : 5	1 : 15	1 : 10
Забайкальский цеолит (крошка)	--	1 : 4	1 : 3	1 : 7	1 : 5
Древесные опилки	--	1 : 5	1 : 3	1 : 6	1 : 4

Источник: Составлено автором.

Как показывает практика ликвидации аварий, наибольшей эффективностью отличаются сыпучие сорбенты, имеющие достаточно высокую нефтеемкость, сочетающуюся с гидрофобностью и экологичностью [4, 5]. Проведенные эксперименты с разными группами сыпучих сорбентов позволили выявить существенное различие между техническими характеристиками изготовителя и фактическими результатами.

Эксперимент с неткаными материалами семейства SoSystem проведены при различных температурах воды и воздуха, результаты которого представлены таблицах 2 – 4.

Таблица 2. Результаты испытаний полотна Sosystem при температуре морской воды -2°C и температуре воздуха -9°C.

Сорбат	M_c , г	$M_{дс}$, г	$M_{пс}$, г	$M_{вд}$, г	C
Мазут	1,5	43	28,6	25,7	1:17
Дизельное топливо	1,7	56,5	40,7	37,7	1:22
Эмульсия	1,9	54,8	38,8	35,7	1:18

Примечание: M_c - масса испытываемого сорбента; $M_{дс}$ - масса сорбента с нефтепродуктом до стекания; $M_{пс}$ - масса сорбента с нефтепродуктом после стекания; $M_{вд}$ – масса собранного нефтепродукта; C – сорбционная способность. Источник: Составлено автором.

Таблица 3. Результаты испытаний полотна Sosystem при температуре морской воды 0°C и температуре воздуха 0°C.

Сорбат	M_c , г	$M_{дс}$, г	$M_{пс}$, г	$M_{вд}$, г	C
Мазут	1,5	77,1	31,5*	28,3	1:19
Дизельное топливо	1,8	68,7	49,3	45,9	1:26
Эмульсия	1,7	70,5	46,8	43,3	1:25

Источник: Составлено автором.

Таблица 4. Результаты испытаний полотна Sosystem при температуре морской воды 0°C и температуре воздуха 0°C.

Сорбат	M_c , г	$M_{дс}$, г	$M_{пс}$, г	$M_{вд}$, г	C
Мазут	1,7	54,4	35,4	32	1:18
Дизельное топливо	1,8	73	41,8	38,6	1:21
Эмульсия	2	72,1	44,5	40,6	1:20

Источник: Составлено автором.

Как показали результаты проведенных экспериментов, состояние акватории и грунта в зоне воздействия разлива оказывает существенное влияние на эффективность применяемых материалов. Так, например, на открытых участках применение сыпучих сорбентов сопряжено с трудностями их равномерного нанесения, что безусловно накладывает отпечаток на качество сбора нефтепродуктов. Так, уже при умеренном ветре наблюдается снос сорбента при обработке нефтяного пятна, неравномерное рассеивание материала, а значит, и существенное снижение эффективности. Также возникают трудности с их последующим сбором. Такие ситуации часты при проведении бункерных операций. Это обусловило необходимость поиска новых материалов и стратегий, позволяющих оптимизировать процедуру реагирования. В этих условиях хорошие результаты показывают синтетические сорбенты на основе нетканых материалов. Как видно из экспериментальных данных, полотно отличается высокой сорбционной способностью даже в условиях низких температур. При этом на поверхности остается от 10 до 30 % разлившегося нефтепродукта. Учитывая физико-химические свойства нефтепродукта и особенности окружающей среды это является хорошим показателем.

Следует отметить, что при низких температурах тяжелые нефтепродукты, в частности мазут марки М₁₀₀ становится маломобильным, что приводит к снижению нефтеемкости сорбентов. Как видно из приведенных данных, для мазута была зафиксирована минимальная сорбционная способность.

Проводя эксперимент с плавучестью, было отмечено, что спустя 24 часа после насыщения во всех случаях полотно оставалось на поверхности. При планировании процедуры сбора нефтеотходов, особенно в неблагоприятных навигационных условиях, это является важным аспектом.

Практика использования сорбирующих материалов при ликвидации разливов нефтепродуктов, особенно в холодный период года показала, что их нефтеемкость существенно отличается от технических характеристик, представленных в паспорте материала. Как правило, вследствие интенсивного преобразования нефтепродукта при контакте его с воздушной и водной средой, неравномерного нанесения материалов и других процессов, происходящих в окружающей среде, реальная эффективность используемых материалов оказывается существенно ниже нормативно установленной. На основе проведенных экспериментов становится возможным корректировать схемы использования сорбентов, обеспечивая тем самым повышение эффективности ликвидации нефтепродуктов как на водной поверхности, так и на грунте.

Таким образом, результаты проведенных экспериментов стали основанием для корректировки стратегий реагирования, расчета количества сил и средств при планировании ликвидационных мероприятий, а также установления наиболее оптимальных вариантов в зависимости от конкретных природно-климатических, экологических и технологических условий.

Автор выражает благодарность коллегам Дальневосточной аварийно-спасательной академии за помощь в организации испытательного полигона, а также компании «Весь мир» за предоставленные для экспериментов образцы материалов.

Список литературы

1. Кашапова, А. А. Загрязнение мирового океана нефтью и нефтепродуктами / А. А. Кашапова // Экология и природопользование: прикладные аспекты: XI Международная научно-практическая конференция, Уфа, 01–04 апреля 2021 года. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2021. – С. 109-112.
2. Конева, Н. А. Загрязнение геосреды нефтепродуктами / Н. А. Конева, А. С. Сахарова, Е. Г. Еремеев // Геоэкохимия защиты литосферы, Санкт-Петербург, 08 июня 2020 года. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 97-99.
3. Мазлова Е.А. Преимущества и недостатки нефтяных сорбентов для ликвидации разливов на акватории в условиях низких температур / Е. А. Мазлова, И. А. Мерициди, Я. Ю. Блиновская [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2020. – № 6(297). – С. 55-60. – DOI 10.33285/2411-7013-2020-6(297)-55-60.
4. Мазлова Е.А. Экологическое нормирование на основе наилучших доступных технологий для предприятий нефтяной и газовой промышленности / Е.А. Мазлова, Н. В. Еремина // Нефтяное хозяйство. – 2016. № 5. – С. 98 – 100.
5. Мерициди И.А. Особенности применения адсорбентов нефтепродуктов для ликвидации загрязнения на акватории / И. А. Мерициди, Е. А. Мазлова, Я. Ю. Блиновская, И. И. Мерициди // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2021. – № 2(299). – С. 50-55. – DOI 10.33285/2411-7013-2021-2(299)-50-55.

ТЕХНОЛОГИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ МЕСТ ДИСЛОКАЦИИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

Харин Владимир Владимирович

Кондашов Андрей Александрович

канд. физ.-мат. наук

Бобринев Евгений Васильевич

канд. биол. наук

Удавцова Елена Юрьевна

канд. техн. наук

Рюмина Светлана Игоревна

*Всероссийский Орден «Знак Почета» научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России*

Аннотация. Разработана математическая модель определения мест размещения специализированных пожарно-спасательных частей (далее – СПСЧ), учитывающая поставленные перед ними задачи и риски возможных чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) природного и техногенного характера на территории субъектов Российской Федерации. В модели использован принцип минимизации времени следования подразделений СПСЧ к месту потенциальной ЧС на основе анализа всех потенциально опасных объектов и территорий в соответствующем территориальном гарнизоне пожарной охраны с учетом рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и крупных пожаров. Предложенная модель может быть использована при разработке предложений по перспективному развитию специализированных пожарно-спасательных частей Федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы (далее – ФПС ГПС) и специализированных пожарно-спасательных частей по тушению крупных пожаров ФПС ГПС.

Ключевые слова: специализированная пожарно-спасательная часть, место дислокации, математическая модель, оптимизация, время следования.

Деятельность территориальных пожарно-спасательных частей (далее - ПСЧ) не всегда может обеспечить их эффективное применение при ликвидации чрезвычайных ситуаций по причинам привязки ПСЧ к району выезда и ограниченности в видах работ [6].

В связи с этим важнейшим направлением деятельности государства является перспективное развитие служб специализированных пожарно-спасательных частей ФПС ГПС.

На СПСЧ в территориальных гарнизонах пожарной охраны возлагаются широкий спектр задач [4; 6]:

- тушение крупных пожаров в населенных пунктах и на объектах, проведение аварийно-спасательных, водолазных и иных специальных инженерно-технических работ, связанных с ликвидацией пожаров;
- ликвидация последствий взрывов и других техногенных аварий в населённых пунктах и на объектах;
- ликвидация аварий на магистральных трубопроводах;
- ликвидация аварий на транспортных магистралях и узлах;
- тушение природных пожаров;
- ликвидация последствий затоплений и наводнений;
- ликвидация последствий землетрясений.

Указом Президента Российской Федерации от 16 октября 2019 года № 501 утверждена «Стратегия в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий

от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года» (далее - Стратегия). Реализация Стратегии предусматривает создание оптимальных условий для эффективного решения общегосударственных задач в области обеспечения безопасности жизнедеятельности населения и защищённости критически важных и потенциально опасных объектов на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при ЧС и пожарах в целях обеспечения национальной безопасности и устойчивого социально-экономического развития Российской Федерации.

Приказами МЧС России от 14.08.2019 №425 «Об организации управления МЧС России при реагировании на чрезвычайные ситуации» и от 20.07.2020 № 536 «О плане мероприятий на 2020-2024 годы (I этап) по реализации Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года» предусмотрено проведение исследований по оперативному реагированию и эффективности действий подразделений пожарной охраны при тушении крупных пожаров и проведении связанных с ними аварийно-спасательных работ.

В соответствии с задачами, возложенными на СПСЧ были сформулированы требования, предъявляемые к СПСЧ:

- высокая степень готовности к оперативному реагированию на ЧС;
- способность выполнять аварийно-спасательные и другие неотложные работы в режиме постоянной готовности;
- мобильность, позволяющая эффективно реализовывать принцип территориального прикрытия объектов;
- соответствие их размещения на территории страны уровням возможных угроз;
- способность выполнять задачи по предназначению максимально эффективно и в сжатые сроки, действовать автономно;
- способность к оперативному взаимодействию с территориальными и объектовыми нештатными аварийно-спасательными формированиями (НАСФ), группировками вооруженных сил Российской Федерации, воинских формирований при ликвидации ЧС [5].

В настоящем исследовании предпринята попытка разработать математическую модель зависимости места размещения специализированных пожарно-спасательных частей в территориальных гарнизонах пожарной охраны от поставленных перед ними задач с учетом рисков возможных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории субъектов Российской Федерации.

В реаниматологии используется термин «золотой час» для определения промежутка времени (принимаемого близким по продолжительности к 1 часу) после получения травмы, который позволяет наиболее эффективно оказать первую помощь. Считается, что в течение этого времени вероятность того, что лечение предотвратит смерть пациента, наиболее высока [1]. Поэтому можно считать целесообразным критерием для определения места дислокации специализированной пожарно-спасательной части использовать минимизацию времени следования подразделений СПСЧ к месту потенциальной ЧС на основе анализа всех потенциально опасных объектов и территорий в соответствующем территориальном гарнизоне пожарной охраны с учетом рисков возникновения чрезвычайных ситуаций и крупных пожаров.

Среднее время следования от места дислокации СПСЧ до места потенциальной ЧС может быть определено с использованием следующей формулы

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{N_{об}} p_i t_i + \sum_{j=1}^{N_{лес}} p_j t_j + \sum_{k=1}^{N_{нав}} p_k t_k + \sum_{l=1}^{N_{зем}} p_l t_l + \sum_{m=1}^{N_{тп}} p_m t_m}{\sum_{i=1}^{N_{об}} p_i + \sum_{j=1}^{N_{лес}} p_j + \sum_{k=1}^{N_{нав}} p_k + \sum_{l=1}^{N_{зем}} p_l + \sum_{m=1}^{N_{тп}} p_m}. \quad (1)$$

В формуле (1):

$N_{об}$ – количество объектов, на которых возможно возникновение крупных пожаров, взрывов и техногенных аварий;

p_i – вероятность возникновения крупного пожара, взрыва и техногенной аварии на i -том объекте, ед./год;

t_i – время следования от места дислокации СПСЧ до i -го объекта;

$N_{лес}$ – количество населенных пунктов, расположенных на территории, где возможно возникновение лесных пожаров;

p_j – вероятность возникновения лесного пожара в районе расположения j -го населенного пункта, ед./год;

t_j – время следования от места дислокации СПСЧ до j -го населённого пункта;

$N_{нав}$ – количество населенных пунктов, расположенных на территории, где возможно подтопление и наводнение;

p_k – вероятность подтопления или наводнения в районе расположения k -го населенного пункта, год⁻¹;

t_k – время следования от места дислокации СПСЧ до k -го населённого пункта;

$N_{зем}$ – количество населенных пунктов, расположенных на территории, где возможно землетрясение;

p_l – вероятность землетрясения в районе расположения l -го населенного пункта, год⁻¹;

t_l – время следования от места дислокации СПСЧ до l -го населённого пункта.

$N_{тп}$ – количество точек на магистральных трубопроводах, используемых для вычисления T (выбираются расположенными равномерно по длине трубопроводов с некоторым шагом, например 10 км);

p_m – вероятность возникновения аварии на участке магистрального трубопровода длиной, равной величине шага, выбранного при определении количества точек, год⁻¹;

t_m – время следования от места дислокации СПСЧ до m -ой точки на магистральном трубопроводе.

Для определения время следования составляется список транспортных магистралей (улиц, дорог и т.д.), по которым пожарные и спасательные автомобили движутся из пожарно-спасательной части к месту вызова (пожара, ЧС). Для каждой транспортной магистрали определяется средняя скорость следования. Общее время следования определяется как сумма времен следования по каждой магистрали.

Если пожарно-спасательная часть располагается на значительном удалении от объекта потенциального возникновения ЧС (100 км и более), то для доставки личного состава и техники целесообразно использовать авиацию. В этом случае общее время следования определяется как сумма времени следования от пожарно-спасательной части к месту погрузки в самолет или вертолет, времени полета, времени разгрузки и времени следования от места приземления до объекта.

По формуле (1) определяется среднее время следования от места дислокации СПСЧ до места потенциальной ЧС для начального положения СПСЧ. Координаты начального положения СПСЧ могут быть определены по формулам

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^{N_{об}} p_i x_i + \sum_{j=1}^{N_{лес}} p_j x_j + \sum_{k=1}^{N_{нав}} p_k x_k + \sum_{l=1}^{N_{зем}} p_l x_l + \sum_{m=1}^{N_{тп}} p_m x_m}{\sum_{i=1}^{N_{об}} p_i + \sum_{j=1}^{N_{лес}} p_j + \sum_{k=1}^{N_{нав}} p_k + \sum_{l=1}^{N_{зем}} p_l + \sum_{m=1}^{N_{тп}} p_m}, \quad (2)$$

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^{N_{об}} p_i y_i + \sum_{j=1}^{N_{лес}} p_j y_j + \sum_{k=1}^{N_{нав}} p_k y_k + \sum_{l=1}^{N_{зем}} p_l y_l + \sum_{m=1}^{N_{тп}} p_m y_m}{\sum_{i=1}^{N_{об}} p_i + \sum_{j=1}^{N_{лес}} p_j + \sum_{k=1}^{N_{нав}} p_k + \sum_{l=1}^{N_{зем}} p_l + \sum_{m=1}^{N_{тп}} p_m}, \quad (3)$$

где x_i, x_j, x_k, x_l, x_m и y_i, y_j, y_k, y_l, y_m – координаты соответствующих объектов (см. формулу (1)).

Затем производится минимизация функции (1) с целью определения оптимального место расположения СПСЧ. Минимизация осуществляется методом градиентного спуска [2; 3].

Вычисляется градиент функции (1)

$$\text{grad}(T) = \left(\frac{\partial T}{\partial x}; \frac{\partial T}{\partial y} \right). \quad (4)$$

Затем определяется единичный вектор, направленный против направления градиента

$$\vec{n} = \left\{ -\frac{\partial T}{\partial x} \left[\left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}}; -\frac{\partial T}{\partial y} \left[\left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \right\}. \quad (5)$$

Далее определяется оптимальная величина шага Δl . Для этого необходимо найти минимум функции

$$F(\Delta l) = T(x + \Delta l n_x; y + \Delta l n_y) \quad (6)$$

Это условие означает, что движение вдоль антиградиента происходит до тех пор, пока значение функции $F(\Delta l)$ убывает.

Минимум функции (1) удобно находить методом золотого сечения. Точка z осуществляет золотое сечение отрезка $[a; b]$, если выполнено условие

$$\frac{b-a}{b-z} = \frac{b-z}{z-a} = \varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}. \quad (7)$$

В качестве z_1 и z_2 выбираются точка золотого сечения отрезка и симметричная ей. Если $a < z_1 < z_2 < b$, то при указанном выборе точек z_1 – точка золотого сечения отрезка $[a; z_2]$, а z_2 – точка золотого сечения отрезка $[z_1; b]$. Таким образом, на каждом шаге, кроме первого, необходимо вычислять значение только в одной точке, вторая берется из предыдущего шага.

Задается параметр ε – достаточно малая положительная константа, погрешность метода. На первом шаге вычисляются значения z_1 и z_2

$$z_1 = b - \frac{b-a}{\varphi}, \quad (8)$$

$$z_2 = a + \frac{b-a}{\varphi}. \quad (9)$$

Если выполнено условие $f(z_1) > f(z_2)$, полагается $a = z_1$, $z_1 = z_2$, $z_2 = b - (z_1 - a)$, $f(z_1) = f(z_2)$, вычисляется новое значение $f(z_2)$.

Если выполнено условие $f(z_1) < f(z_2)$, полагается $b = z_1$, $z_2 = z_1$, $z_1 = a + (b - z_2)$, $f(z_2) = f(z_1)$, вычисляется новое значение $f(z_1)$.

Данная итерационная процедура продолжается до тех пор, пока не будет достигнута заданная точность

$$\frac{b-a}{2} < \varepsilon. \quad (10)$$

Окончательное значение шага определяется по формуле $\Delta l = \frac{a+b}{2}$.

Новое значение среднего времени следования определяется по формуле

$$T(x_1; y_1) = T \left(x - \frac{\frac{\partial T}{\partial x}}{\sqrt{\left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)^2}} \Delta l; y - \frac{\frac{\partial T}{\partial y}}{\sqrt{\left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial y} \right)^2}} \Delta l \right). \quad (11)$$

После этого определяется новое значение шага Δl путем минимизации функции (6) в точке $(x_1; y_1)$. Данная процедура повторяется до тех пор, пока не будет достигнута заданная точность

$$T(x_k; y_k) - T(x_{k-1}; y_{k-1}) < \varepsilon. \quad (12)$$

В качестве примера рассмотрим определения оптимального размещения пожарной части. Данная часть обслуживает девять потенциально опасных объектов. На рис. 1 эти объекты обозначены

квадратными маркерами красного цвета. Вероятность возникновения ЧС p_i для данных объектов варьируется от $2,5 \cdot 10^{-3}$ до $6 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹.

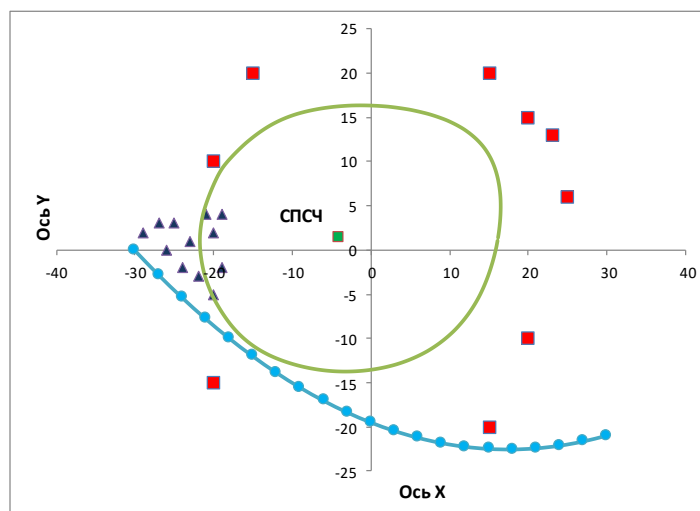


Рис.1. Расположение объектов потенциальных ЧС (красные квадраты, синие треугольники и светло-синие кружки, соединенные линией), а также оптимальное положение пожарного депо (зеленый квадрат) и область возможного размещения депо (обведена зеленой линией)

На территории обслуживания пожарной части также находится 12 населённых пунктов, которые расположены в зоне возможных лесных пожаров. На рис. 1 данные населенные пункты обозначены треугольными маркерами синего цвета. Вероятность возникновения лесного пожара p_j в районе расположения населенных пунктов лежит в пределах от $7 \cdot 10^{-4}$ до $9 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹.

В районе обслуживания пожарной части также проходит магистральный трубопровод. Для расчета оптимального месторасположения пожарной части определим контрольные точки вдоль трубопровода, вероятность возникновения ЧС в каждой из них будем считать равной вероятности возникновения ЧС на всем трубопроводе, деленной на количество контрольных точек, ($p_m = 3 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹). На рис. 1 трубопровод показан голубой линией с круглыми маркерами.

Начальное положение пожарной части определяется координатами $X_0 = 5$ км, $Y_0 = -5$ км. Будем считать, что средняя скорость следования $v_{сл}$ равна 30 км/час, а время следования определяется по формуле $t_{сл} = S_k / v_{сл}$, где расстояние от пожарного депо до k -го объекта вычисляется по формуле

$$S_k = \sqrt{(X_k - X_0)^2 + (Y_k - Y_0)^2}. \quad (13)$$

В таблице 1 представлены результаты расчета методом градиентного спуска. Начальный шаг выбран равным 1 км. Значение параметра ε выбрано равным 0,0001. Из таблицы видно, что сходимость достигается после шести итераций. На рис. 1 показано конечное положение пожарного депо. Видно, что оптимальное место положения депо смещено примерно на 11 км к северо-западу от начального положения.

Таблица 1. Определение оптимального расположения пожарного депо

№ итерации	Среднее время следования, мин	Координата X, км	Координата Y, км	Величина шага, км
0	51,041	5,000	-5,000	-
1	48,779	-0,998	2,683	9,748
2	48,634	-3,252	0,924	2,858
3	48,620	-3,717	1,520	0,755
4	48,618	-3,929	1,354	0,269
5	48,618	-3,973	1,411	0,072
6	48,618	-3,994	1,395	0,025

Реальное положение пожарного депо может отличаться от оптимального с учетом возможности размещения здания депо на местности (наличие водоемов, плотность застройки, возможность использования уже существующих зданий и пр.). Для определения границ области, в пределах которой может быть размещено депо, может быть использован следующий алгоритм.

Будем менять значение угла φ от 1° до 360° с шагом 1° : $\varphi_j = j$, $j = 1, 2, \dots, 360$.

Для каждого значения φ_j будем последовательно вычислять значения координат

$$\begin{aligned} X_{j,k} &= X_0 + k \cos \varphi_j, \\ Y_{j,k} &= Y_0 + k \sin \varphi_j. \end{aligned} \quad (14)$$

Для каждой пары координат $(X_{j,k}; Y_{j,k})$ вычисляется значение функции $T(X_{j,k}; Y_{j,k})$. Находим минимальное целое значение k , для которого выполнено условие

$$T(X_{j,k}; Y_{j,k}) > t_{\text{норм}}, \quad (15)$$

где $t_{\text{норм}}$ – нормативное значение времени следования. Искомые координаты для данного значения угла φ определяются по формулам

$$\begin{aligned} r &= \frac{T(X_{j,k}; Y_{j,k}) - t_{\text{норм}}}{T(X_{j,k}; Y_{j,k}) - T(X_{j,k-1}; Y_{j,k-1})}, \\ X_j &= X_0 + (k - r) \cos \varphi_j, \\ Y_j &= Y_0 + (k - r) \sin \varphi_j. \end{aligned} \quad (16)$$

Множество точек $\{(X_1; Y_1), (X_2; Y_2), \dots, (X_{360}; Y_{360})\}$ определяют границы области, в пределах которой может быть размещено пожарное депо. На рис. 1 в качестве примера показана область возможного размещения депо для объектов, координаты которых представлены в таблице 1, для $t_{\text{норм}} = 55$ минут.

На рис. 2 показано распределение количества объектов (точек) в зависимости от времени следования до них от места расположения СПСЧ, взвешенное с весом, равным вероятности возникновения ЧС для данного объекта (точки).



Рис. 2. Распределение количества объектов (точек) в зависимости от времени следования до них от места расположения СПСЧ, взвешенное с весом, равным вероятности возникновения ЧС для данного объекта (точки)

Таким, образом, разработана математическая модель зависимости места размещения специализированных пожарно-спасательных частей в территориальных гарнизонах пожарной охраны от поставленных перед ними задач с учетом рисков возможных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории субъектов Российской Федерации. Предложенная модель может быть использована при разработке предложений по перспективному развитию специализированных пожарно-спасательных частей ФПС ГПС и специализированных пожарно-спасательных частей по тушению крупных пожаров ФПС ГПС.

Список литературы

1. Lerner E. B., Moscati R. M. The golden hour: scientific fact or medical "urban legend"? // Academic Emergency Medicine journal, 2001. Vol. 8, no. 7. P. 758-760.
2. Аттетков А.В., Галкин С. В., Зарубин В. С. Методы оптимизации: учеб. для вузов, 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 440 с.
3. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация, пер. с англ. – М.: Мир, 1985. 509 с.
4. Дагиров Ш. Ш., Алешков М. В., Ищенко А. Д. и др. Специализированные подразделения пожарной охраны: монография. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. 173 с.
5. Зыков В. В., Гладких А. Н. Расширение задач, решаемых специализированными пожарно-спасательными частями федеральной противопожарной службы. Актуальные проблемы пожарной безопасности. Материалы XXVII международной научно-практической конференции, посвящённой 25-летию МЧС России: В 3 ч. М.: ВНИИПО МЧС России, 2015. С. 228–234.
6. Киселёв Д. В. Модели управления развитием специализированных пожарно-спасательных частей. Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация, 2020. № 3. С. 77-83.

АНАЛИЗ ПРИЧИН И УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ЖИЛОГО СЕКТОРА ПО ИРКУТСКОМУ РАЙОНУ

Штыкова Юлия Евгеньевна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В данной работе представлены статистические данные пожаров с 2017 по 2021 год. На основании данных сделаны выводы об основных причинах пожаров в жилом секторе Иркутского района. Тема статистического анализа пожаров дает возможность исследовать основные показатели пожаров и их последствий, выявить тенденцию пожаров, закономерности, на основе которых разрабатываются предложения для совершенствования деятельности органов государственного пожарного надзора.

Ключевые слова: пожар, жилой сектор, статистика, опасный фактор, причина пожара.

В последнее десятилетие произошло существенное ухудшение обстановки с пожарами в городах, а состояние пожарной безопасности приобрело характер неосознанной проблемы. При этом жилой сектор Иркутского района не является исключением. Во многом это объясняется тем, что в современном обществе изменились человеческие взаимоотношения, произошли нравственные сдвиги, поменялись критерии оценок современного бытия. Рост безработицы, снижение социальной защищенности населения, рост заболеваемости, увеличение потребления алкоголя, возрастающая ветхость жилого фонда – все это составляет благоприятную почву для возникновения пожаров и их последствий.

Более 70 % пожаров происходит в жилом секторе. В жилом фонде наблюдается наибольшая смертность на пожарах, значительные материальные убытки [1].

Указом президента РФ от 01.01.2018 №2 «Об утверждении основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года», в целях реализации государственной политики РФ в области обеспечения пожарной безопасности определены приоритетные направления политики для достижения необходимого уровня пожарной безопасности.

Для современной оценки состояния пожарной безопасности объекта исследования, как правило берется оценка последствий пожаров за последние 5-7 лет, которое является оптимальным периодом социально-экономического состояния субъектов РФ.

В таблице 1 для примера приведена частичная статистика пожаров в жилом секторе Иркутского района с 2017 по 2021 год, а также общее количество пожаров [3].

Анализируя таблицу 1 можно сделать вывод, что с 2017 по 2020 год происходит рост количества пожаров. Однако, в 2021 году видно снижение пожаров. Чаще всего при пожаре травмируются взрослые люди, чем дети. А количество погибших людей зачастую превышает количество травмированных. На основании данных из таблицы 1 можно сделать вывод, что на сегодня, не смотря на принятие Федерального Закона «О пожарной безопасности», законодательно комплекс проблем, связанных с обеспечением пожарной безопасности в регионе не решен.

За 12 месяцев 2021 года обстановка с пожарами в Иркутском районе и их последствиями в сравнении с аналогичным периодом прошлого года, характеризовалась следующими основными показателями [2]:

- зарегистрировано 483 пожара (АППГ - 645 пожаров), уменьшение на 25,1 % или на 162 пожара;
- погибло 17 человек (АППГ - 16 человек), увеличение на 6,3 % или на 1 случай;
- травмировано 10 человек (АППГ – 14 человек), уменьшение на 28,6 %, или на 4 случая;
- ущерб от пожаров составил 25 911 188 руб. (АППГ – 52 226 579 руб.), уменьшение в 2 раза, или на 26 315 391 руб.) [5].

Таблица. Статистика пожаров в жилом секторе Иркутского района с 2017 по 2021 год

2021	Кол-во травмированных детей, чел	0	0	0	0		
2021	Кол-во травмированных людей, чел	0	7	0	0		9
2021	Зарегистрировано погибших детей, чел	0	0	0	0		
2021	Зарегистрировано погибших людей, чел	2	8	0	0		16
2021	Кол-во пожаров, ед	25	85	46	9		353
2020	Кол-во травмированных детей, чел	0	0	0	0		1
2020	Кол-во травмированных людей, чел	1	4	0	0		14
2020	Зарегистрировано погибших детей, чел	0	1	0	0		3
2020	Зарегистрировано погибших людей, чел	2	6	0	0		14
2020	Кол-во пожаров, ед	28	75	67	16		375
2019	Кол-во травмированных детей, чел	0	0	0	0	0	
2019	Кол-во травмированных людей, чел	0	2	1	0	0	12
2019	Зарегистрировано погибших детей, чел	0	4	0	0	0	5
2019	Зарегистрировано погибших людей, чел	0	5	0	0	0	11
2019	Кол-во пожаров, ед	29	70	65	10	1	349
2018	Кол-во травмированных детей, чел	0	0	0	0		1
2018	Кол-во травмированных людей, чел	0	2	1	0		9
2018	Зарегистрировано погибших детей, чел	0	0	0	0		2
2018	Зарегистрировано погибших людей, чел	3	5	0	0		18
2018	Кол-во пожаров, ед	42	42	35	7		240
2017	Кол-во травмированных детей, чел	2	0	0	1		8
2017	Кол-во травмированных людей, чел	3	2	0	1		15
2017	Зарегистрировано погибших детей, чел	2	2	0	0		4
2017	Зарегистрировано погибших людей, чел	2	6	1	0		16
2017	Кол-во пожаров, ед	42	27	29	11		225
	Объект пожара	Садовый дом, дача и др.	Одноквартирный жилой дом	Баня, сауна на территории домовладения	Надворная постройка	Баня, сауна на территории домовладения	ИРКУТСКИЙ РАЙОН
	Причины пожаров	НПУиЭ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	НПУиЭ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	НПУиЭ ПЕЧЕЙ	НЕОСТОРОЖНОЕ ОБРАЩЕНИЕ С ОГНЕМ	ДРУГИЕ ПРИЧИНЫ	ИТОГО:

Динамика пожаров в Иркутском районе за 11 лет

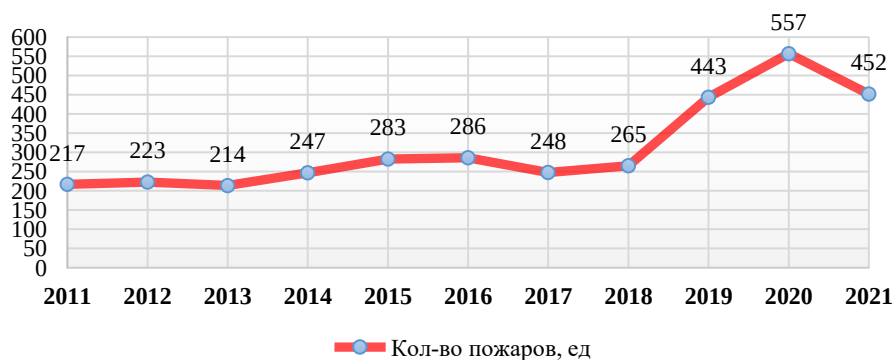


Рис. 1. Статистические данные по количеству пожаров на территории Иркутского района за 2011-2021 годы

Статистика гибели людей на территории Иркутского района в 11 летней динамике:

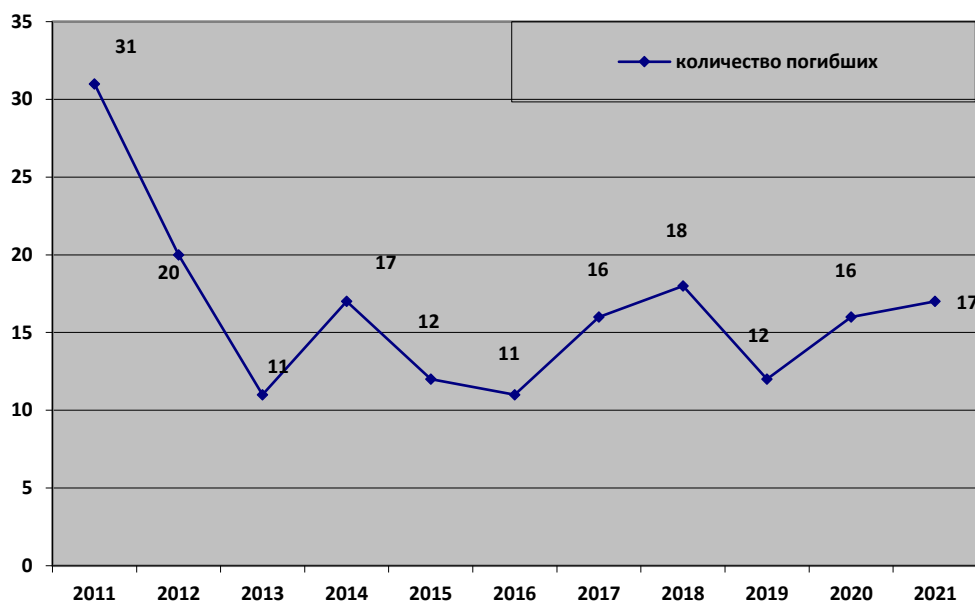


Рис. 2. Статистические данные по количеству погибших на территории Иркутского района за 2011-2021 годы

За предшествующие три года отмечалась тенденция к увеличению количества погибших людей на пожарах, при этом за 12 месяцев 2019 и 2020 года отмечается уменьшение количества погибших на пожарах [5,6,7].

Анализируя количество пожаров в Иркутском районе важно отметить что наибольшее их количество происходило в 2019г., 2020г. Это обусловлено тем, что в ГУ МЧС России изменилась система учета пожаров. В настоящее время учитываются все загорания и рассматриваются как пожар, а до 2019 года они не принимались во внимание.

К сожалению, приходится констатировать, что на сегодня в жилом секторе (2017-2021гг.) Иркутского района, происходит столько пожаров и их последствий сколько их происходило во всех вместе взятых городах Республики Бурятия, Забайкальского края (Читинской области) в 90-х годах прошлого столетия [8].

На сегодняшний день вопрос о пожарной безопасности является одним из главных и ему уделяется большое внимание. Доказательством этому является то, что государство выделяет функцию – обеспечить пожарную безопасность - как одну из основных. Государство поддерживает в стране уровень пожарной безопасности в городах, населенных пунктах, на объектах. Путь решения очень прост - привести все в образцовое противопожарное состояние. Особое внимание нужно уделять соблюдению пожарной безопасности в местах массового скопления людей такие как: школы, больницы, детские сады, торговые центры и т.д.

Основным направлением России на современном этапе ее развития является выявление основных причин и источников угроз в области технологической, экономической, экологической безопасности, обеспечение продовольственной независимости, а также обеспечение безопасности населения от чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами.

В настоящее время достаточно много проводится исследований по разработке методологии оценки пожарной опасности, в том числе через понятие пожарные риски, введенное законодательно в Технический регламент пожарной безопасности.

В 12-летней динамике отмечается рост количества пожаров по причинам неисправностей электрооборудования, при этом отмечается общая тенденция к снижению количества пожаров по причинам неисправностей печного отопления.

На территории Иркутского района за 12 месяцев 2021 года погибло 17 человек (АППГ-16), в 7 случаях причиной смерти послужило отравление токсичными продуктами горения (АППГ-6),

в 1-ом случае причиной смерти послужило воздействие высокой температуры (АППГ-4), в 7 случаях причины смерти не установлены в связи сильными термическими повреждениями тел (АППГ-5), в 2-х случаях причиной смерти послужило комбинированное отравление алкоголем и токсичными продуктами сгорания (АППГ-1). В целом можно отметить рост количества погибших в результате отравления продуктами сгорания. Основной группой погибших являются лица мужского пола, в возрасте от 55 лет, пенсионеры.

Исходя из это необходимо: ОНД и ПР по Иркутскому району усилить работу по секторам профилактики в частном секторе и многоквартирных жилых домах, с проведением противопожарных инструктажей и информирования населения через системы громкоговорящей связи при патрулировании территории, провести профилактические мероприятия по местам проживания лиц находящихся в банке данных СОП по Иркутской области, совместно с КДН и ЗП, администрации Иркутского района в пределах своих полномочий организовать проведение тематических уроков по пожарной безопасности на объектах образовательной сферы, организовать работу патрульных групп в СНТ, ДНТ расположенных на территории Иркутского района, в части выявления захламления территорий земельных участков и информирования населения о мерах пожарной безопасности.

Список литературы

1. Социальные, экономические и экологические последствия пожаров в муниципальных центрах Сибирского федерального округа: анализ, оценка, прогноз: монография / С.С. Тимофеева, В.В. Гармышев, А.В. Малыхин [и др.]. – Иркутск: Изд-во Аспринт, 2010. – 169 с.
2. Винокуров, М.А. Города Иркутской области / М.А. Винокуров, А.П. Суходолов. – 2-е изд. испр. и доп. – Иркутск: БГУЭП, 2011. – 342 с.
3. Сайт <http://www.mchs.gov.ru>.
4. Методические рекомендации по формам и методам работы по предупреждению пожаров в жилом секторе (указание ГКЧС от 23.03.04 № 1153-1/4-Н).
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2014 году». – Иркутск: Форвард, 2015 г. – 328 с.
6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2017 году». – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2018. – 249 с.
7. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2019 году». – Иркутск: ООО «Мегапринт», 2020. – 314 с.
8. Причины возникновения пожара в жилье. Правила поведения при пожаре. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://25.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznaya-informaciya/rekomendacii-naseleniyu/protivopozharnaya-propaganda/prichiny-vozniknoveniya-pozhara-v-zhile-pravila-povedeniya-pri-pozhare>.

СОСТОЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОХРАНОЙ

Гриднев Денис Владимирович

Шумов Виталий Иванович

Главное управление МЧС России по г. Москве

Денисов Алексей Николаевич

Академия ГПС МЧС России

Мартинovich Николай Викторович

Сибирская пожарно-спасательная Академия ГПС МЧС России

Аннотация. Рассмотрено состояние процессов организации управления пожарной охраной. Выявлены причинно-следственные связи, влияющие на общую систему управления при тушении крупных пожаров.

Ключевые слова: состояние процессов организации управления подразделений пожарной охраны, диаграмма Исикавы, метод мозгового штурма, трансформация процессов управления при тушении крупных пожаров, факторы и подфакторы, причинно-следственные связи.

Многообразие социально-экономических, связей и закономерностей, и соответствующих организационно-управленческих воздействий составляет сложный многоуровневый механизм в любом современном государстве. Особенно актуален данный факт в связи с особенностями Российской Федерации с ее огромным территориальным охватом и непростым государственным устройством.

В настоящее время одним из актуальных направлений развития систем управления является развитие систем, обеспечивающих безопасность. К организациям, обеспечивающим безопасность, можно отнести организации государственных органов исполнительной власти, осуществляющих оперативное реагирования на происшествия и чрезвычайные ситуации. Эти организации характеризуются сложной структурой управления, а также специфическими особенностями объема и интенсивностью поступления информации для принятия управленческих решений. [1, 2].

Для определения состояния процессов организации управления подразделений пожарной охраны, причин и необходимых трансформаций процессов управления от руководителей всех уровней важно использование принципов и прав общей теории систем [3]. При нежелании или неумении использования системного мышления в организации процессов управления воспринимается как показатель непрофессионализма и не компетенции. Системное мышление позволяет более полно и всесторонне выявить многие причины и следствия, для первого взгляда не связанные между собой, но объединенные в систему тем самым дает возможность выявить закономерности функционирования, развития и проблематики исследуемой организации или процесса.

Построение бизнес-логики и глубокий анализ бизнес-процессов, протекающих в системе, является ключевым и основополагающим элементом реализации современных концепций управления. Определение условий и ограничений, формирование контуров управления подсистем в общей структуре позволяют объективно выявить ключевые процессы, требующие первоочередной оптимизации и внедрения современных технологий, определить требования к его программной и аппаратной составляющей, создать обоснованный фундамент для оценки и управления процессами и элементами системы с учетом ее специфики.

Важным элементом системного мышления является системный подход, который представляет собой совокупность принципов и методов любых объектов (технических, экономических, управленческих и других) как систем.

В качестве инструмента системного подхода для определения причин необходимых для трансформации процессов управления подразделений пожарной охраны использовалась диаграмма Исикавы или диаграмма «рыбьей кости».

Диаграмма Исикавы придумана профессором Каору Исикава из университета в Токио, когда он задумал упростить поиск причин возникших трудностей. Сегодня составление диаграммы Исикавы – это эффективный метод детального анализа сложившейся проблемной ситуации. Диаграмма Исикавы — это инструмент для определения истинных причин возникновения трудностей [4-6].

Диаграмма Исикавы имеет ряд преимуществ:

- универсальность методики позволяет использовать ее в разных отраслях;
- удобство и простота метода делают его понятным не только для административного персонала, но и для служащих среднего и низшего звена;
- обеспечивает комплексное видение проблем;
- наглядно иллюстрирует связи проблемы и причин, из-за которых она возникла;
- ранжирование причин по степени значимости;
- упрощает анализ проблемных моментов;
- развивает креативное мышление сотрудников;
- удобство разработки и редактирования;
- помогает в процессе внедрения инноваций в производственный, управленческий процесс.

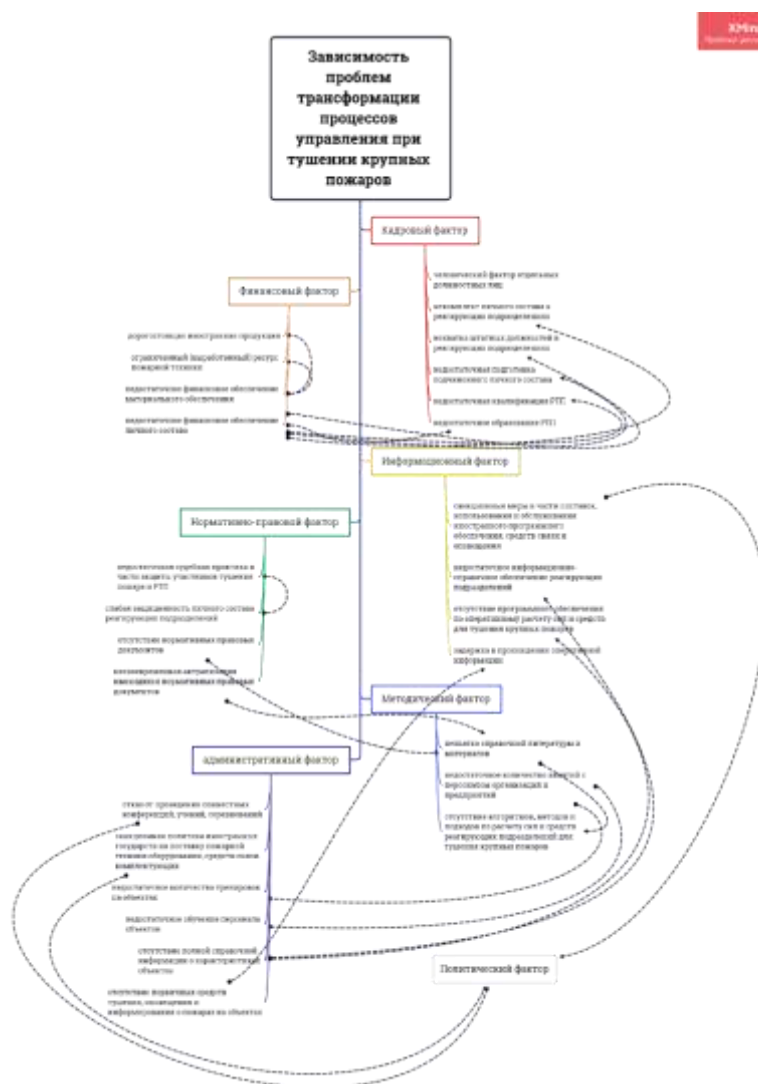
Для подготовки диаграммы Исикавы применялся метод мозгового штурма, в проведении которого участвовали сотрудники Управления организации пожаротушения и проведения АСДНР, Управления организации службы и подготовки, Оперативного управления, Управления технического обеспечения, Управления материального обеспечения, Управления информационных технологий и связи, Управления гражданской обороны и защиты населения, Управления организации деятельности объектовых подразделений, Управления кадров и воспитательной работы, финансово - экономического управления, Центра управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по г. Москве, Академии ГПС МЧС России. Данный метод позволил учесть опыт и мнение каждого участника, а также рассмотреть причины повлекшие проблемы и построить диаграмму Исикавы «Проблемы трансформации процессов управления при тушении крупных пожаров» (Рис. 1.).



Рис. 1. Диаграмма Исикавы «Проблемы трансформации процессов управления при тушении крупных пожаров»

Согласно диаграмме Исикавы «Проблемы трансформации процессов управления при тушении крупных пожаров» определено 6 основных факторов, включающих в себя от 3 до 6 основных «подфакторов», влияющих на качество и своевременность принятия управленческих решений при тушении крупных пожаров. Ввиду сложной политической обстановки в стране, а также влияния иностранного воздействия, также следует учесть внешний фактор – «Политический фактор».

Установив на диаграмме Исикавы причинно-следственные связи можно определить основные способы решения проблем трансформации процессов управления при тушении крупных пожаров или поиск альтернативных способов решения, цели и задачи для достижения поставленной цели (Рис. 3.).



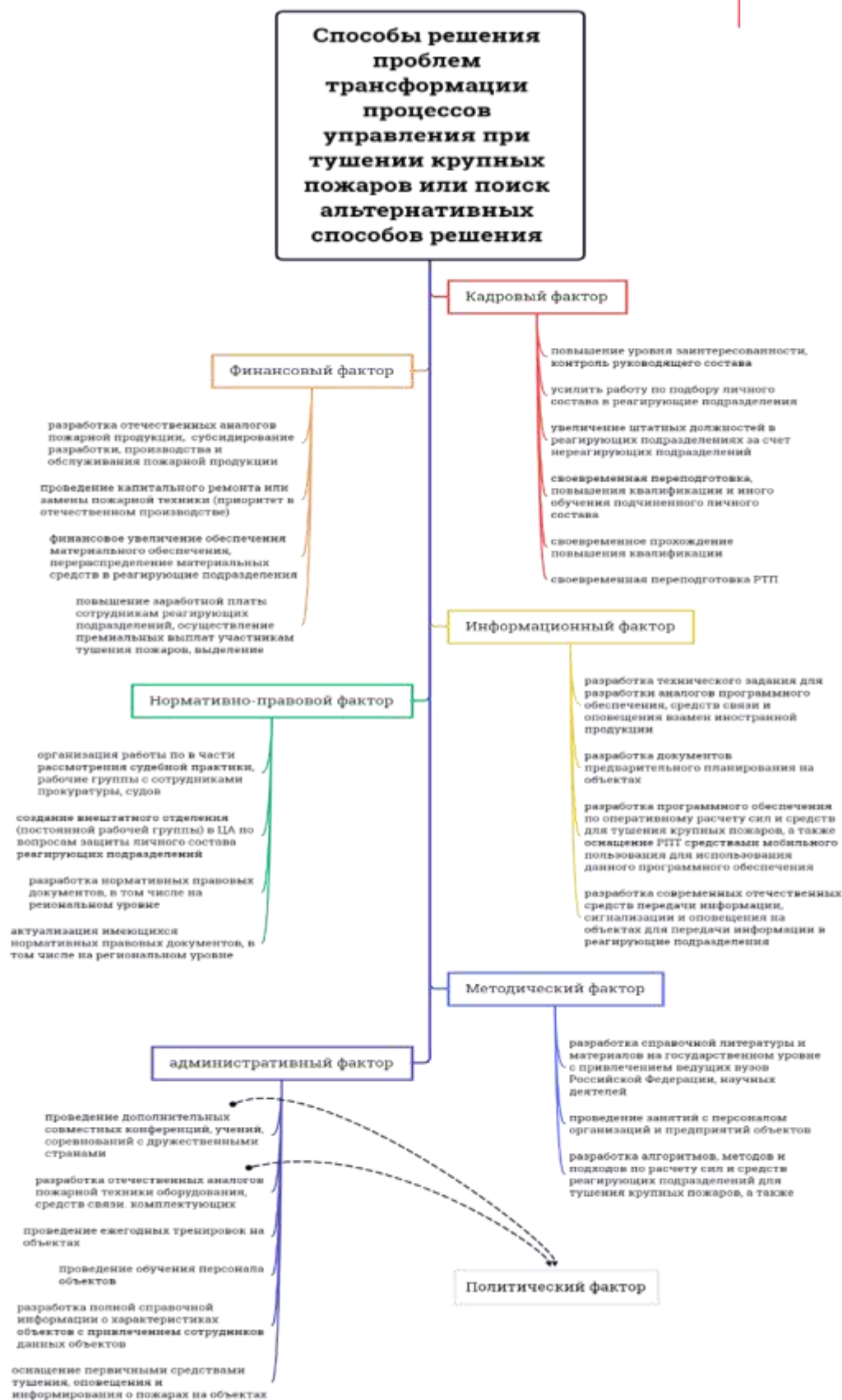


Рис. 3. Способы решения проблем трансформации процессов управления при тушении крупных пожаров или поиск альтернативных способов решения

Данную диаграмму с учетом определенных модификаций целесообразно применять для установления основных факторов и «подфакторов» системы управления при тушении пожаров на любом из видов объектов, так и для всей системы обеспечения пожарной безопасности в целом.

Проведя анализ с помощью построенной диаграммы, можно определить тактический потенциал пожарно-спасательного подразделения, местного пожарно-спасательного гарнизона, территориального пожарно-спасательного гарнизона, спасательного центра, аварийно-спасательного формирования, а также учреждений и организаций противопожарной службы субъекта.

Список литературы

1. Калач, А. В. Современные аспекты управления системой территориальной комплексной безопасности / А. В. Калач, Н. В. Мартинович, А. К. Черных // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2022. – № 1. – С. 84-94. – EDN NDNQLO.
2. Калач, А. В. Алгоритм оценки деятельности пожарно-спасательного подразделения / А. В. Калач, Н. В. Мартинович // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2021. – № 3. – С. 71-76. – EDN ZFEGZX.
3. Семиков В.Л. Теория организации: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003.–220 с.
4. Интернет-ресурс <https://lifemotivation.online/razvitielichnosti/samorazvitie/> diagramma-isikavy (дата обращения: 22.09.2022).
5. Интернет-ресурс <https://lifemotivation.online/razvitie-lichnosti/samorazvitie/diagramma-isikavy> (дата обращения: 23.09.2022).
6. Интернет-ресурс <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-metod-mozgovogo-shturma/> (дата обращения: 25.09.2022).

СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЛЕСОПОЖАРНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Подрезов Юрий Викторович

*д-р с.-х. наук, доцент, канд. техн. наук Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций
МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий)*

Аннотация. Российские леса, являясь национальным богатством подвержены воздействию такой природной опасности, как лесные пожары (далее – ЛП) и вызываемых ими чрезвычайных лесопожарных ситуаций (далее – ЧЛС). В результате воздействия поражающих факторов ЛП на население, различные объекты экономики и обороны им наносится значительный ущерб, а порой такое воздействие приводит к гибели людей и уничтожению населенных пунктов, как правило расположенных на лесной площади. Для предотвращения негативных последствий необходимо вести оперативный мониторинг лесопожарной обстановки. Существует множество способов мониторинга лесных пожаров: наземный, авиационный с помощью самолетов и вертолетов, космический. Одним из наиболее экономичных способов мониторинга ЛП является, по мнению ряда специалистов в области лесной пирологии, мониторинг с использованием беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА). Именно исследование особенностей и возможностей применения различных БПЛА для мониторинга источников ЧЛС – лесных пожаров является актуальным на современном этапе, поскольку данному способу присущи и преимущества перед другими видами лесопожарного мониторинга, но и недостатки. Поэтому целью исследования явились анализ и исследование особенностей применения БПЛА для мониторинга ЧЛС в интересах повышения эффективности борьбы с ЧЛС. В качестве базового метода проведения исследований использовался метод системного анализа, синтеза и логического анализа процессов. Именно метод системного анализа позволяет на научной основе учитывать и научно обосновывать особенности организации и ведения мониторинга ЧЛС с использованием беспилотников. Помимо вышеназванного метода при проведении исследований использовались методы: математической статистики; теории вероятностей; теории распознавания образов и алгебры логики. В ходе проведенных исследований получены следующие результаты: исследованы современные способы ведения мониторинга ЛП и ЧЛС с использованием БПЛА; проанализированы достоинства и недостатки БПЛА для ведения мониторинга ЧЛС, выполнен анализ перспектив применения беспилотников для ведения мониторинга ЛП и ЧЛС. Следует отметить, что научных работ, посвященных комплексному анализу особенностей мониторинга ЧЛС с использованием БПЛА в научной лесопирологической литературе и литературе в области защиты населения и территорий от ЧС природного характера, к настоящему времени нет. Новизна полученных результатов исследования подтверждается тем, что такие результаты получены впервые автором.

Ключевые слова: лесной пожар лесопожарная обстановка мониторинг погодные условия чрезвычайная лесопожарная ситуация.

Чрезвычайные лесопожарные ситуации (далее – ЧЛС) являются развитием одного или нескольких лесных пожаров (далее – ЛП) в пределах лесной площади, когда их поражающие факторы воздействуют на население и населенные пункты, различные экономические и оборонные структуры, расположенные, прежде всего, в лесах.

Во многих научных работах в области лесной пирологии достаточно широко изложены вопросы динамики различных видов лесных пожаров, которые, в том числе, могут являться и источниками ЧЛС [1-6].

Результаты исследований, выполненных автором, позволяют сделать выводы о том, что для организации эффективной борьбы с ЛП и ЧЛС необходимо осуществлять оперативный и достоверный мониторинг их возникновения и развития. Необходим мониторинг и для слежения за динамикой и последствиями ЛП и ЧЛС. Подобный мониторинг целесообразно рассматривать как один из видов мониторинга - лесопожарный мониторинг. В нашей стране для его ведения используются наземные, авиационные и космические способы и средства. На современном этапе особое внимание специалисты в области лесной пирологии в силу ряда преимуществ уделяют применению беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) для ведения лесопожарного мониторинга (далее – ЛПМ). Этому вопросу уделено посвящен ряд работ в специальной литературе [6-11].

Следует отметить, что вопросам описания общей организации и общих задач ЛПМ с использованием БПЛА уделено достаточное внимание. А, вот вопросам использования беспилотников для мониторинга динамики и последствий ЛП - источников ЧЛС уделено к настоящему времени недостаточное внимание. Ведь именно такой аспект ЛПМ позволяет осуществлять процесс прогнозирования и динамики и последствий ЧЛС с использованием соответствующих прогнозных математических моделей.

В том числе описанию результатов исследования в этом направлении посвящены последующие разделы данной статьи.

В частности, во втором разделе статьи приведено детальное описание исследовательской работы, в том числе: точная постановка цели и задач исследования; детальное описание и обоснование используемого методологического аппарата (количественные и качественные методы); детальное описание методов и приемов, используемых для сбора и анализа оригинальных данных; описание возможных методологических ограничений и их влияния на целостность и обоснованность полученных результатов.

Третий раздел посвящен изложению результатов исследования в виде теоретических данных по заявленным исследовательским вопросам в рамках проблемы и с использованием ранее обозначенных материалов и методов.

В четвертом разделе содержится критическое изложение полученных результатов и интерпретация, сравнение результатов других исследователей или ранее полученных результатов автора статьи с полученными результатами.

Краткая формулировка результатов исследования приведена в пятом разделе. В ней сделан вывод о достижении цели исследования и решении поставленных задач исследования, а также указана практическая значимость исследования и определены перспективы дальнейших исследований в рамках заявленной проблематики.

Целью проведенных исследовательских работ явились анализ и исследование особенностей применения БПЛА для мониторинга ЧЛС в интересах повышения эффективности борьбы с данным видом чрезвычайных ситуаций.

Задачами исследования явились:

- анализ задач ЛПМ, решаемых с использованием БПЛА;
- анализ современных и перспективных возможностей и особенностей применения БПЛА для ведения ЛПМ;
- исследование возможностей использования БПЛА для осуществления ЛПМ динамики и последствий ЛП;
- исследование возможностей использования БПЛА для осуществления ЛПМ динамики и последствий ЧЛС.

Чем же характерен на современном этапе ЛПМ с помощью БПЛА и каковы его задачи, возможности и особенности?

Необходимо отметить, что результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что способами ведения ЛПМ являются наблюдение и контроль за состоянием лесов с использованием методов визуального и аппаратного мониторинга. Целесообразным для осуществления мониторинга и прогнозирования динамики и последствий ЛП и ЧЛС с привлечением БПЛА оказалось применение достаточно разработанного и широко применяемого при исследованиях в различных областях науки

метода системного анализа. Данный метод позволяет на научной основе учитывать всю совокупность условий, влияющих на возникновение и динамику источников ЧЛС и непосредственно самих ЧЛС.

Вместе с тем, наряду с методом системного анализа, весьма важными являются методы логического анализа и синтеза прогнозируемых процессов, которые позволяют давать адекватную оценку возможности возникновения, развития и последствий источников ЧЛС и непосредственно ЧЛС на тех или иных лесных участках.

Кроме того, в силу стохастичности процессов формирования тех или погодных условий и мест возникновения ЛП при проведении исследований были полезны математические методы: математической статистики; теории вероятностей; теории распознавания образов; алгебры логики и т.п., что определяется целевой направленностью оценок.

Также важно учитывать, что определенные ограничения на прогнозирование мест и масштабов ЛП – источников ЧЛС и самих ЧЛС накладывают точность лесотаксационных описаний лесов и ее периодичность.

Нашей стране Россия принадлежат самые большие в мире лесные территории, что требует постоянных и нередко оперативных мероприятий по их охране и защите, что невозможно без применения авиации и ее современной разновидности - БПЛА.

Почему именно беспилотников?

Выполненный анализ задач, решаемых в настоящее время с использованием БПЛА, свидетельствует о ряде преимуществ, которые привели к достаточно широкому их использованию для охраны лесов и, в том числе, для ведения ЛПМ. К их числу относят:

- патрулирование территорий лесного фонда, как правило, локальных в интересах обнаружения лесных пожаров;
- информационное обеспечение наземных подразделений, осуществляющих тушение ЛП;
- лесопатологическое обследование;
- противодействие незаконной хозяйственной деятельности.

Из анализа, решаемых БПЛА задач, следует, что они включают необходимую для мониторинга ЧЛС совокупность задач, за исключением получения исходных данных для моделирования и прогнозирования динамики и последствий ЧЛС.

Выполненный анализ современных и перспективных возможностей и особенностей применения БПЛА для ведения ЛПМ свидетельствует о необходимости его адаптации в перспективе для получения необходимых исходных данных для процессов моделирования динамики и последствий ЧЛС в интересах повышения эффективности борьбы с ЧЛС.

Результаты выполненных исследований возможностей использования БПЛА для осуществления ЛПМ динамики и последствий ЛП показывают возможность сбора определенной совокупности необходимой исходной информации.

Рассмотрим далее возможности БПЛА по сбору указанной информации.

Лесные пожары, представляя собой стихийное неуправляемое горение возникают на лесной площади при определенных условиях, точнее при определенном комплексе условий. Среди таких условий наиболее значимы лесорастительные и погодные.

Беспилотники позволяют определять такие характеристики ЛП как площадь пожара, его координаты.

Как известно, лесные пожары бывают нескольких видов: верховые, низовые и подземные (торфяные); беглые и устойчивые; сильной, средней и слабой интенсивности. По ряду классификационных признаков ЛП БПЛА могут выявлять и определять вид наблюдаемого пожара при соответствующей обработке (желательно автоматизированной) изображений лесных участков и передавать данную информацию оператору.

Результаты исследований показывают, что в целом БПЛА позволяют получать следующую информацию о ЛП:

- начальную площадь (периметр) ЛП;
- текущую площадь (периметр) ЛП;
- класс пожарной опасности погодных условий;

- скорость распространения фронта пожара;
- скорость распространения флангов пожара;
- скорость распространения тыла пожара;
- время распространения элементов пожара;
- вид пожара;
- скорость и направление ветра в районе пожара;
- уклон местности в районе пожара.

Данная информация, после соответствующей обработки, необходима и может быть использована для моделирования и прогнозирования динамики ЛП.

Исследование возможностей использования БПЛА для осуществления ЛПМ динамики и последствий ЧЛС показывает, что с помощью беспилотников возможно получение и поставка потребителям необходимой информации по источникам ЧЛС, но возможностей для получения всей необходимой мониторинговой информации для обеспечения мониторинга и прогнозирования именно ЧЛС в полном объеме БПЛА не имеют. Основной причиной последнего является необходимость в статистической (табличной, картографической и т.п.) и расчетной информации, что в задачи и возможности БПЛА не входит.

Научные исследования, проведенные в предшествующие годы, в том числе автором требуют, дальнейшего развития в направлении возможностей проведения ЛПМ с использованием БПЛА. В литературе по лесной пирологии и защите населения и территорий от ЧС природного характера отсутствует исследование проблематики мониторинга ЧЛС. В ряде статей, посвященных вопросам организации и ведения мониторинга только лесных пожаров их содержание, ограничивается лишь мониторингом ЛП.

Вопросы же мониторинга ЧЛС значительно более объемны, поскольку необходимо «мониторить» и прогнозировать динамику и последствия именно ЧЛС для чего необходимо наблюдать, контролировать и моделировать воздействие источников ЧЛС на население, населенные пункты, объекты экономики и обороны, что требует комплекса дополнительных мониторинговых данных. Последнее является совокупностью достаточно сложных научно-прикладных проблем и требует самостоятельного исследования и разрешения. В том числе исследования возможностей применения БПЛА для сбора дополнительных мониторинговых данных.

Следует отметить, что ряд исследований в этом аспекте впервые выполнен автором данной статьи и описан в его докторской диссертации [6-11].

Подводя итоги, можно сделать вывод о том, что достигнута цель исследований и решены поставленные задачи.

Результаты проведенного исследования говорят о том, что проблематика мониторинга ЧЛС в настоящее время полностью не решена. Основные труды ученых в области лесной пирологии были направлены на создание теоретических аспектов мониторинга лесных пожаров. Но к настоящему времени в этой области существует достаточное количество не решенных задач. Вопросы же мониторинга ЧЛС исследованы пока недостаточно. В этом плане следует отметить лишь ряд работ автора статьи [4-11].

Следует отметить, что приведенные выше результаты исследований обладают большой практической значимостью.

Необходимо также в качестве перспектив дальнейших исследований, в рамках данной проблематики, выделить необходимость исследования возможностей применения БПЛА в интересах мониторинга ЧЛС в части решения задач мониторинга динамики и последствий ЧЛС.

Список литературы

1. Валендик Э.Н. (1979). Крупные лесные пожары. Москва, СССР: Наука.
2. Гришин А.М. (1981). Математические модели лесных пожаров. Монография. Томск, СССР: Изд-во Томского университета.
3. Доррер Г.А. (1979). Математические модели динамики лесных пожаров. Москва, СССР: Лесн. пром-сть.

4. Подрезов Ю.В. (2005). Методологические основы прогнозирования динамики и последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций (Диссертация доктора сельскохозяйственных наук). Москва, Российская Федерация: Московский государственный университет леса.
5. Подрезов Ю.В. (2000). Методологические основы прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Журнал Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 3, 29-36.
6. Подрезов Ю.В. (2021). Особенности и перспективные способы и технологии борьбы с лесными пожарами – источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Журнал Технологии гражданской безопасности, № 1, 36-39.
7. Подрезов Ю.В., Сериков В.В. (2022). Особенности проведения лесопожарного мониторинга лесных территорий и способы предупреждения чрезвычайных лесопожарных ситуаций на примере Иркутской области летом 2021 года». Журнал Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 2, 90-97.
8. Подрезов Ю.В. (2018). Современные особенности мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Журнал Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 4, 96-102.
9. Подрезов Ю.В. (2019). Особенности применения беспилотных летательных аппаратов для мониторинга чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Журнал Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 3, 64-72.
10. Подрезов Ю.В. (2021). Лесопожарный мониторинг с использованием беспилотников. Труды 64-й Всероссийской научной конференции МФТИ. 29 ноября – 03 декабря 2021. Аэрокосмические технологии / сост.: К.С. Слободчук, Ю. А. Борисов / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет). — Москва–Долгопрудный- Жуковский: МФТИ, 58-59.
11. Подрезов Ю.В. (2022). Методические особенности мониторинга и прогнозирования динамики крупных лесных пожаров – источников чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны «Гражданская оборона на страже мира и безопасности»: в 4 ч. Ч. II / Сост. В. С. Бутко, М. В. Алешков, С. В. Подкосов, А. Г. Заворотный [и др.]. – М.: Академия ГПС МЧС России, 44-46.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ОПЕРАТИВНОЙ ДЕЖУРНОЙ СЛУЖБЫ ПРИ РЕАГИРОВАНИИ НА ТЕХНОГЕННЫЕ ПОЖАРЫ

Скочилев Евгений Владимирович

ЦУКС Главного управления МЧС России по Кировской области

Гилек Сергей Александрович

Мартинович Николай Викторович

Корнейчук Кристина Андреевна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Опираясь на логистическую функцию Харрингтона, проведена оценка действий оперативной дежурной службы при реагировании на техногенные пожары по каждому основному показателю, характеризующему качество работы центров управления в кризисных ситуациях.

Ключевые слова: ликвидация чрезвычайных ситуаций, единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, техногенный пожар, оперативная дежурная смена, центр управления в кризисных ситуациях.

В настоящее время одним из актуальных направлений развития систем управления является развитие систем, обеспечивающих безопасность. К организациям, обеспечивающим безопасность, можно отнести организации государственных органов исполнительной власти, осуществляющих оперативное реагирование на происшествия и чрезвычайные ситуации (ЧС). Эти организации характеризуются сложной структурой управления, а также специфическими особенностями объема и интенсивностью поступления информации для принятия управленческих решений [1].

В целях реализации полномочий государства в области защиты населения и территорий от ЧС в настоящее время в России создана и успешно функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Анализ нормативной базы, регламентирующей функционирование Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, как элемента национальной безопасности, анализ статистики пожаров и чрезвычайных ситуаций за последние годы позволяет сделать вывод о том, что подразделения пожарной охраны представляют собой основные силы, обеспечивающие защиту людей от техногенных чрезвычайных ситуаций (в том числе пожаров). Фактически пожарная охрана является первым подразделением, прибывающим и участвующим в спасении людей, ликвидации последствий разных инцидентов и происшествий, не ограничиваясь только тушением пожаров [2].

В целях обеспечения повседневного управления РСЧС в системе МЧС России созданы Центры управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) различного уровня. В деятельности органов повседневного управления возникают проблемы, связанные с качеством и оперативностью принимаемых решений, негативно влияющие на ликвидацию (ЧС), которые могут привести к дополнительным человеческим жертвам, ущербу здоровью людей или окружающей природной среде, значительным материальным потерям и нарушениям условий жизнедеятельности людей.

При реагировании на техногенный пожар оперативной дежурной смене (ОДС) ЦУКС необходимо организовать взаимодействие территориальными органами: УМВД, ГИБДД, УФСБ, Прокуратура, Министерство, скорая медицинская помощь, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору и так далее на территории субъекта Российской Федерации, а также осуществить координацию действий экстренных оперативных служб.

Нормативный срок организации взаимодействия с территориальными органами и взаимодействующими организациями составляет 20 минут.

В каждом ЦУКС субъекта заключено более 50 соглашений об организации взаимодействия и информационного обмена на случай реагирования на техногенный пожар, определяющие не только

права на привлечения сил и средств, но и обязанности по информированию взаимодействующих структур.

Путем выхода из возникшей ситуации послужит разработка и внедрение принципиально нового алгоритма действий ОДС ЦУКС. В основу действий оперативно-дежурных смен должны лечь временные показатели от момента начала пожара до момента объявления руководителем тушения пожара достаточности сил и средств.

Основная идея в действиях ОДС ЦУКС должна заключаться в сокращении времени от получения информации о техногенном пожаре до прибытия сил и средств территориальной подсистемы РСЧС достаточных для его ликвидации. Необходимо уже сейчас смещение акцентов от отработки документации к реальному применению сил и средств, поэтому наиболее актуальным элементом при оценке деятельности ЦУКС следует считать элемент реагирования на ЧС, пожары и социально-значимые происшествия.

В основу оценки действий системы может быть положено время затраченной на период перевода состояния системы в стабильное состояние, то есть период от сообщения о техногенном пожаре до момента ликвидации последствий пожара. В силу того, что непосредственно за руководство тушения пожара ОДС ЦУКС не отвечает, объективной характеристикой действий ОДС будет являться: период от сообщения о техногенном пожаре до момента прибытия к месту пожара достаточных для его ликвидации сил и средств. В этот период будут входить и своевременность проведения информирования, и качество взаимодействия, и эффективность действий смены, а также ее оперативность.

Своевременность (С) работы ОДС ЦУКС предлагается оценивать по своевременности информационного обмена между органами управления вне зависимости от времени их прибытия, а также своевременности направления качественных информационных донесений в вышестоящие органы управления (ЦУКС ГГУ, НЦУКС) [3].

Эффективность (Э) информационного обмена предлагается оценивать по условной величине, зависящей от своевременности прибытия сил и средств, предназначенных для ликвидации. Время сообщения о пожаре принимается равным времени поступления информации в орган управления соответствующий уровню оперативного события, то есть время поступления информации в дежурно-диспетчерские службы соответствующей службы [3].

Оперативность (О) - показатель, учитывающий своевременность оповещения и прибытия дополнительных сил и средств, привлекаемых по решению руководителя тушения пожара и вышестоящих органов управления [3].

Учитывая разный характер оцениваемых параметров, по нашему мнению, для решения задачи, оценки и интерпретации показателей возможно использование методов теории нечетких множеств. Применение теоретико-возможностного подхода данной теории позволяет получить логическую функцию, значение которой будет описывать состояние объекта исследования на основе перевода значений оцениваемых параметров в соответствующие шкалы с выводением обобщенного показателя [4].

За основу предлагается принять одну из логистических функций Харрингтона – так называемая «кривая желательности». Ее формула в общем виде при одностороннем измерении определяет функцию с двумя участками насыщения (в $d \rightarrow 0$ и $d \rightarrow 1$) и линейным участком (от $d = 0,2$ до $d = 0,63$):

$$d^i = e^{-e^{-(y)}} \quad (1)$$

Функция желательности удовлетворяет ряд требований, предъявляемым к параметрам интеграции или оптимизации, а именно:

- является количественным;
- единым (выражается одним числом);
- однозначным, характеризуется заданным набором значений частных параметров, которым соответствует одно значение обобщенной функции;
- универсальным, то есть всесторонне характеризует объект;

- соответствует требованию полноты, являясь достаточно общим, неспецифичным, характеризует объект как единое целое [5,6].

Ось координат Y называется шкалой частных показателей. Ось d – шкалой желательности. Промежуток эффективных значений на шкале частных показателей – $[-1; +5]$ представлен на рисунке 1.

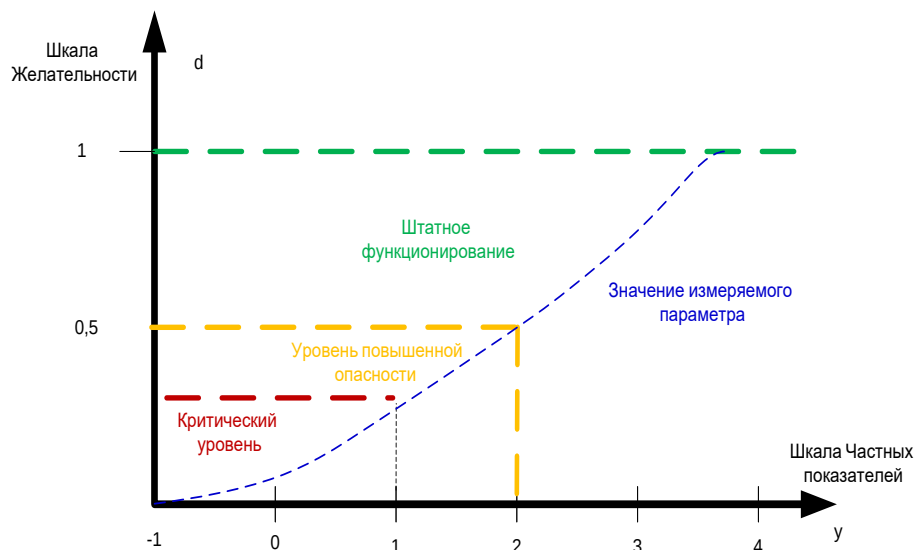


Рис. 1. График функции желательности

Таблица. Вербально-числовая шкала Харрингтона

№	Наименование градации	Числовой интеграл	Количественное значение
1	Очень плохо	0-0,2	0,10
2	Плохо	0,2-0,37	0,285
3	Удовлетворительно	0,37-0,63	0,5
4	Хорошо	0,63-0,8	0,715
5	Очень хорошо	0,8-1	0,90

В основе построения обобщенной функции Харрингтона лежит идея преобразования натуральных значений частных факторных откликов - Y_k в деления безразмерной шкалы желательности или предпочтительности - dk . Назначение шкалы желательности – установление соответствия между физическими или психологическими параметрами и числами из отрезка $[0,1]$, которые определяются с помощью кривой Харрингтона [7].

Значение i -го частного отклика, переведенное в безразмерную шкалу желательности, обозначается через d_i (i равно 1, 2, ..., n) и называется частной желательностью. Шкала желательности имеет интервал от нуля до единицы. Значение d_i равно 0, соответствует абсолютно неприемлемому уровню данного свойства, а значение d_i равно 1 – самому лучшему значению свойства. Значение d_i равно 0,37 обычно соответствует границе допустимых значений.

В общем виде обобщенный оценочный показатель реагирования ОДС ЦУКС на ЧС техногенного характера, исходя из вышеприведенных терминов, возможно представить, как среднее геометрическое частных показателей:

$$D = \sqrt[3]{C_i \times \Xi_i \times O_i} \quad (2)$$

где: C – Своевременность, Ξ - Эффективность информационного обмена, O - Оперативность

Из приведенной функции видно, что если хотя бы одна из частных желательностей равна «0», то и обобщенный показатель будет равен «0». Обобщенный показатель данного вида позволяет использовать ту же шкалу предпочтительности (таблица).

Использование вышеуказанного алгоритма позволяет провести оценку действий оперативной дежурной службы при реагировании на техногенные пожары по каждому основному показателю, характеризующему качество работы ЦУКС. Приведенные положения и выводы могут служить основой для дальнейших теоретических исследований и разработки систем поддержки принятия решений различного уровня в данной области.

Список литературы

1. Мартинович Н.В. Поддержка принятия решений при управлении повседневной деятельностью подразделения пожарной охраны: диссертация кандидата технических наук: 05.13.10; [Место защиты: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России] — г. Санкт-Петербург, 2022. — 208 с.
2. Калач, А.В. Алгоритм оценки деятельности пожарно-спасательного подразделения / А.В. Калач, Н.В. Мартинович // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2021. – № 3. – С. 71-76.
3. Шарипханов С.Д., Методика оценки действий оперативной дежурной смены центра управления в кризисных ситуациях комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан при реагировании на чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера. / Шарипханов С.Д., Арифджанов С.Б., Айтеев А.С., Батыркулов М.К. // Вестник Кокшетауского технического института. - 2018. - №3. - С. 4-16.
4. Пичкалев, А.В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств / А.В. Пичкалев // Исследования наукограда. – 2012. – № 1(1). – С. 25-28.
5. Иванов А.Ю., Клавдеев А.Г., Петросян С.А. Концепция оценки эффективности функционирования центра управления в кризисных ситуациях как сложной организационно-технической системы [Электронный ресурс] / А.Ю. Иванов // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. - 2015. - №1. - Режим доступа: <http://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V71/11.pdf>.
6. Арифджанов С.Б. Концептуальная модель принятия управленческих решений на ликвидацию ЧС центром управления в кризисных ситуациях Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. - 2016. - № 1. - С. 52.
7. Мартинович, Н. В. Подход к оценке информационной нагрузки типового пожарно-спасательного подразделения ГПС МЧС России / Н.В. Мартинович, А.В. Калач, М.Б. Шмырева // Инженерно-строительный вестник Прикаспия.– 2021.- № 3 (37). – С. 89-92. DOI 10.52684/2312-3702-2021-37-3-89-92.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИХРЕВОГО ЭФФЕКТА РАНКА-ХИЛША В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Гафуров Марат Мисютович

Научный руководитель: Енютина Тамара Афанасьевна

канд. техн. наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Аннотация. Предложен способ подачи воздуха с требуемой температурой в завалы с пострадавшими для поддержания их жизнедеятельности до момента эвакуации, заключающийся в создании горячего и холодного потоков воздуха с помощью вихревой трубки Ранка-Хилшана основе эффекта Ранка-Хилша и в оперативной подаче потока воздуха с требуемой температурой по трубкам к месту нахождения пострадавших.

Ключевые слова: эффект Ранка-Хилша, вихревая трубка, подача воздуха.

Работа относится к области аварийных и поисково-спасательных работ при спасении пострадавших из завалов, образовавшихся в результате обрушения зданий и конструкций, и из других труднодоступных мест и предназначено для подачи теплого или холодного воздуха к пострадавшим в тех случаях, когда невозможна оперативная помощь, а температуру подаваемого потока при этом нужно регулировать для предупреждения переохлаждения или перегрева организма. В данной чрезвычайной ситуации для поддержания жизнедеятельности пострадавших очень важна своевременная подача воздуха требуемой температуры к месту их нахождения.

Известные методы

Целью работы является разработка способа подачи нагретого или охлажденного воздуха в завалы с пострадавшими для поддержания жизнедеятельности их организма до окончания спасательной операции.

Известны ряд работ, в которых приведены устройства для осуществления различных процессов с использованием горячего и холодного потоков воздуха, образованных в трубе Ранка-Хилша.

Например, известна сушильная установка для получения порошка соли из морской воды, содержащая сушильную камеру, распылители, циклон, теплообменник-конденсатор, патрубки потоков, систему поддержания и регулирования температурного режима, причем, в качестве источника сушильного агента (воздуха) использована вихревая труба Ранка-Хилша, в которой используются два потока: выход теплого потока воздуха соединен с тангенциальным патрубком для подачи сушильного агента в корпус сушильной камеры, а выход холодного потока воздуха из трубы соединен с теплообменником- конденсатором [1].

В этом устройстве одновременно используется энергия обоих потоков для обеспечения технологического процесса сушильной установки. Однако, в установке требуется система регулирования температурного режима, что усложняет использование установки в случае чрезвычайных ситуаций.

В [2] приведён вихревой аппарат термостатирования крови при искусственном кровообращении, включающий источник очищенного сжатого воздуха, вихревую трубку Ранка-Хилша, соединенную с одной стороны с источником очищенного сжатого воздуха и с другой стороны с теплоизолированной воздушной магистралью с ресивером, теплообменник, систему регулирования и поддержания температурного режима с помощью температурных датчиков горячего и холодного потоков воздуха, плату управления электромагнитными клапанами и монитор с интерфейсом для задания необходимой температуры. Недостатком устройства является его сложность, обусловленная необходимостью поддержания требуемого температурного режима с помощью системы регулирования, что невозможно осуществить в условиях аварийно-спасательных работ.

Интересна работа [3], в которой принят способ и порядок спасения людей, находящихся в завалах, основанный на данных разведки и оценки обстановки на месте нахождения пострадавшего, на основе которых принимается решение о наиболее рациональном способе спасения и необходимом количестве сил и технических средств для выполнения задачи. При этом выполняется деблокировка путем разборки завала сверху или сплошной горизонтальной разборкой, либо устройством паза в завале.

Недостатком способа является то, что в способе не предусмотрено использование средств для поддержания жизнеспособности организма в случае невозможного оперативного оказания помощи пострадавшему при угрозе переохлаждения или перегрева.

Применение вихревого эффекта

Для решения технической проблемы нами предложен способ подачи воздуха с требуемой температурой в завалы с пострадавшими для поддержания их жизнедеятельности до момента эвакуации, заключающийся в создании горячего и холодного потоков воздуха на основе эффекта Ранка-Хилша и в оперативной подаче потока воздуха с требуемой температурой по трубкам к месту нахождения пострадавших, при этом в составе устройства для реализации способа используют вихревую трубку Ранка-Хилша, в которую подают сжатый воздух от присоединенного к её тангенциальному входу компрессора, с помощью вихревой трубки Ранка-Хилша в результате энергоразделения в ней закрученного потока получают два противоположно направленных потока воздуха с различной температурой, один из которых нагретый, а другой охлажденный по сравнению с исходной температурой окружающей среды, в зависимости от которой один из потоков по присоединенной трубке направляют к месту нахождения пострадавшего, другой, неиспользуемый поток, удаляют в окружающую среду, причем, для регулирования расхода и температуры потока используют установленные в соответствующих трубопроводах подачи вентили. При этом используются гибкие трубки, быстротъемные соединения, переносной компрессор.

Схема предлагаемого способа приведена на рисунке 1.

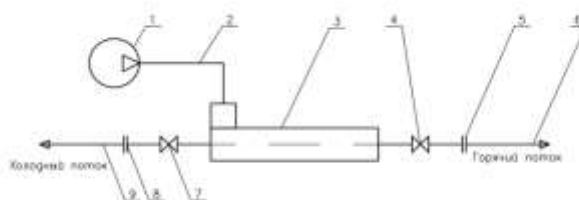


Рис.1. Функциональная схема устройства:

1 – компрессор; 2 – соединительная трубка; 3 – вихревая трубка Ранка-Хилша; 4 – вентиль; 5 – соединение трубопроводов горячего потока; 6 – трубка подачи горячего потока воздуха; 7 – вентиль; 8 – соединение трубопроводов холодного потока; 9 – трубка подачи холодного потока воздуха.

Используемый в составе устройства компрессор 1 служит для получения сжатого воздуха, при этом может быть использован, например, переносной компрессор, а также компрессор двигателя пожарной машины или другой, позволяющий получить давление потока на выходе до 0,6 МПа. Соединительная трубка 2 предназначена для подачи сжатого воздуха к тангенциальному вводу в вихревую трубку Ранка-Хилша 3, устанавливаемую на опоре (не показано). В вихревой трубке Ранка-Хилша происходит процесс энергоразделения и образование двух противоположно направленных потоков, один из которых имеет повышенную температуру, а второй – более низкую по сравнению с температурой исходного потока. При этом через вентиль 4, соединение 5 и трубку 6 к пострадавшему может поступать горячий поток воздуха, а через вентиль 7, соединение 8 и трубку 9 к пострадавшему может поступать холодный поток воздуха. Вентили 4 и 7 предназначены для регулирования расхода потока и имеют патрубки для присоединения к трубкам 6 и 9. Трубки 6 и 9, предназначенные для

подачи воздуха к месту нахождения пострадавшего, должны быть гибкими и выдерживать срок проведения спасательной операции без повреждения оболочки с обеспечением герметичности по всей длине. Можно применить, например, рукав резиновый для подачи воздуха и воды марки Semperit MP 20 EPDM, или шланг, используемый при изготовлении гибких подводок сантехнического назначения, позволяющих произвести соединение в короткое время и с возможностью перемещения по месту.

Подготовка устройства к реализации способа подачи воздуха с требуемой температурой в завалы с пострадавшими осуществляется следующим образом. Компрессор 1 устанавливается вблизи места проведения спасательной операции. Вихревая трубка Ранка-Хилша 3 монтируется на опоре, после чего соединяется трубкой 2 с компрессором 1. В зависимости от температуры окружающей среды работники МЧС принимают решение о том, к патрубку какого вентиля – 4 или 7 с помощью соединения 5 или 8 следует подсоединить рукав или шланг 6 или 9. При этом, согласно принятому решению, один из потоков по присоединенному рукаву или шлангу направляют к месту нахождения пострадавшего, другой, неиспользуемый поток, удаляют в окружающую среду, а подачу потока воздуха с требуемой температурой регулируют с помощью вентиля 4 или 7.

Преимуществом способа подачи воздуха с требуемой температурой в завалы с пострадавшими к месту их нахождения является доступность изготовления вихревой трубки Ранка-Хилша и простота ее применения в аварийных ситуациях, относительная дешевизна соединительных трубок и вентиля, доступность компрессора, быстрота сборки схемы и ее применения.

Технический результат заключается в оперативном снабжении пострадавших в завалах к месту их нахождения воздухом с требуемой температурой для предупреждения переохлаждения или перегрева с помощью устройства, содержащего вихревую трубку Ранка-Хилша.

Список литературы

1. Сушильная установка для получения порошка соли из морской. патент РФ № 2412412 С1, дата приоритета 02.12.2009, дата публикации 20.02.2011, авторы: Бабин В.А., Скорняков Э.П.
2. Вихревой аппарат термостатирования крови при искусственном кровообращении. ((патент РФ № 2742069 С1, дата приоритета 10.08.2020, дата публикации 02.02.2021, авторы: Туев М.А., Ворончихин С.Г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЛЕСОПОЖАРНЫХ СИТУАЦИЙ

Подрезов Юрий Викторович

*д-р с.-х. наук, доцент, канд. техн. наук Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций
МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий)*

Аннотация. Чрезвычайные лесопожарные ситуации (далее – ЧЛС) имеют своим источником один или несколько лесных пожаров (далее – ЛП). Наблюдение и контроль за динамикой ЛП, которые могут развиваться или развиваются до масштабов ЧЛС представляет собой актуальную и важную научно-прикладную проблему. Ведение мониторинга ЧЛС не является адекватным мониторинг лесных пожаров и состоит в наблюдении за возникновением ЛП на той или иной территории лесной площади, их фиксации, определении вида лесного пожара и слежения за его динамикой в целях прогнозной оценки возможной его трансформации в ЧЛС. Поэтому целью проведенных исследований являлся анализ методических особенностей мониторинга ЧЛС. Важно подчеркнуть, что все исследование базировалось на одном из основополагающих методов - методе системного анализа процессов мониторинга ЧЛС различных масштабов. Именно метод системного анализа позволяет на научной основе учитывать всю совокупность факторов, влияющих на мониторинг ЧЛС, а не только мониторинг их источников. Следует отметить, что при проведении исследований использовались также методы логического анализа и синтеза исследуемых процессов, а также методы: индукции и дедукции; математической статистики и современной теории факторного анализа; теории вероятностей; теории распознавания образов и алгебры логики; дифференциального исчисления. В процессе исследований получены следующие результаты: выполнен анализ методических особенностей организации мониторинга ЧЛС, включающего процессы наблюдения за возникновением ЛП – источников ЧЛС, а также слежение за их динамикой и последствиями; проведено исследование методов и возможностей организации эффективного мониторинга ЧЛС; проанализированы возможности межведомственного взаимодействия по осуществлению комплексного мониторинга ЧЛС; подготовлены рекомендации органам управления, ответственным за борьбу с ЧЛС, по организации комплексного мониторинга данного вида ЧС. Необходимо отметить, что работ, посвященных исследованию методических особенностей мониторинга ЧЛС в научной лесопирологической литературе и литературе о защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера, кроме работ автора, на настоящее время нет. Новизна полученных результатов исследования подтверждается тем, что такие результаты получены впервые в лесопирологической науке и практике, а также в науке и практике защиты населения и территорий от ЧС природного характера.

Ключевые слова: контроль лесной пожар лесопожарная обстановка мониторинг наблюдение прогнозирование чрезвычайная лесопожарная ситуация.

Чрезвычайные лесопожарные ситуации, являясь развитием лесного пожара или нескольких лесных пожаров представляют собой серьезную природную опасность при воздействии поражающих факторов их источников на различные объекты экономики, в том числе и оборонные, населенные пункты и наиболее ценные элементы окружающей природной среды.

К настоящему времени с многие проблемные вопросы по организации и ведению мониторинга лесных пожаров решены или решаются в Рослесхозе и частично в МЧС России. Мониторинг же ЧЛС является более сложной проблемой поскольку кроме мониторинга лесных пожаров он предполагает и мониторинг последствий лесных пожаров, являющихся, в том числе, источниками ЧЛС, прежде всего, оцененных последствий - ущерба при ЧЛС.

В целях мониторинга именно ЧЛС необходимо отслеживать и оценивать реальную или прогнозную динамику и последствия всех ЛП, выделять наиболее быстроразвивающиеся пожары,

поражающие факторы которых воздействуют, или по результатам прогнозирования, могут воздействовать на экономические (включая военные) объекты, элементы окружающей природной среды. Вопросам мониторинга лесных пожаров различных видов посвящен ряд научных работ в лесопирологической области. Для мониторинга и прогнозирования ЧЛС полезны научные труды ряда советских, российских и иностранных ученых, специализировавшихся в области лесной пирологии. В этих работах заметное внимание уделено вопросам распространения основных видов ЛП. В них описаны вопросы моделирования динамики основных видов лесных пожаров: различных видов низовых и верховых, включая беглые и устойчивые; сильной, средней и слабой интенсивности. В число таких работ необходимо отнести труды отечественных ученых: Доррера Г.А. (Доррер, 1979); Мелехова И.С. (Мелехов, 2012); Гришина А.М. (Гришин, 1981); Валендика Э.Н. (Валендик, 1979) и ряда других. Доррер Г.А. (Доррер, 1979) основное внимание уделил динамике, наиболее распространенных по количеству случаев, низовых ЛП. В классической работе Мелехова И.С. (Мелехов, 2012) изложены вопросы борьбы с ЛП и классификация природной горимости лесных насаждений, которую он разработал еще в тридцатые годы прошлого века. Гришин А.М. (Гришин, 1981) достаточно полно и детально привел особенности моделирования динамики кромки ЛП на основе методов дифференциального исчисления. Наиболее интересна с позиции мониторинга ЧЛС классическая работа Валендик Э.Н. (Валендик, 1979), где он показал результаты многолетних комплексных исследований по крупным лесным пожарам (далее – КЛП), которые зачастую становятся источниками ЧЛС. Данная информация может быть использована и для мониторинга ЧЛС.

Следует отметить, что в лесопирологической литературе и литературе о защите населения и территории от ЧС природного характера недостаточно полно представлены результаты исследований по организации и ведению мониторинга именно ЧЛС, что представляет собой более сложную и более объемную область, чем мониторинг лесных пожаров, который, безусловно, является составной частью мониторинга ЧЛС. Исходя из этого, в основе проведенных автором исследований, явилось изучение и анализ особенностей осуществления мониторинга именно ЧЛС.

Изложению именно этих особенностей посвящены данные доклад и статья.

В последующих разделах статьи раскрыто смысловое содержание данной проблематики.

Во втором разделе приведено детальное описание исследовательской работы: точная постановка цели и задач исследования; детальное описание и обоснование используемого методологического аппарата (количественные и качественные методы); детальное описание методов и приемов, используемых для сбора и анализа оригинальных данных; описание возможных методологических ограничений и их влияния на целостность и обоснованность полученных результатов.

В третьем разделе изложены результаты исследования в виде теоретических данных по заявленным исследовательским вопросам в рамках проблемы и с использованием ранее обозначенных материалов и методов.

Четвертый раздел содержит критическое изложение полученных результатов и интерпретацию, сравнение результатов других исследователей или ранее полученных результатов автора статьи с полученными результатами.

В пятом разделе приведена краткая формулировка результатов исследования. Сделан вывод о достижении цели исследования и решении поставленных задач исследования. Указана практическая значимость исследования. Определены перспективы дальнейших исследований в рамках заявленной проблемы.

Необходимо отметить, что целью проведенных мною исследований являлся анализ методических особенностей мониторинга ЧЛС в интересах обеспечения адекватной оценки лесопожарной обстановки на территории различных участков лесной площади страны и обеспечения исходными данными для моделирования и прогнозирования динамики и последствий ЧЛС в целях организации эффективной борьбы с источниками ЧЛС и научного обоснования соответствующих управленческих решений в этом направлении.

Задачами исследования явилось:

- исследование методических особенностей организации мониторинга ЧЛС, включая наблюдение за возникновением ЛП – источников ЧЛС, слежение за их динамикой и последствиями;

- исследование способов и технических возможностей организации эффективного мониторинга ЧЛС;
- анализ возможностей межведомственного взаимодействия по организации и ведению комплексного мониторинга ЧЛС;
- разработка рекомендаций органам управления, ответственным за борьбу с ЧЛС, по организации комплексного мониторинга данного вида ЧС на лесных площадях.

С методической точки зрения, следует понимать, что основной группой методов мониторинга ЧЛС являются методы мониторинга лесных пожаров, к которым относятся такие традиционные методы как наземное наблюдение, авиационный и космический мониторинг.

Результаты проведенных исследований показывают, что одним из базовых научных методов исследования особенностей организации и ведения мониторинга ЧЛС может служить метод системного анализа, (основанный на принципах системного подхода) процессов выявления и прогнозирования мест и времени (периода) возможного возникновения источников ЧЛС, их развития и последствий. Следует отметить, что данный метод на научной основе дает возможность учитывать всю совокупность условий, влияющих на возникновение и развитие лесных пожаров - источников ЧЛС.

Безусловно, при проведении исследований кроме метода системного анализа, целесообразно было использовать методы логического анализа и синтеза моделируемых и прогнозируемых процессов, что позволило осуществить анализ адекватности организации процесса мониторинга ЧЛС.

Вероятностный характер процессов возникновения ЛП, перерастания их в ЧЛС различных масштабов обусловил использование при проведении исследований и ряда других математических методов, таких как методы: теории вероятностей; математической статистики; алгебры логики; теории распознавания образов и дифференциального исчисления; современной теории факторного анализа и т.п., что определяется в основном целевой направленностью производимых оценок.

Необходимо также заметить, что ряд ограничений при мониторинге ЧЛС накладывают точность лесотаксационных описаний лесов и их периодичность.

Чрезвычайные лесопожарные ситуации представляют собой опасное состояние на определенной территории лесной площади в результате возникновения и развития одного или нескольких пожаров и воздействии их поражающих факторов на промышленные и сельскохозяйственные объекты, объекты обороны, населенные пункты, собственно на население и объекты окружающей среды. Результаты проведенных исследований показывают необходимость мониторинга ЧЛС по следующим направлениям, в частности, мониторинг:

- всех лесных пожаров;
- лесных пожаров - источников ЧЛС;
- наличия и масштабов воздействия лесных пожаров на объекты экономики;
- наличия и масштабов воздействия источников ЧЛС - лесных пожаров на военные и оборонные (что не всегда одно и то же) объекты;
- наличия и масштабов воздействия источников ЧЛС - лесных пожаров на объекты окружающей природной среды.

Анализ существ аproblemатики свидетельствует о том, что с методической точки зрения необходимо осуществлять мониторинг мест возникновения любых ЛП. Организация и ведение такого мониторинга возложены на Рослесхоз с доведением необходимой информации о местах и динамике ЛП, прежде всего крупных, до МЧС России и заинтересованных министерств, ведомств и организаций. Речь идет об организации и ведении лесопожарного мониторинга посредством реализации методов наземного наблюдения и контроля, авиационного и космического мониторинга. Следует отметить, что каждый из используемых методов имеет свои преимущества и недостатки, но лишь наземный мониторинг позволяет обеспечивать непрерывный контроль лесной территории и обнаружение лесных пожаров на самой ранней стадии – стадии загораний. Методы ведения каждого из перечисленных методов достаточно широко описаны в лесопирологической литературе. Поэтому их подробного анализа в рамках данной статьи производить не целесообразно.

Когда ЛП трансформируется в ЧЛС различных масштабов необходимо вести мониторинг не только подразделениям Рослесхоза, но структурным подразделениям МЧС России соответствующего уровня, начиная с локального, с передачей информации о характеристиках ЧЛС на вышестоящие уровни управления в интересах анализа ситуации, оценки лесопожарной обстановки и принятия решений по реагированию.

Далее необходимо производить анализ лесопожарной ситуации и производить мониторинговые оценки по угрозе и масштабам воздействия лесных пожаров на объекты экономики; на военные и оборонные объекты; а также на объекты окружающей природной среды. При этом, целесообразно в соответствующих органах управления лесопожарных служб осуществлять и прогнозирование указанных событий. Для чего потребуются применение соответствующего математического аппарата для моделирования динамики наблюдаемых и контролируемых процессов, производства прогнозных оценок и выработки научно обоснованных решений по борьбе с ЧЛС.

Уточним, что для ведения мониторинга ЧЛС, как показывают результаты исследований, применяются традиционные методы и средства, в частности, при наземном мониторинге, используемом подразделениями Рослесхоза, осуществляется визуальное обнаружение людьми со специализированных конструкций – вышек. Данный метод применяется более ста лет с небольшими усовершенствованиями, обусловленными использованием средств связи (рации, сотовая связь и т.п.) и оптическими устройствами визуального контроля (бинокли, подзорные трубы, телекамеры и т.п.). Преимуществом этого метода можно считать простоту самого метода и достаточно высокую его оперативность (при наличии благоприятных погодных условий), а также сохранившуюся до сегодняшних дней инфраструктуру вышек на лесной площади страны, которую возможно использовать. А, вот в качестве основными недостатка данного способа обнаружения можно отметить необходимость постоянного использования человеческого труда на каждой вышке, причем в течение всего времени пожароопасного сезона (для обеспечения оперативности), а также и ограничение территории мониторинга количеством функционирующих вышек. Да и на местах специалистов не хватает. Поэтому в настоящее время применение данного метода ограничено на практике. Кроме того, обеспечение функционирования вышки (ее оборудование необходимыми средствами и создание нормальных условий для работы на ней человека) является достаточно дорогим удовольствием. В качестве примера следует отметить, что стоимость вышки, предназначенной лишь для размещения оборудования составляет одиннадцать тысяч рублей за метр высоты, а стоимость пожарной вышки составляет более пятидесяти тысяч рублей за метр. Поэтому пожарные вышки не обновлялись более пятнадцати - двадцати последних лет, и многие из них теперь не могут быть использованы из-за аварийного технического состояния. Кроме того, возможность автоматизации процессов мониторинга за ЛП и ЧЛС с вышек на сегодня весьма проблематична, хотя в этом направлении существует множество разносторонних предложений от различных организаций, занимающихся данной проблематикой (Подрезов, 2000, Подрезов Ю.В. и Шахрамьян М.А., 2001, Подрезов, 2021).

Еще одним способом мониторинга ЛП, прежде всего их обнаружения и слежения в некоторой степени за их динамикой, является способ (метод) авиационного наблюдения и контроля с использованием различных летательных аппаратов. При таком мониторинге пилот на легком самолете или вертолете с определенной периодичностью облетает территорию где высока вероятность лесных пожаров (прежде всего, по условиям погоды и лесорастительным условиям) и при визуальном обнаружении ЛП штурман определяет его координаты и передает в центр контроля информацию об выявленном пожаре. Достоинством авиационного способа мониторинга является возможность наблюдения за любой даже самой удаленной и малонаселенной территорией лесной площади. А, вот в качестве главного недостатка следует рассматривать значительную стоимость летного часа. Так, например, летный час самолета Ан-2 (основного самолета, применяемого службой лесной охраны Рослесхоза) составляет около двадцати семи тысяч рублей. Этот самолет давно снят с производства и его для решения задач мониторинга ЛП чаще всего заменяют вертолетом Ми, у которого стоимость летного часа составляет более семидесяти пяти тысяч рублей. Это дорого. Для реализации способа авиационного мониторинга нужен, кроме того, специально обученный персонал (штурманы), которые непосредственно и определяют маршрут полета, визуально обнаруживают места загораний

и определяют их координаты. Еще одним недостатком данного способа является тот факт, что невозможно вести непрерывный мониторинг большой территории, а это может стать причиной позднего обнаружения пожара и его перерастания в ЧЛС.

Определенную популярность для ведения лесопожарного мониторинга в настоящее время приобретают беспилотные летательные аппараты (далее – БПЛА). Беспилотники в нашей стране сегодня применяются и в Рослесхозе, и в МЧС России. Их применение может несколько снизить стоимость летного часа, вместе с тем, оно не избавляет от проблемы несвоевременного обнаружения ЛП. Необходимо также отметить, что самолеты и вертолеты общего назначения возможно использовать и для других целей – в сельском хозяйстве, при перевозках грузов и пассажиров – а, вот БПЛА нельзя применять для чего-либо другого, что перекладывает все расходы (на приобретение, обслуживание, ремонт, топливо и т.п.) непосредственно на службы, которые занимаются мониторингом лесных пожаров. Стоимость применения беспилотников оказывается значительной.

Да и сами БПЛА не дешевы. Чтобы представить их примерную стоимость, следует указать, что БПЛА импортного производства стоят приблизительно один миллион долларов США.

Следующим видом лесопожарного мониторинга является космический мониторинг. Построенная на его реализации система мониторинга работает следующим образом, специализированные спутники, находящиеся на негеостационарных орбитах, осуществляют съемку участков лесной площади в ИК-диапазоне (с последующей передачей на наземную станцию). По контрасту температуры поверхности земли (участка леса) и температуры ЛП, определяется его местоположение. Информация в виде картинки участка леса передается в специальные центры, откуда все заинтересованные пользователи смогут получить ее по сети Интернет. Преимуществами способа космического мониторинга являются: автоматизация процесса получения данных; достаточная глобальность и дистанционность мониторинга; возможность избирательно «мониторить» любые участки лесной территории, легкий доступ к информации по сети Интернет.

Космическому мониторингу присущ и ряд недостатков, в качестве которых следует отметить: большую площадь минимально обнаруживаемого очага возгорания, которая колеблется от одного до пятидесяти гектаров (а это событие уже зачастую является ЧЛС), относительно невысокую периодичность получения мониторинговой информации (несколько раз в сутки), а также большое влияние погодных условий. В частности, в условиях ветреной погоды задержка (в четыре – шесть часов) обнаружения даже небольшого ЛП может привести к очень серьезным последствиям (к ЧЛС различных масштабов, особенно при воздействии поражающих факторов ЛП на оборонные и производственные объекты, населенные пункты) и увеличить стоимость его ликвидации.

Однако, при всех недостатках мониторинг с помощью космических средств целесообразен и необходим в случае больших российских лесных территорий и при отсутствии возможности мониторинга другими способами (например, для малоосвоенных таежных лесов). Следует также заметить, что стоимость спутникового мониторинга является невысокой).

В качестве еще одного вида лесопожарного мониторинга ряд специалистов в последние годы выделяют системы видеомониторинга, которые предназначены для обнаружения лесных пожаров. В России первые подобные системы появились в начале этого нового тысячелетия. Главной особенностью видеосистемы мониторинга считается высокая степень автоматизации и возможность использования дешевых и простых вышек. Существующие системы представляют собой поворотные камеры, устанавливаемые на вышках с выводом видеоизображения на пульт оператору, который должен находиться рядом с постом видеомониторинга следует отметить, что данный подход не позволяет определять координаты пожара (невозможность определения направления с двух достаточно разнесенных точек). Масштабировать такую систему также не представляется возможным. Заказчику фактически в каждой точке мониторинга необходимо обеспечить присутствие человека, который будет осуществлять визуальный контроль. Кроме того, особенностью рассматриваемых систем является невозможность предварительной обработки видеоизображения.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что существенными недостатками применяемых в настоящее время методов и способов обнаружения ЛП является отсутствие возможности раннего

обнаружения пожаров, а также автоматизации самого процесса обнаружения и определения местоположения очага возгорания – координат ЛП.

Рассматривая проблематику мониторинга именно ЧЛС, следует учитывать и необходимость мониторинга ущерба при таких чрезвычайных ситуациях вследствие воздействия огня источника ЧЛС на население, инфраструктуру и окружающую среду, что требует значительно большего учета влияющих факторов, сбора и обработки необходимой статистической информации, а также осуществления сложных экономических расчетов.

В этих целях необходимо четкое и достаточно всестороннее межведомственное взаимодействие по организации и ведению комплексного мониторинга ЧЛС, прежде всего по обмену необходимой информацией о ЛП и ЧЛС между Рослесхозом и МЧС России. Существуют и нормативно закреплены в российском законодательстве разграничение полномочий и ответственность в сферах борьбы с ЛП и ЧЛС, прежде всего, между вышеуказанными государственными структурами. Необходимо такое взаимодействие расширять и укреплять и в сфере мониторинга ЧЛС.

Иначе говоря, поскольку вопросы межведомственного взаимодействия весьма важны для снижения рисков возникновения и смягчения последствий лесных пожаров и ЧЛС целесообразно органам управления, ответственным за борьбу с ЧЛС организовывать планирование и осуществление комплексного мониторинга данного вида ЧС на всех лесных площадях нашей страны с оперативным обменом необходимой информацией.

В различных литературных источниках в научно-исследовательских работах, статьях приводится анализ различных аспектов того или иного вида лесопожарного мониторинга, который не дает целостной картины рассматриваемого процесса и, как правило касается мониторинга именно лесных пожаров, а не ЧЛС, который является более сложной и более широкой проблемой. И, кроме того, проблемы борьбы с ЧЛС требуют ведения комплексного мониторинга данного вида ЧС и организации всестороннего взаимодействия при этом. Прежде всего, такое взаимодействие требуется между МЧС России и Рослесхозом.

Ряд исследовательских работ выполнен автором данной статьи, описан в его докторской диссертации (Подрезов, 2005) и ряде других работ (Подрезов, 2000, Подрезов Ю.В. и Шахрамьян М.А., 2001, Подрезов, 2021).

По результатам проведенных исследований приходим к выводу о необходимости проведения дальнейших научных исследований в интересах расширения возможностей мониторинга лесных пожаров и развития методов и средств мониторинга именно ЧЛС, имеющих существенные отличия от мониторинга ЛП в аспекте более широкого объема используемой и обрабатываемой информации.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что цель исследований достигнута, а поставленные задачи решены.

Необходимо отметить, что из вышесказанного следует, что полученные результаты исследований обладают большой практической значимостью.

По результатам анализа существа проблематики исследований целесообразно сделать вывод о необходимости совершенствования и развития методической и статистической базы мониторинга ЧЛС, а также средств осуществления такого вида мониторинга.

Таким образом, в качестве перспектив дальнейших исследований в рамках данной проблематики следует необходимость развития теоретических и прикладных основ и базы мониторинга ЧЛС.

Список литературы

1. Валендик Э.Н. (1979). Крупные лесные пожары. Москва, СССР: Наука.
2. Гришин А.М. (1981). Математические модели лесных пожаров. Монография. Томск, СССР: Изд-во Томского университета.
3. Гришин А.М. (2008). О математическом моделировании природных пожаров и катастроф. Журнал Вестник. Томского государственного университета. Математика и механика № 2 (3), 105–114.
4. Доррер Г.А. (1979). Математические модели динамики лесных пожаров. Москва, СССР: Лесн. пром-сть.

5. Подрезов Ю.В. (2005). Методологические основы прогнозирования динамики и последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций (Диссертация доктора сельскохозяйственных наук). Москва, Российская Федерация: Московский государственный университет леса.
6. Подрезов Ю.В. (2000). Методологические основы прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», 3. 29-36.
7. Подрезов Ю.В. (2000). Методологические основы оценки и прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций. “Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях”. Выпуск № 4.- М.: ВИНТИ, 2000.
8. Подрезов Ю.В., Шахрамьян М.А. (2001). Методологические основы прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Монография. Издание первое. - М.: ВНИИ ГОЧС.
9. Подрезов Ю.В., Шахрамьян М.А. (2001). Методологические основы прогнозирования последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Монография. Издание первое. - М.: ВНИИ ГОЧС.
10. Подрезов Ю.В. (2021). Особенности и перспективные способы и технологии борьбы с лесными пожарами – источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Журнал Технологии гражданской безопасности, № 1, 36-39.

РЕШЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ ПРИ СТРАХОВАНИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Калач Андрей Владимирович

д-р. хим. наук, профессор

Здольник Владимир Вячеславович

канд. техн. наук

*Воронежский институт высоких технологий, Воронежский государственный
технический университет*

Аннотация. Важным вопросом при расчете страховых выплат организациям, пострадавшим от воздействий чрезвычайных ситуаций является расчет транспортных расходов и их оптимизация, при наличии ограничений в условиях ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: страхование, оптимизация, транспортные расходы, чрезвычайные ситуации.

Особая роль в решении задач повышения безопасности объектов от рисков связанных с возникновением чрезвычайных ситуаций (ЧС) на различных этапах их жизненного цикла отведена страхованию.

С точки зрения страхования возможных рисков и их последствий, особый интерес вызывают экономические объекты (предприятия, учреждения, организации и д.р., независимо от формы собственности), деятельность которых с экономической точки зрения при возникновении ЧС будет обусловлена ростом не свойственных затрат ресурсов направленных на ликвидацию последствий ЧС.

Именно страховые выплаты являются действенным финансовым инструментом, позволяющим пострадавшим от ЧС организациям в полной мере возместить понесенный ущерб.

Особый вклад в изучение проблем страхования внесли такие ученые как А.П. Архипов [1], Е.Г. Князева [2], Новиков Д.А. [3, 4], и д.р., так же проблемы страхования от последствий ЧС рассматривались в работах В.А. Акимова [5], А.И. Овсяника [6] и др.

Для хозяйствующих субъектов возникновение ЧС сопровождается повреждением, а зачастую и уничтожением зданий, сооружений, различного рода имущественного фонда, выпускаемой продукции и как следствие частичное или полное уничтожение производственных процессов.

Расчет ключевых показателей восстановления экономических объектов до состояния, предшествующего возникновению ЧС является сложной и комплексной задачей, вместе с тем, именно проведение скрупулёзных расчетов затрат на восстановление позволит максимально эффективно задействовать все финансовые инструменты, к которым так же относятся страховые выплаты.

Проведение расчета затрат на восстановление от последствий ЧС в равной степени необходимо как пострадавшему экономическому объекту, выступающего в роли страхователя, так и страховой компании, которая непосредственно заинтересована в оптимизации своих расходов, в том числе связанных с осуществлением страховых выплат.

Восстановление экономических объектов от последствий ЧС обусловлено необходимостью:

восстановления зданий и сооружений, а также различного рода строений;

восстановления систем инженерных коммуникаций необходимых для нормального функционирования и обеспечения жизнедеятельности (таких как электропитание, водоснабжений, вентиляции, канализации и д.р.); восстановления дорожной инфраструктуры; восстановления производственных систем и др.

Важная роль в получении первоначальной информации о ЧС и последствиях отведена классификации ЧС природного и техногенного характера [7], в рамках которой представляется информация о территории, на которой произошла ЧС, материальном ущербе и количестве пострадавших или погибших людях [8]. Реализация алгоритма определения класса ЧС с использованием средств автоматизации [9] позволяет процесс обработки информации перевести на

иной качественный уровень, что так же окажет положительное влияние на время формирования управляющих воздействий и их качество.

В основе комплексного решения задачи восстановления объектов лежат транспортные вопросы, именно транспортная составляющая играет важную роль при транспортировке и доставке грузов, участвующих в восстановлении объектов.

Количественный и качественный состав грузов определяется исключительно в зависимости от задач, определяемых при восстановлении конкретного пострадавшего от ЧС объекта.

Решение логистических и транспортных задач целесообразно начинать с определения типа транспортных коммуникаций и соответствующего транспорта, которые возможно использовать при восстановлении объектов, а именно водный транспорт; автомобильный транспорт; железнодорожный транспорт; воздушный транспорт.

Например, нефтеперерабатывающие комплексы и нефтехранилища, в своей деятельности зачастую используют водный, железнодорожный и автомобильный транспорт.

Предприятия сельскохозяйственной отрасли так же повсеместно могут использовать водный, железнодорожный и автомобильный транспорт.

В условиях экономической целесообразности, одним из главных факторов как при ликвидации последствий ЧС, так и при восстановлении полноценного функционирования предприятий является фактор времени. В свою очередь время ликвидации последствий ЧС напрямую зависит от времени транспортировки грузов и их объемов, поставляемых за единицу времени.

Зачастую ЧС природного и техногенного характера сопровождаются разрушением транспортной инфраструктурой, что и определяет специфику формирования подходов расчета оптимального пути транспортировки грузов, в отличии от задач доставки грузов в условиях «мирного времени».

Формулирование основных этапов решения транспортных задач, обусловлено их сложностью и служит хорошей базой для нахождения оптимальных решений.

На первоначальном этапе определяется оптимальное, с учетом стоимости и расстояния, нахождение нужного для восстановления объектов состава и количества грузов. При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что необходимых объемов (количества) «сезонных» грузов в одном месте (населенном пункте) может и не быть.

Мы понимаем, что использование железнодорожного и водного транспорта отличается возможностью доставки больших объемов грузов, при этом временные затраты будут не сопоставимы в сравнении с использованием автомобильного транспорта, который в свою очередь проигрывает по стоимости единицы объема поставляемой продукции.

Специфика восстановления многих объектов в том числе зданий, сооружений и производственных процессов характеризуется возможностью определения очередности поставляемых грузов так, например, при полном разрушении здания, первоначально необходимо восстановить фундамент, а не крышу здания и т.д.

Соответственно оптимизация процесса выбора способа поставки на втором этапе определяется с учетом состава номенклатуры груза, вида используемого транспорта способного в максимально короткое время доставить необходимый (в количественном и качественном плане) груз.

После определения места расположения поставляемого груза, наличия маршрутов доставки, вида транспорта, который будет участвовать в доставке грузов, необходимо осуществить оптимизацию решения логистических задач.

Даже при таком, относительно поверхностном анализе этапов транспортировки грузов, возможно определение ключевой информации, необходимой для построения статистических прогнозов стоимости доставки грузов о наличии необходимых объемов (количества) грузов; средств механизации, участвующей в восстановлении объектов; человеческого ресурса, задействованного на объекте восстановления, с учетом квалификационных требований; транспортных ресурсов, с учетом географического (территориального) расположения объекта.

Исходим из того, что заблаговременно известна информация о наличии и расположении экономических объектов (промышленных и сельскохозяйственных предприятий и др.), а также информацией о возможных рисках и чрезвычайных ситуациях на объектах.

С учетом сведений проектно-сметной документации данных объектов возможно определить качественный и количественный состав необходимых материалов, задействованных при их строительстве.

Так же, в открытом доступе в формате электронного информационного ресурса или форме официальных статистических отчетов находится информация о наличии транспортных и логистических ресурсов, а также стоимости предоставляемых услуг по доставки грузов и людей.

Своевременное формирование автоматизированного учета вышеуказанных данных, позволит составить прогностическую модель стоимости восстановления объектов пострадавших от воздействия чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Архипов А.П. Основы страхового дела: учеб. Пособие / А.П. Архипов, В.Б. Гомелля. – М.: Магистр, 2016. – 544 с.
2. Князева Е.Г. Страхование. / Е.Г. Князева, О.А. Бойтуш, Т.Д. Одинокова, Е.А. Разумовская, Л.И. Юзвович, Ю.Т. Ахвледиани. М-во науки и высшего обр. РФ, Урал. гос.эко. ун-т.- Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2019 –241 с.
3. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. / Д.А. Новиков: М.: МПСИ, 2005. – 584 с.
4. Новиков Д.А. Механизмы страхования в социально-экономических системах / Новиков Д.А., Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Кулик О.С. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 109 с.
5. Экономические механизмы управления рисками чрезвычайных ситуаций / В.А. Акимов, В.Я. Богачев, В.К. Владимирский, В.Д. Новиков, В.В. Лесных, В.А. Макеев, В.И. Сорокин, А.В. Шевченко ; МЧС России. – М.: ИПП «Куна», 2004. – 312 с.
6. Овсяник А.И. Страхование от чрезвычайных ситуаций: монография / Овсяник А.И., Акимов В.А. МЧС России. М: ФГБУ ВНИИ ГО ЧС (ФИЦ), 2016. – 336с.
7. Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 N 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // СПС Консультант плюс.
8. Калач А. В. Формализация и алгоритмизация на начальном этапе обнаружения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций / А. В. Калач, В. В. Здольник, А. Ю. Зенин // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2022. – № 2. – С. 61-65.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665694 Российская Федерация. Система классификации ЧС: № 2022664949: заявл. 09.08.2022: опубл. 18.08.2022 / А. В. Калач, Т. Е. Смоленцева, В. В. Здольник, Т. С. Тимофеев.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЦИПОВ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. МОСКВЫ

Гриднев Денис Владимирович

Шумов Виталий Иванович

Главное управление МЧС России по г. Москве

Денисов Алексей Николаевич

Академия ГПС МЧС России

Мартинovich Николай Викторович

Сибирская пожарно-спасательная Академия ГПС МЧС России

Аннотация. Рассмотрена структура управления, организации высылки сил и средств пожарно-спасательного гарнизона г. Москвы. Основные задачи, участники информационного взаимодействия, комплексной информационной системы мониторинга и управления силами и средствами экстренных оперативных служб г. Москвы. Дана оценка состояния пожарной обстановки с помощью новой условной градация пожаров по площади на территории г. Москвы за 2021г.

Ключевые слова: административные округа г. Москвы, КИС УСС, ЕСОДУ Москвы, система «112», пожары 1 категории, пожары 2 категории, пожары 3 категории. пожарам с крупным материальным ущербом.

В целях реализации полномочий государства в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в настоящее время в России создана и успешно функционирует единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Анализ нормативной базы, регламентирующей функционирование единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, как элемента национальной безопасности, анализ статистики пожаров и чрезвычайных ситуаций за последние годы позволяет сделать вывод о том, что подразделения пожарной охраны представляют собой основные силы, обеспечивающие защиту людей от техногенных чрезвычайных ситуаций (в т.ч. пожаров). Фактически пожарная охрана является первым подразделением, прибывающим и участвующим в спасении людей, ликвидации последствий разных инцидентов и происшествий, не ограничиваясь только тушением пожаров.

Подразделения пожарной охраны являются специфическим объектом управления основной задачей которого является непосредственно реагирование на возникающие происшествия, а также решения задач повседневного управления, создающих условия наиболее быстрого и эффективного реагирования на инциденты. Независимо от вида пожарной охраны данные подразделения имеют общие особенности систем управления, закреплённые законодательно в нормативных, правовых документах, регламентирующих данную деятельность.

В соответствии со статьей 65 «Конституции Российской Федерации» [1], а также Законом Российской Федерации от 15.04.1993 г. N 4802-I «О статусе столицы Российской Федерации» [2] г. Москва является города федерального значения.

Административно-территориальное деление г. Москвы состоит из 12 административных округов, 125 районов, 21 поселения [3]. Обеспечение пожарной безопасности осуществляется пожарной охраной в г. Москве и подразделяется на Государственную противопожарную службу в г. Москве, ведомственную пожарную охрану, частную пожарную охрану, добровольную пожарную охрану. В Государственную противопожарную службу в г. Москве входят: федеральная противопожарная служба на территории г. Москвы и противопожарная служба г. Москвы [4]. Для повышения уровня реагирования при тушении пожаров и проведения АСДНР, принципов принятия управленческих решений исходя из характеристики объектов находящихся на территории административных округов г. Москвы, а также в соответствии с расписанием выезда

подразделений территориального пожарно-спасательного гарнизона для тушения пожаров и проведению аварийно-спасательных работ на территории г. Москвы утвержденного Мэром г. Москвы Собяниным С.С. [5] в Главном управлении МЧС России по г. Москве создано 11 управления по административным округам Главного управления МЧС России по г. Москве (Рис. 1.).

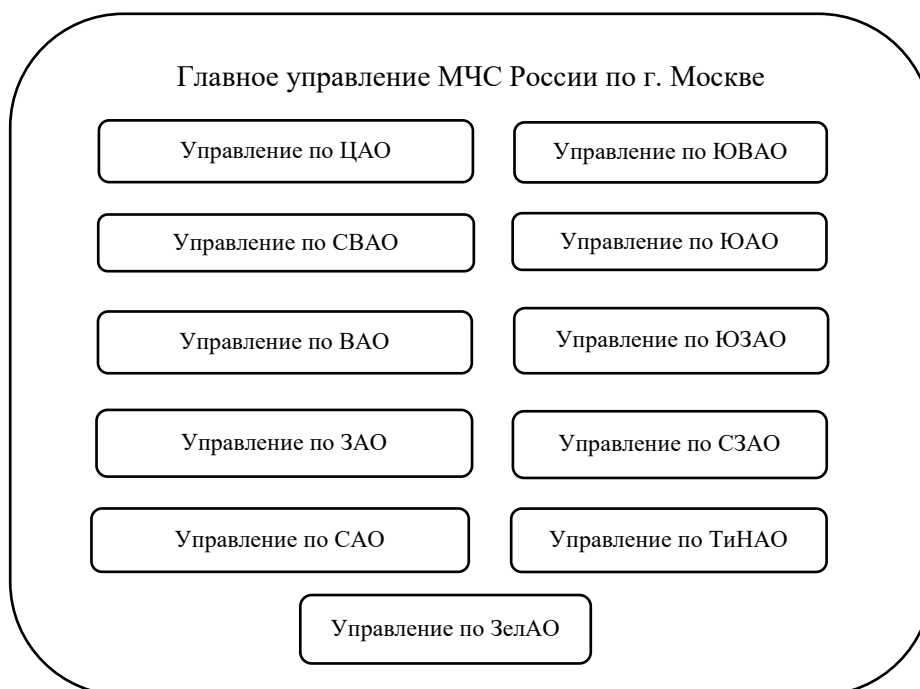


Рис. 1. Структурная схема территориального пожарно-спасательного гарнизона г. Москвы

Управления по административным округам Главного управления МЧС России по г. Москве являются самостоятельными структурными подразделениями Главного управления МЧС России по г. Москве и включают в себя силы и средства необходимые для обеспечения пожарной безопасности, а также принятия необходимых управленческих решений при тушении пожаров на территории г. Москвы.

При тушении крупных и тактически сложных пожаров, объявлении повышенного ранга сложности пожара, нехватки сил и средств на месте по решению руководителя тушения пожара старшим оперативным дежурным Главного управления МЧС России по г. Москве организуется привлечение требуемых дополнительных сил и средств. Высылка сил и средств пожарно-спасательного гарнизона г. Москвы осуществляется диспетчерским составом дежурной части Управления экстренного реагирования Центра управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по г. Москве с помощью комплексной информационной системы мониторинга и управления силами и средствами экстренных оперативных служб г. Москвы (КИС УСС) [6].

КИС УСС представляет собой информационную систему г. Москвы, предназначенную для автоматизации функционирования системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в г. Москве, мониторинга и управления силами и средствами территориального пожарно-спасательного гарнизона г. Москвы.

Основными задачами КИС УСС являются:

- автоматизация процессов обмена информацией и организации взаимодействия между участниками информационного взаимодействия при реагировании на происшествия, пожары и чрезвычайные ситуации;
- автоматизация процессов управления силами и средствами территориального пожарно-спасательного гарнизона города Москвы.

Функциями КИС УСС являются:

- обеспечение процессов автоматизации приема, регистрации, обработки вызовов экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в г. Москве;
- обеспечение ведения единого классификатора событий, происшествий и чрезвычайных ситуаций для экстренных оперативных служб г. Москвы;
- обеспечение мониторинга процесса реагирования экстренных оперативных служб г. Москвы на происшествия, пожары и чрезвычайные ситуации;
- автоматизация процессов учета сведений о наличии и готовности сил и средств территориального пожарно-спасательного гарнизона г. Москвы, а также процесса высылки сил и средств территориального пожарно-спасательного гарнизона г. Москвы на происшествия, пожары, чрезвычайные ситуации и мероприятия повседневной деятельности.

С помощью КИС УСС возможно осуществление наращивания сил и средств учитывая специфику объекта, сложность пожара и фактическое наличие пожарной техники, находящейся в боевом расчете. В КИС УСС в ежесуточном режиме, при заступлении на суточное дежурство пожарно-спасательных подразделений осуществляется сверка и корректировка личного состава и пожарной техники, находящейся в боевом расчете, в резерве, а также тактико-технические характеристики пожарной техники и перечень пожарно-технического оборудования.

Участниками информационного взаимодействия КИС УСС являются:

- оператор КИС УСС (Департамент информационных технологий г. Москвы);
- Департамент по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и пожарной безопасности г. Москвы;
- Главное управление МЧС России по г. Москве.

Ввиду специфики территориального пожарно-спасательного гарнизона г. Москвы, а также в целях совершенствования координации действий органов государственной власти и организаций на территории г. Москвы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций создана Единая система оперативно-диспетчерского управления Москвы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЕСОДУ Москвы) [7].

Согласно критерию отнесения пожаров, к пожарам с крупным материальным ущербом [4] в 2021 г. на территории Российской Федерации произошло 43 пожара с крупным материальным ущербом, что составляет 0,01 % от общего числа пожаров. На территории г. Москвы в 2021г. произошло 5 пожаров с крупным материальным ущербом, сумма ущерба от которых составила 1 млрд. 65 млн 453 тыс. 472 руб. Данные пожары составляют 0,07 % от общего количества пожаров на территории г. Москвы, однако прямой материальный ущерб составляет более 83 %.

Для проведения качественного анализа состояния пожарной обстановки была применена новая условная градация пожаров по площади: пожары 1 категории – до 199 кв. м., 2 категория – от 200 кв. м. до 999 кв. м., 3 категории – свыше от 1000 кв. м. и более.

Применив предлагаемую градацию пожаров по площади установлено, что в 2021г. на территории г. Москвы произошло 7 пожаров 2 и 3 категории.

Пожары 3 категории:

07.02.2021 г. произошел пожар по адресу: ЮАО, район Нагатино-садовники, шоссе Варшавское, д. 37А, корп. 1. Два складских здания (металлические ангары) АО «Завод строительных лаков, красок и мастик» предназначенный для хранения детских игрушек в сгораемой упаковке, картонных упаковок и бумажной продукции, а также товаров народного потребления. Площадь пожара составила 1000 кв. м. Погибших и пострадавших нет. Причина пожара – устанавливается;

20.02.2021 г. произошел пожар по адресу: ЮАО, район Царицыно, Промышленная улица, д. 11А, стр. 1. Склад ООО «Габарит» с готовой продукцией. Площадь пожара составила 1500 кв. м. Прямой ущерб от пожара составил 333 млн. 269 тыс. 822 руб. Погибших и пострадавших нет. Причина пожара – не установлена;

30.07.2021 г. произошел пожар по адресу: ЮВАО, район Марьино, улица Перерва, д. 11, стр. 27. Складское здание с ячейками индивидуального хранения ООО «Сити Бокс». Площадь пожара составила 2000 кв. м. Погибших и пострадавших нет. Причина пожара – не установлена.

Пожары 2 категории:

30.01.2021 г. произошел пожар по адресу: СЗАО, район Южное Тушино, Походный проезд, д. 26, вл. 3. Территория ООО «АГАТ КРИО» предназначенный для стоянки специализированных автомобилей, предназначенных для транспортировки сжиженных газов, газовых ёмкостей различного объёма и содержания, складированных газовых баллонов, а также бортовых грузовых автомобилей. Площадь пожара составила 500 кв. м. Погибших и пострадавших нет. Причина пожара – устанавливается;

19.06.2021 г. произошел пожар по адресу: ЦАО, район Хамовники, Лужнецкая набережная, д. 2/4, стр. 48, 23, 23А. Склад ООО «Ястреб Голд» с пиротехническими изделиями. Площадь пожара составила 500 кв. м. Прямой ущерб от пожара составил 194 млн. 117 тыс. 405 руб. Погибших и пострадавших нет. Причина пожара – нарушение правил пожарной безопасности при проведении огневых работ;

08.07.2021 г. произошел пожар по адресу: ЮВАО, район Южнопортовый, Волгоградский пр-кт., 32/6, корп., 8. Административно-складское здание ООО «Волгоградка Молл». Площадь пожара составила 600 кв. м. Погибших и пострадавших нет. Причина пожара – устанавливается;

21.11.2021 г. произошел пожар по адресу: ЮВАО, район Южнопортовый, Волгоградский пр-кт., 32/6, корп., 8. Административно-складское здание ООО «Волгоградка Молл». Площадь пожара составила 300 кв. м. Погибших и пострадавших нет. Причина пожара – устанавливается.

Использование вышеуказанного подхода позволяет провести детерминистическую оценку и определить приоритеты и совокупность правильно выбранных решений при принятии решений о привлечении требуемых дополнительных сил и средств. Полученные результаты направлены на развитие моделей, методов и механизмов в управлении силами и средствами пожарно-спасательных гарнизонов. Приведенные положения и выводы могут служить основой для дальнейших теоретических исследований и разработки систем поддержки принятия решений различного уровня в данной области [8,9].

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020).
2. Закон РФ от 15.04.1993 г. № 4802-1 «О статусе столицы Российской Федерации».
3. Закон г. Москвы от 5.07.1995 г. № 13-47 «О территориальном делении города Москвы».
4. Закон г. Москвы от 12.03.2008 г. № 13 «О пожарной безопасности в городе Москве».
5. Расписание выезда подразделений территориального пожарно-спасательного гарнизона для тушения пожаров и проведению аварийно-спасательных работ на территории г. Москвы утвержденное Мэром г. Москвы Собяниным С.С.
6. Постановление Правительства г. Москвы от 6.03.2018 г. № 159-ПП «О комплексной информационной системе мониторинга и управления силами и средствами экстренных оперативных служб города Москвы».
7. Постановление Правительства г. Москвы от 21.07.2015 г. № 451-ПП «О координации действий органов государственной власти и организаций на территории г. Москвы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
8. Подходы к оценке действий оперативной дежурной смены при реагировании на техногенные пожары / Е. В. Скочилов, С. А. Гилек, Н. В. Мартинович, К. А. Корнейчук // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2022. – № 3(7). – С. 80-83. – DOI 10.34987/2712-9233.2022.72.35.013. – EDN OOMCIR.
9. Калач, А. В. Современные аспекты управления системой территориальной комплексной безопасности / А. В. Калач, Н. В. Мартинович, А. К. Черных // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2022. – № 1. – С. 84-94. – EDN NDNQLO.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Кибус Роман Владимирович

Чубарь Алексей Николаевич

канд. тех. наук, доцент

Пожаркова Ирина Николаевна

канд. тех. наук, доцент

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Статья посвящена исследованию перспектив использования имитационного моделирования для анализа пожарной опасности электрооборудования на примере объекта теплоэнергетического комплекса. Проведено обоснование актуальности решаемой задачи. Представлена статистика пожаров, возникающих в результате нарушения правил устройства и эксплуатации теплогенерирующих установок, а также распределение пожаров по местам возникновения внутри зданий и сооружений, находящихся на объектах теплоэнергетического комплекса. Проведено исследование эффективности использования токоограничивающего предохранителя для защиты силовой цепи электропривода мостового крана машинного отделения ТЭЦ с использованием имитационного моделирования. Представлены модели электродвигателя с системой управления и токоограничивающего предохранителя. По результатам моделирования построены графики: переходных процессов в силовой цепи электропривода и времятоковая характеристика предохранителя.

Ключевые слова: анализ пожарной опасности, имитационное моделирование, электрооборудование, SimInTech.

Анализ пожарной опасности объектов заключается в выявлении факторов, которые могут привести к возникновению пожара. При этом, основная цель данного анализа заключается в обеспечении допустимого уровня пожарного риска путем формирования комплекса соответствующих мероприятий [1]. Определение пожароопасных ситуаций на производственных объектах, к которым относятся объекты теплоэнергетического комплекса, осуществляется на основе анализа пожарной опасности технологических процессов, в том числе используемого электрооборудования [2]. Выявление соответствующих характеристик и оценка их параметров, влияющих на пожарный риск, во многом определяет качество полученного результата. Поэтому исследование технологических процессов при проведении анализа пожарной опасности производственных объектов является важной задачей.

Согласно [3, 4], в результате нарушения правил устройства и эксплуатации теплогенерирующих установок, в т.ч. и на территории объектов теплоэнергетического комплекса, ежегодно происходит свыше пятисот пожаров. При этом, заметного снижения их количества за последние 10 лет не наблюдается (рис.1).

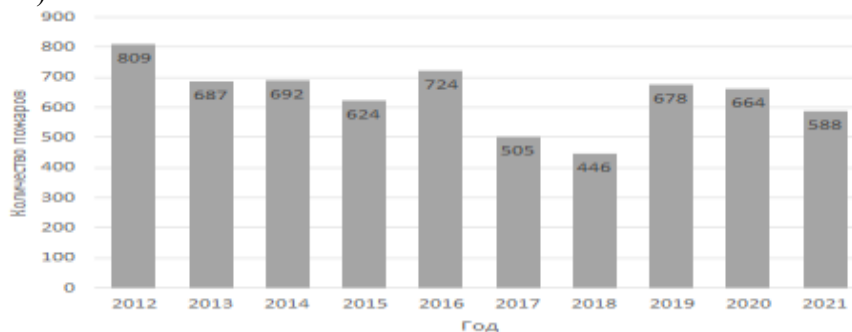


Рис. 1. Количество пожаров, произошедших в результате нарушения устройства и эксплуатации теплогенерирующих установок в РФ. Источник: Составлено авторами

Технологические процессы объектов теплоэнергетического комплекса, в т.ч. ТЭЦ, отличаются высокой энергонасыщенностью [5], имеют существенное количество различных источников зажигания и значительных объемов пожарной нагрузки, в т.ч. различных видов топлива, что создает риск, связанный с возможностью возникновения пожара. Распределение пожаров по местам возникновения внутри зданий и сооружений [6], находящихся на объектах теплоэнергетического представлено на рис.2.

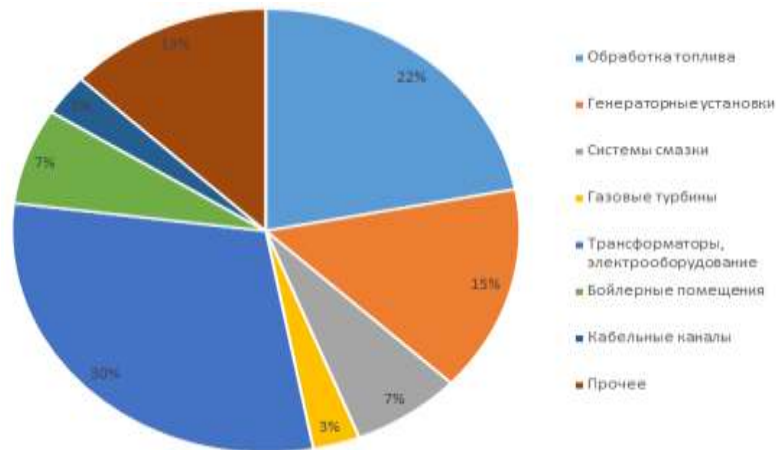


Рис. 2. Распределение пожаров по местам возникновения внутри зданий и сооружений, находящихся на территории ТЭЦ. Источник: Составлено авторами

Как видно, значительная доля возгораний приходится на различное электрооборудование, а также распределительные устройства и кабельные линии, поэтому анализ их пожарной опасности имеет высокую актуальность. Для повышения эффективности решения данной задачи можно применять методы имитационного моделирования [2, 7], которые позволяют с высокой точностью оценить параметры технологических процессов, а также режимы работы оборудования и защитной автоматики. Ниже представлен пример применения данного подхода при исследовании эффективности использования токоограничивающего предохранителя для защиты силовой цепи электропривода мостового крана машинного отделения ТЭЦ.

Для имитационного моделирования электродвигателя в среде SimInTech [7] использовался метод, описанный в [8]. Фрагмент соответствующей модели представлен на рис. 3.

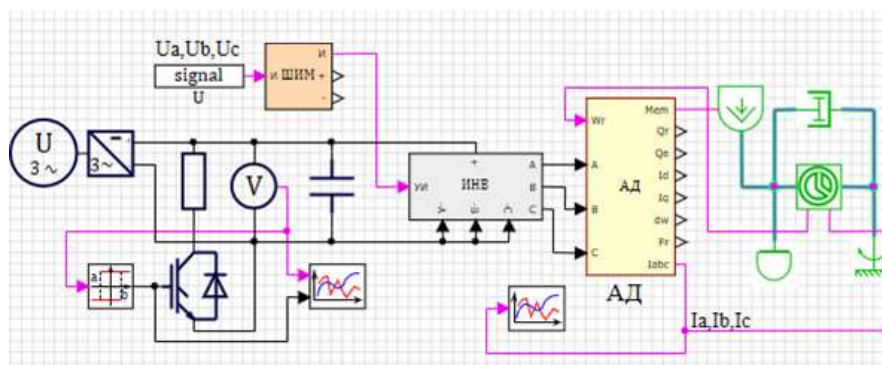


Рис. 3. Фрагмент модели электропривода в программной среде SimInTech. Источник: Составлено авторами

Представленная модель позволяет оценивать изменение различных параметров (частота вращения привода, ток в силовой цепи и т.д.) во времени, строить соответствующие графики, а также посредством встроенных элементов SimInTech передавать их значения в другие модели, используемые в частности для оценки работы защитной автоматики.

Для исследования функционирования токоограничивающего предохранителя использовалась методика, представленная в [2]. На рис. 4 изображен фрагмент имитационной модели, на основе которой осуществляется снятие времятоковой характеристики, а также оценка времени срабатывания предохранителя при различных значениях тока в защищаемой цепи.



Рис. 4. Фрагмент имитационной модели предохранителя. Источник: Составлено авторами

Максимальный в течение продолжительного временного интервала ток в силовой цепи исследуемого электропривода достигается в реверсивном режиме, т.к. при этом происходит резкое торможение двигателя с последующим разгоном в противоположном направлении. Значение силы тока при этом может в 2-3 раза превышать номинальное. Однако данный режим является штатным для исследуемого электрооборудования, а потому не должен приводить к срабатыванию предохранителя. На рис. 5 представлены графики переходных процессов частоты вращения вала привода $n(t)$ и тока $I(t)$, полученные на основе имитационной модели для фрагмента цикла работы электропривода с реверсом.

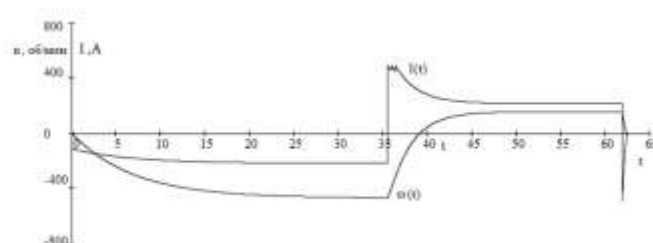


Рис. 5. Графики переходных процессов частоты вращения вала привода $n(t)$ и тока $I(t)$ для фрагмента цикла работы электропривода с реверсом. Источник: Составлено авторами

Как видно, при смене направления вращения вала электродвигателя происходит скачок значения силы тока до 493 А, после чего происходит его постепенное (в течение 5 секунд) снижение до 224 А. Для проверки срабатывания предохранителя в реверсивном режиме токовый сигнал с выхода имитационной модели электропривода подается на вход модели, представленной на рис. 4. Отдельно исследуется сценарий аварии, при котором ток в силовой цепи достигает 800 А, что превышает значение, допустимое по условию теплового нагрева, и может привести к пожару. Времятоковая характеристика предохранителя с точками, соответствующими переходному процессу при реверсе электропривода и аварийному режиму, представлена на рис. 6.

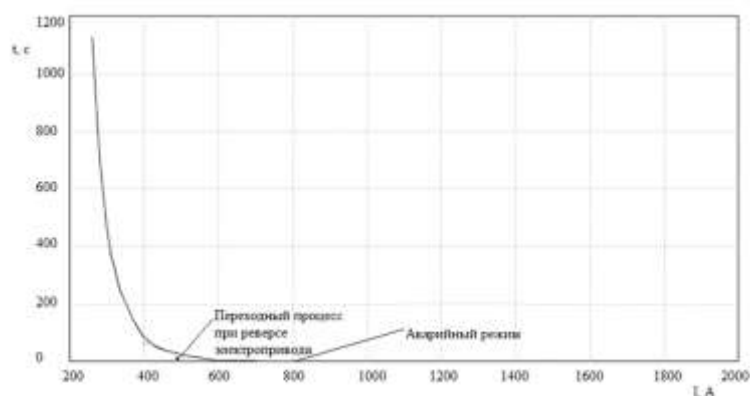


Рис. 6. Времятоковая характеристика предохранителя с точками, соответствующими переходному процессу при реверсе электропривода и аварийному режиму. Источник: Составлено авторами

Согласно полученным результатам моделирования работы предохранителя во время переходного процесса при реверсе электропривода, соответствующему штатному режиму работы электрооборудования, срабатывание предохранителя не произошло, а при аварийном токе силой 800А силовая цепь была разомкнута в следствие разрушения плавкой вставки, что удовлетворяет требованиям нормативных документов [9]. Таким образом, проведенная на основе имитационной модели оценка защитной автоматики показала ее эффективность.

Методы имитационного моделирования позволяют с высокой точностью оценивать параметры технологических процессов, режимы работы электрооборудования, средств защиты и т.д., поэтому целесообразно их использовать для повышения качества анализа пожарной опасности различных объектов. Представленный в данной статье пример демонстрирует один из возможных сценариев применения данного подхода.

Список литературы

1. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
2. Грищенко И.А., Пожаркова И. Н., Чубарь А. В., Исследование характеристик аппаратов защиты // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2016. – № 2(2). – С. 21-26.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. - М.: ВНИИПО, 2017, 124 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: Статистический сборник. - Балашиха: ВНИИПО, 2022. 114 с.
5. Пожаркова И.Н., Елфимова М.В., Лагунов А.Н. Моделирование пожаров в машинных отделениях объектов теплоэнергетического комплекса // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2019. – № 1(12). – С. 39-45.
6. Алёхин Г.Г. Анализ аварийных ситуаций на теплоэлектростанциях //Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. – 2018. – С. 231-236.
7. Пожаркова И.Н., Чубарь А.В., Грищенко И.А. Трояк Е.Ю. Моделирование технологического процесса в среде визуального моделирования SimInTech // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2018. – № 2(9). – С. 29-37.
8. Minkin A., Pozharkova I., Klochkov S., Bezborodov Y. Simulation of industrial area protection by fire barriers //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2021. – Т. 2402. – № 1. – С. 040013.
9. Правила устройства электроустановок (седьмое издание). Все действующие разделы ПУЭ-7 - М.: Морткнига, 2022, 584 с.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАЧАЛЬНЫХ И ГРАНИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРЕНИЯ В ЗАКРЫТОМ ОБЪЕМЕ

Макарова Татьяна Петровна

Научный руководитель: Батуро Алексей Николаевич

канд. техн. наук, доцент

*Сибирская пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России*

Аннотация. В статье рассматривается использование компьютерного моделирования для получения параметров, необходимых для проведения лабораторного эксперимента по исследованию динамики опасных факторов пожара в закрытых помещениях. Представлена имитационная модель предполагаемых лабораторных условий, получены и проанализированы зависимости парциальной плотности кислорода, парциальной плотности угарного газа CO, а также температуры при различных видах горючей нагрузки. На основании результатов сделаны выводы, которые могут быть применены при проведении дальнейшего исследования в рамках натурального лабораторного эксперимента.

Ключевые слова: пожаров, закрытые помещения, компьютерное моделирование, опасные факторы пожара, метод контроля.

Пожары всегда были и останутся неотъемлемой частью человеческой деятельности. Причины и динамика пожаров являются актуальной областью для исследований. В настоящее время растет и изменяется объем, вид горючей нагрузки в помещениях различного функционального назначения, что приводит к потенциальным изменениям динамики и росту опасностей от пожара.

Пожары в зданиях и помещениях различного функционального назначения в основном характеризуются превышением либо воздуха, либо горючей нагрузки [1]. В случае, если при горении в определенном объеме преобладает воздух, тогда считается, что пожар регулируется пожарной нагрузкой. Если в объеме представлено больше горючей нагрузки, чем воздуха, тогда пожар считается регулируемым вентиляцией. [1] В [2] определено, что горение в условиях недостаточной вентиляции горение прекращается или происходит с минимальной скоростью (термическое разложение). Именно такие пожары, регулируемые вентиляцией, и происходят в закрытых помещениях.

Закрытые помещения – объем, ограниченный строительными конструкциями без достаточного доступа кислорода.

Такие пожары происходят в:

- здания, не имеющие остекленных проемов (склады, гаражи, закрытые цехи);
- помещения в общественных зданиях с закрытыми окнами и дверными проемами;
- абсолютно закрытые технологические объемы (промышленные подвалы, трюмы, закрытые камеры и т.д.).

Но количественные и качественные параметры динамики опасных факторов пожара в закрытых пространствах при различных типах пожарной нагрузки остается нерешенной задачей.

Структура статьи:

- построение закрытого объема с минимальным доступом кислорода в соответствии с размерами лабораторного оборудования;
- выбор горючей нагрузки и измеряемых параметров;
- моделирование пожароопасной ситуации при различной горючей нагрузке.

Целью исследования в рамках настоящей статьи является получение начальных параметров некоторых условий горения в закрытом объеме установки.

В рамках настоящей статьи предполагается изучение изменения парциальной плотности кислорода, парциальной плотности угарного газа и температуры, в зависимости от вида горючей нагрузки и размеров проема в исследуемом объеме.

В статье исследуется закрытый объем размерами 70х27х22 см с небольшим отверстием для возможности моделирования, с горючей нагрузкой размерами 40х40 мм, расположенной посередине. Компьютерное моделирование осуществлялось в пользовательском интерфейсе PyroSim программы Fire Dynamic Simulation (FDS). Моделирование пожара основано на полевой модели, позволяющей рассчитать значения всех локальных параметров состояния для любого момента развития пожара и во всех точках пространства внутри исследуемого объема [3]. Схематичный вид исследуемого объекта представлен на рис.1.

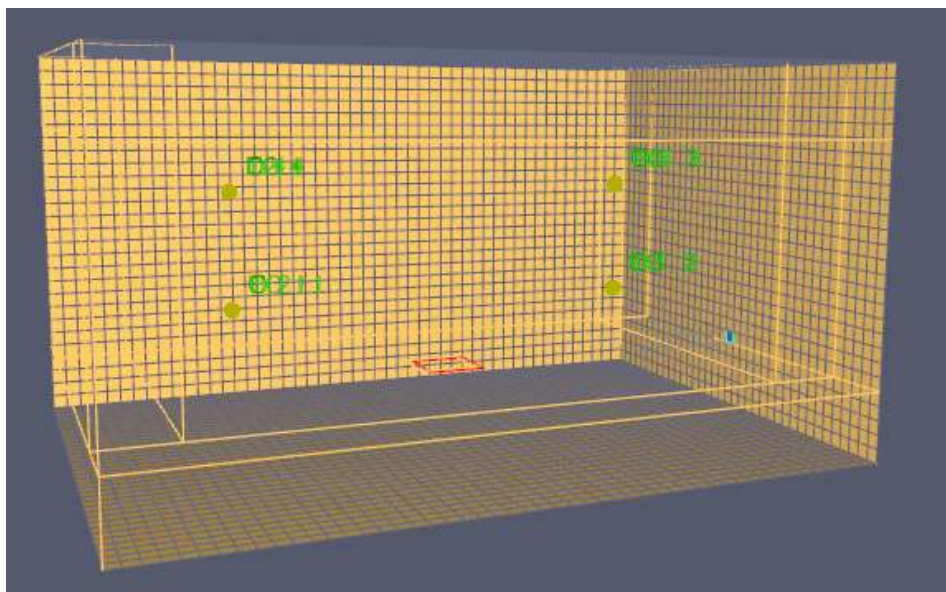


Рис. 1. Исследуемая модель закрытого объема установки

Общая динамика горения в закрытых помещениях изложена в [2] и, как правило, такие пожары характеризуются:

- пониженной концентрацией кислорода;
- повышенной концентрацией продуктов горения в притолочном слое;
- повышенной температурой.

Поэтому в рамках настоящей статьи предполагалось детектирование параметров с помощью 4 датчиков для измерения температуры, парциальной плотности кислорода и парциальной плотности угарного газа, расположенных по периметру исследуемого объема.

Проведено моделирование горения 4 видов горючей нагрузки: бумага, резина, фанера, керосин.

Результаты моделирования горения бумаги представлено на рисунках 2-4. Как видно из представленных данных, при горении бумаги в закрытом пространстве потенциально возможна температура окружающего воздуха свыше 250°C, динамика изменения которой носит скачкообразный характер, особенно после 89°C. Парциальная плотность кислорода несколько снижается, а после 89°C также носит скачкообразный характер. Парциальная плотность угарного газа постепенно повышается и также примерно с 89°C начинаются «скачки». Согласно полученной динамике, после выгорания кислорода, реакция горения прекращается, а термическая деструкция продолжается в условиях недостатка кислорода, о чем свидетельствует выход продуктов неполного сгорания совместно с выделением энергии, повышение температуры.

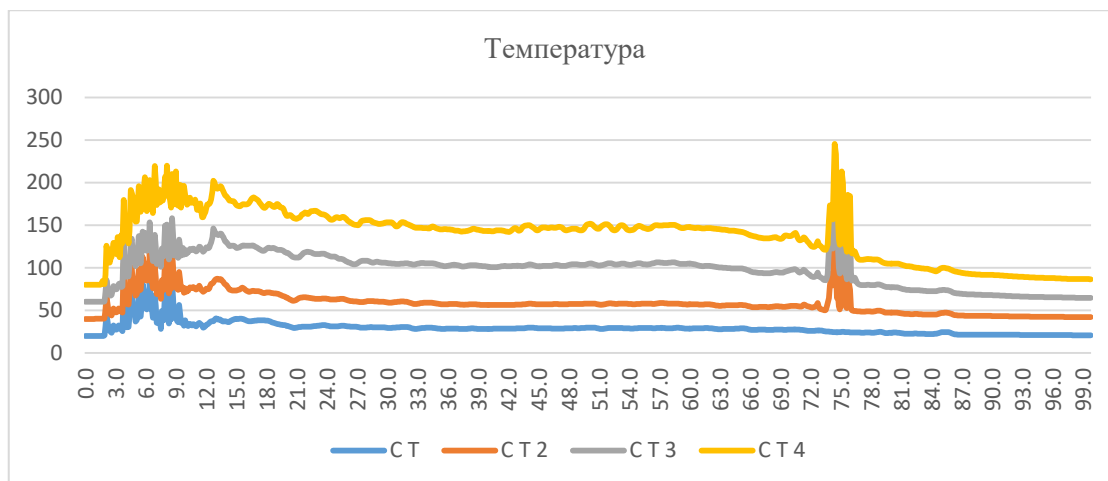


Рис. 2. График изменения температуры горения бумаги в заданном объеме

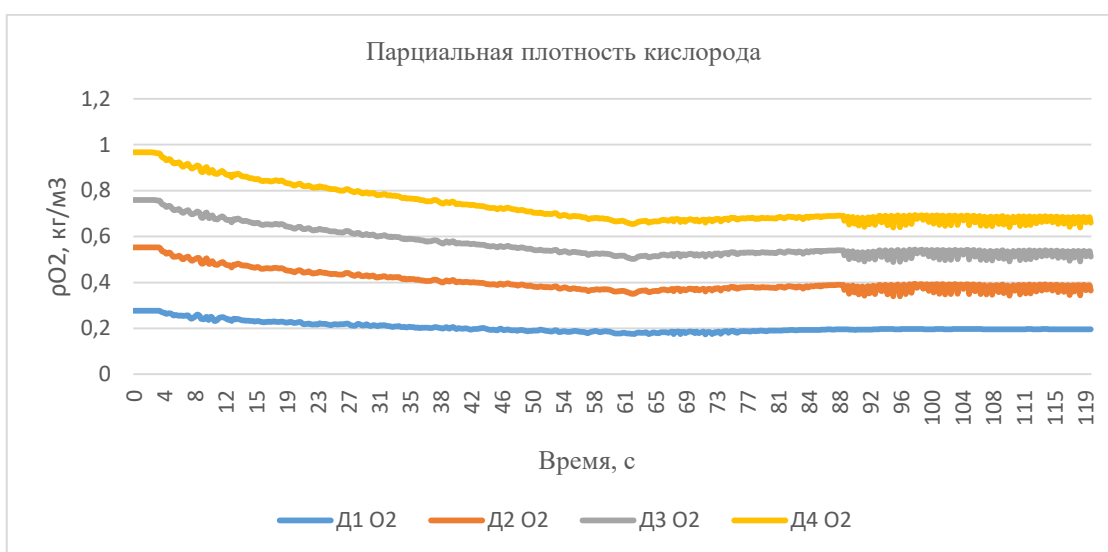


Рис. 3. График изменения парциальной плотности кислорода при горении бумаги в заданном объеме

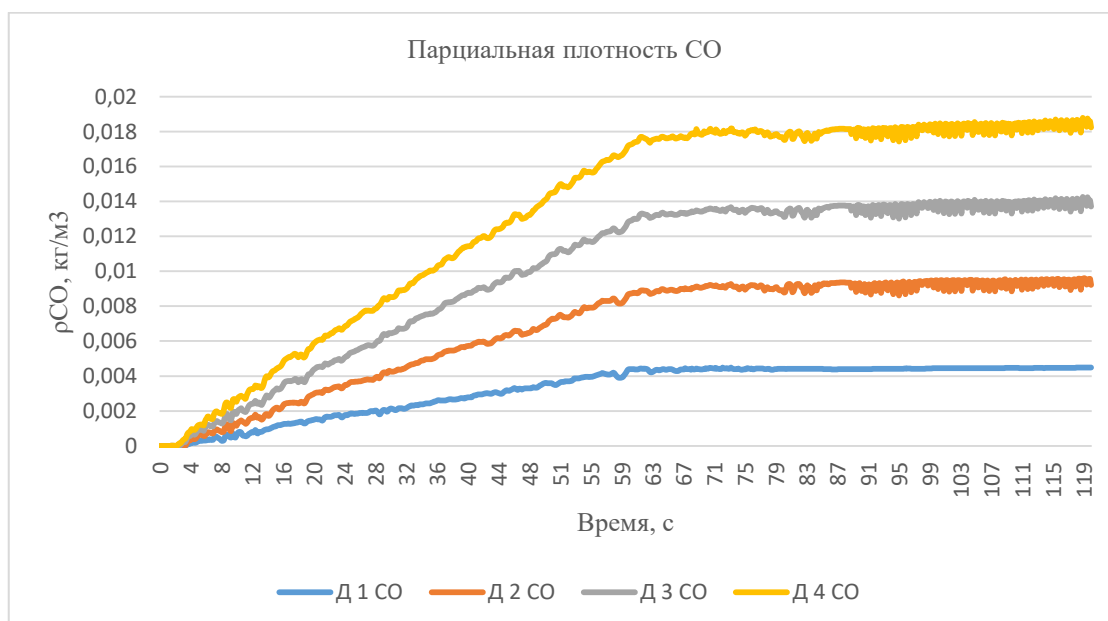


Рис. 4. График изменения парциальной плотности CO при горении бумаги в заданном объеме

Результаты моделирования горения резины представлено на рисунках 5-7. При горении резины наблюдается максимальная температура воздуха в некоторых точках внутри исследуемого объема до 700°C. Также следует отметить, что наблюдается зависимость динамики изменения концентрации парциальной плотности кислорода и температуры. По CO регистрируется постоянный рост и через некоторое время наступления стабилизации.

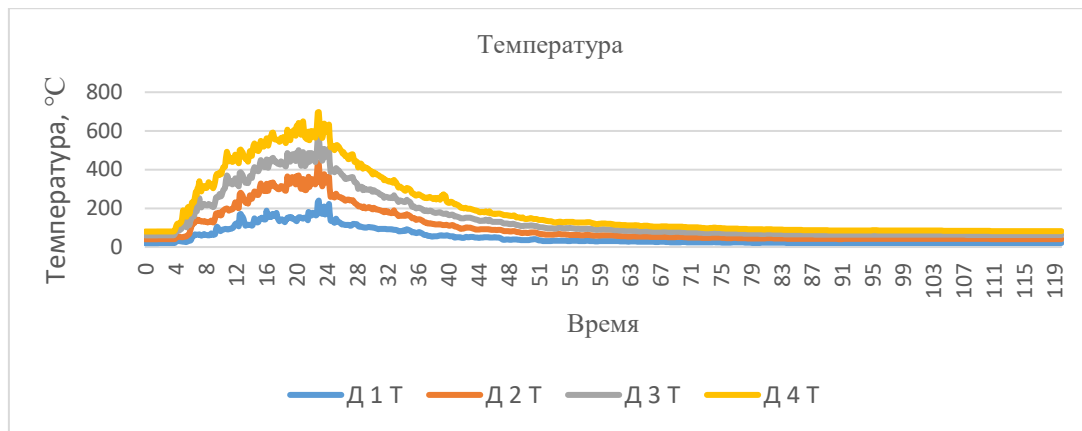


Рис. 5. График изменения температуры горения резины в заданном объеме

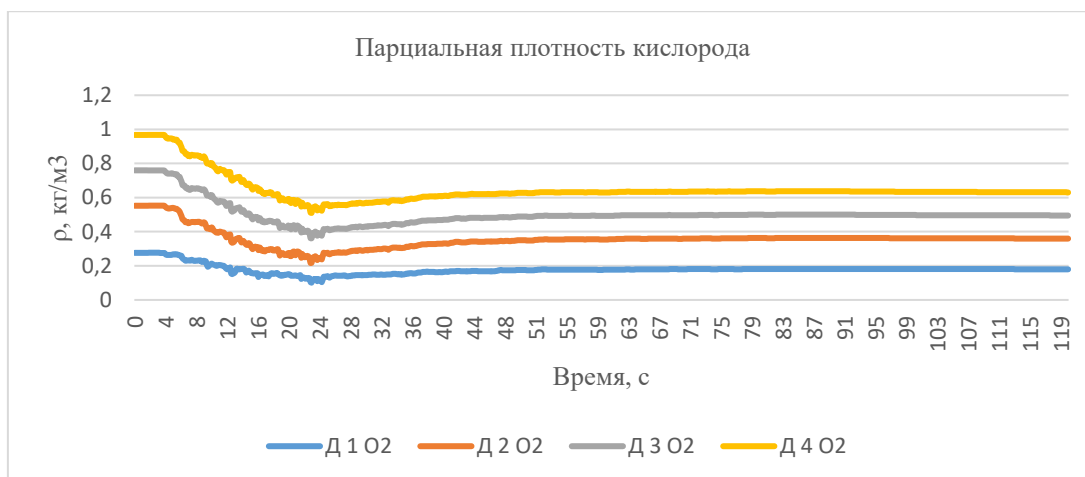


Рис. 6. График изменения парциальной плотности кислорода при горении резины в заданном объеме

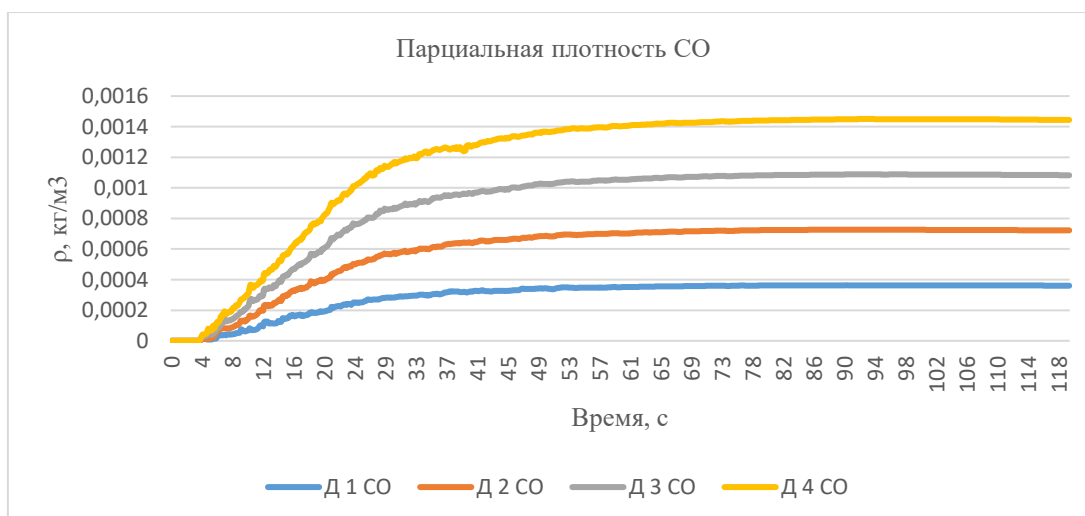


Рис. 7. График изменения парциальной плотности CO при горении резины в заданном объеме

Результаты моделирования горения фанеры представлено на рисунках 8-10. Динамика по всем параметрам очень схожа с бумагой, т.к. в основе этих двух веществ содержится целлюлоза, которая и определяет характер горения. Данный пример наглядно демонстрирует, что изменение параметров в объеме определяет не только горючая нагрузка, размещаемая в помещении, но и ее внутренний состав.

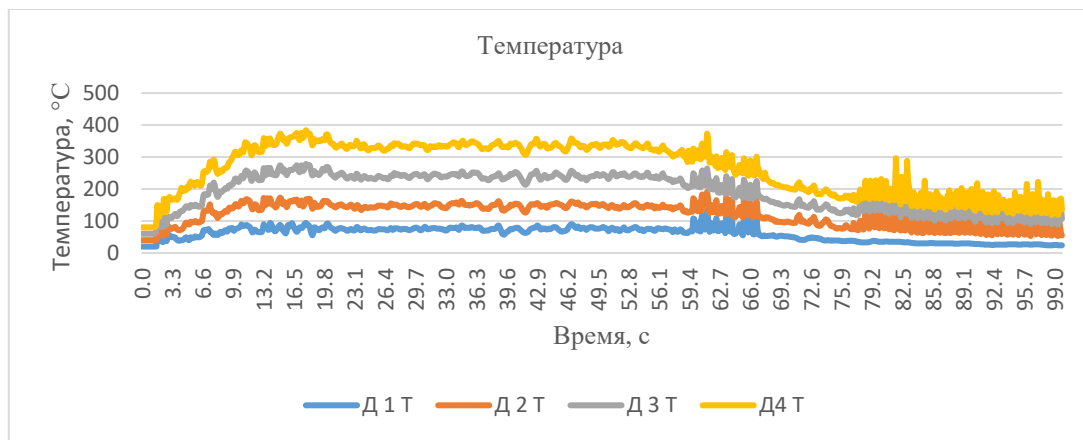


Рис. 8. График изменения температуры горения фанеры в заданном объеме

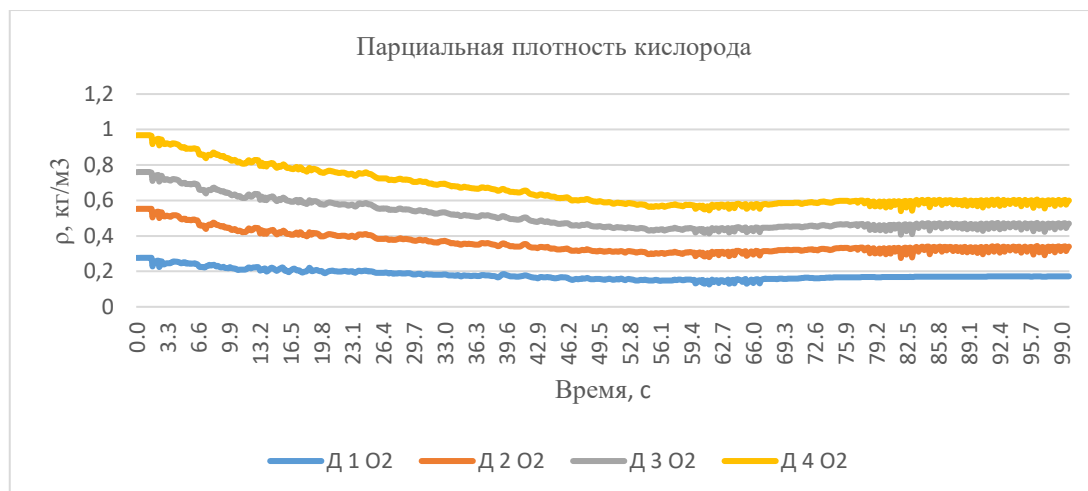


Рис. 9. График изменения парциальной плотности кислорода при горении фанеры в заданном объеме

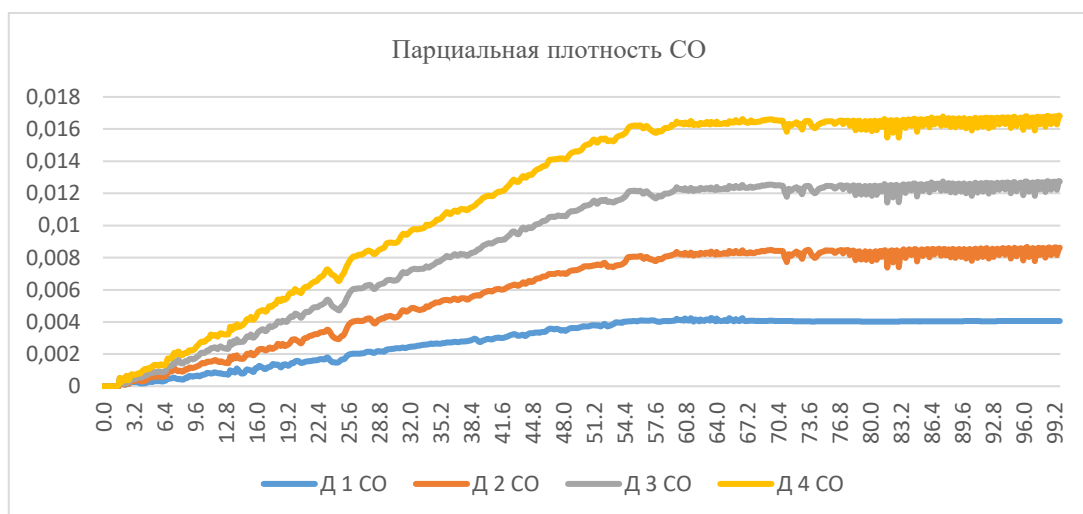


Рис. 10. График изменения парциальной плотности CO при горении фанеры в заданном объеме

Результаты моделирования горения керосина представлено на рисунках 10-12. За кратковременный промежуток (8 сек) при горении керосина в закрытом объеме наблюдался стремительный рост температуры до 1000-1600°C. Динамика изменения парциальной плотности O_2 также совпадает со снижением температуры, что может свидетельствовать о выгорании необходимого количества O_2 и о прекращении реакции горения. Но термическое разложение (термическая деструкция) продолжается с более низкой интенсивностью, о чем свидетельствует повышение концентрации CO , которое через некоторое время принимает постоянное значение. Эти процессы вызваны тем, что керосин в качестве жидкости практически полностью испаряется примерно за 11-13 сек.

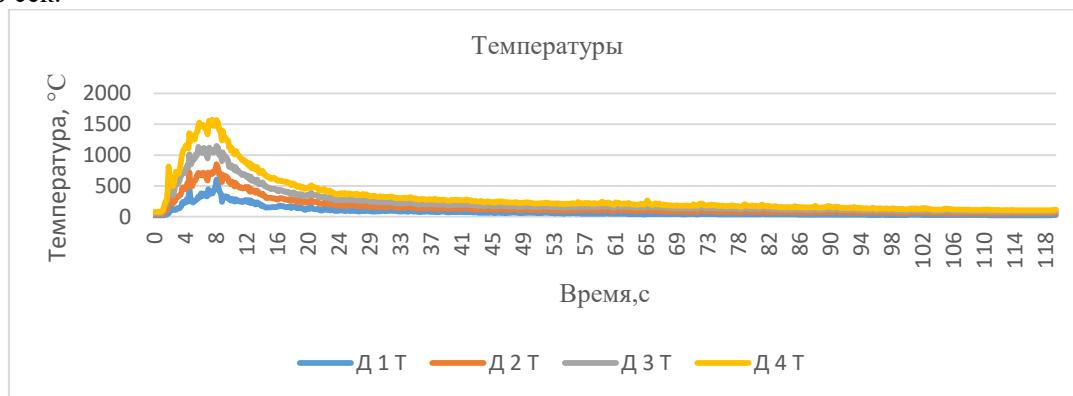


Рис. 11. График изменения температуры при горении керосина в заданном объеме

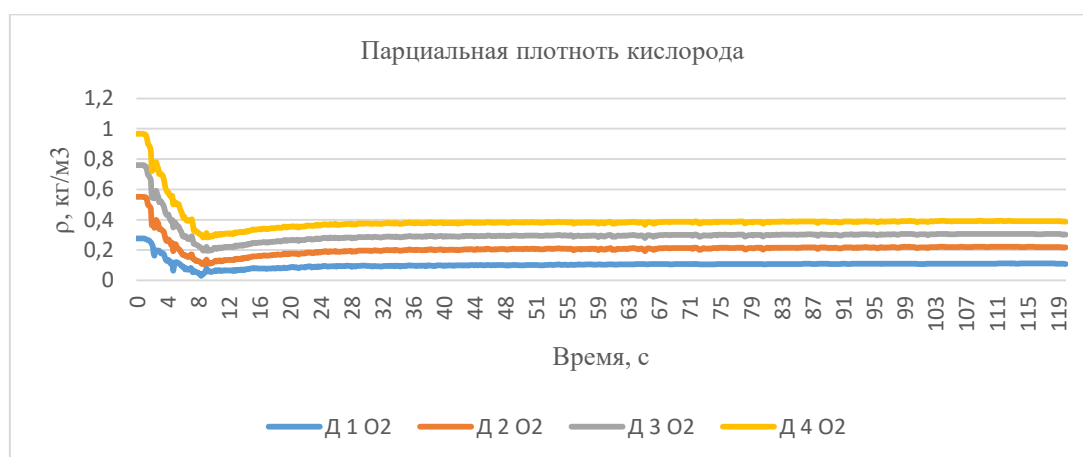


Рис. 12. График изменения парциальной плотности кислорода при горении керосина в заданном объеме

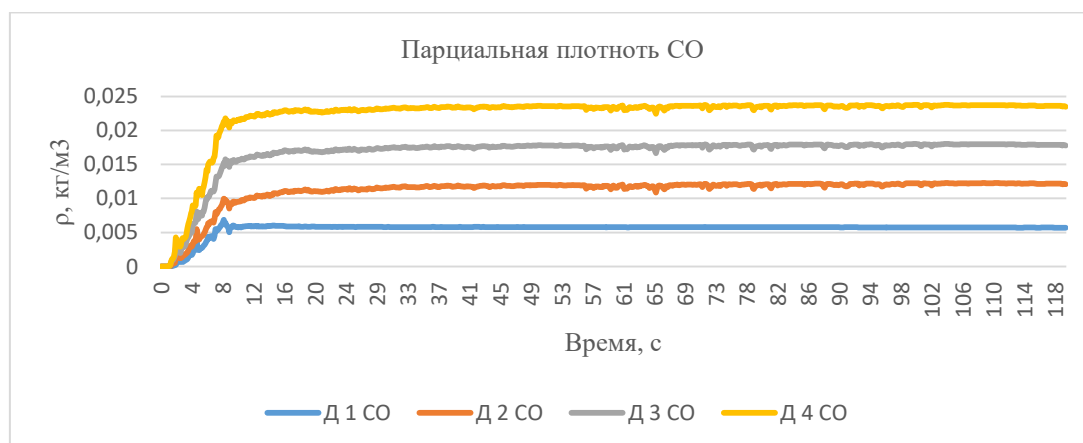


Рис. 13. График изменения парциальной плотности CO при горении керосина в заданном объеме

Вопросами динамики пожаров в закрытых объемах занимается большое количество ученых по всему миру. В исследовании [4] изучалась динамика в закрытых помещениях в общественных зданиях. Были проведены натурные испытания с простейшей горючей нагрузкой – дерево, и получены значения температур в различных точках, минимальных проемов, необходимых для достаточного доступа кислорода для поддержания реакции горения. Но динамика зависит от различной нагрузки помещения, поэтому сравнивать полученные результаты с исследованием некорректно. Общая динамика пожаров в закрытых помещениях расписана в [2], но не определены конкретные значения параметров пространства и их динамика. В нагрузке помещений различного функционального назначения могут встречаться материалы с кислородсодержащими веществами, которым при термическом разложении могут выделять кислород. Поведение таких веществ в закрытом объеме также малоизучено. В исследованиях китайских ученых [5,6] исследована динамика в закрытом отсеке корабля с легковоспламеняющимися жидкостями, но горючая нагрузка помещений отличается от нагрузки корабля, но некоторые сведения можно взять за основу.

В результате получены граничные параметры и представление о примерной динамике некоторых показателей в закрытом объеме, которые необходимы и будут сравниваться в дальнейших исследованиях при проведении натурных лабораторных экспериментов.

Также выявлено следующее:

1. Параметры пожара в закрытом помещении напрямую зависят от горючей нагрузки. В связи с появлением новых веществ и материалов, в частности полимерных, возникает необходимость исследования их поведения.

2. Граничные значения параметров, при которых могут образовываться условия для «обратной» тяги, также будут зависеть от функционального назначения помещения и размещения горючей нагрузки, что также необходимо исследовать в дальнейшем.

3. В настоящее время отсутствуют достаточные сведения об изменении параметров среды при горении в закрытом помещении, а также отсутствует лабораторный метод, позволяющий оценить поведение различных материалов в закрытом объеме в условиях недостаточной вентиляции.

Список литературы

1. NFPA 921 Guide for Fire and Explosion Investigations, 2004.
2. Drysdale D. An introduction to fire dynamics. – John Wiley & Sons, 2011.
3. Ю.А. Кошмаров, С.В. Пузач, О.С. Лебедченко, Нгуен Тхань Хай. Прогнозирование опасных факторов пожара: учебник / под ред. С.В. Пузача. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2021.
4. Лисицына О. Г., Бардушка С. Н. Изучение температурных режимов пожаров в административных и жилых помещениях с малыми проемами //Пожаровзрывобезопасность. – 2006. – Т. 15. – №. 6. – С. 48-54.
5. Chen A., Li Q., Wang Y. Investigation of the burning mechanism in an enclosure fire with a horizontal ceiling vent //Procedia Engineering. – 2016. – Т. 135. – С. 1-11.
6. Ji J. et al. Influence of relative location of two openings on fire and smoke behaviors in stairwell with a compartment //International Journal of Thermal Sciences. – 2015. – Т. 89. – С. 23-33.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛНОМОЧИЙ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ И ОРГАНОВ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ ПО СОЗДАНИЮ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ (ФОРМИРОВАНИЙ) И ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ В СВЕТЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА (НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

Калач Андрей Владимирович

*д-р. хим. наук, профессор, Воронежский институт ФСИН России,
Воронежский государственный технический университет*

Плахотин Валентин Иванович

*Казенное учреждение Воронежской области «Гражданская оборона,
защита населения и пожарная безопасность Воронежской области»,
Воронежский филиал Российской академии народного хозяйства
и государственной службы при Президенте Российской Федерации*

Глазков Евгений Борисович

*канд. пед. наук, доцент, Воронежский филиал Российской академии народного
хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации*

Шимон Николай Степанович

*канд. техн. наук, Казенное учреждение Воронежской области «Гражданская
оборона, защита населения и пожарная безопасность Воронежской области»,
Воронежский государственный технический университет*

Аннотация. Приведены примеры решения некоторых проблемных вопросов реализации полномочий органов государственной власти и органов местного самоуправления воронежской области по созданию аварийно-спасательных служб (формирований) и защитных сооружений гражданской обороны в свете действующего законодательства.

Ключевые слова: органы управления, аварийно-спасательная служба, защитные сооружения, гражданская защита.

Полномочия органов исполнительной власти субъектов РФ и органов местного самоуправления в сфере гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций прописаны в различных нормативных правовых актах федерального и субъектового уровня.

Одним из полномочий в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций является создание, содержание и организация деятельности аварийно-спасательных служб (АСС) и (или) аварийно-спасательных формирований (АСФ) на территории субъекта.

Основополагающим в данном вопросе является федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателя» (далее - 151-ФЗ) [1].

В соответствии со ст. 2 151-ФЗ органы местного самоуправления в пределах своих полномочий могут принимать муниципальные правовые акты, регулирующие вопросы создания и деятельности АСФ, АСС и деятельности спасателей.

Согласно ст. 7 151-ФЗ профессиональные АСС, профессиональные АСФ создаются в субъектах РФ органами исполнительной власти субъектов РФ в соответствии с законодательством РФ, а в органах местного самоуправления - по решению органов местного самоуправления, если иное не предусмотрено законодательством Российской Федерации. Т.е 151-ФЗ устанавливает право, а не обязанность органов местного самоуправления по созданию и содержанию АСС и (или) АСФ.

В соответствии со ст. 14 и ст. 16 Федерального закона от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» (далее – 131-ФЗ) [2] создание, содержание и организация деятельности АСС и (или) АСФ относится к вопросам местного значения городских поселений и городских округов соответственно.

При этом в п. 3 этой же статьи говорится, что законами субъекта РФ и принятыми в соответствии с ними уставом муниципального района и уставами сельских поселений за сельскими поселениями могут закрепляться также другие вопросы, в том числе и создание, содержание и организация деятельности АСС и (или) АСФ на территории поселения».

Таким образом, 131-ФЗ устанавливает обязанность по созданию и содержанию АСС и (или) АСФ только для городских поселений и городских округов, а для сельских поселений - отдает на откуп субъекту РФ.

Обобщая изложенное, можно сделать вывод, что федеральным законодательством за сельскими поселениями закреплено право, а не обязанность создавать АСС и (или) АСФ.

Обязанность по созданию АСС и (или) АСФ на территории сельского поселения в настоящее время может устанавливаться только законами субъекта РФ.

Результаты мониторинга соответствующих нормативных правовых актов субъектов РФ в области полномочий сельских поселений, показал, что обязанность по созданию АСС и (или) АСФ в сельских поселениях прописана только в Воронежской области. Из этого можно сделать вывод, что жители сельских поселений остальных субъектов РФ не могут рассчитывать на помощь АСФ при чрезвычайных ситуациях, что нарушает основные положения статьи 2 федерального закона РФ от 28.12.2010 № 390-ФЗ «О безопасности» [3] и ущемляет права жителей сельских поселений на безопасность жизнедеятельности.

На территории Воронежской области полномочия сельских поселений установлены законом Воронежской области от 10.11.2014 № 148 «О закреплении отдельных вопросов местного значения за сельскими поселениями Воронежской области» (148-ОЗ) [4]. В соответствии с п. 13 статьи 2 закона, за сельскими поселениями закреплена обязанность по созданию АСС и (или) АСФ на территории сельского поселения.

Данная норма закона уравнивает права в сфере обеспечения безопасности жителей городских поселений, городских округов и сельских поселений на территории Воронежской области.

Но создание, аттестация и поддержание в готовности АСС и (или) АСФ требует значительных финансовых средств и проведения других организационных мероприятий, что, как показывает практика, не под силу бюджету большинства сельских поселений.

В настоящее время на территории Воронежской области создано 5 профессиональных АСФ из 32 (16% от необходимого количества):

а) органом исполнительной власти субъекта – 1 из 1 (100 %): аварийно-спасательная служба Воронежской области КУ ВО «Гражданская оборона, защита населения и пожарная безопасность Воронежской области»;

б) по решению органов местного самоуправления:

- в городских округах – 3 из 3 (100 %): поисково-спасательный отряд МКУ «Управление по делам ГОЧС г. Воронежа», поисково-спасательный отряд МБУ «Объединенная служба спасения и обеспечения пожарной безопасности» Борисоглебского городского округа, аварийно-спасательное формирование МБУ городского округа – г. Нововоронеж «Аварийно-спасательный центр»;

- в городских поселениях – 3 из 28 (7% от необходимого количества): поисково-спасательный отряд МКУ «Гражданская защита» городского поселения г. Лиски, который обслуживает городское поселение г. Лиски и Давыдовское городское поселение, аварийно-спасательный отряд МКУ г.п. г. Россошь «Центр по ГО и защите от ЧС».

В остальных городских поселениях АСФ отсутствуют ввиду дефицита бюджетных средств.

Указанные цифры показывают, что даже у большинства городских поселений Воронежской области отсутствуют силы и средства по созданию АСС и (или) АСФ, не говоря про сельские поселения, где к материальным проблемам добавляются проблемы кадрового обеспечения АСФ.

При этом, учитывая то, что в настоящее время отсутствуют требования к оснащению и оборудованию АСС и АСФ при аттестации на право ведения поисково-спасательных работ (как одного из наиболее востребованных видов работ), теоретически администрациями сельских поселений можно исполнить требования 148-ФЗ [4], создав и аттестовав АСФ в виде группы людей с минимальным набором шанцевого инструмента, что не будет противоречить действующему законодательству.

Но такой подход к выполнению полномочий не будет рациональным и эффективным, т.к. АСС и (или) АСФ целесообразно создавать и оснащать исходя из наличия на территории поселения определенных рисков возникновения чрезвычайных ситуаций.

Основным бедствием на территории Воронежской области и всей Российской Федерации в последние годы являются природные пожары, вследствие которых страдают в основном сельские поселения.

Но для аттестации АСФ на право ведения аварийно-спасательных работ, связанных с тушением пожаров, для борьбы с природными или ландшафтными пожарами потребуется потратить значительные средства на оснащение формирований, согласно установленным требованиям для аттестации. При этом данная финансовая и материальная нагрузка может быть не под силу даже бюджету некоторых муниципальных районов.

В связи с изложенным, целесообразно внести изменения в 148-ФЗ [2] в части замены обязанности городских и сельских поселений по созданию АСС и (или) АСФ на право создания АСС и (или) АСФ, а обязанность создания АСС и (или) АСФ возложить на муниципальные районы, что позволит с одной стороны, защитить всех жителей района, а с другой – оснастить АСС или АСФ необходимой техникой и снаряжением.

Проблемные вопросы возникают и при разграничении полномочий между органами управления в отношении защитных сооружений гражданской обороны (ЗС ГО).

Объекты ЗС ГО представляют собой особую категорию государственного имущества, объединённого по признаку своего назначения.

В соответствии с постановлением Высшего Арбитражного Суда РФ от 26.01.2010 № 12757/09 принято решение о том, что все ЗС ГО находятся в федеральной собственности до момента их передачи в установленном порядке в собственность субъекта РФ или муниципальную собственность.

В связи с тем, что ЗС ГО не были включены в перечни объектов собственности, подлежащих разграничению, значительное их количество использовалось не по назначению, что привело их состояние, не соответствующее нормативным требованиям.

В ходе принятия ЗС ГО в областную или муниципальную собственность могут возникнуть проблемы как материального, так и правового характера.

Материальные проблемы могут быть обусловлены тем, что при приеме ЗС ГО потребуется проведение обследований состояния и оценки надежности защитных свойств несущих конструкций, дверей, шлюзов убежищ, противорадиационных укрытий, а также проведение текущих или капитальных ремонтов, устранение протечек грунтовых и поверхностных вод, замену инженерно-технического оборудования и систем жизнеобеспечения.

Проблемы правового характера связаны с тем, что в настоящее время на федеральном уровне не приняты необходимые законодательные и нормативные правовые документы, определяющие порядок разграничения ЗС ГО.

На учете в Воронежской области состоит 654 объекта ЗС ГО. Территориальным управлением Росимущества в Воронежской области во взаимодействии с Главным управлением МЧС России по Воронежской области подготовлен перечень из 22 ЗС ГО, подлежащих оформлению в собственность РФ, необходимых для федеральных нужд.

Исполнительными органами государственной власти Воронежской области подготовлен перечень из 22 защитных сооружений, предлагаемых к передаче в собственность Воронежской области.

Остальная часть ЗС ГО, находящихся на территории Воронежской области, подлежит передаче в муниципальную собственность. Но в соответствии с федеральным законом от 06.10.2003 № 131-ФЗ

«Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» создание и поддержание в готовности объектов ЗС ГО входит в полномочия только городских округов, а в полномочиях муниципального района, городских поселений и сельских поселений такой прямой нормы нет. Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне» [5] не вносит конкретику в наделение полномочиями по созданию ЗС ГО, т.к. наделяет соответствующими полномочиями «органы местного самоуправления».

В связи с этим, принимать в собственность ЗС ГО, находящиеся на территориях городских или сельских поселений в настоящее время возможно только субъекту РФ, т.е. Воронежской области. Такая ситуация не позволит организовать в необходимом объеме обслуживание или использование ЗС ГО по назначению, накладывает дополнительные финансовые нагрузки на бюджет субъекта РФ.

Постановление Правительства РФ от 29.11.1999 № 1309 «О порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны» [6] конкретизирует обязанность по созданию объектов ЗС ГО только для федеральных органов исполнительной власти. Про органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления сказано только то, что они «на соответствующих территориях определяют общую потребность в объектах гражданской обороны». Конкретных критериев по необходимому количеству и расположению объектов ЗС ГО нет.

Для установления обязанностей и критериев по количеству ЗС ГО для субъекта РФ, муниципальных районов и городских округов необходим нормативный правовой акт федерального уровня, на основании которого возможно будет определить потребности субъектов РФ и муниципальных образований в объектах ГО, разграничить финансовые нагрузки на соответствующие бюджеты по их созданию и содержанию.

Проблемы правового регулирования в области создания или передачи на баланс ЗС ГО могут лишить доступа части населения к средствам коллективной защиты и снизить обороноспособность страны.

Список литературы

1. Федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателя». Электронный ресурс. Режим доступа: Федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателя» (дата обращения: 01.09.2022).
2. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/ (дата обращения: 01.09.2022).
3. Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ «О безопасности» Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/ (дата обращения: 01.09.2022).
4. Закон Воронежской области от 10.11.2014 № 148 «О закреплении отдельных вопросов местного значения за сельскими поселениями Воронежской области» Электронный ресурс. Режим доступа: <https://pravo.govrn.ru/content/закон-воронежской-области-от-10112014-№-148-оз> (дата обращения: 01.09.2022).
5. Постановление Высшего Арбитражного Суда РФ от 26.01.2010 № 12757/09 Электронный ресурс. Режим доступа: <https://base.garant.ru/12173799/> (дата обращения: 01.09.2022).
6. Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне» Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17861/ (дата обращения: 01.09.2022).
7. Постановление Правительства РФ от 29.11.1999 № 1309 «О порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны» Электронный ресурс. Режим доступа: <https://base.garant.ru/181232/> (дата обращения: 01.09.2022).

АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА

Матеров Евгений Николаевич

канд. физ.-мат. наук, Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В работе дается обзор возможностей языка программирования R для моделирования географических данных в применении к прогнозированию и анализу последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС): нанесение данных на географические карты, работы с растровыми данными, построение моделей машинного обучения и 3D-моделирования географических данных. Основная цель исследования, представляющая наибольший интерес для деятельности МЧС России, – 3D-моделирование геоданных методами языка программирования R, позволяющее по исходным данным, совмещенным с трехмерной моделью территории, визуализировать на местности результаты моделирования методами геостатистического анализа и машинного обучения в применении к исследованию ЧС, а также наглядно представлять затопления и подтопления. Несмотря на наличие аналогичных платных инструментов, все результаты работы являются новыми и отличаются от аналогов скоростью работы, точностью инструментов и гибкостью настройки.

Ключевые слова: язык программирования R, 3D-моделирование, моделирование затоплений.

Современные информационные технологии предоставляют большое количество различных GIS-инструментов для моделирования и визуализации как 2D, так и 3D данных, что может быть использовано в целях изучения чрезвычайных ситуаций различного характера в деятельности МЧС России. Например, активно используется ArcGIS – один из лучших (коммерческих) продуктов для работы с географически распределенными данными или QGIS – бесплатный программный продукт, имеющий большое количество расширений и дополнений, который можно рассматривать как упрощенную версию ArcGIS.

Предлагается для исследования сложных задач в области моделирования географических данных в применении к прогнозированию и анализу последствий чрезвычайных ситуаций в качестве дополнительного научно-исследовательского инструмента использовать современные языки программирования, в частности, язык программирования R, который является, по сути, экосистемой, позволяющей полностью выполнять все процессы работы с данными, начиная от первичной обработки и визуализации данных до моделирования методами машинного обучения и внедрения моделей. R хорошо подходит для интерактивного использования, требуемого во многих рабочих процессах анализа географических данных. R преуспевает в быстрорастущих областях науки о данных (которая включает в себя обработку данных, статистические методы обучения и визуализацию данных) и Больших данных (через эффективные интерфейсы к базам данных и распределенным вычислительным системам). Кроме того, R обеспечивает воспроизводимый рабочий процесс: совместное использование сценариев, лежащих в основе анализа, дает возможность пользователям использовать работу других авторов. Ни один из языков программирования, таких как, например, Python, Java и C++ не обеспечивает уникальную комбинацию экосистемы библиотек, статистических возможностей, опций визуализации, мощных IDE, предлагаемых сообществом R для геовычислений.

Язык программирования R и его библиотеки являются бесплатными свободно распространяемыми продуктами, которые можно установить на все основные операционные системы: Windows, Linux и macOS.

Набор библиотек R включает себя практически все необходимые инструменты для работы с географическими данными. Например,

- {sf}, {sp}, {raster}, {terra}, {tidyterra}, {stars} – рассматривают пространственные классы;
- {dplyr}, {rmapshaper} – необходимы для обработки таблиц атрибутов/геометрий;
- {rnatrualearth}, {osmdata} – производят загрузку пространственных данных;
- {rgrass}, {qgisprocess}, {link2GI} – обеспечивают подключение к программному обеспечению ГИС;
- {gstat}, {mlr3}, {CAST}, {spatialsample} – моделируют пространственные данные;
- {rasterVis}, {tmap}, {ggplot2}, {mapsf} – делают статические визуализации;
- {leaflet}, {mapview}, {mapdeck} – служат для интерактивных визуализаций;
- {spatstat}, {spdep}, {spatialreg}, {dismo}, {landscapemetrics}, {RStoolbox}, {rayshader}, {gdalcubes}, {sfnetworks} – необходимы для различных типов анализа пространственных данных.

См. [1] чтобы получить обзор различных пространственных задач, которые могут быть решены с помощью R.

В качестве этапов работы с географическими данными в применении к анализу и моделированию природных чрезвычайных ситуаций на языке программирования R можно выделить:

1. нанесение данных по чрезвычайным ситуациям на географические карты с учетом правильной географической проекции;
2. работа с растровыми источниками данных;
3. построение моделей машинного обучения;
4. 3D-моделирование данных.

Отметим, что *работа с растровыми моделями* в R позволяет:

1. получать данные об объектах и явлениях из дополнительных источников.
2. создавать цифровые модели рельефа;
3. моделировать непрерывные и динамические явления;
4. делать эффективную оценку при «растеризации» геоданных;
5. извлекать дополнительные данные в заданных местоположениях;
6. производить локальные, глобальные зональные и фокальные операции;
7. делать кластеризацию по заданным алгоритмам, и т.д.

В процессе построения *моделей машинного обучения* в R в применении к моделированию геоданных выделяются следующие этапы:

1. разбиение выборки на обучающий и тестовый наборы с учетом географического положения;
2. конструирование признаков и выбор алгоритма модели;
3. настройка гиперпараметров модели и оценка точности;
4. распространение модели на все множество.

Работа с растровыми данными и построение моделей машинного обучения были рассмотрены, например, в [2]. Основная новизна настоящей работы состоит в использовании возможностей языка программирования R для 3D-моделирования в применении к чрезвычайным ситуациям на основе библиотек {rayshader} и {rayvista}.

Одними из наиболее эффективных инструментов языка R в применении к ландшафтному 3D-моделированию и визуализации являются библиотеки {rayshader} и {rayvista}. Примерами задач, которые могут решаться с использованием указанных библиотек являются:

- нанесение на 3D-карту данных о пожарах;
- нанесение на 3D-карту данных о социально значимых объектах;
- имитация облета беспилотного летательного аппарата по заданному маршруту;
- имитация подтоплений и затоплений.

В частности, {rayshader} (см. [3]) – это библиотека с открытым исходным кодом для создания 2D- и 3D-визуализаций данных в R. {rayshader} использует данные о высотах в базовой R-матрице

и комбинацию трассировки лучей, алгоритмов затенения холмов и наложений для создания 2D- и 3D-карт.

Пользователю предоставляется широкий спектр техник для создания градиентной окраски, аналитической отмывки рельефа и рендеринга теней для создания 3D-изображения. В дополнение к 3D-картам, {rayshader} также позволяет пользователю преобразовывать 2D-объекты в 3D-визуализации данных.

В качестве исходных данных рельефа могут выступать как данные, предоставляемые различными картографическими сервисами-провайдерами (например, SRTM, Amazon Web Services Terrain Tiles и OpenTopography API), так и данные заказчика, например, растровые карты высот местности, подготовленные с помощью воздушного лазерного сканирования с применением БПЛА.

Дополнительные данные (дорожная сеть, здания и сооружения) могут быть взяты из OpenStreetMap карт (некоммерческого веб-картографического проекта по созданию подробной свободной и бесплатной географической карты мира) или иного источника, содержащего цифровые пространственные данные (например, полученные в результате моделирования) и также нанесены на рельеф-подложку.

На рис. 1 показан пример исходных OpenStreetMap-данных для дальнейшего моделирования – карта, содержащая дорожную сеть и социальные объекты г. Красноярска (больницы, детские сады, школы) (получение OpenStreetMap-данных и работа с ними описаны в работе [4]).



Рис. 1. Социальные объекты г. Красноярска. Составлено авторами

Модели рельефа можно поворачивать и рассматривать в интерактивном режиме. Движение камеры может быть запрограммировано для создания анимации, которую можно сохранить в файле. Пользователь при необходимости может создать эффект постобработки кинематографической глубины резкости, чтобы направить внимание пользователя на важные области рисунка. 3D-модели также могут быть экспортированы в формат для 3D-печати с помощью встроенной функции экспорта STL и могут быть экспортированы в OBJ-файл.

Пример построения 3D-модели рельефа местности по данным рис. 1 показан на рис. 2.

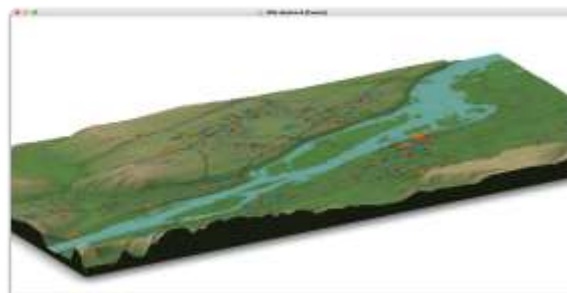


Рис. 2. 3D-модель г. Красноярска, содержащая социальные объекты. Составлено авторами

Наибольшую привлекательность данных 3D-инструментов составляет то, что на карты рельефа местности, помимо данных об инфраструктуре, можно наносить дополнительные данные, полученные в результате моделирования методами геостатистики или машинного обучения, например, данные о динамике распространения химического загрязнения и т.д., что делает эти инструменты эффективными, поскольку все этапы моделирования и визуализации можно осуществлять внутри одного языка программирования. Пример нанесения дополнительных данных показан на рис. 3.

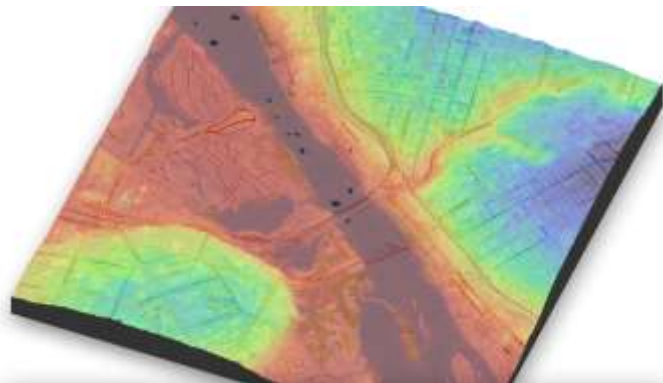


Рис. 3. Пример нанесения дополнительных данных на 3D-модель г. Новосибирска (цветом показаны высоты над уровнем моря). Составлено авторами

Библиотека {rayshader} имеет дополнение {rayvista} [5] – библиотеку R, которая имеет основную функцию `plot_3d_vista`, позволяющую пользователю создавать 3D-визуализацию любого местоположения на Земле по исходным координатам. Множество доступных стилей карты можно легко наложить поверх данных о высоте из для создания 3D-сцены или перспективы. Для картографической подложки {rayvista} могут быть использованы карты:

- OpenStreetMap;
- Stamen;
- CartoDB;
- Wikimedia;
- Thunderforest;
- Esri ArcGIS World Imagery (подложка по умолчанию) – спутниковые и аэрофотоснимки высокого разрешения.

Одно из наиболее интересных применений рассмотренных инструментов – имитирование затоплений. Для имитации затопления {rayshader} и {rayvista} создают полупрозрачное наложение водной линии для наложения слоя на существующую рельеф-подложку с использованием карты высот или логической матрицы, что позволяет моделировать затопления поднятием единой плоскости уровня воды как на рис. 4.

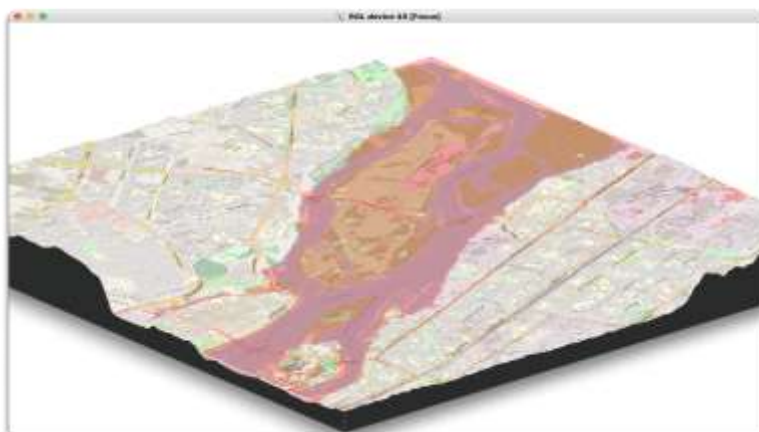


Рис. 4. Пример имитации затопления (г. Красноярск). Составлено авторами

Помимо точности представляемых результатов, преимуществом рассмотренных инструментов является скорость работы: например, для рендеринга изменения уровня воды на построенной модели компьютеру необходимо всего несколько секунд, для загрузки карты рельефа местности необходимо несколько минут.

Всесторонний обзор [6] рассматривает почти все известные подходы к чрезвычайным ситуациям с использованием методов машинного обучения: типы данных, проблемы моделирования в связи с популярными алгоритмами и потенциальные приложения в науке о лесных пожарах и управлении ими. Авторы обзора, в частности, обсуждают хорошо известные подходы к возникновению пожаров, рискам, составлению карт пожароопасности (или аналогичных определений риска) и анализу ландшафтного или экологического контроля за пожарами. Методики, представленные в обзоре, в совокупности с инструментами языка R позволят вывести анализ и моделирование природных чрезвычайных ситуаций на качественно иной уровень исследования.

Возможно нанесение дополнительных данных на 3D-карты, показывающих распространение того или иного явления, показ чрезвычайного явления в динамике. Сравнение с существующими платными инструментами, например, [7] и [8], позволяет судить о преимуществах инструментов R как более универсальных и обладающих высокой гибкостью и точностью результатов.

Инструменты языка программирования R позволяют осуществлять полный цикл обработки, моделирования (в том числе, методами машинного обучения) и визуализации данных в единой экосистеме. В частности, использование трехмерных моделей местности для визуализации моделирования опасных явлений является перспективным направлением, востребованным в деятельности МЧС России.

Список литературы

1. CRAN Task View: Analysis of Spatial Data <https://cran.r-project.org/web/views/Spatial.html> Дата обращения 20 октября 2022.
2. Babyonyshev SV et al (2021) Modeling of geographically distributed data on the example of fires in the Krasnoyarsk Krai. In: HETS 2021 (in press).
3. rayshader <https://www.rayshader.com/> Дата обращения 20 октября 2022.
4. Бабёнышев, С.В. Анализ пожарной и техносферной безопасности городской среды г. Красноярска с применением геопространственных инструментов / Бабёнышев С.В., Малютин О.С., Матеров Е.Н., Елфимова М.В. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2021, №4.-С.128-136. – Режим доступа: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2021/v4/N23_128-136.pdf, свободный. Дата обращения 20 октября 2022.
5. rayshader <https://github.com/h-a-graham/rayvista> Дата обращения 20 октября 2022.
6. Jain, P., Coogan, S., Subramanian, S. G., Crowley, M., Taylor, S., & Flannigan, M. D. (2020) A review of machine learning applications in wildfire science and management. Environmental Reviews. Retrieved from <https://doi.org/10.1139/er-2020-0019> Дата обращения 20 октября 2022.
7. АЛТУМ: Модель зоны затопления <https://altumgeo.ru/products/model-zony-zatoplenija>.
8. ArcGIS: Модель воздействия затопления прибрежных районов <https://learn.arcgis.com/ru/projects/model-coastal-inundation-impact>.

ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ЭВАКУАЦИИ ПЕРСОНАЛА С ЗАВОДА СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА ПРИ ПОЖАРЕ

Клементьев Борис Александрович
Арктик СПГ

Калач Андрей Владимирович
д-р хим. наук, профессор, Воронежский государственный технический
университет

Сысоева Татьяна Павловна
канд. техн. наук, доцент

Евлов Зелимхан Бекханович
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Мартинovich Николай Викторович
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В работе анализируются современное состояние и перспективы развития предприятий сжиженного природного газа. Подчеркивается важность детальной проработки и пересмотра подходов к оценке достаточности обеспеченности эвакуации и спасения работников предприятий по производству сжиженного природного газа. Приведены результаты натурного сценарного моделирования эвакуации на предприятии по производству сжиженного природного газа.

Ключевые слова: моделирование, сжиженный природный газ, пожарная безопасность, пожар, эвакуация.

В Российской Федерации на постоянной основе происходит проектирование и строительство особо опасных и технически сложных объектов нефтегазового комплекса повышенной пожарной опасности, аварии с пожарами и взрывами, на которых могут привести к катастрофическим последствиям. Особое место среди таких объектов занимают предприятия по производству сжиженного газа и стабильного газового конденсата [1, 2].

На фоне проведения специальной военной операции на Украине и в связи с введением антироссийских санкций рядом государств, произошел ценовой шок на мировом рынке природного газа, что, в целом, способствовало развитию СПГ-проектов в России. Эксперты прогнозируют дальнейший рост мирового спроса на газ (рисунок) [1-4].



Рис.1. Состояние мирового спроса на СПГ

Следует отметить, что ежегодный мировой спрос на СПГ растет, в среднем, на 7,6 % [5, 6]. Спрос на сжиженный природный газ к 2035 году оценивают в количестве порядка 5,5 млн т.

Для оценки устойчивости нефтеперерабатывающих заводов применяют индекс Нельсона [3], при расчетах которого в большинстве случаев учитывают производство дополнительных продуктов (газовый конденсат, гелий, пропан-бутановая фракция) [3].

Известно, что обеспечение безопасной эвакуации людей из производственных помещений достигается за счет исполнения противопожарных требований. Анализ и обобщение сведений об авариях и индексах устойчивости нефтеперерабатывающих заводов позволяет сделать вывод о том, что объекты нефтегазового комплекса представляют собой особо опасные и технически сложные производства повышенной пожарной опасности, аварии с пожарами и взрывами, на которых могут привести к катастрофическим последствиям [8].

Ростехнадзором установлено, что в период 2017–2021 годы произошло порядка 260-ти аварий, среди которых 27 пожаров; 39 выбросов горючих веществ; 36 разрушений сооружений; 75 повреждений и (или) разрушений ТУ; около 35-ти неконтролируемых взрывов [9].

Необходимо отметить, что основные риски в области обеспечения пожарной безопасности на СПГ связаны с обеспечением процессов эвакуации и спасения работников [10].

Таким образом, действующие и реализуемые проекты производства СПГ в России требуют дополнительных исследований в обязательном порядке, а также детальной проработки и пересмотра подходов к оценке достаточности обеспеченности эвакуации и спасения работников.

Целью проводимой работы заключалась в экспериментальном определении времени эвакуации и времени спасения персонала с технологической линии завода по производству сжиженного природного газа.

В качестве расчетных рассматривались сценарии, отличающиеся наиболее протяженными и затрудненными путями эвакуации людей. Процесс эвакуации рассматривался как движение одного однородного людского потока, при этом слияние потоков, а также образование скоплений людей на каком-либо участке путей эвакуации до достижения критической плотности потока, не рассматривались вследствие значительного рассредоточения персонала на объекте [11].

Сложность пути эвакуации определялась максимальной суммарной протяженностью путей по горизонтальному маршруту. Сложность пути эвакуации определялась максимальной суммарной протяженностью путей по горизонтальному пути и участкам наклонных лестничных маршей. При этом на основании консервативного подхода рассматривались эвакуационные пути, характеризующиеся наличием персонала на наиболее удаленных от выхода на дамбу участках.

Были рассмотрены 4 сценария, в которых начальные участки движения персонала по путям эвакуации в соответствии с выбранными маршрутами из наиболее удаленных точек. Расчетное время эвакуации определялось в соответствии с методикой [12].

Сценарий 1. Эвакуация производится от участка, расположенного на отм. +157,000 модуля ТМР-005 (наиболее удаленная точка). Далее по горизонтальному участку до перехода на модуль ТМР-005 по наклонной лестнице на отм. +140,500, по горизонтальному участку до лестницы на главный ярус на отм. +109,500, по горизонтальному участку до лестницы на верхнюю плиту ОГТ на отм. +99,500, по горизонтальному участку до перехода с верхней плиты ОГТ на ИЗУ до лестницы с отм. +99,500 на отм. +88,800 ИЗУ (безопасная зона).

Суммарная протяженность горизонтальных участков путей эвакуации: 370,5 м. Суммарная протяженность путей по наклонным эвакуационным лестницам 105,6 м. Расчетное время эвакуации в соответствии со сценарием 1 составило 3 мин 55 с.

Сценарий 2. Эвакуация производится от участка, расположенного на отм. +160,000 модуля ТМР-003 (наиболее удаленная точка). Далее по горизонтальному участку до лестницы на отм. +150,000, по горизонтальному участку до лестницы на отм. 141,500, по горизонтальному участку до перехода по наклонному лестничному маршу на модуль ТМР-004 на отм. 136,000, по горизонтальному участку до лестницы на главный ярус на отм. +109,500, по горизонтальному участку до лестницы на верхнюю плиту ОГТ на отм. +99,500, по переходу с верхней плиты ОГТ на ИЗУ до лестницы с отм. +99,500 на отм. +88,800 ИЗУ (безопасная зона).

Суммарная протяженность горизонтальных участков путей эвакуации: 493,1 м. Суммарная протяженность путей по наклонным эвакуационным лестницам 94,4 м. Расчетное время эвакуации в соответствии со сценарием 2 составило 4 мин 21 с.

Сценарий 3. Эвакуация производится от участка, расположенного на отм. +150,500 модуля ТМР-002 (наиболее удаленная точка). Далее по горизонтальному участку до лестницы; по лестнице до отм. 141,000; по горизонтальному участку до перехода на модуль ТМР-001; по лестнице на модуль ТМР-001 до отм. +145,500; по горизонтальному участку до лестницы; по лестнице до отм. +109,500; по горизонтальному участку до лестницы на верхнюю плиту ОГТ; по лестнице до отм. +99,500; по переходу с верхней плиты ОГТ на ИЗУ до лестницы с отм. +99,500 на отм. +88,800 ИЗУ (безопасная зона).

Суммарная протяженность горизонтальных участков путей эвакуации 452 м. Суммарная протяженность путей по наклонным эвакуационным лестницам: 103,5 м. Расчетное время эвакуации в соответствии со сценарием 3 составило 4 мин 20 с.

Сценарий 4. Эвакуация производится от участка, расположенного на отм. +75,500 (наиболее удаленная точка) сухого отсека 4 от выхода на лестницу. Далее по горизонтальному участку до лестницы; по лестнице до отм. +99,500; по горизонтальному участку до выхода на ИЗУ; по лестнице до отм. +88,800 ИЗУ (безопасная зона).

Суммарная протяженность горизонтальных участков путей эвакуации: 531,6 м. Суммарная протяженность путей по наклонным эвакуационным лестницам 64,2 м. Расчетное время эвакуации в соответствии со сценарием 4 составило 4 мин 9 с.

Необходимое время эвакуации рассчитывали по выражению:

$$t_{\text{эвак}} = \max(t_{\text{расч}}) + t_{\text{н.э.}} = 6 \text{ мин } 21 \text{ с}$$

где $t_{\text{н.э.}}$ – максимальное время начала эвакуации в соответствии с содержанием, принимали равным 2 мин [11].

Движение человека по различным видам пути всегда отличается друг от друга, поэтому для определения скорости движения людей были рассмотрены разные виды пути (вертикальная лестница вверх/вниз, маршевая лестница вверх/вниз, а также по горизонтальной плоскости).

При определении скорости движения по горизонтальному пути и маршевым лестницам проводилась эвакуация с верхней точки модуля до уровня земли. Общая протяженность 175,4 м, из которых 72 м – это маршевые лестницы.

Для получения оптимальных значений скорости были проведены статистические характеристики случайной величины скорости движения людей (т. е. анализ основных свойств данных, нахождение в них общих закономерностей, распределений и аномалий). Количественное описание посредством основных статистических показателей для скорости движения по маршевой лестнице приведено в таблице.

Таблица. Статистические характеристики случайной величины скорости движения людей при эвакуации по маршевой лестнице

Статистические данные \ Вид пути		Маршевая лестница	
		вверх	вниз
Среднее, м/мин.		43,77	52,71
95% доверительный интервал для среднего	Нижняя граница	36,60	46,07
	Верхняя граница	50,96	59,35
Среднее по выборке, усеченной на 5 %		43,52	51,90
Медиана		44,86	50,22
Дисперсия		154,78	247,09
Среднеквадратичное отклонение		12,44	15,72
Минимум		27,07	31,48
Максимум		64,97	88,96
Диапазон		37,90	57,48

Таким образом, по результатам проведения натурного эксперимента установлено, что время расчетное эвакуации для первого сценария – $t_{\text{расч}} = 3 \text{ мин } 55 \text{ с}$; для второго сценария – $t_{\text{расч}} = 4 \text{ мин } 21 \text{ с}$; для третьего сценария – $t_{\text{расч}} = 4 \text{ мин } 20 \text{ с}$; для четвертого сценария $t_{\text{расч}}$ составляет 4 мин 9 с.

Список литературы

1. The 2021 IHS Markit Energy and Climate Scenarios: Global gas summary // Strategy Report. Energy and Climate Scenarios. July 2021. <https://connect.ihsmarkit.com/document/show/phoenix/3274463?connectPath=EnergyClimateScenariosLandingPage.Home.FeaturedResearch>.
2. IHS Markit Eurasian Gas Export Outlook – April 2021 // IHS Markit. April 2021. <https://connect.ihsmarkit.com/document/show/phoenix/3956006?connectPath=Search&searchSessionId=fed78a69-65d5-421b-897d-0e3e131fc458>.
3. Климентьев А.А. Карта российской СПГ отрасли 2022 // Neftegaz.RU. – 2022. – №4. – С. 50-60.
4. Гойда А.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Современное состояние и перспективы развития рынка сжиженного природного газа // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 124-142.
5. Кондратов Д.И. Будущее мирового рынка природного газа // Российский внешнеэкономический вестник. – 2022. – № 1. – С. 66-82.
6. Кондратов Д.И. Мировой рынок газа: современные тенденции и перспективы развития // Вестник Российской академии наук. – 2022. – Т. 92. – № 4. – С. 360-371.
7. Полякова С.А., Ильичёв С.С. Анализ аварийности на объектах нефтегазовой отрасли России. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 16 (411). – С. 115-117. – URL: <https://moluch.ru/archive/411/90471/> (дата обращения: 22.08.2022).
8. Гордиенко Д.М. Пожарная безопасность особо опасных и технически сложных производственных объектов нефтегазового комплекса : диссертация ... доктора технических наук : 05.26.03 / Гордиенко Денис Михайлович; [Место защиты: Акад. гос. противопожарной службы МЧС России]. – Москва, 2017. – 386 с.
9. Интернет-ресурс <https://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/> (дата обращения: 22.08.2022).
10. Клементьев Б.А., Калач А.В. Актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности производства сжиженного газа // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. сборник материалов Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2021. – С. 24-26.
11. Лагозин А.Ю., Шебеко Ю.Н., Леончук П.А., Клементьев Б.А., Самошин Д.А. Экспериментальное исследование процессов эвакуации и спасения людей при пожаре с этажерки технологической линии газоперерабатывающего завода // Безопасность труда в промышленности. – 2021. – № 6. – С. 69-74.
12. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утверждена приказом МЧС от 10.07.2009 г. № 404, с изменениями) // СПС Консультант плюс.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПРИНЦИПОВ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ

Гриднев Денис Владимирович

Шумов Виталий Иванович

Марандаев Алексей Владимирович

Главное управление МЧС России по г. Москве

Денисов Алексей Николаевич

Академия ГПС МЧС России

Аннотация. Рассмотрены основные показатели пожарной обстановки на территории Российской Федерации, прогноз их показателей, а также принципы принятия управленческих решений при тушении пожаров.

Ключевые слова: Крупные пожары, пожары 1 категории, пожары 2 категории, пожары 3 категории, прогнозируемое состояние пожарной безопасности, ретроспективный анализ.

Одной из ключевых задач государства является защищенность населения. Ввиду того, что от уровня защищенности населения и объектов защиты от пожаров зависит общественно-политическая обстановка в стране, обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства [1].

На территории Российской Федерации ежегодно происходит свыше 390 тысяч пожаров, прямой ущерб от которых составляет несколько десятков миллиардов рублей, а главное, к сожалению, на них погибает более 8 тысяч человек. В целях снижения количества пожаров, уменьшения количества погибших и пострадавших, под руководством МЧС России создана система обеспечения пожарной безопасности [2].

В условиях развития градостроительных, телекоммуникационных, инженерно-технических, социальных и других технологий требуется постоянная модернизация и трансформация системы обеспечения пожарной безопасности. Тенденция развития системы обеспечения пожарной безопасности направлена на повышение оперативности реагирования сил и средств пожарно-спасательных подразделений осуществляющих тушение пожаров, а также на качественное управление и использование данных сил и средств на месте пожара [3].

За период с 2017 по 2021 гг. на территории Российской Федерации произошло 230 пожаров с крупным материальным ущербом [4, 5, 6, 7, 8] (3 категории) в размере 36 403 290 2021 тыс. рублей, что в среднем процентном соотношении составляет 42,2 % от общего ущерба от пожаров.

Для проведения качественного анализа предлагается новая условная градация пожаров по площади: пожары 1 категории – до 199 кв. м., 2 категория – от 200 кв. м. до 999 кв. м., 3 категории – свыше от 1000 кв. м. и более.

В научной работе А.Н. Григорьева дано определение «тушение крупных пожаров - сложный организационно-управленческий процесс, требующий на всех этапах работы от руководителя и участников тушения пожаров проявления тактической выучки» [9]. С учетом существующих различных способов распределения сил и средств пожарной охраны, разного уровня тактического потенциала пожарно-спасательных гарнизонов, оптимальности выбора оперативных задач необходимо дополнить определение зависимостью факторов тактических возможностей пожарных подразделений и оперативных сведений исследуемых объектов: тушение крупных пожаров - сложный организационно-управленческий и контролируемый процесс, требующий на всех этапах работы от руководителя и участников тушения крупных пожаров проявления тактической выучки по выработке оптимальных и своевременных решений, путем применения имеющихся сил и средств с учетом оперативных сведений об объекте.

От качества и своевременности выбора верного управленческого решения, с учетом тактических возможностей пожарно-спасательного гарнизона зависит эффективное использование сил и средств пожарной охраны, снижение риска гибели людей и прямого материального ущерба. Выбор наилучшего управленческого решения и качество управления напрямую зависят от своевременного получения требуемой и достоверной информации необходимой для принятия конкретного управленческого решения. Заблаговременная разработка методов, моделей и алгоритмов поддержки управленческих решений позволяет повысить оперативность и качество управления силами и средствами на месте пожара тем самым позволяет реализовать весь тактический потенциал пожарно-спасательного подразделения на скорейшее выполнение задач согласно решаемому направлению на пожаре [10].

Успех выполнения оперативно-тактических задач на пожаре достигается усилиями подразделений, имеющих на вооружении технику с боевым расчетом.

Каждое пожарное подразделение, исходя из сложившейся обстановки на пожаре, может выполнить определенный объем работ, т.е. обладает свойственными ему тактическими возможностями.

Тактические возможности пожарных подразделений это – способность личного состава, оснащенного техническими средствами, эффективно выполнять задачу за определенное время, с учетом классификации тактических возможностей (Рис. 1).

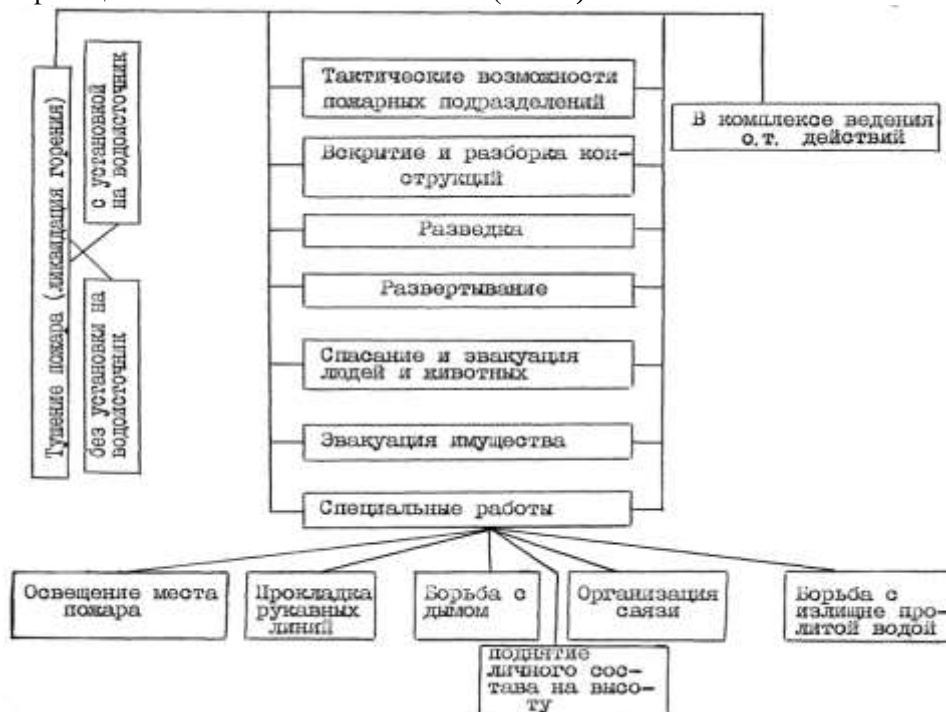


Рис. 1. Классификация тактических возможностей видам оперативно-тактических действий

Рассматривая классификацию тактических возможностей, следует вывод о том, что у многим из них нет четких и точных критериев, что затрудняет конкретное определение тактических возможностей подразделений пожарной охраны.

Тактические возможности отделений: по спасанию и эвакуации людей оперативному развертыванию, подаче средств тушения, возможной площади (объему) тушения, вскрытию и разборке конструкций.

Оценка тяжести и напряженности различных видов труда имеет большое значение для повышения работоспособности. Эффективность мер, облегчающих труд, может быть высокой, если достаточно хорошо выяснена и количественно оценена степень тяжести и напряженности существующих видов труда яри выполнении боевых действий.

При использовании тяжелого физического труда мерой тяжести может служить величина затрачиваемой энергии, уровень реакций сердечно-сосудистой системы, который определяется по степени тяжести (Табл. 1.).

Таблица 1. Степени тяжести

Степень тяжести работы	Потребности кислорода, л/мин	Частота сердечных сокращений у/мин.	Затраты энергии ВТ
Легкая	до 1	до 85	350-1350
Средняя	1,1 -1,5	86-115	1351-2000
Тяжелая	1,6- 2	116-130	2001-2750
Очень тяжелая	> 2	> 130	2751-3260
Сверх тяжелая			> 3260

Большинство работ, выполняемых на пожаре по затратам труда, физической энергии относятся к тяжелым, а нередко к очень тяжелым (табл. 4.1.). Они связаны с переносом на большие расстояния тяжестей, быстрым подъемом на значительную высоту. Работы могут выполняться: при недостатке кислорода, в задымленной атмосфере, при высокой или низкой температуре окружающей среды, в условиях взрывов и обрушений, при дефиците времени выполнения поставленных задач.

Существенное влияние оказывает на оперативно-тактические действия время выполнения боевой задачи.

В любом случае при выполнении работ на работоспособность будет влиять усталость, а значит будут снижаться тактические возможности.

Легкая работа может выполняться на протяжении длительного времени, в тоже время при выполнении тяжелой работы следует чаще производить замену личного состава, принимать меры к ее облегчению.

Немалое влияние на тактические возможности подразделений пожарной охраны оказывают условия боевой обстановки и, прежде всего, опасные факторы пожара: высокая температура, тепловое излучение, шум, неадекватное поведение людей и др.

Увеличение тяжести работ ведет к увеличению потребления кислорода, частоты пульса, затрат энергии что сказывается тактические возможности ведения оперативно-тактических действий всего подразделения.

Согласно статистическому сборнику статистики пожаров и их последствий в 2021г. ФГБУ «Всероссийского ордена «Знака почета» научно-исследовательского института противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» [4, 5, 6, 7, 8] в соответствии с приказом МЧС России от 24.12.2018 № 625 «О формировании электронных баз данных учета пожаров и их последствий» (Федеральная государственная информационная система «Федеральный банк данных «Пожары» (ФГИС «ФБД «Пожары»)) [11] на территории Российской Федерации произошло 1 566 тыс. пожаров (Рис. 2.) с материальным ущербом свыше 84 579 894 тыс. рублей (Рис. 3.).

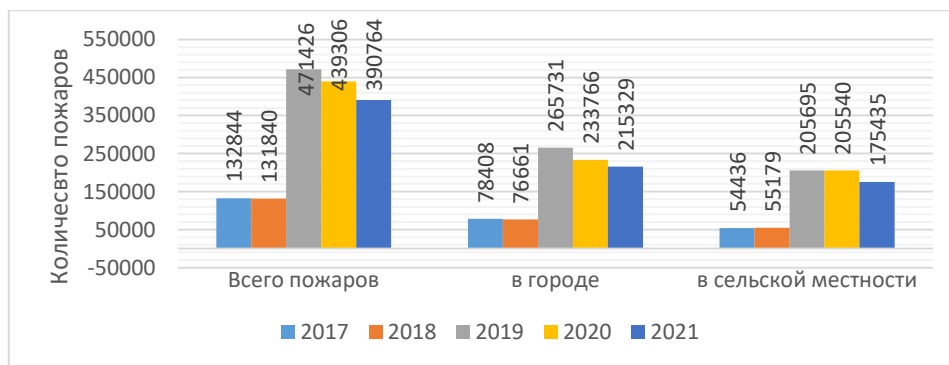


Рис. 2. Количество пожаров на территории Российской Федерации в 2017-2021 гг.

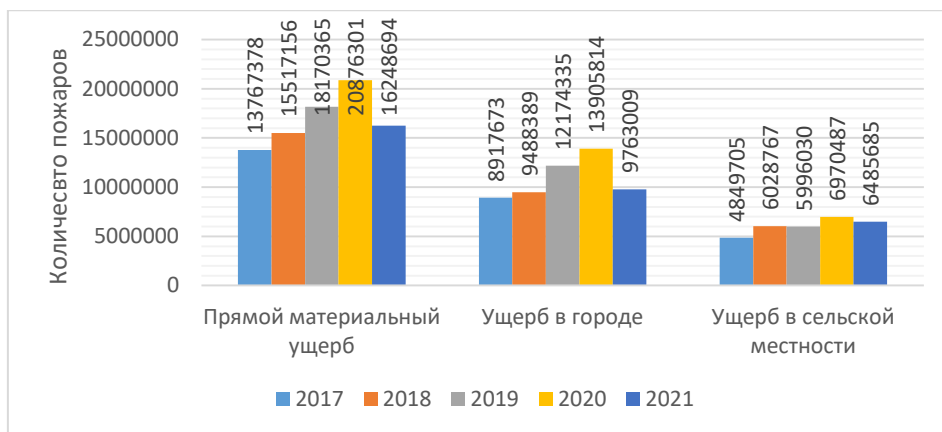


Рис. 3. Прямой материальный ущерб от пожаров на территории Российской Федерации в 2017-2021 гг.

Для определения прогнозируемого состояния пожарной безопасности на основе ретроспективного анализа возможно спрогнозировать ожидаемое количество пожаров (Рис. 4.), а также прямого материального ущерба (Рис. 5.) на предстоящий период времени (2022 – 2024 гг.).

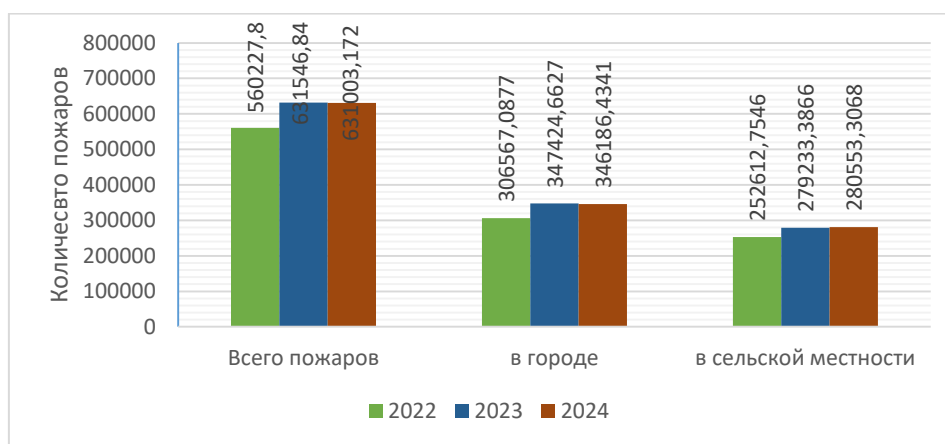


Рис. 4. Прогнозируемое количество пожаров на территории Российской Федерации в 2022-2024 гг.

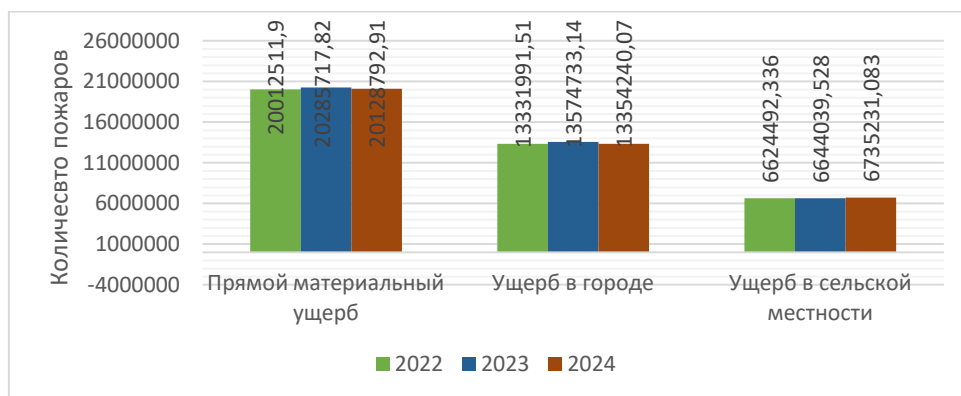


Рис. 5. Прогнозируемый прямой материальный ущерб от пожаров на территории Российской Федерации в 2022-2024 гг.

Согласно данным полученным в результате ретроспективного анализа следует ожидать увеличения количества пожаров на территории Российской Федерации по сравнению с АППГ на 43 % (2022 г.), на 13 % (2023 г.). В 2023 г. ожидается снижение количества пожаров по сравнению с АППГ на 1 % (2024 г.).

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» от 01.01.2018 № 2.
2. Указ Президента Российской Федерации «Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» от 11.07.2004 № 868.
3. Федеральный закон Российской Федерации «О пожарной безопасности» от 18.11.1994 г. № 69-ФЗ.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статистический сборник Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022, 114 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: статистический сборник Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2021, 112 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: статистический сборник Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2020, 80 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: статистический сборник Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2019, 125 с.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: статистический сборник Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2018, 125 с.
9. Григорьев А.Н. Поддержка принятия управленческих решений при тушении крупных пожаров в общественных зданиях: Автореф. Дисс. канд. тех. Наук – М., 2012 г. – 208 с.
10. Приказ МЧС России «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» от 16.10.2017 г. № 444.
11. Приказ МЧС России от 24.12.2018 № 625 «О формировании электронных баз данных учета пожаров и их последствий» (Федеральная государственная информационная система «Федеральный банк данных «Пожары» (ФГИС «ФБД «Пожары»)).

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА РАЗЛИВА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Вытовтов Алексей Владимирович

канд. техн. наук

Рябущенко Алексей Сергеевич

Воронежский институт повышения квалификации

сотрудников ГПС МЧС России

Аннотация. В исследовании представлено теоретическое обоснование способа снижения пожарной опасности на предприятиях нефтегазовой отрасли за счет мониторинга производственной территории с беспилотных воздушных судов оборудованных автоматизированной системой идентификации. Задача обнаружения может быть решена за счет нейросетевых математических моделей. В работе представлены существующие и перспективные методы визуального наблюдения с использованием различных летных платформ. Выбраны три вида анализируемых событий влияющих на пожарную безопасность: разлив нефти и нефтепродуктов, пламенное горение и задымление. Представлены базовые условия движения беспилотного воздушного судна. В качестве наиболее подходящих математических моделей для анализа изображения выбраны сверточные и рекуррентные нейронные математические модели. Представлен пример разметки изображения полученного с дрона, на котором присутствуют три типа идентифицируемых событий. Сформулированы выводы о применимости нейросетевых математических моделей для обнаружения пожароопасных ситуаций.

Ключевые слова: беспилотное воздушное судно, разлив нефти, дрон, обеспечение пожарной безопасности, мониторинг.

Нефтегазовая отрасль энергоемкое направление промышленности с большим количеством пожароопасных веществ и материалов. В совокупности это позволяет утверждать о высокой пожарной опасности данной отрасли. В подтверждении этого технологические помещения и наружные установки с высокой вероятностью могут быть отнесены к категории повышенной взрывопожароопасности [1]. Энергоемкость технологического производства часто при расчетной аварии обеспечивает избыточное давление взрыва более 5 кПа или величину пожарного риска в 30 метровой зоне от наружной установки более одной миллионной в год. Для данных объектов действуют особые требования пожарной безопасности, обеспечивающие комплексную защиту. Отдельно необходимо отметить комплекс мероприятий по ограничению возникновения источника зажигания [2]. В него входит использование оборудования во взрывозащищенном исполнении, применение искра безопасного инструмента, одежды рабочих исключающей образования искр статического электричества.

По Федеральному законодательству Российской Федерации пожарная опасность объекта защиты характеризуется возможностью возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и их имущество опасных факторов пожара. Возникновение и развитие пожара возможно при совокупности условий [3]. К ним относятся наличие пожарной нагрузки, источника зажигания и окислителя. Наличие в воздухе кислорода не дает возможности изолировать окислитель при аварии на предприятии [4]. Представленный в работе способ снижения пожарной опасности технологических процессов направлен на ограничение возможности возникновения источника пожара и (или) пожарной нагрузки в виде разлива нефти и нефтепродуктов. Предложенный способ неразрывно связан с методом наблюдения и получения информации. В работе анализ технологического процесса производится с беспилотного воздушного судна, учитывая динамичность точки наблюдения, высоту, скорость и возможные характеристики оборудования для захвата и идентификации [5]. Базовым условием для разработки способа является применимость с беспилотных авиационных систем самолетного тапа

с высоты 300м., скорости 70км/ч оборудованной цифровыми устройствами с разрешающей способностью 1920x1080 пикселей Full HD с частотой захвата 24 кадра в секунду [6].

Системы обеспечения технологической безопасности предприятий включают в себя различные уровни контроля производственного процесса, включая аварийный разлив нефтепродуктов из оборудования. Данные способы можно разделить на две группы: автоматизированный контроль и контроль персоналом. Методы и уровни контроля в зависимости от специфики предприятия различны, но подходы программно-аппаратного и визуального контроля остаются едиными.

Осмотр технологической линии оператором позволяет идентифицировать как фактическую аварию с разгерметизацией и разливом, так и возможную по косвенным признакам производственного процесса. Визуальный осмотр специалистом становится затруднителен в случае большой протяженностью объектов. Классически к таким объектам можно отнести нефтегазопроводы. Кроме протяженности данные сооружения часто располагаются в трудно проходимой местности. Для их контроля традиционно используют облет на вертолете с визуальным контролем профильными специалистами, располагаемыми на борту. С начала 2000 х годов для этих целей используют мониторинг с применением беспилотных авиационных систем [7]. При этом логической обработкой получаемой информацией по-прежнему занимается человек. Проверка осуществляется в режиме реального времени или после приземления по полученным фотоматериалам. В связи с большой протяженностью линейных нефтегазовых объектов работа оператора по анализу материалов представляет собой длительный монотонный процесс, увеличивающий риск человеческой ошибки. В исследовании для автоматизации анализа данных предложено использовать нейросетевые математические модели [8]. Их применение сократит трудоемкость процесса, обеспечив возможность идентификации в режиме реального времени. Обработка получаемой информации может быть реализована микропроцессором, располагаемым на борту дрона [9]. Данный подход разгружает линии связи и позволяет рационально использовать беспилотный аппарат [10].

Сведем три передоложенных способа визуального контроля в таблицу преимуществ и недостатков, представлено в Таблице 1.

Таблица 1. Преимущества и недостатки способов визуального обследования нефтегазопроводов

Критерий сравнения	Вертолет	БВС	БВС с deep learning
Практическая дальность одного полета более 250 км.	+	–	–
Низкая стоимость полета	–	+	+
Возможность совмещения цифрового захвата изображения и анализа данных на всей протяженности полета	+	–	+
Возможность идентификации в автоматическом режиме без участия оператора	–	–	+
Возможность сравнения результатов мониторинга с предшествующим обследованием в реальном времени	–	–	+

Определяющим недостатком использования вертолета является высокая стоимость. При необходимости пилотируемое воздушное судно можно укомплектовать набором оборудования специализирующегося на мониторинге нефтегазопровода. По причине высокой стоимости эксплуатации вертолета данные работы не ведутся, переключая промышленность на производство новых типов, специализированных дронов [11].

Научная новизна исследования в подборе специализированных нейро-сетевых моделей, применимых для обнаружения разлива нефтепродуктов с беспилотного воздушного судна. Подбор математических решений опирается на исходные данные, получаемые с летательного аппарата и особенности идентифицируемого события. Современное развитие математического аппарата искусственного интеллекта опирается на усложнение внутренней иерархии уровней информации

и увеличении межблочных связей. Данный подход в инженерной среде получил название Deep learning. Увеличение скорости вычислительных систем позволило широко внедрить программы на основе искусственного интеллекта в повседневную жизнь. При этом унифицированные задачи с ограниченными правилами решены достаточно давно. Например, созданная компанией IBM шахматная программа в 1997 году обыграла гроссмейстера Гарри Кимовича Каспарова. Эта задача решена одной из первых в связи со строго регламентированной логикой игры и конечной комбинацией возможной ходов шахматных фигур. Распознавание лиц также хорошо изучено и внедрено повсеместно. Последующие задачи с множеством неопределенных переменных решаются подбором вычислительных алгоритмов, но могут работать строго в граничных условиях. Это приводит к строгой спецификации и под конкретный вид задач с учетом исходных данных и прогнозируемого отклика [7]. Усложнение вычислительных процессов привело к освоению нейро-сетевых математических моделей, используемых в исследовании [8].

Частной задачей исследования является подбор оптимальных методов нейро-сетевого математического моделирования для идентификации разлива нефти и нефтепродуктов на основе общенаучной теории машинного обучения. Для этого обобщены приемы прикладной математики и машинного обучения. Изучены приёмы глубокого обучения нейросетей. Выбраны математические модели применимые к идентификации в двумерном информационном поле цифрового изображения, полученном с беспилотного воздушного судна.

Для целей, поставленных в исследовании, на стадии литературного обзора выбраны две нейросетевые математические модели, позволяющие по своим базовым математическим возможностям обрабатывать графический материал в двумерном пространстве. Плоскость данных формируют координаты пикселей. В трехмерном пространстве при добавлении к координатам пикселей значений цвета. В многомерном пространстве при анализе с учетом предшествующего и следующего кадра произведенный во времени, с возможностью дополнить анализ результатами прошлого мониторинга.

Для выполнения поставленных задач выбраны сверточные и рекуррентные нейронные математические модели. Для расширения возможностей модели способ должен охватывать три вида событий. Первый вид, разлив нефти и нефтепродуктов по подстилающей поверхности. При обеспечении пожарной безопасности обнаружение истечения горючего материала из емкостей первый шаг для устранения возникшей чрезвычайной ситуации. Второй вид, пламенное горение на контролируемой территории. Любой вид горения приводит к образованию источника зажигания в непосредственной близости от нефтепровода. Третий вид, задымление на территории. Не являясь прямой угрозой, взвешенные частицы продуктов горения являются признаком возможного пожара [12]. При подборе моделей необходимо учесть возможность обнаружения всех пересеченных видов контролируемых событий.

Снижение пожарной опасности линейных объектов нефтегазовой отрасли достигается за счет обнаружения разлива перекачиваемой жидкости являющейся пожарной нагрузкой. Обнаружение аварийного участка позволяет, принять оперативные решения о выдвижении аварийных служб и техники [13]. Обнаруженная утечка может быть следствием выхода из строя арматуры или проведением противоправных действий на трубопроводе [13]. В любом случае устранение нефтяного разлива обеспечивает снижение пожарной опасности производственной линии.

Для создания универсального средства снижения пожарной опасности технологического процесса на базе беспилотного воздушного судна параметры системы должны удовлетворять запросам организаций эксплуатирующих нефтегазопроводы. По результатам изучения контрактной документации по осуществлению государственных закупок [5], обнаружение пожара и разлива перекачиваемой жидкости остаются неизменными требованиями при проведении мониторинга.

Для удовлетворения запроса производственного сектора модель обучается на три группы событий. На рисунке 1 представлена разметка для обучения искусственной нейронной сети.

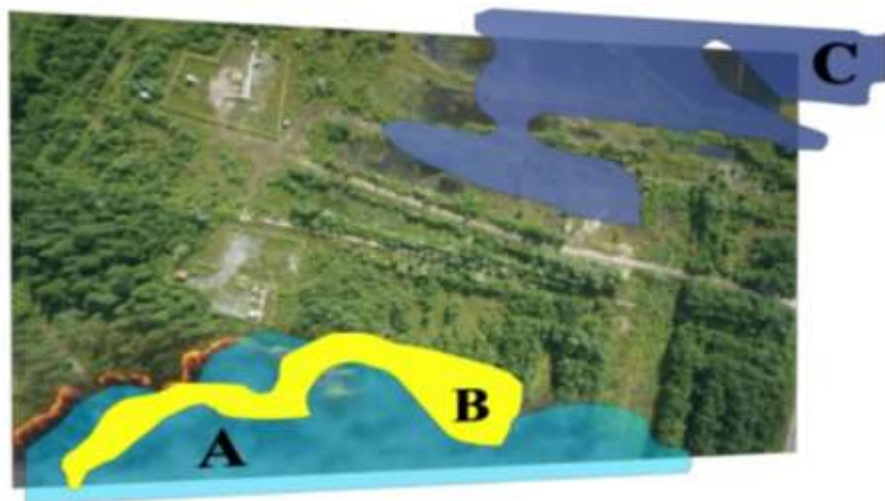


Рис. 1. Разметка обучения deep learning

На представленной фотографии присутствуют все три анализируемых события. Под буквой А обозначена зона задымления на территории. Видимость подстилающей поверхности в этой зоне характерна снижена за счет распространения белого дыма. Под буквой В выделена зона пламенного горения. Пожар, распространяясь по лесному насаждению, формирует вытянутую кромку, распространяющуюся на зону не подверженную горению. Под буквой С выделена зона разлива нефтепродуктов. Растекание горючей жидкости происходит с учетом рельефа подстилающей поверхности. Нефть и нефтепродукты при внесении источника зажигания обеспечат интенсивный пожар, который выведет из строя транспортную или перерабатывающую установку. Быстрое обнаружение утечки позволит снизить пожарную опасность и предотвратить глобальную чрезвычайную ситуацию.

Применение беспилотных авиационных систем в обеспечении безопасности нефтегазовых объектов доказало свою эффективности и экономическую рентабельность [15]. Для обеспечения полетов используются последние достижения науки и техники, но автоматизация процесса мониторинга остается по-прежнему на низком уровне. Задачи обнаружения и идентификации осуществляет внешний пилот. Автоматизация процесса усложняется множеством не формализованных признаков требующих абстрактного решения при анализе изображений, полученных с дрона. В исследовании предложены два вида нейросетевых математических моделей, которые по своим характеристикам способны идентифицировать искомые события. Качество и работоспособность способа обнаружения в большей мере зависят от качества обучающего блока, количества анализируемых событий и подбора вычислительных алгоритмов. Предметные результаты могут быть достигнуты при валидации и верификации данных на контрольной выборке. Теоретическое исследование вопроса необходимо для формирования граничных условий модели и выбора оптимальных условий решения поставленной задачи.

Нефть и нефтепродукты, вытекая из технологического оборудования, могут создавать разливы любой формы. Яркий солнечный свет или низкая видимость формируют максимальный разброс в цвете восприятия цифровой камерой вытекшей нефти. Все это и многое другое формирует не однородность искомого объекта. В представленном обзоре сведены теоретические предпосылки подтверждающие возможность идентификации разлива, горения и задымления с помощью нейросетевых математических моделей. Применение представленного способа снижения пожарной опасности на базе беспилотных авиационных систем расширяет возможности мониторинга и позволяет охватывать значительные площади.

Список литературы

1. Калач А.В., Калач Е.В., Вытовтов А.В. Использование беспилотных воздушных судов для обеспечения пожарной безопасности линейных объектов нефтегазовой отрасли / Пожаровзрывобезопасность. – 2018. – Т. 27. – № 12. – С. 49-55.
2. Dalamagkidis K, Valavanis K P and Pieg L A 2008 Current status and future perspectives for unmanned aircraft system operations in the US Journal of Intelligent and Robotic Systems 52(2) 313-27 DOI: 10.1007/s10846-008-9213-x.
3. Вытовтов А.В., Калач А.В., Трофимец В.Я. Методика автоматизированного мониторинга линейных объектов нефтегазового комплекса с беспилотного воздушного судна / Пожаровзрывобезопасность. 2018. – Т. 27. – № 4. – С. 50-57.
4. Laszlo B, Agoston R and Xu Q 2018 Conceptual approach of measuring the professional and economic effectiveness of drone applications supporting forest fire management Procedia Engineering 211 8-17 DOI: 10.1016/j.proeng.2017.12.132.
5. Capitan J, Merino L and Ollero A 2016 Cooperative decision-making under uncertainties for multi-target surveillance with multiples UAVs Journal of Intelligent and Robotic Systems 84(1-4) 371-86 DOI: 10.1007/s10846-015-0269-0.
6. Rabta B, Wankmüller C and Reiner G 2018 A drone fleet model for last-mile distribution in disaster relief operations International Journal of Disaster Risk Reduction 28 107-12 DOI: 10.1016/j.ijdr.2018.02.020.
7. Alamgir N, Nguyen K, Chandran V and Boles W 2018 Combining multi-channel color space with local binary co-occurrence feature descriptors for accurate smoke detection from surveillance videos Fire Safety Journal 102 1-10 DOI: 10.1016/j.firesaf.2018.09.003.
8. Dadashzadeh M, Khan F, Hawboldt K and Amyotte P 2013 An integrated approach for fire and explosion consequence modelling Fire Safety Journal 61 324-37 DOI: 10.1016/j.firesaf.2013.09.015.
9. Dunnington L and Nakagawa M 2017 Fast and safe gas detection from underground coal fire by drone fly over Environmental Pollution 229 139-45 DOI: 10.1016/j.envpol.2017.05.063.
10. Zhao J, Huang H, Jomaas G, Zhong M and Li Y 2017 Spread and burning behavior of continuous spill fires Fire Safety Journal 91 347-54 DOI: 10.1016/j.firesaf.2017.03.046.
11. Kalach A V, Cherepakhin A M, Sushko E A, Kalach E V and Sysoeva T P 2020 The Dangerous Fire Factors Formation the on an Oil and Gas Complex Objects When Using the Combustible Environment on the Tetrachlormethane Basis IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 459(4) 042046 DOI: 10.1088/1755-1315/459/4/042046.
12. Kalach A V, Krutolapov A S, Korolev D S and Kalach E V 2017 Calculation of category of premises on the basis of the method of forecasting fire-proof properties of oil-refining products Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety 26(9) 29–34 DOI: 10.18322/PVB.2017.26.09.29-34.
13. Kaibitchev I A, Tararykin A M, Kalach A V and Yu Porkhachev M 2020 Mathematical simulation of the number of fires in Russian Federation on the kind of object Journal of Physics: Conference Series 1515(3) 032026 DOI: 10.1088/1742-6596/1515/3/032026.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ЛЕСОПОЖАРНЫХ СИТУАЦИЙ

Подрезов Юрий Викторович

*д-р с.-х. наук, доцент, канд. техн. наук Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций
МЧС России (Федеральный центр науки и высоких технологий)*

Аннотация. Чрезвычайные лесопожарные ситуации (далее – ЧЛС) являются опасным состоянием в природе, социальной и техногенной сферах, когда в результате возникновения и развития источников ЧЛС – лесных пожаров различных видов наносится вред здоровью и жизни людей, значительный ущерб объектам экономики (включая оборонные) и окружающей среды (далее – защищаемые объекты – ЗО). Источники ЧЛС являются нередкой быстротечным процессом. Это, прежде всего, касается пятнистых ЛП, верховых беглых ЛП сильной и средней интенсивности, а также низовых беглых ЛП сильной и средней интенсивности. Именно ЛП таких видов зачастую приводят к ЧЛС различных масштабов, характеризуясь наиболее тяжелыми последствиями и, соответственно, наибольшим ущербом, что требует оперативной оценки последствий и оперативного реагирования на ЧЛС. Поэтому целью проведенных исследований являлся анализ методических особенностей оперативного прогнозирования последствий ЧЛС для научного обоснования управленческих решений по борьбе с данным видом природных чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС). Проведенные исследования базировались на одном из базовых научных методов – методе системного анализа процессов прогнозирования последствий ЧЛС различных масштабов. Именно метод системного анализа позволяет на научной основе учитывать всю совокупность условий, влияющих на последствия ЧЛС. Помимо указанного метода при проведении исследований оказалось целесообразным применение методов логического анализа и синтеза прогнозируемых процессов, а также широко использовались методы: математической статистики; теории вероятностей; теории распознавания образов и алгебры логики; индукции и дедукции. Результатами исследований явились следующие: исследованы методические особенности оперативной количественной оценки последствий ЧЛС; выполнен анализ необходимых статистических данных для оперативной оценки ущерба при ЧЛС; обосновано применение для оперативных расчетов последствий ЧЛС экспресс – моделей и экспресс – методик оценки ущерба при ЧЛС; выполнен анализ условий для оперативной и полной оценки последствий ЧЛС. Научных работ, посвященных методическим особенностям оперативного прогнозирования последствий ЧЛС в научной лесопирологической литературе и литературе в области защиты населения и территорий от ЧС, помимо работ автора, к настоящему времени нет. Следует отметить что новизна полученных результатов исследования подтверждается тем, что указанные выше результаты получены впервые.

Ключевые слова: лесной пожар лесопожарная обстановка последствия прогнозирование ущерб чрезвычайная лесопожарная ситуация.

Последствия чрезвычайных лесопожарных ситуаций (далее – ЧЛС), как показывают результаты исследований бывают весьма существенными. На масштаб последствий значительно влияет вид источника – лесного пожара (далее – ЛП). В многочисленной научной и прикладной лесопирологической литературе уделено большое внимание анализу и моделированию динамики лесных пожаров различных видов.

Так ряд научных трудов в области лесной пирологии известных отечественных и зарубежных авторов посвящен вопросам динамики ЛП различных видов. В указанных работах описаны задачи моделирования динамики лесных пожаров: низовых и верховых; беглых и устойчивых; сильной,

средней и слабой интенсивности. Среди работ следует выделить труды советских и российских ученых: Валендика Э.Н., Доррера Г.А., Гришина А.М. и ряда других [1-7].

Валендик Э.Н. в своей широко известной классической работе привел результаты комплексных исследований крупных лесных пожаров (далее – КЛП), нередко являющихся источниками ЧЛС [1].

Доррер Г.А. основное внимание уделил моделированию динамики низовых ЛП [2].

В работах Гришина А.М. достаточно подробно и детально описаны особенности моделирования динамики кромки различных видов ЛП на основе методов дифференциального исчисления [3].

В значительно меньшей степени в литературе освещаются вопросы оценки последствий ЛП [].

Вместе с тем, выполненный анализ классической и современной литературы в области лесной пирологии позволяет сделать вывод о том, что наиболее часто к ЧЛС приводят и наиболее опасными являются пятнистые ЛП, которые могут распространяться с большими скоростями (более 5 километров в час) в зависимости от скорости приземного ветра. Они возникают и развиваются, как правило, при штормовых ветрах. Весьма опасными являются и верховые ЛП, прежде всего, высокой и средней интенсивности которые возникают, как и пятнистые, при сильных ветрах, но меньшей скорости. Опасны и низовые лесные пожары сильной и средней интенсивности. Все перечисленные виды пожаров, в силу большой скорости распространения нередко приводят к ЧЛС различных масштабов при воздействии на население и его жилые и хозяйственные постройки, объекты экономики, обороны и окружающей среды, иначе говоря на защищаемые объекты. Следует отметить, что целостных научных работ, посвященных оценке последствий ЧЛС – мониторинговой и, главным образом прогнозной, в литературе на современном этапе не встречается. Соответственно, нет комплексных, целостных научных работ, посвященных методическим особенностям оперативного прогнозирования последствий ЧЛС.

Можно упомянуть лишь научные работы автора, в которых рассматриваются вопросы оценки и прогнозирования последствий ЧЛС (докторская диссертация и ряд других), в том числе, и экспресс оценки ущерба [4 -7].

Решение проблемы оперативного прогнозирования последствий ЧЛС необходимо для выработки адекватных научно обоснованных решений по борьбе с данным видом ЧС.

Описание возможных путей решения данных проблемных аспектов и посвящены данные доклад и статья.

В последующих разделах изложено смысловое содержание данной статьи.

В частности, во втором разделе приведено детальное описание данной исследовательской работы, а, именно: точная постановка цели и задач исследования; детальное описание и обоснование используемого методологического аппарата (количественные и качественные методы); детальное описание методов и приемов, используемых для сбора и анализа оригинальных данных; описание возможных методологических ограничений и их влияния на целостность и обоснованность полученных результатов.

Третий раздел посвящен изложению результатов исследования в виде теоретических данных по заявленным исследовательским вопросам в рамках проблемы и с использованием ранее обозначенных материалов и методов.

В четвертом разделе содержится критическое изложение полученных результатов и интерпретация, сравнение результатов других исследователей или ранее полученных результатов автора статьи с полученными результатами.

И, наконец, в пятом разделе приведена краткая формулировка результатов исследования. При этом сделан вывод о достижении цели исследования и решении поставленных задач исследования, а также указана практическая значимость исследования. Определены перспективы дальнейших исследований в рамках заявленной проблемы.

Следует заметить, что целью проведенных исследований являлся анализ методических особенностей оперативного прогнозирования последствий ЧЛС для научного обоснования управленческих решений по борьбе с данным видом природных чрезвычайных ситуаций.

Задачами исследования явились:

- исследование методических особенностей оперативной количественной оценки последствий ЧЛС;
- анализ необходимых статистических данных для оперативной оценки ущерба при ЧЛС;
- обоснование применения для оперативных расчетов последствий ЧЛС экспресс – моделей и экспресс – методик оценки ущерба при таких ЧС;
- анализ условий для оперативной и полной оценки последствий ЧЛС.

Результаты проведенных исследований показывают, что в качестве одного из ключевых методов исследования методических особенностей оперативного прогнозирования последствий ЧЛС следует рассматривать метод системного анализа процессов. Необходимо отметить, что данный метод позволяет на научной основе учитывать всю совокупность условий, влияющих на процессы именно оперативного прогнозирования последствий ЧЛС.

Весьма важны, для такого исследования, методы логического анализа и синтеза прогнозируемых процессов, позволяющие, в сочетании с методом системного анализа, осуществлять адекватную оперативную прогнозную оценку последствий ЧЛС. Также, учитывая стохастичность ряда исследуемых процессов, востребованы методы: теории вероятностей; математической статистики; современной теории факторного анализа; теории распознавания образов и алгебры логики; индукции; дедукции и т.п., что определяется целевой направленностью оценок.

При проведении исследований также следует учитывать определенные ограничения на прогнозирование мест и масштабов ЛП – источников ЧЛС и самих ЧЛС точность лесотаксационных описаний лесов и ее периодичность.

Что же, с методической точки зрения, лежит в основе методических особенностей оперативного прогнозирования последствий ЧЛС?

Далее постараемся ответить на этот вопрос.

Результаты выполненных исследований показывают, что последствия ЧЛС, как и любой ЧС носят качественный и количественный характер. Действительно, не все последствия поддаются количественной оценке. Ряд из них носит качественный характер. В частности, порой сложно определить ущерб здоровью людей при воздействии на них поражающих факторов источника ЧС и, в том числе ЧЛС. Но ряд последствий можно количественно оценить. В этом случае последствия ЧЛС представляют собой ущерб, величину которого можно рассчитать и спрогнозировать. Следует также заметить, что группа источников ЧЛС распространяется с большой скоростью и поэтому для принятия и научного обоснования управленческих решений по борьбе с такими ЧС требуются оперативные количественные расчеты последствий на основе математических моделей динамики и последствий ЧЛС.

Для моделирования указанных процессов, как показывают проведенные исследования проведения необходим целый комплекс статистических данных полученных различными структурами нашей страны: Рослесхозом; Росгидрометом; картографической службой; МЧС России и рядом других. К числу необходимых статистических данных для оперативной оценки ущерба при ЧЛС следует отнести:

- статистические данные по зонированию территории Российской Федерации по рискам возникновения лесных пожаров;
- Шкалу оценки лесных участков по степени опасности возникновения пожаров;
- Шкалу классов пожарной опасности погодных условий;
- данные по скоростям тушения кромки лесного пожара различными средствами пожаротушения (на одну машину или одного рабочего при ручных работах);
- данные по скоростям тушения кромки пожара одним рабочим в зависимости от лесорастительных условий;
- данные по производительностям при создании заградительных и опорных полос различными средствами пожаротушения (м/ч на одну машину или одного рабочего при ручных работах);

- данные по географическим координатам, высотному уровню и породному составу лесов по лесорастительным зонам и подзонам в пределах административных частей Российской Федерации;
- данные по минимальным ставкам платы за древесину основных лесных (лесообразующих) пород, отпускаемую на корню;

данные по средним запасам приспевающих, спелых и перестойных лесов, в пределах лесорастительных зон и административных частей России;

- данные по характеристикам повреждения древостоя при верховых и низовых пожарах;
- данные по потерям древесины на корню при лесных пожарах и ряд других.

Результаты исследований показывают, что для оперативной оценки расчетов последствий ЧЛС наиболее целесообразно и осуществлять оперативные расчеты с использованием экспресс – моделей и экспресс – методик оценки ущерба при таких ЧС. Причиной этого являются сложности сбора необходимых исходных данных и отсутствие ряда статистических и мониторинговых данных, а также вероятностный характер ряда моделируемых процессов (связанных, прежде всего, с погодными и лесорастительными условиями и т.п.), для осуществления процесса прогнозирования. Такие модели должны позволять осуществлять адекватные достоверные мониторинговые и прогнозные оценки ущерба и последствий при ЧЛС.

По результатам анализа условий для оперативной и полной оценки последствий ЧЛС можно сделать выводы о том, что, конечно, полная оценка последствий ЧЛС наиболее объективна и точна, но для ее осуществления требуется заметно большее время, поскольку требуется собрать больший объем исходных данных, включая мониторинговые и статистические, произвести необходимые расчеты и получить требуемые результаты.

В оперативных же, текущих и прогнозных оценках, возможно незначительное «огрубление» исходных и расчетных данных посредством введения различных коэффициентов и т.п., не снижая при этом порядка параметров и величины ущерба при ЧЛС. Такой подход позволит вести именно оперативное прогнозирование последствий с использованием экспресс – моделей и экспресс – методик.

В трудах ряда ученых в области лесной пирологии изложены фрагментарные положения, которые могут быть использованы при исследовании задач по оперативному прогнозированию последствий ЧЛС. Это касается, прежде всего, аспектов прогнозирования динамики отдельных видов ЛП, в том числе потенциальных или действующих источников ЧЛС [1-3].

Вопросам прогнозирования последствий в целом ЧЛС, а не только их источников, посвящен ряд работ автора статьи [4-7].

Исследования автора, выполненные в прошедшие годы нашли свое развитие материалах, изложенных в данной статье.

По результатам проведенных исследований необходимо сделать вывод о целесообразности применения в оперативных контурах управления для научного обоснования управленческих решений по борьбе с ЧЛС с использованием оперативного прогнозирования последствий ЧЛС, экспресс – моделей и экспресс – методик оценки ущерба при таких ЧС.

Вместе с тем, существует и необходимость более полного прогнозирования последствий ЧЛС на основе оценок полного ущерба при данном виде ЧС.

Целесообразно сделать вывод о достижении цели исследований и о решении поставленных задач в результате проведенных исследований.

Проведенные исследования и всесторонний анализ методических особенностей оперативного прогнозирования последствий ЧЛС показывает, что целесообразно прогнозировать и полный ущерб при ЧЛС, и производить оперативные его оценки. Оценка полного ущерба при ЧЛС необходима для наиболее точного количественного определения последствий, а оперативное прогнозирование последствий ЧЛС целесообразно для оперативной поддержки управленческих решений быстро протекающих процессов борьбы с ЧЛС.

Необходимо заметить, что полученные результаты исследований обладают высокой практической значимостью.

Перспективами дальнейших исследований в рамках данной проблематики следует считать необходимость дальнейшего совершенствования математических моделей для прогнозирования последствий ЧЛС.

Список литературы

1. Валендик Э.Н. (1979). Крупные лесные пожары. Москва, СССР: Наука.
2. Доррер Г.А. (1979). Математические модели динамики лесных пожаров. Москва, СССР: Лесн. пром-сть.
3. Гришин А.М. (1981). Математические модели лесных пожаров. Монография. Томск, СССР: Изд-во Томского университета.
4. Подрезов Ю.В. (2005). Методологические основы прогнозирования динамики и последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций (Диссертация доктора сельскохозяйственных наук). Москва, Российская Федерация: Московский государственный университет леса.
5. Подрезов Ю.В. (2000). Методологические основы прогнозирования динамики чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Журнал Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, № 3, 29-36.
6. Подрезов Ю.В., Шахрамьян М.А. (2001). Методологические основы прогнозирования последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Монография. Издание первое. - М.: ВНИИ ГОЧС.
7. Подрезов Ю.В. (2021). Особенности и перспективные способы и технологии борьбы с лесными пожарами – источниками чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Журнал Технологии гражданской безопасности, № 1, 36-39.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ОРГАНА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Власенко Кристина Алексеевна

Медведев Александр Михайлович

Орсич Анна Олеговна

Ворслова Алёна Сергеевна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В современных условиях постоянно изменяющегося законодательства, увеличения количества выполняемых функций, а соответственно и нагрузки на персонал, оптимизации расходов необходима корректировка существующих методик управления персоналом, а также поиск и внедрение новых методов поддержки управления кадровыми процессами в системе МЧС России. В работе проанализирована обстановка с пожарами на территории и выявлена необходимость совершенствования системы обеспечения пожарной безопасности на территории субъекта, предложен метод, позволяющий обеспечить эффективное использование кадрового потенциала для улучшения функций, выполняемых территориальным органом МЧС России.

Ключевые слова: пожарная безопасность, кадровое управление, система управления, внутренний аудит.

Пожары наносят не только большой материальный ущерб, но и влекут за собой гибель людей. Каждый год на территории РФ происходит значительная часть пожаров, как правило в общественных и жилых зданиях. С каждым годом увеличивается этажность и площадь жилых, административных и общественных зданий, в связи с чем возрастают риски воздействия опасных факторов пожара на людей. Поэтому проблема обеспечения пожарной безопасности в настоящее время приобретает особую актуальность. На рисунках 1 и 2 отображены сравнительные диаграммы распределения числа пожаров и погибших между РФ и Красноярским краем [1]. На территории Красноярского края на 100 тыс. населения происходит больше пожаров и гибнет больше людей, чем на территории России, что говорит о необходимости совершенствования системы обеспечения пожарной безопасности (далее СОПБ) на территории края. СОПБ – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на профилактику пожаров, их тушение и проведение аварийно-спасательных работ [2].



Рис. 1. Диаграмма распределения числа пожаров на 100 тыс.ед. населения в РФ и Красноярском крае [1]



Рис. 2. Диаграмма распределения числа погибших на 100 тыс.ед. населения в РФ и Красноярском крае [1]

Необходимость обеспечения безопасности диктует очевидную потребность в поиске новых управленческих решений, связанных с минимизацией рисков вреда, причиняемого пожарами обществу и государству.

В настоящее время технологии кадрового аудита в системе МЧС России применяются достаточно редко. В основном, указанная исследовательская деятельность сводится к формальному выявлению нарушений требований законодательства Российской Федерации и нормативно-правовых актов МЧС России при реализации планов проведения внезапных, инспекторских и контрольных проверок деятельности территориальных органов и подразделений ведомства с последующей подготовкой итоговых актов проверок, планов устранения выявленных недостатков и формального контроля за работой по устранению нарушений.

В настоящем исследовании кадровых процессов в системе МЧС России применяется метод проведения внутреннего кадрового аудита.

Методы проведения внутреннего кадрового аудита по содержанию делятся на три основные группы:

организационно-аналитические методы основываются на анализе кадровой документации и отчетности в исследуемый период, показателей трудовой деятельности, характеризующих результативность работы;

социально-психологические методы реализуются через проведение социологических опросов, анкетирования, индивидуальных и коллективных бесед, интервьюирования работников. Методы диагностики, наблюдения, эксперимента;

экономические методы основываются на сравнении экономических и социальных характеристик работы организации с нормативными показателями, установленными соответствующими нормативными правовыми актами.

Недооценка влияния кадровых процессов на текущее состояние и перспективное развитие служб, входящих в структуру МЧС России, в конечном итоге отрицательным образом сказывается на качестве выполнения ведомством задач по предназначению.

В современных условиях постоянно изменяющегося законодательства, увеличения количества выполняемых функций, а соответственно и нагрузки на персонал, оптимизации расходов необходима корректировка существующих методик управления персоналом, а также поиск и внедрение новых методов поддержки управления кадровыми процессами в системе МЧС России. На рис. 3 представлена предлагаемая блок-схема совершенствования существующей системы управления на уровне ГУ МЧС России по Красноярскому краю.

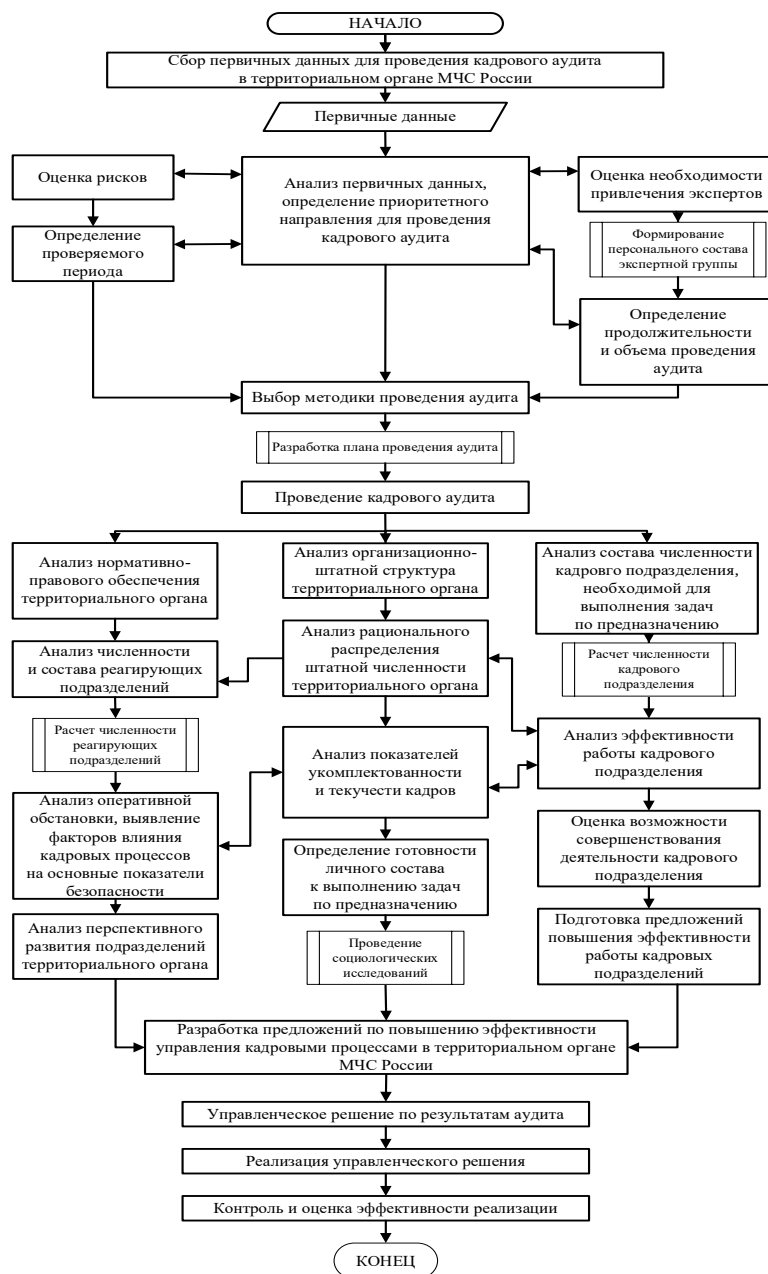


Рис 3. Алгоритм проведение кадрового аудита в территориальном органе МЧС России

Внутренний аудит изучен многими исследователями [3] и данный метод позволяет организовывать систему управления и контроля, позволяющей осуществлять обмен информацией с целью снижения рисков неэффективного использования имеющихся ресурсов и кадрового персонала. Но в данной работе новизной является разработка внутреннего аудита для функционирования деятельности ГУ МЧС России по Красноярскому краю, когда это применялось для предприятий и бизнес-моделей в других работах.

В работе проведен анализ статистических данных по пожарам, существующей системы управления, выявлены проблемы и предложен метод внутреннего аудита для совершенствования существующей системы обеспечения пожарной безопасности. Для этого необходимо целесообразно проведение детального рассмотрения не только кадровых процессов, происходящих в территориальном органе МЧС России, но и анализа общей оперативной обстановки, социально-экономических, географических, природно-климатических особенностей территории, что в целом позволит снизить основные показатели пожароопасной обстановки на территории субъекта РФ.

Список литературы

1. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО. – 2021. – 114 с.
2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 N 69-ФЗ (последняя редакция).
3. Бунина А. Ю., Зарочинцева Ю. В. Внутренний аудит в системе управления организацией //Вестник Воронежского государственного аграрного университета.–2017.–№ 4.–С.217-223.
4. Кадровая политика и кадровый аудит организации: Учебник под общей редакцией Н.А. Омельченко. М: Юрайт-2015.
5. Кадровая политика и кадровый аудит: Учебное пособие / Н.В. Москвитина. – Иркутск: Иркутский государственный университет, 2017.
6. Генкин Б.М. Управление человеческими ресурсами / Б.М. Генкин, И.А. Никитина. – М.: Инфра-М, норма, 2016.

МОБИЛИЗАЦИОННЫЕ ЛЮДСКИЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Юлтыев Шамиль Рамильевич
Академия гражданской защиты МЧС России

Аннотация. В статье представлены подходы формирования значительных людских ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время. Представлены функционирующие подходы накопления, сосредоточения и перераспределения граждан, имеющих необходимую квалификацию в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Описаны подходы межведомственного взаимодействия и создания подготовленного резерва из лиц, проходящих службу в МЧС России. В мирное время используются аэромобильные группировки (АМГ) территориальных гарнизонов и учреждений, в военное – специальные формирования гражданской обороны. Мобилизационные людские ресурсы являются частью системы обеспечения безопасности государства. Их применение неразрывно связано с техническим оснащением, территориальным размещением и правовым обеспечением процедуры формирования и использования по назначению. Ключевым фактором успешного выполнения возложенных обязанностей является заблаговременное планирование порядка привлечения и создания материальных запасов снаряжения. В сложившейся системе на краткосрочной перспективе для ликвидации крупномасштабных аварий используют подразделения АМГ формируемой из лиц, работающих в Федеральной противопожарной службе МЧС России. Данный подход позволяет краткосрочно распределить людской ресурс с сопредельных территорий на зону наибольшей востребованности. К несомненным достоинствам следует отнести соответствие квалификации и практический опыт привлекаемых резервов. Высокий уровень подготовки подразделений достигается ежегодными тренировками и должным техническим оснащением. Отработанная схема частично теряет свою применимость в условиях военного времени. Вооруженный конфликт подразумевает кратное увеличение чрезвычайных ситуаций техногенного характера, нарушается порядок развития происшествий с рассредоточением новых зон разрушений. Для организации успешных работ по ликвидации аварий необходимо использовать значительное количество мобилизационных людских ресурсов сверх фактических значений мирного времени. Решение данной задачи возложено на Гражданскую оборону и на специальные формирования гражданской обороны (СФГО). Данные подразделения формируются за счет призыва граждан на воинскую службу под руководством территориального органа МЧС России.

Ключевые слова: специальное формирование гражданской обороны; мобилизационные людские ресурсы; военно-учетная специальность, аэромобильная группировка.

Формирование значительных людских ресурсов необходимое условие для решения глобальных задач, как в военной, так и в гражданской области. Типовой задачей по увеличению наращивания живой силы является мобилизация в период нарастания угрозы от вторжения потенциального противника [1]. В обзорной работе профессора Брайан Лай Кафедра политологии, Университета Айовы (г. Айова-Сити, США) представлено сравнительное влияние разных видов военной мобилизации на исход международных кризисов [2]. Общей закономерностью различных вариантов привлечения сил является взаимосвязь доступных финансовых резервов и уровень общественной вовлеченность в проблему конфликта. Текущий уровень поддержки власти населением формирует лимиты мобилизационного ресурса, привлечение которых можно производить без социального резонанса. В соответствии с исследованием [3] различные страны используют отличную терминологию, но повсеместно применяют контрактную и срочную службу. Для усиления гражданской позиции у привлекаемых лиц создаются общественные гарантии, льготы, особые условия труда и отдыха [4].

При этом можно выделить долгосрочные и коротко срочные нагрузки на бюджет. Создание таких форм поддержки гарантирует в будущем благоприятные условия жизни, но в момент времени не создается дополнительные финансовые проблемы для запланированного бюджета. Данный прием использовался повсеместно в Советском Союзе, но в рамках исторического экскурса необходимо отметить, что избыточный груз социальных льгот был снят с государства в рамках реформы по монетизации льгот. Особенностью привлечения значительных резервов людских ресурсов является единовременная необходимость финансового, продовольственного и вещевого снабжения [5]. Привлекаемые лица должны соответствовать квалификационным требованиям, иметь надлежащий опыт и иметь физическую возможность выполнять возложенные функции. Успех выполнения поставленных задач определяется совокупностью перечисленных факторов. В условиях военного времени ситуация усложняется высоким риском безвозвратных потерь среди привлекаемых ресурсов за счет системных и случайных недоработок при подготовке для использования по назначению. В мирное время примером привлечения значительных людских резервов можно считать аварию на Чернобыльской атомной электростанции, где не достаточный уровень квалификации привлекаемых ресурсов привел к значительным санитарным и безвозвратным потерям. В общем можно сделать вывод, что заблаговременное планирование порядка привлечения людских ресурсов и их профессиональная подготовка позволяют значительно улучшить результаты применения вновь создаваемой группировки [7]. Опыт краткосрочных и крупномасштабных чрезвычайных ситуаций показывает, что в сжатом временном отрезке привлечение межведомственных сил возможно с помощью единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Комиссия РСЧС возглавляется представителями администрации территориального органа управления и уполномочена проводить межведомственную координацию для ликвидации ЧС. Такой подход формирует значительные людские ресурсы, имеющие конкретную специализацию по основному виду деятельности. На примере сезонных ландшафтных пожаров для стабилизации ситуации применяются силы полиции и Росгвардии. Поступающие в оперативное распоряжение МЧС России силы имеют высокий уровень физической подготовки, но низкий уровень знаний в области ликвидации техносферных аварий и обеспечения первичными средствами пожаротушения. Представляемые силы охранять периметр, проводить окапывание могут. При этом тушить низовой пожар, принимать управленческие решения по организации ликвидации горения, использовать механизированные средства пожаротушения представленный круг лиц не может. Для решения обозначенного круга вопросов необходим квалифицированный людской ресурс. Примером успешного решения можно считать формирование в территориальных гарнизонах и образовательных учреждениях аэромобильных группировок (АМГ) МЧС России. Такое подразделение составляют должностные лица, проходящие службу в пожарных частях, гарнизоне или обучение. Данная категория лиц имеет специальные знания и на постоянной основе выполняет работы по тушению пожаров. Аэромобильная группировка является внештатной единицей, объединяющей в себе людские ресурсы и материальные запасы для оперативного реагирования. Типовое техническое оснащение позволяет обеспечить жизнедеятельность на новом месте дислокации. Предусмотрены мобильные места для проживания, питания, обогрева в полевых условиях в любое время года. Специальное оборудование и техника предназначены для ликвидации различных сценариев аварий и ЧС. Поддержание боевой готовности подразделения производится в рамках регулярных тренировок и учений. Постоянная отработка упражнений позволяет изучить принципы выполнения работ и конкретные особенности вывозимого имущества. Финансирование АМГ производится из средств МЧС России.

Методы формирования достаточного количества сил и средств в условиях военного и мирного времени основываются на оперативной доступности и количества резервов. Стратегический запас материалов и финансовых средств, извлекаемых без изменений бюджета, формирует границы оперативного применения.

В период нарастания угрозы или военного времени ситуация с количеством чрезвычайных ситуаций и аварий резко возрастает. В условиях проведения современного вооруженного конфликта может быть использовано высокоточное вооружение большой дальности. Изменяется порядок возникновения и развития техносферной аварии. Территории, прилегающие к зоне боевого

соприкосновения, из-за доступности огневого поражения, могут систематически поражаться не прицельным огнем. Как следствие пожары и разрушения возникают стихийно и для их ликвидации недостаточно сил и средств мирного времени. Для усиления территориальной группировки МЧС России создаются специальные формирования гражданской обороны (СФГО) [9]. Силы гражданской обороны организуют превентивную защиту сооружений и территории от нападений противника [10]. Нарращивание мобилизованных людских ресурсов приводит к расширению штатной численности и укрупнению группировки [11]. В военное время происходит изменение нормативно-правовой базы и порядка перераспределения между ведомствами властных полномочий [12].

Формирование людских ресурсов для ликвидации ЧС осложнено необходимостью решения комплекса социально-бытовых условий. Кроме места проживания и питания, финансирования привлекаемые лица должны решать личные бытовые вопросы. Граждане, имеющие высокую квалификацию и опыт в проведении спасательных работ, являются, как правило, людьми среднего возраста. Они обременены обязанностями перед членами семьи, социумом и их отсутствие не решается возросшим денежным довольствием. Сама перспектива увеличения заработка весьма условна и не следует из стандартного увеличения дохода сотрудника, убывающего в командировку. Из этого следует возможность должностных лиц уклоняться от выполнения приказов, с перспективой увольнения со службы. Напомню, что сотрудник в данном случае подлежит привлечению к дисциплинарной ответственности. Данная возможность использования относительной свободы волеизъявления теряется в военное время [13]. Задача потенциального наращивания людских ресурсов на этапе планирования должна решаться созданием оптимальных условий комфорта и исполнимости поставленных задач, в дополнение к силовому дисциплинарно-уголовному рычагу воздействия [14].

Проведенный обзор международного и отечественного опыта мобилизации людских ресурсов показал сложность вопроса и важность правового регулирования. На первый план особенностей привлечения сил можно выдвинуть наличие финансовых резервов для покрытия срочных операций. Вариант отложенного финансирования может быть выражен в социальных льготах поддержки участвующих в операциях лиц. Плановые тренировки могут обеспечить готовность сил для ликвидации ЧС.

Список литературы

1. Kreidberg M. A., Henry M. G. History of military mobilization in the United States Army, 1775-1945. – Department of the Army, 1955. – №. 20.
2. Lai B. The effects of different types of military mobilization on the outcome of international crises //Journal of Conflict Resolution. – 2004. – Т. 48. – №. 2. – С. 211-229.
3. Tarar A. Military mobilization and commitment problems //International Interactions. – 2013. – Т. 39. – №. 3. – С. 343-366.
4. Burk J. Military mobilization in modern western societies //Handbook of the Sociology of the Military. – Springer, Cham, 2018. – С. 101-120.
5. Perdue P. C. Military Mobilization in Seventeenth and Eighteenth-Century China, Russia, and Mongolia //Modern Asian Studies. – 1996. – Т. 30. – №. 4. – С. 757-793.
6. Jackson T. Prosperity without growth: Economics for a finite planet. – Routledge, 2009.
7. Appleby J. The relentless revolution: A history of capitalism. – WW Norton & Company, 2011.
8. Gropman A. L. Mobilizing US industry in World War II: myth and reality. – Institute for National Strategic Studies, National Defense University, 1996. – №. 50.
9. Кондратьев Е.Б., Полевой В.Г., Мазаник А.И., Малека Ю.Н. Комплексная методика обоснования рационального плана комплектования подразделений специального формирования гражданской обороны мобилизационными людскими ресурсами / Е.Б. Кондратьев, В.Г. Полевой, А.И. Мазаник, Ю.Н. Малека // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 2 (53). – С. 12-20.
10. Панченков В.В., Мазаник А.И., Усолов Е.В., Полевой В.Г. Методический подход к обоснованию рациональных параметров группировки специальных формирований

- гражданской обороны / В.В. Панченков, А.И. Мазаник, Е.В. Усолов, В.Г. Полевой – Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 1 (52). – С. 3-11.
11. Маликов В.И., Марговенко О.Б., Хайрутдинов Ш.В. Вклад института специальной подготовки в укрепление мобилизационной готовности России / В.И. Маликов, О.Б. Марговенко, Ш.В. Хайрутдинов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2015. – № 4 (27). – С. 11-23.
 12. Панченков В.В., Мазаник А.И., Усолов Е.В., Полевой В.Г. Методический подход к обоснованию рациональных параметров группировки специальных формирований гражданской обороны / В.В. Панченков, А.И. Мазаник, Е.В. Усолов, В.Г. Полевой // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 1 (52). – С. 3-11.
 13. Панченков В.В., Мазаник А.И., Усолов Е.В. Методика определения численности личного состава специальных формирований гражданской обороны с учетом объема задач, выполняемых в военное время / В.В. Панченков, А.И. Мазаник, Е.В. Усолов // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 2 (53). – С. 3-11.
 14. Панченков В.В., Мазаник А.И., Веселов А.В., Полевой В.Г. Формализованная постановка задачи обоснования рациональных параметров программы подготовки специальных формирований гражданской обороны / Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 4 (47). – С. 3-11.

МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ ПОВСЕДНЕВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАЧАЛЬНИКА МЕСТНОГО ПОЖАРНО- СПАСАТЕЛЬНОГО ГАРНИЗОНА

Емельянов Антон Сергеевич
ГУ МЧС России по Пермскому краю

Гилек Сергей Александрович

Мартинович Николай Викторович
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация: Рассмотрен структурный подход, как основной для регулирования пожарно-спасательного гарнизона на настоящий момент времени, в противовес которому, приведен в пример процессный подход, наиболее подходящий для выполнения аналогичной серии непрерывных взаимосвязанных действий по управлению повседневной деятельностью местного пожарно-спасательного гарнизона.

Ключевые слова: МЧС, пожарно-спасательный гарнизон, структурный подход, процессный подход, чрезвычайная ситуация.

Разработка научно-технических, организационно-управленческих решений в рамках повышения эффективности функционирования системы национальной безопасности в условиях сохраняющихся угроз, связанных с возникновением чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, общими тенденциями и трансформациями на глобальном мировом уровне становится одной из приоритетных задач обеспечения безопасности населения и территории Российской Федерации.

В связи с вышеуказанными фактами повышение эффективности реализации государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности за счет совершенствования системы управления деятельностью пожарной охраны является актуальной научной задачей.

В целях реализации полномочий государства в области защиты населения и территорий от ЧС в настоящее время в России создана и успешно функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Анализ нормативной базы, регламентирующей функционирование Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, как элемента национальной безопасности, анализ статистики пожаров и ЧС за последние годы позволяет сделать вывод о том, что подразделения пожарной охраны представляют собой основные силы, обеспечивающие защиту людей от техногенных ЧС (в том числе пожаров). Фактически пожарная охрана является первым подразделением, прибывающим и участвующим в спасении людей, ликвидации последствий разных инцидентов и происшествий, не ограничиваясь только тушением пожаров.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 08.11.2013 № 1007 (ред. от 19.06.2020) «О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [1] к силам и средствам Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, осуществляющих в пределах своей компетенции защиту населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, включая тушение пожаров (в том числе лесных), относятся силы и средства ликвидации ЧС в составе подразделений пожарной охраны.

По состоянию на начало 2022 года на территории Российской Федерации создана единая система реагирования, включающая в себя 85 территориальных подсистем, в состав которых входит 1575 местных пожарно-спасательных гарнизонов. Каждое Главное управление МЧС России по субъекту Российской Федерации (территориальный гарнизон) своим нормативным актом определяет количество и границы местных гарнизонов, определяя тем самым назначение начальника местного пожарно-спасательного гарнизона (МПСГ). В одном территориальном гарнизоне – начальником

МПСГ, ввиду определения граница гарнизона нескольких муниципальных образований, может быть назначен начальник пожарно-спасательного отряда, в другом – при определении границ в рамках одного муниципального образования начальником МПСГ может быть назначен начальник пожарно-спасательной части.

Соответственно в разных субъектах (территориальных гарнизонах) распределение функциональных обязанностей между нештатным органом управления в местном гарнизоне будут рассматриваться и распределяться по-разному (в рамках федерального пожарно-спасательного отряда или в рамках федеральной пожарно-спасательной части), что дает как свои плюсы, так и минусы в управлении повседневной деятельности гарнизона.

Рассматривая управление повседневной деятельностью гарнизона под руководством начальника отряда, как начальника гарнизона, распределить функциональные обязанности по направлениям деятельности можно по предусмотренным должностям в зависимости от функциональных приоритетов их деятельности: заместители начальника отряда, служба пожаротушения, отдел службы и подготовки, начальники пожарно-спасательных частей, начальники и заместители начальника отдела надзорной деятельности. В случае же назначения начальником гарнизона начальника пожарно-спасательной части, весь функционал распределяется между ним, заместителем и отделом надзорной деятельности.

Повседневная деятельность сил пожарно-спасательного гарнизона является одной из важнейших составляющих деятельности по обеспечению как пожарной, так и комплексной безопасности территории. В трактовке МЧС России - режим повседневной деятельности определяется, как функционирование системы пожарно-спасательного гарнизона при отсутствии на территории каких-либо чрезвычайных ситуаций, крупных аварий, происшествий, пожаров и так далее.

В работах [2-4] показано, что кроме основных оперативных функций в органах управления и подразделениях пожарной охраны реализуются, обеспечивающие функции, к которым возможно отнести:

- организация кадровой работы и профессиональной подготовки;
- финансово-плановые мероприятия;
- организация материально-технического снабжения;
- организация эксплуатации техники и оборудования;
- планирование деятельности и организация делопроизводства.

В результате анализа, представленного в работах [2-4], а также анализа, регламентирующего деятельность пожарной охраны нормативными правовыми актами, выделены два основных направления служебной повседневной деятельности: пожарно-спасательного гарнизона, не связанных непосредственно с проведением аварийно-спасательных работ (АСР), но обеспечивающих успешное выполнение основной задачи (Рисунок 1):

1. Обеспечение повседневного управления.
2. Управление готовностью к выполнению основной задачи.



Рис. 1. Основные направления служебной деятельности пожарно-спасательного гарнизона (АСР- аварийно-спасательные работы)

Одним из инструментов эффективного управления является использование модели системы в качестве объекта тестирования управляющих воздействий и выработки соответствующих решений, а самое главное, прогнозирования последствий тех или иных процессов в системе. Таким образом, для эффективного управления пожарно-спасательным гарнизоном, как сложной системой, необходимо ее моделирование.

В пожарной охране России продолжает доминировать структурный подход к организации. Структурный подход основан на использовании, как правило, иерархической организационной структуры. При этом управление деятельностью осуществляется по структурным элементам (отделам, департаментам и т.п.), а взаимодействие структурных элементов - через соответствующих должностных лиц. Самыми явными недостатками структурного подхода, как правило, являются:

- разбиение выполнения работы на отдельные, несвязанные между собой фрагменты, которые выполняются различными элементами организации, что приводит к дублированию задач;
- отсутствие конкретного лица, ответственного за конечный результат;
- отсутствие чёткого алгоритма выполнения работы.

Выгоднее рассматривать управление как процесс, так как работа по достижению целей это не единовременное действие, а серия непрерывных взаимосвязанных действий. Эти действия, каждое из которых само по себе является процессом, очень важны для оценки эффективности организации. Такие действия принято назвать управленческими функциями [5]. Каждая управленческая функция тоже представляет собой процесс, так как состоит из серии взаимосвязанных действий. Процесс управления является общей суммой всех функций.

Процессный подход был впервые предложен основоположником школы административного менеджмента А. Файолем. Активное применение этот подход получил в начале 80-х годов и успешно развивается по сегодняшний день. Главным понятием, характеризующим этот подход, является процесс [5].

Процессный подход организации рассматривается не как сочетание отдельных функций, а как совокупность бизнес-процессов, связанных с предназначением организации и целью ее деятельности. Его развитие происходит в несколько стадий:

1. Начальная сеть ключевых бизнес-процессов.
2. Распределение процессов по степени значимости и разработка ориентировочной модели.
3. Обзор всех процессов для последующего выявления проблемных участков с целью их устранения, на основании полученных результатов разрабатывается усовершенствованная модель процесса организации [6].

В основе процессного подхода лежит несколько принципов:

1. Восприятие деятельности как процесса. Все работы, выполняемые в организации, взаимосвязаны между собой и представляют собой совокупность внутренних процессов.
2. Востребованность процесса. У каждого процесса должна быть цель, означающая его востребованность и актуальность для решения основных задач организации. Как правило, в зависимости от контекста, «цель», «намеченный результат» называется «выходом», «продукцией» или «услугой».
3. Документирование процессов. Документирование позволяет стандартизовать процесс, проводить его описание, а также регулирование организации в целом, контроль за исполнением процесса, разработка стандартов и введение принципа прозрачности ответственности [7].

Детальное изучение нормативных документов, регламентирующих деятельность системы, а также анализ служебной деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений ГПС МЧС России, позволили выделить ключевые элементы как при решении задач повседневного, так и оперативного управления. Основные функциональные элементы системы управления типовым пожарно-спасательным подразделением представлены на рисунке 2.

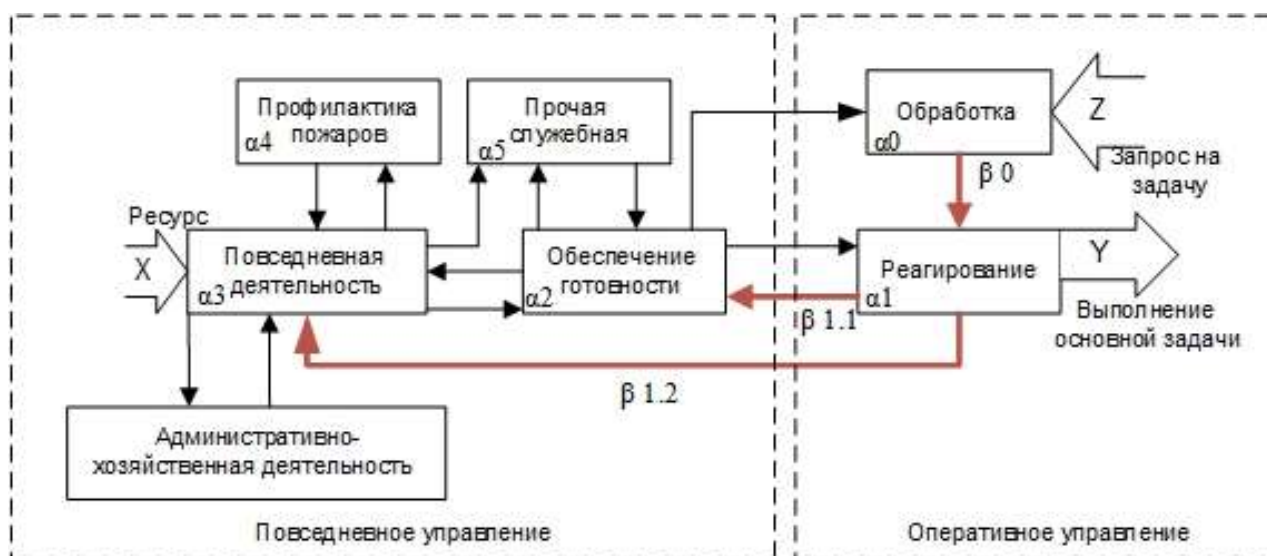


Рис. 2. Основные функциональные элементы системы управления типовым пожарно-спасательным подразделением

При поступлении запроса на выполнение основной задачи, поток управленческих решений и необходимых для этого ресурсов, увеличивается, инициируя возникновения воздействия β_0 на элемент, отвечающий за реагирование α_1 , который, в свою очередь, активирует соответственно элементы $\beta_{1.1}$, $\beta_{1.2}$, влияющий на блоки повседневной деятельности и обеспечения готовности.

Исходя из условий эффективности следует, что ресурсы, используемые элементом системы повседневной деятельности, должны соотноситься с объемом работы основной задачи, которую они обеспечивают. Таким образом, в целях повышения эффективности системы повседневного управления необходимо решение задачи нахождения значения предиката воздействия ($\beta_{1.2}$), возникающего при решении основных задач на объем управленческих воздействий повседневной деятельности (α_3).

Организация делопроизводства и управления документопотоком предприятия является значимым составляющим с точки зрения трудоемкости любой организации. В государственных, бюджетных организациях, учитывая специфику организационной структуры и спектр решаемых задач, роль трудоемкости и значимости данного вида деятельности возрастает многократно.

Особенности деятельности пожарно-спасательного гарнизона предусматривают обращение в процессе их функционирования, достаточных объемов информации, требующих формализации.

Формы документов, обращающихся в деятельности подразделений пожарно-спасательного гарнизона, можно представить в виде системы, основанной на строго определенных и однозначно трактуемых формах. Высокая степень формализации процессов в системе управления пожарно-спасательного гарнизона позволяет проводить оценку интенсивности влияния одного блока на другой по возникающим информационным потокам.

Таким образом, модель поддержки управления повседневной деятельности начальника местного пожарно-спасательного гарнизона, основанная на процессном подходе и оценке элементов системы управления по возникающим информационным потокам, позволяет проводить детерминистическую оценку и определять приоритеты и совокупность правильно выбранных решений при управлении повседневной деятельностью и обеспечению готовности подразделений пожарной охраны к выполнению задач по предназначению.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 08.11.2013 № 1007 (ред. от 19.06.2020) «О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70504674/> (дата обращения: 11.09.2022).

2. Мартинович, Н.В. Особенности оценки служебной деятельности должностных лиц пожарно-спасательных подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России / Н.В. Мартинович, А.А. Мельник, А.В. Антонов, [и др.] // Интернет-журнал Науковедение. – 2016. – Т. 8. – № 6(37). – С. 10.
3. Мартинович, Н. В. Обзор применения методов системного анализа при исследовании деятельности пожарно-спасательных подразделений МЧС России /А.В. Антонов, В.С. Коморовский, Н.В. Мартинович // Школа молодых ученых и специалистов МЧС России – 2015: сборник статей по материалам научно-практической конференции, 22-23 сентября 2015 года, г. Железнодорожск, Красноярского края, года. – Железнодорожск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2015. – С. 174-179.
4. Martinovich, N.V. Functional model of activity of the fire and rescue unit / N.V. Martinovich, A.A. Mel'nik, A.V. Kalach, A.Yu. Akulov // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – P. 012007. – DOI 10.1088/1742-6596/1479/1/01200.
5. Серая, Н. Н. Формальные и неформальные структуры управления трудового коллектива / Н. Н. Серая, А. А. Бойченко, М. В Никишина // В сборнике: Лучшая научно-исследовательская работа 2017 сборник статей XI Международного научно-практического конкурса. – 2017. – С. 161-166.
6. Prokhorova, V.V. Clustering of modern industrial enterprises as a criterion of successful activity / V.V. Prokhorova, V.E. Chernikova, N.N. Novoselova, A.L. Hendon, N.N. Seraya // International Journal of Applied Business and Economic Research. - 2017. - Т. 15. - № 23. - С. 393-402.
7. Серая, Н.Н. Сущность и классификация бухгалтерских рисков / Н.Н. Серая // Вестник Академии знаний. – 2018. – № 3 (26). – С. 341-347.

НЕКОНТРОЛИРУЕМОЕ ГОРЕНИЕ КАК ФАКТОР АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

*Юлтыев Шамиль Рамильевич
Академия гражданской защиты МЧС России*

Аннотация. В работе поднимается актуальная проблема, связанная с необходимостью ликвидации огромного числа несанкционированных свалок, расположенных на территории Российской Федерации. Отмечается стремительное увеличение населения планеты и как следствие возрастает количество различного рода отходов. С течением времени проблема обретает все более острый характер, поскольку происходит разложение смеси мусора, что способствует загрязнению почвы (в результате проникновения в грунт тяжелых металлов), атмосферы (в результате испарения токсичных веществ и материалов), водных ресурсов (в результате образования фильтрата, который растекается на значительные территории, расположенные вблизи несанкционированной свалки). Такое состояние дел негативным образом влияет на состояние окружающей среды и экосистемы планеты в целом. Автором работы проводится математический анализ результатов отбора проб, с целью установления уровня загрязнения геохимической аномалии. В качестве объекта исследования был выбран реально действующий полигон отходов, а материалы обработки были взяты из архивных данных специализированной компании по аналитической работе за период 2013, 2015, 2017, 2019 годы. В ходе анализа было установлено, что наименьшее количество концентрации тяжелых металлов, в частности кадмия (0,01 мг/кг), было обнаружено в 2013 году. Затем этот показатель резко возрастает и к концу отчетного периода достигает значения в 4,2 мг/кг. В период с 2017 по 2019 гг., по другим видам тяжелых металлов резкого увеличения концентрации не зарегистрировано. Отмечено, что огромное количество несанкционированных свалок не внесены в федеральный реестр по ликвидации, а значит финансовое бремя по их ликвидации ложится на дефицитный региональный бюджет, а значит решение рассмотренных выше проблем откладывается на неопределенный срок. Поэтому неудивительно, что последнее время возгорание на свалках является нормальным явлением. Только не учитывается тот факт, что при горении, степень антропогенного загрязнения увеличивается в несколько раз: выделяется метан, способный взаимодействовать с кислородом и образовывать взрывоопасные смеси, бензопирен – особо ядовитый газ, отравляющий все живое в радиусе нескольких километров.

Ключевые слова: горение, фактор воздействия, загрязнение, несанкционированные свалки, полигон.

Согласно статистическим данным количество разнообразных отходов постоянно возрастает, что прямо пропорционально увеличению жителей нашей планеты. Поэтому актуальность темы исследования обусловлена необходимостью проведения постоянного контроля и мониторинга состояния полигонов, санкционированных и несанкционированных свалок, поскольку последние являются источниками отравления окружающей среды, а вместе с этим, негативным последствиям подвергается все живое, включая человека. По официальным данным российского экологического оператора на территории России зарегистрировано около 450 несанкционированных свалок, т.е. мест централизованного использования, на которые годами и десятилетиями свозились биоотходы, нефтеотходы, мусор и др. [1, 2]. В настоящее время по этим объектам проводятся следственные мероприятия, а конечной целью является их закрытие и ликвидация. Однако, в действительности, мест незаконного размещения отходов в 60 раз больше, например, только за 2020 г. было выявлено более 27 тысяч (свалок, навалов мусора), а их отличительными особенностями являются отсутствие [3]:

- барьерной и природоохранной защиты обеспечения чистоты воздуха, поверхностных и подземных вод, прилегающей территории;

- необоснованность выбора места размещения отходов (влияние розы ветров, гидрологических и гидрогеологических режимов);
- размещение бытовых, строительных (промышленных), токсичных, не разлагаемых, инертных и др. отходов.

Результатом трансформации смеси отходов и прохождении эмиссионных процессов, происходит образование техногенной геохимической аномалии, представляющая серьезную опасность для всего живого. Например, при разложении различного рода мусора, обеспечивается сильнейшее глубинное загрязнение почвы и грунта, которые впоследствии становятся непригодными для потенциального использования. При испарении токсичных или инертных материалов загрязняется атмосферный воздух, а образующийся фильтрат способен растекаться на огромные территории, отравляя грунтовые и подземные воды. Как итог, ближайший водоем превращается в токсичное болото и как следствие, теряется источник водоснабжения [4]. Стоит отметить, что геохимическая аномалия в глобальном смысле представляет собой антропогенное воздействие, приводящее к изменению химического состава природных компонентов (рис. 1). Рассматривая основные этапы формирования геохимического загрязнения, можно выделить основные факторы, способствующие процессу загрязнения:

- морфологический состав отходов (компонентный состав свалки, т.е. соотношение упаковки, текстиля, металла, пластика и т.д. в общей массе);
- химический состав отходов (наличие в отходах ядовитых, горючих веществ, тяжелых металлов и т.д.);
- природно-климатические условия (в жарких районах происходит стремительное разложение отходов, увеличивается испаряемость в атмосферу и т.д.);
- геоэкологические условия (устойчивость природной среды ландшафтов сопротивляться антропогенному воздействию).



Рис. 1. Этапы формирования геохимической аномалии

Анализ вышеуказанных факторов позволил установить, что химический состав отходов, содержание концентрации тяжелых металлов (далее - ТМ) в почве (грунте), воде, растениях, прилегающих к несанкционированной свалке, является косвенным методом оценки степени ее опасности. Это связано с тем, что ТМ представляют собой особую группу веществ, сочетающих в себе свойства металлов (полуметаллов) и обладают значительным атомным весом или плотностью, обладают высокой устойчивостью, позволяя им накапливаться и участвовать в круговороте веществ. К ним относятся: Cu, Zn, Hg, Cd, Pb, Sn, Fe, Mn, Ag, Cr, Co, Ni, As [5, 6]. При попадании в почву ТМ способны распределяться, при этом скорость распространения будет зависеть от:

- гранулометрического состава;
- содержания органических веществ;
- химической реакции среды;
- емкости катионного обмена;
- биологического разнообразия;
- климатических условий.

В качестве объекта исследования был выбран действующий полигон, расположенный на территории центрального федерального округа. Предметом исследования являлся анализ динамики изменения степени загрязненности прилегающей территории. Для оценки распределения ТМ и степени их концентрации в почве использовались архивные материалы ФГБУ «Специализированная инспекция аналитического контроля по ЦФО». В соответствии с данными, отбор проб осуществлялся в 2019 г., 2017 г., 2015 г., 2013 г. на расстоянии 10 м от границы полигона. Диаграмма геохимического анализа показала наличие в почве: Pb, Cu, Zn, Ni, Mn, Fe, Cd. Рассчитаем коэффициент концентрации [7, 8] по формуле (1) и наглядно изобразим спектры [9] антропогенной аномалии (рис. 2 - 7):

$$K_{C_i} = C_i / C_{\phi} \quad (1)$$

где C_i - фактическое содержание определяемого вещества в исследуемом объекте;
 C_{ϕ} - фоновое.

Таблица 1. Результаты расчета коэффициента концентрации

Восточная сторона полигона, глубина отбора проб до 20 см			
24.12.2013	05.05.2017	29.06.2017	25.05.2019
$K_{C_{Pb}} = 24,9 / 15 = 1,66$	$K_{C_{Pb}} = 21,3 / 15 = 1,42$	$K_{C_{Pb}} = 21,9 / 15 = 1,46$	$K_{C_{Pb}} = 20,9 / 15 = 1,4$
$K_{C_{Zn}} = 64 / 45 = 1,42$	$K_{C_{Zn}} = 61,2 / 45 = 1,36$	$K_{C_{Zn}} = 41,3 / 45 = 0,92$	$K_{C_{Zn}} = 69,8 / 45 = 1,5$
$K_{C_{Cd}} = 0,25 / 0,12 = 2,08$	$K_{C_{Cd}} = 0,25 / 0,12 = 2,08$	$K_{C_{Cd}} = 0,25 / 0,12 = 2,08$	$K_{C_{Cd}} = 0,25 / 0,12 = 2,08$
$K_{C_{Ni}} = 26 / 30 = 0,86$	$K_{C_{Ni}} = 27,1 / 30 = 0,9$	$K_{C_{Ni}} = 38,8 / 30 = 1,3$	$K_{C_{Ni}} = 24,1 / 30 = 0,8$
$K_{C_{Cu}} = 17,7 / 15 = 1,18$	$K_{C_{Cu}} = 37,1 / 15 = 2,47$	$K_{C_{Cu}} = 31,2 / 15 = 2,08$	$K_{C_{Cu}} = 42,5 / 15 = 2,83$
$K_{C_{Mn}} = 57,5 / 540 = 0,1$	$K_{C_{Mn}} = 540 / 540 = 1$	$K_{C_{Mn}} = 200,4 / 540 = 0,37$	$K_{C_{Mn}} = 395 / 540 = 0,73$
Западная сторона полигона, глубина отбора проб до 20 см			
24.05.2013	05.05.2017	29.06.2017	25.05.2019
$K_{C_{Pb}} = 28,6 / 15 = 1,91$	$K_{C_{Pb}} = 19,2 / 15 = 1,28$	$K_{C_{Pb}} = 19,3 / 15 = 1,29$	$K_{C_{Pb}} = 22,1 / 15 = 1,47$
$K_{C_{Zn}} = 69,7 / 45 = 1,55$	$K_{C_{Zn}} = 66,6 / 45 = 1,48$	$K_{C_{Zn}} = 40,8 / 45 = 0,91$	$K_{C_{Zn}} = 72,2 / 45 = 1,6$
$K_{C_{Cd}} = 0,25 / 0,12 = 2,08$	$K_{C_{Cd}} = 0,25 / 0,12 = 2,08$	$K_{C_{Cd}} = 0,25 / 0,12 = 2,08$	$K_{C_{Cd}} = 0,25 / 0,12 = 2,08$
$K_{C_{Ni}} = 26,6 / 30 = 0,89$	$K_{C_{Ni}} = 24,3 / 30 = 0,81$	$K_{C_{Ni}} = 41,4 / 30 = 1,38$	$K_{C_{Ni}} = 22,7 / 30 = 0,76$
$K_{C_{Cu}} = 18,1 / 15 = 1,21$	$K_{C_{Cu}} = 30,4 / 15 = 2,03$	$K_{C_{Cu}} = 28,5 / 15 = 1,9$	$K_{C_{Cu}} = 38,3 / 15 = 2,55$
$K_{C_{Mn}} = 60,4 / 540 = 0,1$	$K_{C_{Mn}} = 477 / 540 = 0,88$	$K_{C_{Mn}} = 215,5 / 540 = 0,4$	$K_{C_{Mn}} = 376 / 540 = 0,7$

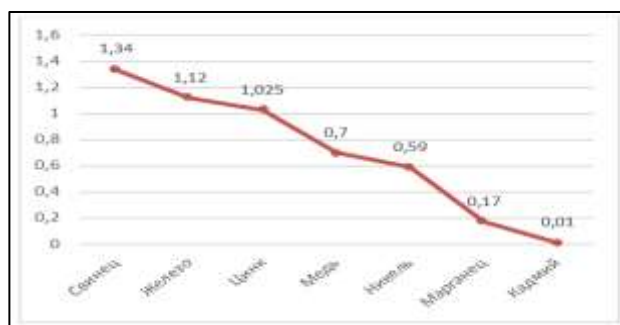


Рис. 2. Концентрация тяжелых металлов с западной стороны 2013 г.

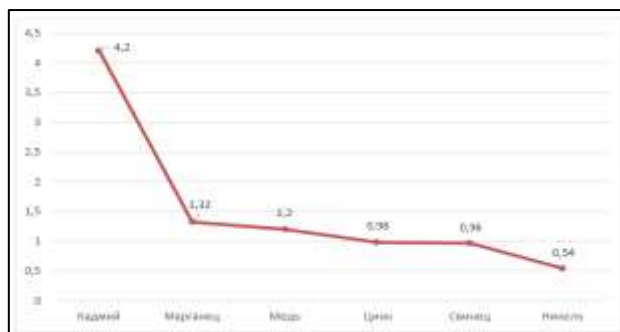


Рис. 3. Концентрация тяжелых металлов с западной стороны 2017 г.

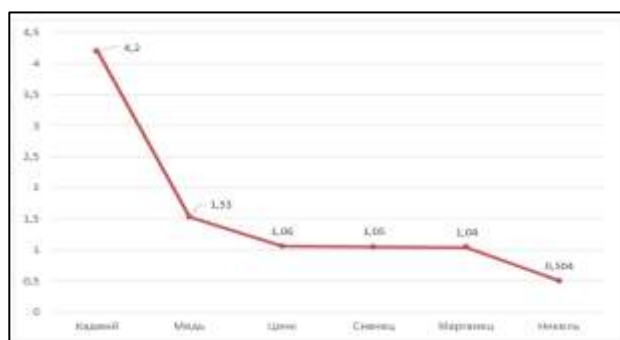


Рис. 4. Концентрация тяжелых металлов с западной стороны 2019 г.

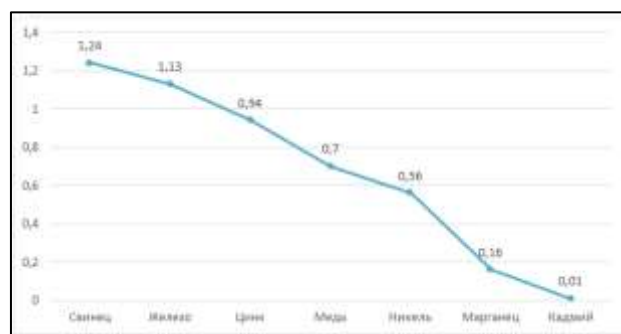


Рис. 5. Концентрация тяжелых металлов с восточной стороны 2013 г.

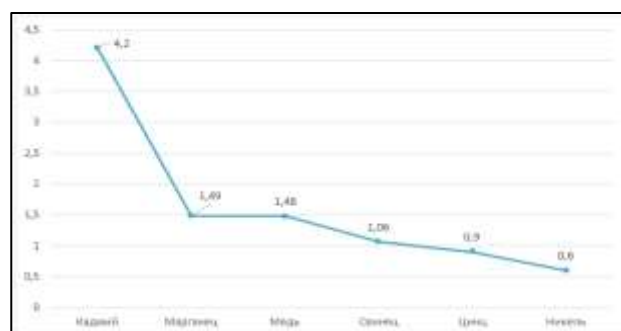


Рис. 6. Концентрация тяжелых металлов с восточной стороны 2017 г.

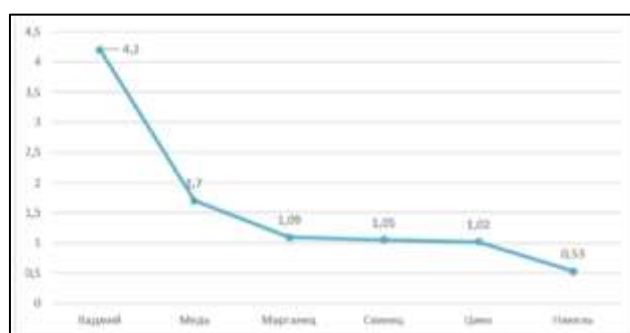


Рис. 7. Концентрация тяжелых металлов с восточной стороны 2019 г.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы и заключения:

- наименьшее загрязнение грунта (почвы) наблюдается в 2013 году, поскольку концентрация кадмия не превышает 0,01 мг/кг,;
- вследствие технологического развития, начиная с 2017 г. до 2019 г. концентрация кадмия резко увеличивается и превышает 4,2 мг/кг;
- в период с 2017-2019 гг. концентрация ТМ остается приблизительно неизменной.

Не менее важным показателем оценки геохимической аномалии является суммарный показатель загрязнения [10 - 12], который можно рассчитать по формуле (2):

$$Z_c = \sum(K_{Ci} + \dots + K_{Cn}) - (n - 1) \quad (2)$$

где Z_c - суммарный показатель загрязнения;

n - число определяемых загрязнителей;

K_{Ci} - коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения.

Суммарный показатель загрязнения по данным на 24 мая 2013 г.:

$$\begin{aligned} Z_c &= \sum(K_{C_{Pb}} + K_{C_{Zn}} + K_{C_{Cd}} + K_{C_{Ni}} + K_{C_{Cu}} + K_{C_{Mn}}) - (6 - 1) = \\ &= (1,66 + 1,42 + 2,08 + 0,86 + 1,18 + 0,1) - 5 = 2,3 \end{aligned}$$

Суммарный показатель загрязнения по данным на 5 мая 2017 г.:

$$\begin{aligned} Z_c &= \sum(K_{C_{Pb}} + K_{C_{Zn}} + K_{C_{Cd}} + K_{C_{Ni}} + K_{C_{Cu}} + K_{C_{Mn}}) - (6 - 1) = \\ &= (1,42 + 1,36 + 2,08 + 0,9 + 2,47 + 1) - 5 = 4,28 \end{aligned}$$

Суммарный показатель загрязнения по данным на 29 июня 2017 г.:

$$\begin{aligned} Z_c &= \sum(K_{C_{Pb}} + K_{C_{Zn}} + K_{C_{Cd}} + K_{C_{Ni}} + K_{C_{Cu}} + K_{C_{Mn}}) - (6 - 1) = \\ &= (1,46 + 0,92 + 2,08 + 1,3 + 2,08 + 0,37) - 5 = 3,21 \end{aligned}$$

Суммарный показатель загрязнения по данным на 25 мая 2019 г.:

$$\begin{aligned} Z_c &= \sum(K_{C_{Pb}} + K_{C_{Zn}} + K_{C_{Cd}} + K_{C_{Ni}} + K_{C_{Cu}} + K_{C_{Mn}}) - (6 - 1) = \\ &= (1,4 + 1,5 + 2,08 + 0,8 + 2,83 + 0,73) - 5 = 4,34 \end{aligned}$$

Западная сторона полигона, глубина 0-20 см.

Суммарный показатель загрязнения по данным на 24 мая 2013 г.:

$$\begin{aligned} Z_c &= \sum(K_{C_{Pb}} + K_{C_{Zn}} + K_{C_{Cd}} + K_{C_{Ni}} + K_{C_{Cu}} + K_{C_{Mn}}) - (6 - 1) = \\ &= (1,91 + 1,55 + 2,08 + 0,89 + 1,21 + 0,1) - 5 = 2,74 \end{aligned}$$

Суммарный показатель загрязнения по данным на 5 мая 2017 г.:

$$\begin{aligned} Z_c &= \sum(K_{C_{Pb}} + K_{C_{Zn}} + K_{C_{Cd}} + K_{C_{Ni}} + K_{C_{Cu}} + K_{C_{Mn}}) - (6 - 1) = \\ &= (1,28 + 1,48 + 2,08 + 0,81 + 2,03 + 0,88) - 5 = 3,56 \end{aligned}$$

Суммарный показатель загрязнения по данным на 29 июня 2017 г.:

$$\begin{aligned} Z_c &= \sum(K_{C_{Pb}} + K_{C_{Zn}} + K_{C_{Cd}} + K_{C_{Ni}} + K_{C_{Cu}} + K_{C_{Mn}}) - (6 - 1) = \\ &= (1,29 + 0,91 + 2,08 + 1,38 + 1,9 + 0,4) - 5 = 2,96 \end{aligned}$$

Суммарный показатель загрязнения по данным на 25 мая 2019 г.:

$$\begin{aligned} Z_c &= \sum(K_{C_{Pb}} + K_{C_{Zn}} + K_{C_{Cd}} + K_{C_{Ni}} + K_{C_{Cu}} + K_{C_{Mn}}) - (6 - 1) = \\ &= (1,47 + 1,6 + 2,08 + 0,76 + 2,55 + 0,7) - 5 = 4,16 \end{aligned}$$

Таким образом, суммарный показатель степени загрязнения и опасности геохимической аномалии является динамическим и с течением времени вырос более чем в 2 раза. Поэтому можно утверждать, что на полигоне происходят процессы, способствующие увеличению количества ТМ в грунте (почве). Очевидным катализатором негативных процессов является неконтролируемое горение [13], которое представляет собой обычное дело для несанкционированных свалок. В этом случае будет сильнейшее химическое загрязнение, в результате воздействия ядовитых и токсичных продуктов пиролиза. При разложении выделяется метан, который способствует поддержанию огня, а при взаимодействии с воздухом образует взрывоопасные смеси. Также, горение отходов сопровождается выделением особо токсичных соединений (бензопирен, формальдегид и др.), т.е. газообразных веществ, разносимых ветром, отравляющих все живое в радиусе нескольких километров.

Подводя итог, хочется отметить, что несанкционированная свалка – источник самого негативного воздействия, а отсутствие денег в региональных бюджетах на их профессиональную ликвидацию, заставляет людей прибегать к самым примитивным способам решения проблемы – сжигание. Однако, такой способ не является панацеей, а в большинстве случаев только усугубляет и без того сложную ситуацию.

Кроме того, никто не задумывается о том, что свалка (полигон) представляет собой некий ресурсный потенциал, который включает в себя: возможность использования земельных ресурсов, переработку вторичного сырья, может выступать как альтернативное топливо. Характерным примером использования такого подхода, является Швеция. Эта европейская страна, перерабатывающая более 99 % собственного мусора и импортирующая около 700 тыс. отходов для нужд перерабатывающей отрасли. Таким образом, проблема наличия несанкционированных свалок — это лишь часть глобальной проблемы Российской Федерации, решить которую можно только путем взаимодействия людей, государства и т.д.

Список литературы

1. Ботоева Н.Б. Аудит антропогенного загрязнения воздушной среды в центральной экологической зоне байкальской природной территории / Н.Б. Ботоева // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2018. – № 9 (115). – С. 9 – 18.
2. Васильев Д.В., Дикарева Н.С., Гераськин С.А. Многолетние исследования популяций сосны обыкновенной из районов с разным уровнем и спектром антропогенного загрязнения / Д.В. Васильев, Н.С. Дикарева, С.А. Гераськин // Тенденции развития науки и образования. 2020. – № 64-1. – С. 81-88.
3. Педько А.Д. Антропогенное загрязнение почв / А.Д. Педько // Студенческий вестник. 2021. – № 7-2 (152). – С. 62-63.
4. Танасова А.С., Зайцев И.В. Влияние антропогенного загрязнения вод металлами на здоровье населения индустриально-нагруженного региона / А.С. Танасова, И.В. Зайцев // Тенденции развития науки и образования. 2016. – № 14-3. – С. 40-42.
5. Hardoy, J. E., & Satterthwaite, D. (1991). Environmental problems of Third World cities: a global issue ignored? *Public Administration and Development*, 11(4), 341-361.
6. Hammer, M. S., Swinburn, T. K., & Neitzel, R. L. (2013). Environmental noise pollution in the United States: developing an effective public health response. *Environmental Health Perspectives*, 122(2), 115-119.
7. Genc, M., Genc, T., Ergenc, M., & Erkuz, N. (2016). Environmental problem perception of 6th grade students. *World Journal of Environmental Research*, 6(1) 14-24.
8. Королёв Д.С., Вытовтов А.В. Способ совершенствования систем, обеспечивающих снижение пожарной и промышленной опасности / Д.С. Королёв, А.В. Вытовтов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2022. – № 2. – С. 35-44.
9. Королев Д.С. Экосистема пожарной безопасности и способы ее развития / Д.С. Королев // Техносферная безопасность. 2021. – № 2 (31). – С. 3-10.
10. Demirbas, M., & Pektas, H. M. (2009). Cogentin students chabang problem with associated basic concepts of reality doze negative education. *Faculty of Electronics and Mathematics Training Magazine*, 3(2), 195-211.
11. Селезнев В.А. Методика оценки и анализа антропогенной нагрузки на реки от точечных источников загрязнения / В.А. Селезнев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2021. – Т. 23. № 5 – (103). – С. 135-143.
12. Злобина Н.Ю., Коношина С.Н. Антропогенное загрязнение биосферы тяжелыми металлами и способы его предотвращения / Н.Ю. Злобина, С.Н. Коношина // Сетевой научный журнал ОрелГАУ. 2015. – № 1 (4). – С. 69-72.
13. Алтунина Л.К., Сваровская Л.И., Алексеева М.Н., Ященко И.Г. Комплексная оценка антропогенного загрязнения нефтедобывающих территорий западной Сибири / Л.К. Алтунина, Л.И. Сваровская, М.Н. Алексеева, И.Г. Ященко // Нефтехимия. 2014. – Т. 54. – № 3. – С. 235.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНТЕЙНЕРА С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

*Иванов Сергей Александрович,
Сибирский федеральный университет*

*Кулагина Татьяна Анатольевна
д-р. техн. наук, профессор, Сибирский федеральный университет
Политехнический институт*

Аннотация. Описана современная система обращения с радиоактивными отходами, произведён расчёт радиационных характеристик контейнера при ненарушенной защите и при термическом разрушении стенок контейнера под воздействием факторов пожара. Сделаны выводы о степени безопасности персонала, задействованного при тушении пожара и ликвидации последствий аварии.

Ключевые слова: пожар, радиоактивные отходы, контейнер, мощность дозы.

Современное положение дел

Современная система обращения с радиоактивными отходами (РАО) предполагает использование невозвратных защитных контейнеров (НЗК), изготовленных из железобетона. Использование таких контейнеров вполне обосновано как с точки зрения безопасности, так и экономически.

Контейнеры предназначены для размещения, транспортирования, длительного хранения и окончательного размещения твердых радиоактивных отходов (ТРО) и позволяют размещать любые виды РАО, кроме высокоактивных. Такие контейнеры обладают необходимой для перевозки РАО механической прочностью, герметичностью, огне- и термостойкостью и радиационной защитой [1].

Транспортирование и погрузка контейнеров с ТРО осуществляется организацией, которая имеет специальную лицензию, в соответствии с действующими правилами безопасности.

Погрузка контейнеров в спецавтомобиль производится в заднюю часть кузова таким образом, чтобы в кабине допустимая мощность излучения не превышала 12 мкЗв/ч. В процессе загрузки производится радиационный контроль. Контейнеры транспортируются от мест загрузки на полигоны окончательного размещения, находящиеся иногда в нескольких десятках километров. На любом из этапов обращения с контейнерами может произойти авария, в том числе связанная с пожаром. В данном контексте крайне актуально заранее оценить параметры безопасности, в основном связанные с радиационным воздействием на персонал, задействованный в ликвидации аварии при различных последствиях вплоть до полного разрушения радиационно-защитных барьеров [2].

Термическое разрушение бетонного контейнера

Несмотря на то, что бетон – пожаробезопасный и огнестойкий материал, он подвержен воздействию высоких температур. Кратковременное термическое воздействие не способно привести к изменению прочностных характеристик материала, но продолжительное термическое воздействие может привести к их повреждению. При температуре в двести пятьдесят градусов бетон теряет свою прочность примерно на двадцать пять процентов, однако температура в пределах пятисот градусов приводит к полному его разрушению.

Бетонный состав, горючесть которого низкая, имеет повышенную прочность и стойкость к температурным воздействиям, но может разрушиться и потерять свои прочностные характеристики как при пожаре, так и неправильном обращении в нагретом состоянии. Таким образом, резкое увлажнение или охлаждение в нагретом состоянии влечет за собой образование трещин и разрушений,

которые не поддаются устранению, а также ослабеванию арматурной конструкции, служащей для укрепления бетона [3].

Способы определения радиационных параметров

Одним из вариантов обращения с твердыми радиоактивными отходами является их размещение в защитных контейнерах для длительного хранения. При этом большое значение имеет оптимизация радиационной защиты контейнера, которая определяется как инструментально, так и с использованием расчетных методик.

Для определения мощности дозы γ -излучения от различных источников на поверхности защитного контейнера применялась упрощённая методика расчётов использующая консервативный подход.

В данной работе приведены результаты моделирования контейнера НЗК с радиоактивными отходами. Контейнер изготовлен из бетона М550 и используется для хранения радиоактивных изотопов (цезий-134, 137; хром-51; железо-59; марганец-54; кобальт-58, 60; стронций-90; цирконий-95; ниобий-95). Горизонтальный разрез контейнера приведён на рисунке 1, характеристики контейнера приведены в таблице 1 [4].

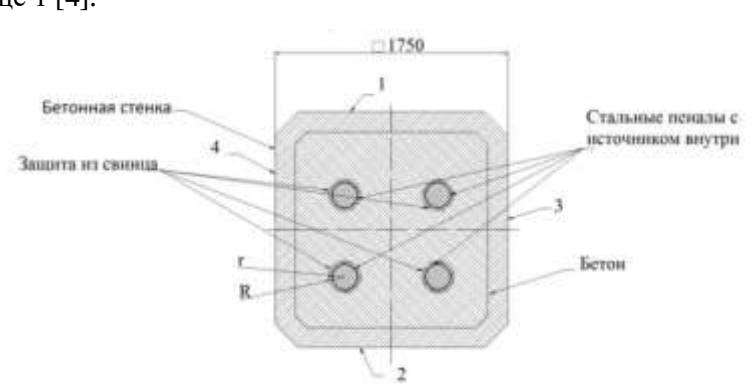


Рис. 1. Схема горизонтального разреза контейнера: 1, 2, 3, 4 – номера боковых граней куба, r – радиус пениала с наполнителем, R – внешний радиус цилиндрической свинцовой защиты

Таблица 1. Характеристики бетонного контейнера

Параметр	Единицы измерения	Значение параметра
Масса незаполненного контейнера	т	5,2
Масса корпуса	т	4
Масса крышки	т	0,99
Масса замкового соединения	т	0,1
Масса загруженного контейнера	т	7,2
Габаритные размеры, длина×ширина×высота	мм	1750×1750×1340
Внутренние размеры контейнера, длина × ширина × высота	мм	1430×1430×960
Внутренний объем	м ³	1,9
Толщина днища корпуса	мм	150
Толщина стенок корпуса	мм	150
Толщина крышки	мм	220
Объем полости под замковое соединение	м ³	0,05

Целью данного исследования является определение параметров радиационной безопасности контейнера с ТРО при воздействии на него факторов пожара и в частности при частичном разрушении стенок контейнера, являющихся радиационной защитой [5].

Для определения необходимых параметров использовали расчетную модель, изображённую на рисунке 2, представляющую собой точечный изотропный источник за защитой на определённом расстоянии от точки детектирования [6]. Такая модель консервативно учитывает факторы радиационного воздействия на персонал осуществляющий ликвидацию последствий аварии, в том числе, связанной с термическим воздействием на контейнер (тушение пожара).

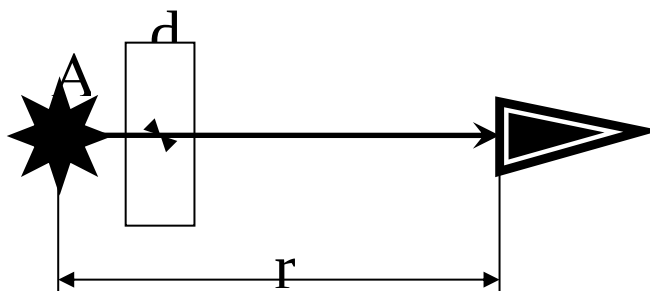


Рис. 2. Схема для расчета поля излучения точечного изотропного источника за защитой

Расчёт производили по формуле 1.

$$H = \frac{A \times \Gamma \times e^{-\mu d}}{r^2} \quad (1)$$

где Н – мощность эквивалентной дозы мкЗв/ч;

А – активность радионуклида Бк;

Г – гамма-постоянная;

г – расстояние от источника излучения;

μ – линейный коэффициент ослабления для материала защиты;

d – толщина защиты, см.

Для определения активности, как исходные в расчётах использовали данные, приведённые в таблице 2.

Таблица 2. Активность твёрдых радиоактивных отходов

Категория отходов	Удельная активность, кБк/кг			
	Тритий	бета-излучающие радионуклиды	альфа-излучающие радионуклиды	Трансурановые радионуклиды
Твердые отходы				
Очень низкоактивные	до 10^7	до 10^3	до 10^2	до 10^1
Низкоактивные	от 10^7 до 10^8	от 10^3 до 10^4	от 10^2 до 10^3	от 10^1 до 10^2
Среднеактивные	от 10^8 до 10^{11}	от 10^4 до 10^7	от 10^3 до 10^6	от 10^2 до 10^5
Высокоактивные	более 10^{11}	более 10^7	более 10^6	более 10^5

Необходимо отметить, что в железобетонных контейнерах размещаются все виды представленных в таблице радиоактивных отходов кроме высокоактивных. Самыми вредоносными из них с точки зрения внешнего облучения являются, содержащие бета-излучающие радионуклиды, для расчётов использовался самый опасный из них Cs^{137} .

Для оценки величины радиационного воздействия на персонал использовали данные приведённые в таблице 3 [7].

Таблица 3. Основные пределы доз

Нормируемые величины	Пределы доз		
	Персонал группы А	Персонал группы Б	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год	5 мЗв в год	1 мЗв в год

Персонал, задействованный в тушении пожара вполне можно отнести к персоналу группы Б поскольку пожарные непосредственно не работают с источником радиоактивного излучения, а находятся в зоне их воздействия. Результаты расчётов приведены на рисунке 3.

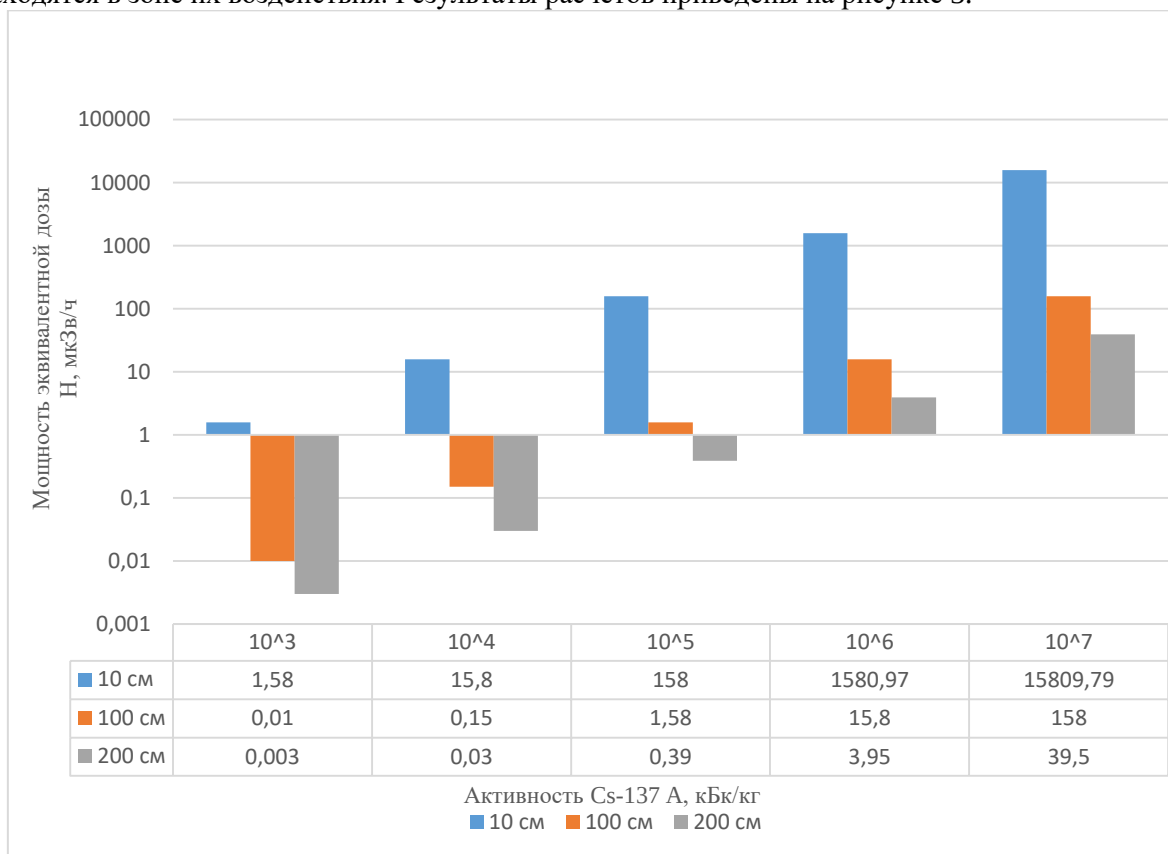


Рис. 3. График зависимости мощности эквивалентной дозы H от активности радионуклида и расстояния до точки детектирования за защитой

Результаты расчётов ожидаемо показывают, что наиболее опасные мощности дозы возникают при максимальных активностях радиоактивного содержимого контейнера вплотную от него. На расстоянии свыше одного метра мощности дозы значительно ниже.

Однако, при тушении пожара в результате воздействия на разогретый бетон холодной воды последний может растрескиваться вплоть до полного разрушения, таким образом, обнажая радиоактивное содержимое контейнера.

Для учёта таких последствий была выполнена вторая итерация расчётов по формуле 2.

$$H = \frac{A \times \Gamma}{r^2} \quad (2)$$

где H – мощность эквивалентной дозы мкЗв/ч;

A – активность радионуклида Бк;

Г – гамма-постоянная;

r – расстояние от источника излучения.

Схема расчётной модели приведена на рисунке 4.

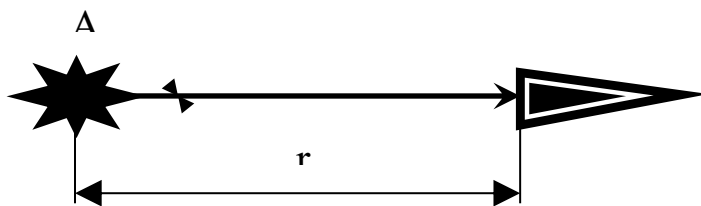


Рис. 4. Схема для расчета поля излучения точечного изотропного источника без защиты

Результаты расчётов приведены на рисунке 5.

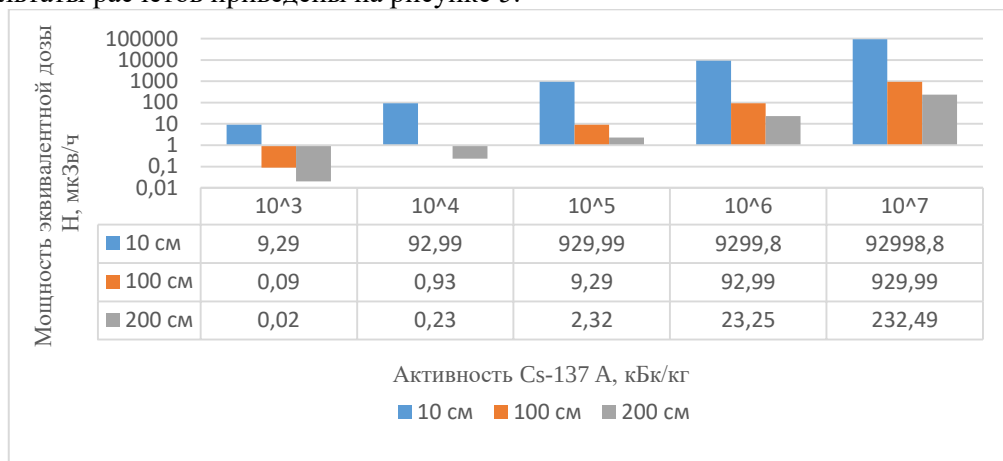


Рис. 5. График зависимости мощности эквивалентной дозы H от активности радионуклида и расстояния до точки детектирования без защиты

Из полученных данных видно, что радиационные характеристики по всем расчётным точкам увеличились практически на порядок.

Результаты показывают, что даже при максимальных активностях работа на расстоянии более 1 м от контейнера практически безопасна в зависимости от того разрушен внешний защитный слой или нет на протяжении от 2,5 до 25 часов соответственно.

Необходимо отметить, что данный вывод будет верным лишь при условии использования защитных средств, в том числе средств защиты органов дыхания.

В заключении хотелось бы отметить, что при термическом разрушении биологической защиты контейнера, гамма излучение на расстоянии достаточном для производства работы по тушению пожара без существенного ограничения по времени, не создаёт опасных доз и не является критичным для здоровья персонала.

Список литературы

1. Безопасность жизнедеятельности/ Под ред. С. В. Белова. – 3-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2001. – 485с.
2. Санитарные правила по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиационных материалов, СанПиН 2.6.1.1281-03.
3. Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов, НП-053-04.
4. Обеспечение безопасности при транспортировании радиоактивных материалов, РБ-039-07.
5. Радиация. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. – М.: Мир, – 79с., ил.
6. Ахмедзянов В.Р., Лашёнова Т.Н. «Обращение с радиоактивными отходами» [Текст]. – М.: Энергия, 2008. – 210 с.
7. ГОСТ Р 50996-96. Сбор, хранение, переработка и захоронение радиоактивных отходов. Термины и определения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1997. – С. 31.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

Пожаркова Ирина Николаевна
канд. техн. наук, доцент

Слепов Александр Николаевич

Трояк Евгений Юрьевич
канд. пед. наук

Горбунов Александр Сергеевич
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье представлено исследование, посвященное перспективам использования технологий виртуальной реальности для изучения признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования. Цель – оценка эффективности предлагаемой методики развития компетенций, необходимых для осуществления дознавателями процессуальных действий на месте пожара. В статье поэтапно описан процесс создания тренажера, предназначенного для визуального обследования места происшествия в виртуальном пространстве с изучением виртуальных копий различных экземпляров электрических приборов и оборудования, как имеющих признаки аварийной работы, так и без них. Также представлена методика использования разработанного виртуального тренажера для подготовки дознавателей. Проведена экспериментальная оценка эффективности предлагаемой технологии.

Ключевые слова: виртуальная реальность, аварийные режимы, осмотр места происшествия.

Принятие решений об изъятии вещественных доказательств с места происшествия, в частности, участков кабелей и проводов, электрических соединений, приборов, для последующей экспертизы производится на основании предварительного визуального исследования, в том числе, выявления признаков аварийной работы электрооборудования [1]. При этом, их адекватность в значительной степени определяется практическими навыками дознавателей. Формирование и развитие соответствующих компетенций осложняется необходимостью создания, а также хранения обширной базы электрических приборов и оборудования с признаками аварийных режимов, приводящих к пожару. В [2] для решения данной проблемы была предложена методика использования технологий виртуальной реальности (VR) в образовательном процессе подготовки дознавателей, которая позволяет сократить число образцов вещественных объектов, изъятых с места пожара, за счет замены их виртуальными копиями.

На базе ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России была проведена разработка виртуального тренажера [3], который реализует предложенную в [2] технологию. Для создания соответствующего программно-аппаратного комплекса были решены следующие задачи:

1. Формирование виртуального пространства места происшествия. В рамках данного этапа также была произведена разработка виртуальных туров по различным местам пожаров (в частности, торгово-развлекательный центр в г. Кемерово, кафе «Broadway» в г. Железногорске) с организацией свободного удаленного доступа к ним, в том числе для проведения дистанционных занятий по осмотру места пожара, через сайт Сибирской пожарно-спасательной академии [4]. Для решения данной задачи используются панорамные снимки, сделанные на месте пожара, программная среда Pano2VR [5], а также программный комплекс разработки трехмерной компьютерной графики Blender [6].

2. Создание виртуальных копий электрических приборов и оборудования, как с наличием признаков аварийных режимов работы, так и без них. Для решения данной задачи используется 3D-сканер Range Visio Neo [7], который позволяет получать трехмерные изображения предметов, изъятых с места пожара, и программная среда разработки трехмерной компьютерной графики Blender.
3. Создание виртуального полигона, представляющего собой набор виртуальных пространств, соответствующих определенному месту происшествия. В каждом из них размещаются виртуальные копии различных предметов. Кроме того, полигон дополняется виртуальным пространством лаборатории пожарно-технических экспертиз, на стендах которой располагаются предметы, изъятые с места пожара и доступные для более детального изучения, в том числе с использованием информационных окон, содержащих дополнительные данные (инструкции, комментарии, подсказки) в текстовом виде. Для решения данной задачи используется программная платформа Unity3D [8].
4. Создание и размещение в пространстве виртуального полигона управляющих и информационных элементов. Для решения данной задачи используется язык программирования C# [9].

Построенный таким образом виртуальный тренажер реализует следующие основные функции:

1. Перемещение по виртуальному пространству полигона (рис. 1).

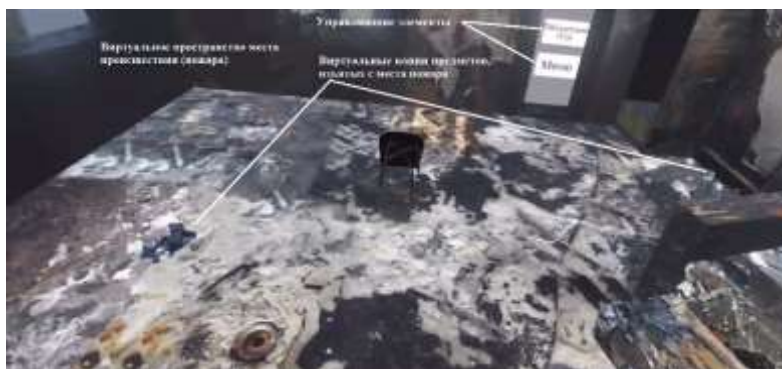


Рис. 1. Общий вид виртуального полигона. Источник: составлено авторами

2. Проведение осмотра (изменение точки обзора, приближение заданного фрагмента виртуального пространства) места происшествия (рис. 1).
3. Захват, вращение, приближение, разборка при помощи манипулятора виртуальных копий электрических приборов и оборудования (рис. 2-3), а также их осмотр для выявления признаков аварийных режимов работы.



Рис. 2. Визуализация манипуляции с виртуальной копией распределительной коробки.

Источник: составлено авторами.



Рис. 3. Визуализация манипуляции с виртуальной копией фена. Источник: составлено авторами.

4. Вызов окон с дополнительной информацией по выбранному объекту (рис. 4).

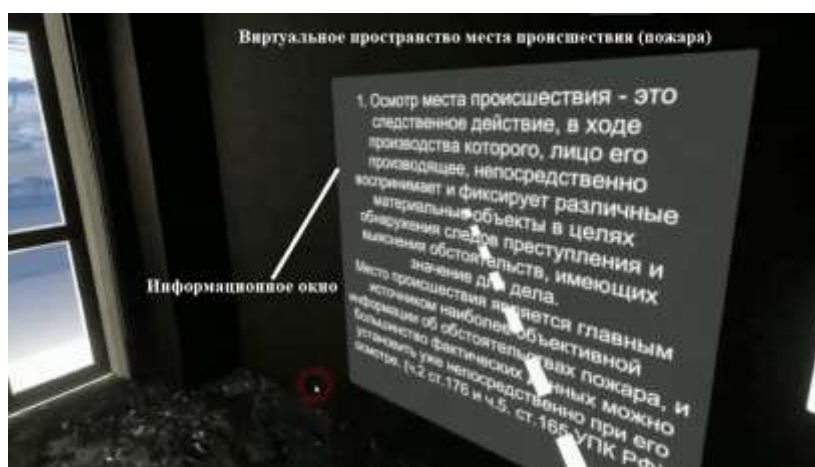


Рис. 4. Визуализация информационного окна в виртуальном пространстве тренажера.

Источник: составлено авторами.

Функционирование виртуального тренажера поддерживает два режима работы: обучающий и контрольный. В первом режиме доступна функция вызова окон, которые содержат инструкции, подсказки, комментарии и прочую учебную информацию. Во втором режиме осуществляется проверка правильности проведения процессуальных действий на месте происшествия при расследовании пожара: выявление места очага пожара, определение аварийного режима работы электрических приборов и оборудования. А потому, при этом, возможен вызов окон, содержащих только ту информацию, которую специалист способен получить самостоятельно во время соответствующего визуального исследования.

Использование разработанного виртуального тренажера для подготовки дознавателей заключается в проведении практических занятий с погружением в виртуальное пространство места происшествия, осуществлении в нем необходимых процессуальных действий, в том числе определении вещественных доказательств для изъятия и последующей экспертизы. На рис.5 представлен общий вид помещения, предназначенного для выполнения соответствующих практических заданий.

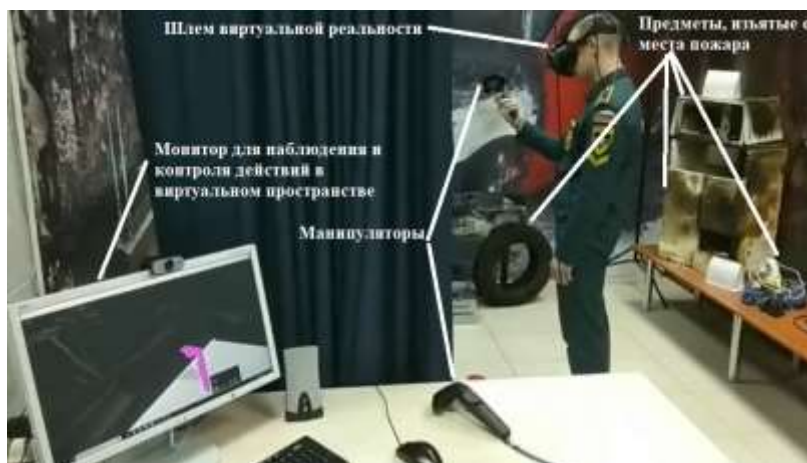


Рис. 5. Общий вид помещения для проведения занятий с использованием виртуального тренажера.

Источник: составлено авторами.

Оценка эффективности разработанного виртуального тренажера производилась на основе методики [10]. Для чего было сформировано две группы из обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность». Первая группа в рамках практикумов по дисциплине «Расследование пожаров» выполняла задание по осмотру места происшествия в традиционной форме (без виртуального тренажера), вторая – как с использованием виртуального тренажера, так и без него. Эффективность формирования и развития компетенций, необходимых для проведения визуальных осмотров места пожара с выявлением признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования, производилась на основе сравнительного анализа результатов выполнения соответствующего итогового задания. При этом, каждая из групп выполняла его без использования виртуального тренажера – на базе вещественных доказательств, изъятых с места пожара. Основные характеристики групп обучающихся, а также результаты прохождения входной аттестации и выполнения итогового задания представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты оценки эффективности виртуального тренажера

Наименование группы		Группа №1	Группа №2
Численность группы		41	40
Форма проведения практических занятий по осмотру места пожара		Традиционная	Традиционная + Виртуальный тренажер
Входная аттестация	Доля оценок "3", %	44	45
	Доля оценок "4", %	29	28
	Доля оценок "5", %	27	28
	Значение критерия Пирсона ($\alpha=0,05$)/Пороговое значение	0,031/5,991	
	Вывод о существенности различий	различия несущественны	
Итоговое задание	Доля оценок "3", %	46	20
	Доля оценок "4", %	29	43
	Доля оценок "5", %	24	38
	Значение критерия Пирсона ($\alpha=0,05$)/Пороговое значение	6,332/5,991	
	Вывод о существенности различий	различия существенны	

Источник: составлено авторами

Как видно из данных, представленных в таблице 1, при несущественном, согласно критерию Пирсона, различии между группами результатов входной аттестации, качество выполнения итогового задания у второй группы, которая занималась с использованием виртуального тренажера, значительно [10] выше по сравнению с первой. Полученные результаты говорят об эффективности применения технологий виртуальной реальности для формирования и развития компетенций, необходимых для

проведения предварительного визуального исследования электрических приборов и оборудования на месте пожара и выявления признаков аварийных режимов их работы.

Эффективность применения разработанного виртуального тренажера в учебном процессе объясняется дополнением натуральных занятий виртуальным экспериментом с обеспечением доступа, в том числе и удаленного, обучающихся к обширной базе виртуальных копий электрических приборов и оборудования с признаками аварийных режимов, приводящих к пожару. Стоит отметить, что проведенное исследование не раскрывает всей полноты возможностей технологий виртуальной реальности для повышения качества подготовки специалистов пожарно-технического профиля в образовательных организациях МЧС России.

Список литературы

1. Чешко И.Д., Плотников В.Г. Анализ экспертных версий возникновения пожара. В 2-х книгах. СПбФ ФГУ ВНИИПО МЧС России, Т. 1 – СПб: Береста, 2010. – 708 с.
2. Пожаркова И.Н., Трояк Е.Ю., Слепов А.Н., Горбунов А.С. Разработка виртуального тренажера исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2022, №3. – С.48-54.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021680890 Российская Федерация. Программа осмотра места пожара и изучения очаговых признаков в виртуальной среде: заявка № 2021680625 от 16.12.2021 / Слепов А. Н., Кукотенко А. В., Пожаркова И. Н., Трояк Е. Ю.
4. Хранилище виртуальных туров // Сервер ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. URL: <http://t3d.sibpsa.ru/#main> (дата обращения: 17.10.2022).
5. Cao K. Development and Design Case Function Comparison of Panoramic Roaming System of Virtual Museum Based on Pano2VR // Mobile Information Systems. – 2022. – Т. 2022.
6. Hendriyani Y., Amrizal V. A. The Comparison Between 3D Studio Max and Blender Based on Software Qualities // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – Т. 1387. – №. 1. – С. 012030.
7. Barszcz M., Montusiewicz J., Pańnikowska-Łukaszuk M., Sałamacha A. Comparative analysis of digital models of objects of cultural heritage obtained by the “3D SLS” and “SfM” methods // Applied Sciences. – 2021. – Т. 11. – №. 12. – С. 5321.
8. Li C. Y., Tang B. H. Research on the application of AR technology based on Unity3D in education // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – Т. 1168. – №. 3. – С. 032045.
9. Li X. A System Integrated with C# Programing and Real-Time 3D Observation for Learning Virtual Reality Technology // Open Journal of Social Sciences. – 2019. – Т. 7. – №. 03. – С. 127.
10. Afyouni S., Smith S. M., Nichols T. E. Effective degrees of freedom of the Pearson's correlation coefficient under autocorrelation // NeuroImage. – 2019. – Т. 199. – С. 609-625.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЖАРНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Пожаркова Ирина Николаевна

канд. техн. наук, доцент, Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье представлены результаты исследования, цель которого заключается в оценке эффективности использования пожарных роботов для защиты объектов теплоэнергетического комплекса. Обоснована необходимость охлаждения строительных конструкций в зданиях, которые отличаются значительными объемами внутренних помещений, а также высокой пожарной нагрузкой: топливо, смазочные материалы, при разливе и возгорании которых возможно быстрое развитие пожара, характеризующегося высокой температурой. Описана методика имитационного моделирования струи из ствола пожарного робота посредством представления ее в виде последовательности стационарных источников огнетушащего вещества, включаемых и отключаемых в соответствующие моменты времени. Поэтапно представлен процесс оценки эффективности использования пожарных роботов для охлаждения строительных конструкций на основе разработанных методики и программного обеспечения. Приведены результаты математического моделирования динамики пожара в машинном отделении ТЭЦ с использованием роботизированных установок пожаротушения и без них.

Ключевые слова: пожарные роботы, математическое моделирование, вычислительная гидродинамика, CFD, FDS.

Пожарные роботы в настоящее время являются одним из наиболее эффективных средств противопожарной защиты, которые позволяют производить тушение пожара или охлаждение несущих строительных конструкций, предотвращая их перегрев и обрушение, без непосредственного присутствия в людей в зоне действия опасных факторов пожара [1]. Подобные решения, зачастую, используются в составе комплексных систем обеспечения пожарной безопасности зданий, которые отличаются значительными объемами внутренних помещений, а также высокой пожарной нагрузкой: топливо, смазочные материалы, при разливе и возгорании которых возможно быстрое развитие пожара, характеризующегося высокой температурой, что в свою очередь может привести к перегреву и обрушению строительных конструкций. К таким зданиям, в частности, относятся объекты транспортной инфраструктуры (авиационные ангары), теплоэнергетического комплекса (машинные залы ТЭЦ, АЭС) [2] и т.д.

Оценка эффективности средств противопожарной защиты, зачастую, осложняется отсутствием возможности проведения натурных испытаний в широком диапазоне возможных сценариев пожара на защищаемом объекте. Одним из решений данной проблемы является имитационное моделирование на основе методов вычислительной гидродинамики (CFD) [3], которое позволяет с достаточно высокой точностью оценить динамику распространения опасных факторов пожара как с использованием средств противопожарной защиты, так и без них. Однако эффективные и широко распространенные программные средства, предназначенные для моделирования пожара с использованием методов вычислительной гидродинамики [3], на базе FDS [4], не имеют встроенных средств имитации движения струи из ствола пожарного робота по защищаемым поверхностям, т.к. их функциональные возможности в этой области ограничены в основном стационарными решениями, которые включаются/отключаются на основании управляющего сигнала. При этом, пожарные роботы, работающие по заданному алгоритму, могут оказывать существенное влияние на динамику пожара. И если для имитационного моделирования систем обеспечения пожарной безопасности, использующих подобные решения на относительно небольших в геометрическом смысле объектах можно использовать их имитацию на основе соответствующих стационарных элементов, т.к.

характеристики, влияющие на распространение опасных факторов пожара, меняются при этом в незначительных пределах, то применение такого подхода в помещениях большого строительного объема, например машинных залах объектов теплоэнергетического комплекса, может значительно исказить результаты оценки эффективности.

Как показано в [5], имитационную модель движения струи из ствола пожарного робота по заданному алгоритму при тушении пожара или охлаждении строительных конструкций можно представить в виде последовательности стационарных источников огнетушащего вещества, включаемых и отключаемых в соответствующие моменты времени, что позволяет обеспечить высокую точность моделирования динамики пожара с учетом использования инновационных средств противопожарной защиты.

Для имитации работы пожарного робота при моделировании пожара, а также последующего анализа полученных результатов, согласно методике, представленной в [5], используется специализированное программное обеспечение [6]. В рамках исследования, которому посвящена данная статья, была произведена оценка эффективности использования пожарных роботов для охлаждения строительных ферм при пожаре в машинном отделении здания ТЭЦ при повреждении масляной системы смазки турбины Тп-100/110-8.8, разливе масла и его возгорании. Общая площадь пожара при этом составляет 234 кв.м. Ниже представлены основные этапы моделирования динамики пожара с учетом средств противопожарной защиты.

1. Построение трехмерной модели машинного отделения ТЭЦ. Данная операция может выполняться с использованием входного языка FDS-ядра, либо сторонних приложений, позволяющих строить модель здания в графическом режиме, например, Pyrosim [7] и т.п. Модель машинного отделения ТЭЦ представлена на рис. 1.

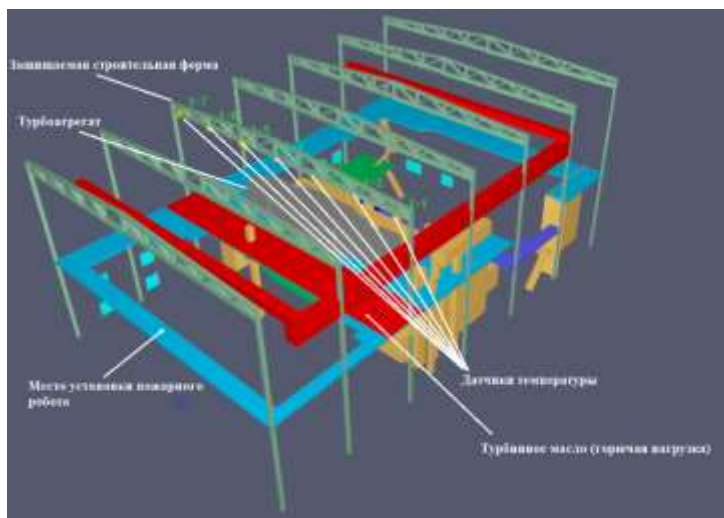


Рис. 1. Трехмерная модель машинного отделения. Источник: составлено автором.

Также проводится настройка параметров моделирования FDS-ядра:

- Задание горючей нагрузки (турбинное масло) и ее характеристик;
- Реакций, происходящих при горении турбинного масла;
- Размещение датчиков, регистрирующих температуру в различные моменты времени, вдоль охлаждаемой при помощи пожарного робота строительной фермы;
- Время моделирования (12 минут = 720 секунд).

2. Моделирование работы пожарного робота по заданному алгоритму производится в специализированном программном обеспечении [6] путем решения следующих задач:

- Импорт геометрии защищаемой области из FDS-модели машинного зала (рис. 2);
- Установка координат расположения пожарного робота в пространстве машинного зала;

- Установка основных рабочих параметров пожарного робота (рабочее давление, выходной диаметр сопла, расход огнетушащего средства, диапазон изменения угла возвышения, диапазон изменения угла поворота относительно вертикальной оси);
- Построение траекторий струй по всем диапазонам рабочих параметров (рис. 2);
- Оценка попадания защищаемых элементов машинного зала в построенную область покрытия пожарного робота (рис. 2).

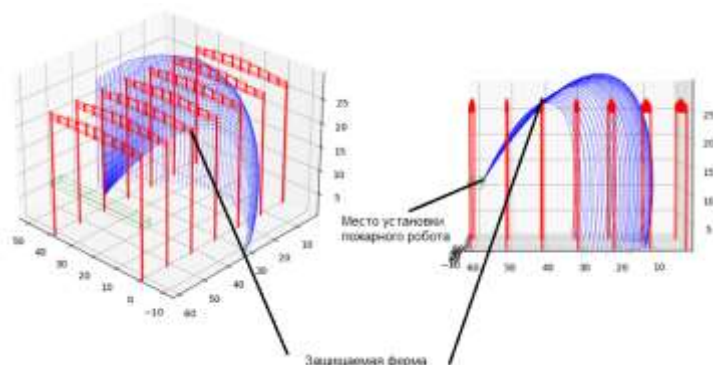


Рис. 2. Оценка попадания охлаждаемой строительной фермы в зону покрытия пожарного робота.

Источник: составлено автором.

3. Генерация кода, имитирующего движение струи пожарного робота на языке FDS, производится при определенных в предыдущем пункте рабочих параметрах, в том числе, диапазонов изменений углов. Кроме того, задаются следующие значения:

- Количество расчетных точек (количество стационарных элементов ядра FDS, имитирующих движение струи);
- Модельное время начала и окончания работы робота (ноль соответствует времени начала пожара);
- Продолжительность периода одного цикла работы пожарного робота;
- Начальный индекс элементов FDS.
- Каждый элемент в FDS имеет уникальный идентификатор, являющийся его порядковым номером, поэтому для исключения конфликтов с уже созданными в ядре FDS объектами, необходимо задать индекс, начиная с которого будут генерироваться идентификаторы, создаваемых стационарных источников огнетушащего средства.

На рис. 3. Представлен сгенерированный согласно алгоритму работы пожарного робота график движения струи вдоль защищаемого элемента.

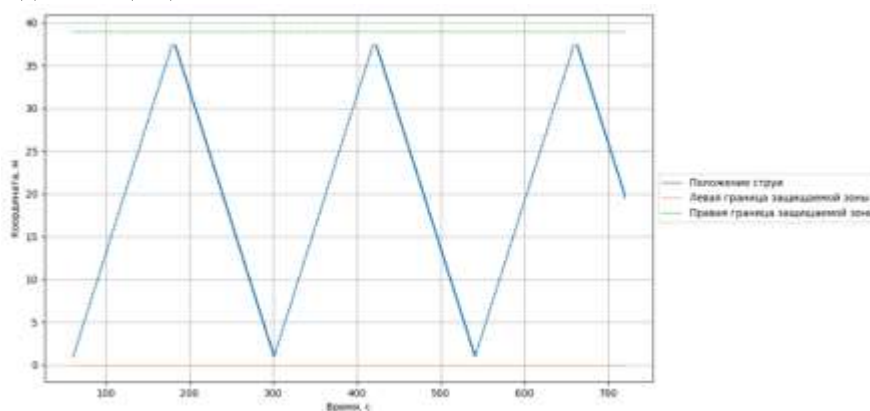


Рис. 3. График движения струи вдоль защищаемого элемента. Источник: составлено автором.

4. Моделирование пожара с учетом работы пожарного робота на основе ядра FDS производится после загрузки сгенерированного кода в основной FDS-файл [8] исследуемого здания. Если для

моделирования используется надстройка, реализующая графический интерфейс, например, Pyrosim [7], то сгенерированный код копируется в поле «Дополнительные записи».

На рис. 4 представлена визуализация моделирования пожара в машинном зале ТЭЦ с учетом использования охлаждения строительных ферм пожарным роботом.

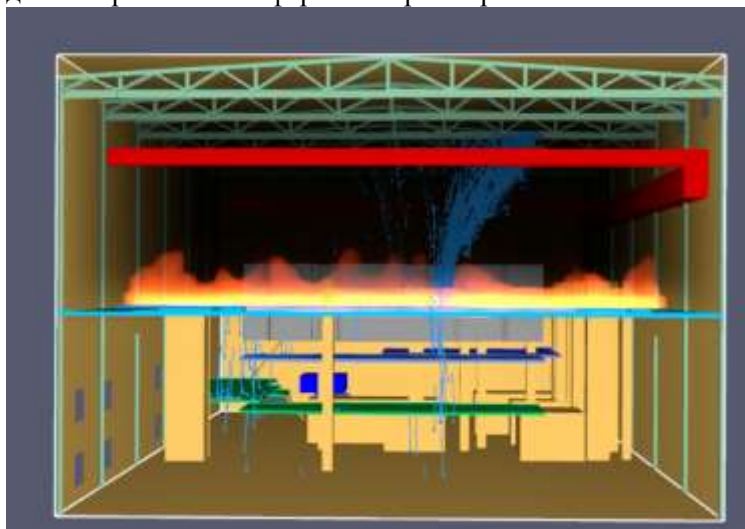


Рис. 4. Фрагмент 3D-модели машинного отделения ТЭЦ. Источник: составлено автором.

Оценка эффективности производится на основе сравнительного анализа результатов, полученных для моделей с использованием средств противопожарной защиты и без них (рис 5).

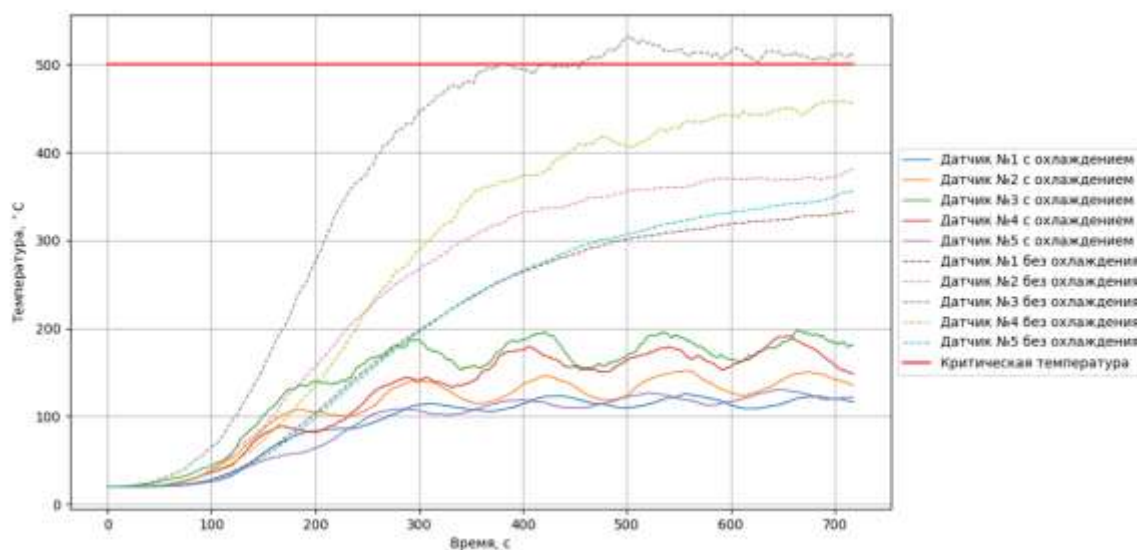


Рис. 5. Результаты оценки эффективности охлаждения строительных ферм в машинном зале ТЭЦ пожарным роботом. Источник: составлено автором.

Согласно представленным на рис. 5 результатам моделирования динамики пожара, без охлаждения превышение критической температуры, значение которой составляет 500 °С, наблюдается на седьмой минуте пожара. При использовании лафетного ствола нагрева выше отметки 198 °С за все время моделирования не происходит, что говорит об эффективности применения роботизированной установки пожаротушения для охлаждения строительных ферм при пожаре на исследуемом объекте.

На графиках показаний температурных датчиков, построенным по результатам моделирования с использованием имитации охлаждения по технологии, представленной в [5], наблюдаются периодические колебания значений, соответствующие циклу работы пожарного робота.

Максимальный размах колебаний для датчика №3, расположенного над очагом пожара, составляет 47°C – 24% от максимального значения температуры, что довольно существенно и в некоторых случаях может носить критический с точки зрения потери в результате нагрева механической прочности строительных конструкций характер. Поэтому для повышения точности оценки эффективности пожарных роботов, в частности для охлаждения строительных конструкций струей воды, на основе имитационного моделирования, целесообразно использовать представленную в [5] методику.

Список литературы

1. Pozharkova I. Construction metal structures simulation cooling by fire robots //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2021. – Т. 2402. – №. 1. – С. 050021.
2. Горбань Ю. И., Синельникова Е. А. Автоматические установки пожаротушения на базе роботизированных пожарных комплексов АУП РПК для защиты машинных залов АЭС, ТЭЦ и ГЭС //Пожарная безопасность. – 2012. – №. 3. – С. 136-142.
3. Bernardi P., Michelini E., Sirico A., Rainieri S., Corradi C. Simulation methodology for the assessment of the structural safety of concrete tunnel linings based on CFD fire-FE thermo-mechanical analysis: a case study //Engineering Structures. – 2020. – Т. 225. – С. 111193.
4. Liu J, Sun T., Fan X., Zhang Y., Lai B. A modified simulation model for predicting the FDS of transformer oil-paper insulation under nonuniform aging //IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. – 2021. – Т. 70. – С. 1-9.
5. Pozharkova I., Aljarbough A., Azizam S.H., Mohamed A.P., Rabbi F., Tsarev R. A Simulation Modeling Method for Cooling Building Structures by Fire Robots //Computer Science On-line Conference. – Springer, Cham, 2022. – С. 504-511.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022619451 Российская Федерация. Программа для оценки эффективности пожарных роботов с использованием имитационного моделирования : № 2022618747 : заявл. 16.05.2022 : опубл. 23.05.2022 / И. Н. Пожаркова, Е. А. Мельников, И. Ю. Сергеев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий". – EDN PLJETE.
7. Khandoker M. A. R., Mou R. J., Muntaha M. A., Rahman M. A. Numerical simulation of fire in a multistoried ready-made garments factory using PyroSim //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2018. – Т. 1980. – №. 1. – С. 050026.
8. McGrattan K., Hostikka S., McDermott R., Floyd J., Weinschenk C., Overholt K. Fire dynamics simulator user's guide, sixth edition. Special publication (NIST SP), National institute of standards and technology, Gaithersburg, MD 2013, 1-339.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС России

Никитин Алексей Константинович
ГУ МЧС России по Ростовской области

Власенко Елена Игоревна

Гилек Сергей Александрович

Мартинovich Николай Викторович
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Рассмотрены особенности развития системы подготовки кадров МЧС России, затронуты аспекты цифровизации образовательного процесса, а также направления, обеспечивающие цифровую трансформацию МЧС России в целом. Особое внимание уделено киберфизическим системам (CPS) и технологиям класса «Индустрия 4.0».

Ключевые слова: Киберфизические системы, «Индустрия 4.0», МЧС, цифровизация, компьютерные технологии, цифровая трансформация.

В настоящий момент для выполнения задач, поставленных руководством на государственном уровне, в том числе в рамках повышения эффективности функционирования системы обеспечения пожарной безопасности страны в целом, а в частности выполнения задач научно-технического обеспечения пожарной безопасности, необходимо учитывать объективные мировые тенденции развития цифровых технологий перехода на новые технологии, смену парадигмы общества в глобальном масштабе.

В настоящее время комплексное развитие цифровых технологий в мире осуществляется в рамках концепции четвертой научно-технической революции. Данный четвертый исторический эволюционный этап развития, по мнению многих экспертов, будет характеризоваться применением технологий, основанных на создании киберфизических систем (cyber-physical system - CPS), подразумевающих интеграцию вычислительных ресурсов в физические объекты любого вида [1-3].

Доктрина развития в парадигме четвертой промышленной революции индустрией 4.0 получила и официально закрепила свое название «Индустрия 4.0» после выступления Клауса Шваба на Глобальном финансовом форуме в Давосе в 2016 году [4]. Комбинирование технологий, стимулирующее организации различных уровней, направленности, сфер реализации пересматривать свои алгоритмы работы, является отличительным признаком новой революции, в то время как промышленная революция затрагивала вопрос цифровизации в узком смысле [5]. Изложенные положения согласуются со «Стратегией развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» [6].

Смысл новой революции заключается в том, что происходит взаимопроникновение материального и виртуального миров, продуктом взаимодействия которых становятся новые киберфизические комплексы единой системы. Этап должен быть всеобъемлющим для жизненного цикла изделий. Как результат развития и внедрения технологий «Индустрии 4.0» станет переход к «Обществу 5.0», которое является следующей ступенью трансформации информационного общества. Такой тип социальной организации производит оптимизацию ресурсов, в том числе посредством поиска и использования новых ресурсов, минимизацию ограничений, интеграцию физического и киберпространства.

Функционирование сложных систем в современных условиях требует непрерывности реализации протекающих в них целевых, вспомогательных и обеспечивающих процессов. К объектам подобного класса принято относить элементы и подсистемы критических инфраструктур, а именно: системы управления транспортно-логистическими комплексами различного назначения, гибкие

автоматизированные производства, специализированные киберфизические системы, территориально-распределенные вычислительные сети и так далее [7,8].

В настоящее время одним из актуальных направлений развития систем управления является развитие систем, обеспечивающих безопасность.

К организациям, обеспечивающим безопасность, можно отнести организации государственных органов исполнительной власти, осуществляющих оперативное реагирования на происшествия и чрезвычайные ситуации (ЧС). Эти организации характеризуются сложной структурой управления, а также специфическими особенностями объема и интенсивностью поступления информации для принятия управленческих решений.

Необходимо констатировать, что в настоящий момент во многих подразделениях пожарной охраны слабо освоены даже технологии предыдущих поколений: системы управления производством, электронного документооборота, автоматизации управленческого и бухгалтерского учета, планирования и управления материально-техническими запасами, а значит есть существенный потенциал повышения эффективности. Складывается ситуация, когда новые инструменты эффективно внедряются во многих сферах человеческой деятельности, однако их применение в МЧС России затруднено.

Как показывает опыт других стран и опыт внедрения на предприятиях в России, использования технологии предыдущих поколений можно осваивать одновременно с внедрением технологий «Индустрии 4.0». Разумеется, это не касается тех случаев, когда внедрение технологий предыдущего поколения является необходимым условием для работы «Индустрии 4.0». По нашему мнению, при принятии решений о проведении модернизации системы необходимо изменить подход, в рамках которого внедрение современных технологий класса «Индустрии 4.0» откладывается как из-за низкого уровня автоматизации, так и из-за низкого уровня подготовки специалистов связи и цифровой грамотности всего личного состава МЧС России.

В нормативно-правовой нотации, согласно определению Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, указанных в методических рекомендациях по цифровой трансформации, цифровая трансформация – это комплексное преобразование бизнес-модели, продуктов и услуг и/или бизнес-процессов компании, направленное на рост конкурентоспособности компании и достижение стратегических целей компании и отвечающее критерию экономической эффективности на основе реализации портфеля инициатив по внедрению цифровых технологий, использованию данных, развития кадров, компетенций и культуры для цифровой трансформации, современных подходов к управлению внедрением цифровых решений и финансированию внедрения цифровых решений.

Из приведенной дефиниции в рамках исследования стоит акцентировать внимание на один из основных, по нашему мнению, элементов цифровой трансформации: развития кадров, компетенций и культуры для цифровой трансформации. Данный элемент предусматривает существенный объем работы по актуализации программ подготовки и подходов к системной подготовки специалистов для нужд МЧС России в целом.

С началом процесса внедрения современных технологий существенно расширились и образовательные возможности учреждений, развиваются новые форматы обучения. Основными факторами, влияющие на построение цифрового образовательного процесса являются:

- новые технологии;
- новые требования цифровой экономики к кадрам;
- «цифровое поколение» – новые обучающиеся.

Цифровизация образовательного процесса представляет собой:

- трансформацию и переосмысление существующего образовательного процесса;
- оптимальное чередование виртуальных средств и реальных производственных процессов в профессиональном образовании;
- развитие гибкости в отношении учебного процесса посредством использования новых форм и методов обучения и организации учебной деятельности;

- стимулирование учебной активности и самостоятельности обучающихся за счет использования виртуальной реальности в целях поддержки их готовности к решению более комплексных задач;
- повышения привлекательности профессий и вакансий на рынке труда.

Таким образом, с учетом существующих объективных тенденций в области цифровизации, нормативного правового поля и принятых определений в части внедрения цифровых технологий в деятельность МЧС России возможно выделить следующие направления обеспечивающие цифровую трансформацию:

1. Развитие цифровых компетенций у личного состава.
2. Развитие аппаратной базы информационно-телекоммуникационной системы, сетевого оборудования, серверов, средств вычислительной техники, программного обеспечения, средств защиты информации, средств связи на базе современных решений с учетом программы развития Академии.
3. Выбор готовых решений и (или) разработка и внедрение цифровых решений в деятельность МЧС России.

Предусмотренные мероприятия по цифровой трансформации должны разрабатываться с учетом положений и стратегических направлений в области цифровой трансформации и развития общества согласно Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» [6]; Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 года № 20-р [9]; и образования установленных Распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2021 года № 3427-р «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации образования, относящейся к сфере деятельности Министерства просвещения Российской Федерации» [10]; и обеспечивать условия для решения задач и достижения показателей установленных национальным проектом «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7) [11].

Развитие системы подготовки кадров МЧС России разворачивается в контексте тенденций и противоречий международного и национального масштаба под воздействием внешних и внутренних факторов, к числу которых следует отнести:

1. Негативные процессы в области международных отношений, нарастание рисков возникновения крупномасштабных ЧС природного и техногенного характера.
2. Масштабное расширение и усложнение задач, решаемых подразделениями МЧС России в ходе повседневной деятельности, все более требующих от сотрудников МЧС России всесторонней комплексной профессиональной подготовки к действиям в различных условиях и ситуациях любой степени сложности.
3. Динамичные изменения, происходящие в области науки и техники, появление новых технологий и инноваций, повсеместное внедрение «цифровой» экономики, цифровизации и цифровой трансформации процессов, предполагающие принципиально иной уровень и качество знаний сотрудников и работников МЧС России, их способность в полной мере реализовывать имеющиеся технические и инновационные ресурсы.
4. Сохраняющиеся тенденции повышения эффективности использования финансовых и материальных ресурсов, снижения издержек и неэффективных бюджетных расходов, рационального и предметного распределения сил и средств.
5. Усиление информационного противоборства в духовно-ценностной сфере, необходимость дальнейшего совершенствования и реализации эффективной системы патриотического воспитания на базе традиционных российских духовно-нравственных ценностей.

Совокупность внешних и внутренних факторов является вызовом для существующей системы подготовки кадров и ставит задачи развития и модернизации в разряд приоритетных.

Целью образовательной деятельности высших учебных заведений МЧС России прежде всего является подготовка специалистов, в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов, квалификационных требований к специальной профессиональной подготовке выпускников, прошедших обучение в образовательных организациях высшего образования МЧС России и формирование компетенций, соответствующих профессиональной деятельности с учетом развития средств, форм и способов профилактики и тушения пожаров, проведения спасательных и аварийно-спасательных операций, государственного надзора в сфере деятельности МЧС России, обеспечения мероприятий по заблаговременной подготовке государства и общества в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах.

В образовательном стандарте для специальностей IT-профиля, востребованных в подразделениях связи, формулируются общие цели подготовки следующим образом.

Во-первых, необходимо сформировать и развить социально-профессиональную компетентность, которая позволяет сочетать академические, профессиональные, социально-личностные компетенции для решения задач в сфере профессиональной и социальной деятельности.

Во-вторых, требуется сформировать навыки профессиональной деятельности, которые включают в себя умение ставить задачи, вырабатывать и принимать решения с учетом их социальных, экологических и экономических последствий, а также планировать и организовывать работу коллектива.

В-третьих, немаловажным является и формирование навыков исследовательской работы, которая предполагает планирование и проведение научного эксперимента, умение проводить научный анализ полученных результатов, осуществлять творческое применение научных достижений в области программного обеспечения информационных технологий.

По нашему мнению, смещение акцентов при подготовке специалистов для нужд МЧС России с сугубо технических на социально-гуманитарные и информационно-компьютерные области знания позволит не только реализовать возможности новых разрабатываемых киберфизических систем (CPS) и внедряемых технологий класса «Индустрия 4.0» на практике, но и подготовить специалистов в области связи и компьютерных технологий для решения задач МЧС России в современных условиях глобальной цифровой трансформации, ответственно относящихся к реализации технологий, связанных с трансформацией когнитивных, логических и социально-культурных аспектов жизнедеятельности человека [12-14].

Приведенные положения и выводы могут служить основой для дальнейших теоретических исследований в данной области. Полученные результаты направлены на развитие моделей, методов и механизмов в управлении подготовкой специалистов связи и информационного обеспечения для МЧС России, как в рамках всей страны, так и в рамках отдельных направлений.

Список литературы

1. R. G. Sanfelice. Analysis and Design of Cyber-Physical Systems. A Hybrid Control Systems Approach // Cyber-Physical Systems: From Theory to Practice/ D. Rawat, J. Rodrigues, I. Stojmenovic. — CRC Press, 2016. ISBN 978-1-4822-6333-6;
2. Edward A. Lee, Cyber-Physical Systems — Are Computing Foundations Adequate. Режим доступа: https://ptolemy.berkeley.edu/publications/papers/06/CPSPositionPaper/Lee_CPS_PositionPaper.pdf (дата обращения: 01.10.2021);
3. Schuh G., Anderl R., Gausemeier J., Ten Hompel M., Wahlster W. Industrie 4.0 Maturity index. Managing the digital transformation of companies (acatech STUDY), Munich: Herbert Utz Verlag. 2017. 60 p.
4. Тарасов И.В. Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития. //Стратегии бизнеса. 2018. № 6 (50). С. 57-63.

5. Клаус Шваб / Всемирный экономический форум// Электронный ресурс Режим доступа: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> (дата обращения: 01.10.2021).
6. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы» Электронный ресурс Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/ (дата обращения: 01.10.2022).
7. Arseniev, D.G. The Model of a Cyber-Physical System for Hybrid Renewable Energy Station Control. In: Arseniev D., Overmeyer L., Kälviäinen H., Katalinić B. (eds) Cyber-Physical Systems and Control. CPS&C 2019 // Lecture Notes in Networks and Systems. - 2020. - V. 95. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7_37.
8. Yassine, H.M. Optimal production manufacturing based on intelligent control system / H.M. Yassine, V.P. Shkodyrev // Notes in Networks and Systems. - 2021– №157. – pp. 210–220.
9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 года № 20-р «О стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года и плане мероприятий по ее реализации» Электронный ресурс Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73340483/> (дата обращения: 01.10.2022).
10. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 декабря 2021 года № 3427-р «О стратегическом направлении в области цифровой трансформации образования, относящейся к сфере деятельности Министерства просвещения Российской Федерации» Электронный ресурс Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/727382832> (дата обращения: 01.10.2022)
11. «Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7) Электронный ресурс Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854/ (дата обращения: 01.10.2022).
12. Петухова, М. В. Инновационная и научная деятельность, как элемент национальной безопасности России / М. В. Петухова, Н. В. Мартинович, Е. И. Власенко // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2021. – № 1(1). – С. 19-22.
13. Петухова, М. В. Государственное управление в сфере инновационной и научной деятельности в парадигме социальной философии / М. В. Петухова, Н. В. Мартинович, Е. И. Власенко // Культура и безопасность. – 2021. – № 2. – С. 21-26. – DOI 10.25257/KB.2021.2.21-26.
14. Поминов, А. В. Развитие системы подготовки кадров в структуре МЧС России в условиях нового технологического уклада / А. В. Поминов, Н. В. Мартинович, Т. В. Шкаберина Е.И. Власенко // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2021. – № 4(4). – С. 19-23.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ВЫЗВАННЫХ ЗАТОРНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ НА РЕКАХ: КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ

Яцуценко Виктор Николаевич
Заместитель министра МЧС России

Мазаник Александр Иванович
НИИЦ АГЗ МЧС России

Аннотация. В статье рассмотрены основные классы задач, которые могут возникать при оценке возникновения заторных явлений и их последствий. Важность решения этих задач обусловлена тем, что опасность, которую представляют заторы, заключается в резком и значительном подъеме уровня воды в реке. Ущерб от заторных наводнений, как правило, намного превышает ущерб от наводнений в период свободной ото льда реки.

Ключевые слова: толщина льда, вскрытие реки, максимальный заторный уровень, МЧС России.

Введение

Для многих рек Российской Федерации характерно образование заторов в период вскрытия ледяного покрова. В европейской части страны заторы характерны для 35 % рек, в Сибири и на Дальнем Востоке – для 45-50 % [1].

Опасность, которую представляют заторы, заключается в резком и значительном подъеме уровня воды в реке, при котором вода выходит из берегов и затопляет прилегающую местность [2]. Ущерб от наводнений, вызванных заторными явлениями, и затраты на ликвидацию их последствий может достигать значений, исчисляемых миллиардами рублей [3-5].

Несмотря на сложность моделирования и интерпретацию процессов, протекающих в природных явлениях, связанных с образованием заторов, отечественными и зарубежными учеными получены фундаментальные результаты, позволяющие проводить оценку возникновения заторных явлений и их последствий.

Системное понимание процессов, происходящих во время весеннего паводка, является основой для постановки задач службам экстренного реагирования и всей системе РСЧС в целом [6].

В статье приводится классификация и краткое описание задач, которые могут возникать при оценке возникновения заторных явлений и их последствий.

Классификация задач

Согласно [7] краткосрочные прогнозы ледовых явлений на реках могут быть следующими: прогнозы появления льда; прогнозы начала ледостава, прогнозы толщины ледяного покрова, прогнозы вскрытия рек, прогнозы максимальных заторных уровней воды. Современные особенности заторообразования характеризуются сложным сочетанием меняющихся климатических условий и антропогенного воздействия. Поэтому для прогноза заторной составляющей максимального уровня воды необходимо учитывать данные об уровнях воды в период установления ледостава и продолжительности осеннего шугохода, данные о суммарных значениях отрицательных значений температуры воздуха, данные о толщине льда перед вскрытием и др [4]. Ниже приводится характеристика основных задач, решение которых может быть полезно для оценки возникновения заторов и их последствий.

Прогноз толщины ледяного покрова

Методы прогнозирования толщины льда описаны, например, в [7, 8] и базируются на основе анализа метеорологических и гидрологических данных. Для поиска устойчивых зависимостей между толщиной льда и гидрометеорологическими данными целесообразно использовать данные

с ближайшей метеостанции и гидропоста, в створе которого будет производиться прогноз толщины льда. Исходные данные гидрологического и метеорологического характера могут быть получены от ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» [9].

Характер распределения толщины льда и погодные условия в период ледохода оказывают влияние на масштабы развития заторных явлений. Суровая зима способствует увеличению толщины льда, что является фактором, способствующим образованию ледяных заторов [10, 11]. Большие заторы отмечаются в годы, когда прочность ледяного покрова к моменту вскрытия достаточно высокая, а интенсивность нарастания расходов воды значительная [7].

Прогноз вскрытия реки

В [7, 12] приведены концепции и методические подходы к прогнозу сроков вскрытия льда на реках. Один из основных подходов предполагает, что вскрытие льда может моделироваться как физический процесс, протекающий в естественной среде с помощью моделей прочности тающего льда. Другой подход предполагает моделирование вскрытия льда как случайного события, вероятность которого зависит от совокупности факторов [13, 14].

Как правило, формирование заторов происходит в весенний период и их образование тесно связано с процессами и сроками вскрытия льда. На основании оценки сроков вскрытия реки [6, 13, 14] на различных участках подразделениями МЧС России проводится ряд мероприятий: разрабатывается план распределения сил и средств, в том числе авиационного парка МЧС России, для проведения мониторинга состояния ледяного покрова [15]; уточняются потенциально возможные места образования заторов; определяется перечень работ, направленных на предупреждение и защиту от чрезвычайных ситуаций.

Прогноз максимальных заторных уровней

Методы прогноза максимальных заторных уровней воды описаны в [7, 12, 16]. В основе этих методов лежит поиск эмпирической зависимости уровня воды от комплекса факторов заторообразования: максимального уровня воды в начале ледостава, расхода воды у кромки ледяного покрова, глубины предпаводочного срабатывания водохранилища.

Чаще всего заторы образуются на поворотах, в местах расположения островов, сужений русла реки.

Выводы

В статье рассмотрены основные классы задач, которые могут возникать при оценке возникновения заторных явлений и их последствий. Каждая задача представляет собой отдельное направление исследования и характеризуется специфическим набором методов решения. Безусловно, природные процессы, в частности, процессы заторообразования обладают высоким уровнем неопределенности и их моделирование не сводится только к применению указанных методов. Очень часто для принятия решений, особенно решений, касающихся защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, необходимо проводить мониторинг ледовой обстановки с привлечением специалистом различной направленности: гидрологов, взрывотехников, инженеров-механиков и др. Таким образом, с одной стороны, мнения экспертов могут снизить уровень неопределенности ситуации, с другой стороны, наоборот, увеличить неопределенность. В случае увеличения неопределенности лицо, принимающее решение, вынуждено действовать на опережение развития ситуации, как правило, по «наихудшему» сценарию. Результаты анализа практической деятельности свидетельствуют о том, что очень часто действия по «наихудшему» сценарию оказываются неоправданными, что влечет дополнительную ответственность лица, принимающего решения.

Таким образом, развитие методов оценки и прогнозирования гидрологической обстановки является одним из приоритетных направлений деятельности системы РСЧС в целом.

Список литературы

1. Василенко Н.Г., Банщикова Л.С. Оперативная оценка участков образования заторов льда и их параметров // Лёд и снег. 2010. № 2 (110). С. 61-66.
2. Нигметов Г. М., Пчелкин В. И., Филатов Ю. А. Ледовые заторы на реках Российской Федерации, пути и способы борьбы с ними // Технологии гражданской безопасности. 2003. № 1-2. [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/ledovye-zatory-na-rekah-rossiyskoj-federatsii-puti-i-sposoby-borby-s-nimi> (дата обращения: 18.10.2022).
3. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Катастрофические наводнения начала XXI века: уроки и выводы. – М.: ООО «ДЭКС-ПРЕСС», 2003. – 352 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://accident.perm.ru/files/docs/articles/Flood.pdf> (дата обращения: 18.10.2022).
4. Агафонова С.А., Василенко А.Н., Фролова Н.Л. Факторы образования ледовых заторов на реках бассейна Северной Двины в современных условиях // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2016. №2. [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-obrazovaniya-ledovyh-zatorov-na-rekah-basseyna-severnoy-dviny-v-sovremennyh-usloviyah> (дата обращения: 06.11.2022).
5. Бурцева Е.И., Парфенова О.Т. Экономический ущерб от наводнений на реках республики Саха (Якутия) // ПСЭ. 2015. № 1 (53). [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskij-uscherb-ot-navodneniy-na-rekah-respubliki-saha-yakutiya> (дата обращения: 18.10.2022).
6. Яцуценко В.Н., Панченков В.В., Мазаник А.И., Борщ С.В. О проблемах моделирования процесса вскрытия льда на реках в интересах оперативного реагирования МЧС России // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2021. № 2 (49). С. 3-14.
7. Георгиевский Ю.М. Краткосрочные гидрологические прогнозы. Учебное пособие. – М.: ЛПИ. 1982. 100 с.
8. Горгуца Р.Ю., Миронов М.Е., Соколов А.В. Оценка толщины льда на основе метеорологических данных // Полярная механика. 2016. №3. С. 54-61.
9. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных». Официальный сайт. [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://meteo.ru> (дата обращения: 06.11.2022).
10. Аммосов А.П., Шпакова Р.Н., Кусатов К.И., Корнилова З.Г. Изменение уровней воды и уклонов водной поверхности при заторных явлениях на р. Лене // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2019. Т. 28. С. 3-20 [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-urovnei-vody-i-uklonov-vodnoi-poverhnosti-pri-zatornyh-yavleniyah-na-r-lene> (дата обращения: 06.11.2022).
11. Кильмянинов В.В. Влияние метеорологических условий перед началом ледохода на масштаб заторных наводнений на р. Лене // Метеорология и гидрология. 2012. № 4. С. 86-89.
12. Бузин В.А., Зиновьев А.Т. Ледовые процессы и явления на реках и водохранилищах. Методы математического моделирования и опыт их реализации для практических целей (обзор современного состояния проблемы). Монография. – Барнаул: ООО «Пять плюс». 2009. 168 с.
13. Яцуценко В.Н., Панченков В.В., Мазаник А.И., Борщ С.В. Моделирование сроков вскрытия льда на реках как задача МЧС России // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2021. № 3 (50). С. 3-11.
14. Яцуценко В.Н., Панченков В.В., Мазаник А.И. Методический подход к оценке сроков вскрытия льда на участке реки // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2022. № 3 (54). С. 3-12.

15. Яцуценко В.Н., Мазаник А.И. Научно-методический аппарат рационального распределения оперативных групп для проведения мониторинга ледовой обстановки // Науч.-аналит.журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2022. № 3. С. 50-57.
16. Бuzин В.А. Зажоры и заторы льда на реках России. Монография. – Санкт-Петербург: ООО «Эс Пэ Ха». 2015. 240 с.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА МОНИТОРИНГА ТЕХНОГЕННЫХ ЧС

Гарелина Светлана Александровна

канд. техн. наук

Латышенко Константин Павлович

профессор, д-р техн. наук

Академия гражданской защиты МЧС России

Аннотация. В статье предложен путь повышения качества мониторинга техногенных ЧС. Приведены примеры некоторых разработанных технических средств (кондуктометры, газоанализаторы и пирометры) с улучшенными метрологическими, эксплуатационными и стоимостными характеристиками, а также систем мониторинга на их основе. Предложен подход, позволяющий выполнять оценку качества системы мониторинга и выбирать оптимальные средства измерений для ее реализации.

Ключевые слова: техногенные ЧС, мониторинг промышленных объектов, технические средства мониторинга, качество мониторинга ЧС.

В [1] для повышения эффективности деятельности по предупреждению ЧС на промышленных объектах обоснован системный подход, включающий в себя:

- повышение качества мониторинга за счет разработки и внедрения технических средств (ТС) мониторинга ЧС с улучшенными метрологическими и эксплуатационными характеристиками;
- снижение материального ущерба и затрат на обеспечение безопасности за счет своевременной утилизации накопленных отходов.

Для повышения качества мониторинга промышленных объектов при участии авторов статьи были разработаны следующие ТС.

Трансформаторные бесконтактные кондуктометры для решения актуальной задачи по созданию системы безопасности водорастворимого солевого пласта в основании ГЭС [2] (рис. 1). Они представляют собой ВЧ бесконтактные индуктивные кондуктометры, предназначенные для измерения температуры, электропроводности и концентрации растворов электролитов и работы в экстремальных условиях скважин глубиной до 100 м, заполненных водой. Разработаны структура и алгоритм работы системы солевой защиты основания Рогунской ГЭС за счет мониторинга концентрации диффундирующего вещества в заданной точке в любой момент времени.



а



б

Рис. 1. Кондуктометрический датчик (а) и кондуктометр (б)

Универсальный оптико-акустический газоанализатор, отличающийся высокой селективностью [3]. Газоанализатор измеряет до 300 соединений в смеси, что позволяет расширить возможности

мониторинга для предупреждения химических аварий. На его основе разработана информационная система для предупреждения ЧС, возникающих при поступлении и распространении опасных веществ в замкнутых помещениях. Это является актуальным для повышения безопасности метрополитена, бомбоубежищ и др. Разработано семейство газоанализаторов (универсальный, автомобильный, персональный), которые охватывают широкий круг задач в сфере экологического мониторинга и контроля загрязнения окружающей среды (рис. 2).



Рис. 2. Газоанализаторы семейства «Мегакон»: а – «Мегакон 10К «Универсальный», б – «Мегакон 10К «Автомобильный», в – «Мегакон 10К «Персональный»

Энергетические пирометры, позволяющие бесконтактно измерять на расстоянии температуру пламени и объектов сквозь пламя [4]. Стоимость пирометров существенно ниже зарубежных аналогов. Разработано два семейства пирометров (переносные и стационарные), отличающихся функциональными характеристиками и реализующими весь спектр возможных задач по измерению температуры (рис. 3). Переносные пирометры имеют базовую модификацию, с последующим нахождением среднего значения по серии измерений и с памятью. Для стационарных пирометров отличие в модификациях заключается в типе выходного сигнала (0 – 20 мА или цифровой сигнал по протоколу RS-232).

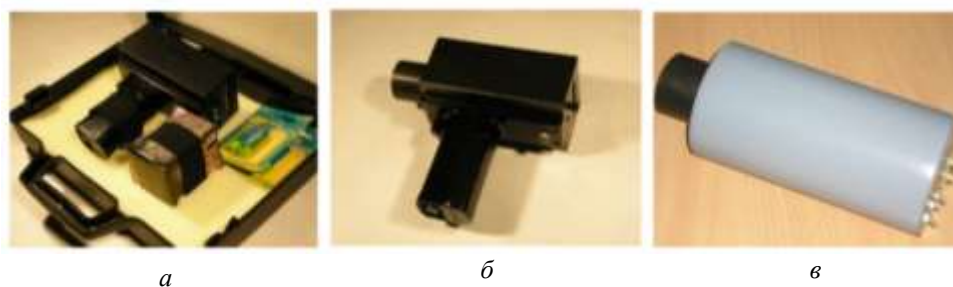


Рис. 3. Пирометры семейства «Термоконт»: а – «Термоконт–НЗП1/ЧПЛ»; б – «Термоконт–НЗП2/ЧПЛ»; в – «Термоконт–ТНЗС/ЧПЛ»

Для оценки эффективности разработанных ТС мониторинга необходимо учитывать не только их среднюю квадратическую погрешность, но и их цену, которая влияет на стоимость обеспечения безопасности в целом.

Для создания оптимальной системы мониторинга предлагается выполнять оценку ее качества согласно подходу, используемому в квалиметрии:

$$I_M = \sum_{i=1}^n C_i (p_i^1 / p_i^2), \quad (1)$$

$$p_i^1/p_i^2 = \sum_{k=1}^3 c_k \frac{\sum_{j=1}^m p_{jk}^1/(p_{jk}^1+p_{jk}^2)}{\sum_{j=1}^m p_{jk}^2/(p_{jk}^1+p_{jk}^2)}, \quad (2)$$

где I_m – индекс качества; i – измеряемый параметр или соответствующие ТС; p_i^1/p_i^2 – результат нормирования показателей двух ТС одного вида; $C_i = y_i/\sum_{i=1}^n y_i$ – коэффициент весомости; y_i – ущерб в случае ЧС при превышении значения i -го измеряемого параметра; p_{jk}^1/p_{jk}^2 – результат нормирования показателей двух ТС по всем уровням j для k фактора. В зависимости от степени сравнительной эффективности ТС p_{jk}^1/p_{jk}^2 присваивают баллы от 1 до 4: если эффективности сравниваемых ТС не отличаются, то присваивают 1, если отличаются не сильно – 2, и так далее до 5. Если $p_{jk}^1/p_{jk}^2 = 1$, то в расчётах не учитывается; c_k – коэффициент весомости.

Предлагается учитывать три фактора: $k = 1$ – метрологические характеристики; $k = 2$ – функциональные характеристики; $k = 3$ – суммарная стоимость. Внутри каждого фактора k могут быть выделены уровни по отдельным метрологическим или функциональным характеристикам. Величину c_k выбирают в зависимости от цели внедрения ТС в систему мониторинга (табл. 1 и 2). Если у двух сравниваемых ТС параметры отличаются сильно только для одного фактора k , то по этому фактору $c_k = 1$, по остальным принимаем c_k равным 0. Если параметры отличаются значительно по двум факторам, то c_k по ним принимает значение 0,5, а по третьему, соответственно, 0. Если параметры для трех факторов практически не отличаются друг от друга, то $c_k = 0,33$ для всех факторов.

В табл. 1 приведены сравнительные данные для разработанного пирометра «Термоконт–ТНЗП2/ЧПЛ» и его зарубежного аналога «Metis MB39». «Термоконт–ТНЗП2/ЧПЛ» с метрологическими характеристиками, близкими к «Metis MB39», был разработан с целью снижения стоимости ТС.

Таблица 1. Данные для расчета индекса качества системы мониторинга при внедрении в нее пирометра Термоконт–ТНЗП2/ЧПЛ вместо «Metis MB39»

	1 – Термоконт–ТНЗП2/ЧПЛ	2 – Metis MB39	p_{jk}^1/p_{jk}^2
$k = 1$ метрологические характеристики, $c_1 = 0,25$			
$j = 1$ диапазон	250 – 1500 °C	150 – 1000 °C 500 – 2500 °C	p_{11}^1/p_{11}^2 1/3
$j = 2$ погрешность	1 %	± 0,5 %	p_{21}^1/p_{21}^2 1/2
$k = 2$ функциональные характеристики, $c_2 = 0,25$			
$j = 1$	серия измерений с последующим нахождением среднего, максимального и минимального значения (обработка в реальном масштабе времени, в течение доли секунды после завершения измерения серий)	индикация, регистрация, сохранение и регулирование процессов измерения температуры	p_{12}^1/p_{12}^2 2/1
$k = 3$ суммарная стоимость, $c_3 = 0,5$			
$j = 1$ стоимость ТС при одинаковом сроке службы	100000 руб.	6830,00 евро	p_{13}^1/p_{13}^2 5/1

Индекс качества системы мониторинга при внедрении Термоконт–ТНЗП2/ЧПЛ вместо Metis MB39 равен $I_m = p_1/p_2 = 0,25(\frac{1}{4} + \frac{1}{3})/(\frac{3}{4} + \frac{2}{3}) + 0,25(\frac{2}{3})/(\frac{1}{3}) + 0,5(\frac{5}{6})/(\frac{1}{6}) = 3,1$. Максимально возможный индекс качества $I_m \max = 0,25(\frac{5}{6} + \frac{5}{6})/(\frac{1}{6} + \frac{1}{6}) + 0,25(\frac{5}{6})/(\frac{1}{6}) + 0,5(\frac{5}{6})/(\frac{1}{6}) = 6,25$. Таким образом, качество мониторинга в соответствии с поставленной задачей увеличится на $\frac{|I_m - I_{m\max}|}{I_{m\max}} 100 = 50 \%$.

В табл. 2 приведены сравнительные данные для разработанного газоанализатора «Мегакон 10К» и его аналога «Колион-1В», применяемого в МЧС России. «Мегакон 10К» был разработан с целью улучшения метрологических характеристик, что позволит его использовать для проведения, в частности, пожарной экспертизы.

Таблица 2. Данные для расчета индекса качества системы мониторинга ПОБ при внедрении в нее газоанализатора «Мегакон 10К» вместо «Колион-1В»

	1 – Мегакон 10К	2 – Колион-1В	p_{jk}^1/p_{jk}^2
$k = 1$ метрологические характеристики, $c_1 = 0,5$			
$j = 1$ количество веществ	> 300	54	p_{11}^1/p_{11}^2 5/1
$j = 2$ динамический диапазон измерений	0,1 – 1 000 мг/м ³	0 – 2000 мг/м ³	p_{21}^1/p_{21}^2 5/1
$j = 3$ селективность	анализ и определения концентрации газа в воздухе ОС	измерение массовой концентрации компонента, если в воздухе один компонент, или суммарной массовой концентрации компонентов, если в воздухе смесь компонентов	p_{31}^1/p_{31}^2 5/1
$j = 4$ время измерения	≤ 40 с	5 – 90 с	p_{41}^1/p_{41}^2 1/1
$j = 5$ погрешность	10 %	20 %	p_{51}^1/p_{51}^2 3/1
$k = 2$ функциональные характеристики, $c_2 = 0,25$			
$j = 1$	проведение пожарной экспертизы		p_{12}^1/p_{12}^2 5/1
$j = 2$ удобство измерений	непосредственно по показаниям газоанализатора	градуировка газоанализатора осуществляется только по одному веществу, для расчёта концентраций других веществ используют пересчётные коэффициенты	p_{12}^1/p_{12}^2 5/1
$k = 3$ суммарная стоимость, $c_3 = 0,25$			
$j = 1$ стоимость ТС/срок службы	100000 руб. (для 7 веществ)/15 лет	100000 руб. (для 14 веществ)/6 лет	p_{13}^1/p_{13}^2 1/1

Индекс качества системы мониторинга при внедрении «Мегакон 10К» вместо «Колион-1В» равен $I_m = p_1/p_2 = 0,5(\frac{5}{6} + \frac{5}{6} + \frac{5}{6} + \frac{3}{4})/(\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4}) + 0,25(\frac{5}{6} + \frac{5}{6})/(\frac{1}{6} + \frac{1}{6}) = 4,7$, максимальный индекс качества мониторинга $I_m \max = p_1/p_2 = 0,5(\frac{5}{6} + \frac{5}{6} + \frac{5}{6} + \frac{5}{6} + \frac{5}{6})/(\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6}) + 0,25(\frac{5}{6} + \frac{5}{6})/(\frac{1}{6} + \frac{1}{6}) + 0,25(\frac{5}{6})/(\frac{1}{6}) = 5$. Таким образом, качество мониторинга в соответствии с поставленной задачей увеличится на $\frac{|I_m - I_{m\max}|}{I_{m\max}} 100 = 60 \%$.

Используя выражение (2) и решая оптимизационную задачу $I_{m \max} \rightarrow \max$, можно создать оптимальную систему мониторинга для системы предупреждения ЧС.

Таким образом, в статье обосновано повышение эффективности качества системы мониторинга промышленных объектов и (или) техногенных ЧС за счет внедрения новых ТС, таких как кондуктометр для мониторинга солевого основания Рогунской ГЭС, семейства газоанализаторов и семейства пирометров для измерения температуры как пламени, так и объектов, маскируемых языками пламени.

Список литературы

1. Гарелина С.А. Научно-методические основы разработки и применения технических средств предупреждения техногенных ЧС. – Химки: АГЗ МЧС России, 2021. – 136 с.
2. Гарелина С.А., Давлатшоев С.К. Математическое моделирование трансформаторного кондуктометра для мониторинга основания Рогунской ГЭС // Научные и образовательные проблемы гражданской обороны, № 3, 2019. – С. 3 – 9.
3. Гарелина С.А., Гусев А.Л., Захарян Р.А., Казарян М.А., Феофанов И.Н. Оценка перспективности применения нового газоанализатора «Мегакон-10К» в МЧС России // Альтернативная энергетика и экология, № 22 (162), 2014. – С. 24 – 29.
4. Гарелина С.А., Латышенко К.П., Горбунов В.А., Фрунзе А.В. Практическая реализация пирометров для измерения температуры пламени и объектов сквозь пламя // Научные и образовательные проблемы гражданской обороны, № 2, 2020. – С. 110 – 115.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ МЧС РОССИИ

Дрогалев Иван Игоревич

Петренко Андрей Николаевичем

канд. техн. наук, профессор

Академия государственной противопожарной службы МЧС России

Аннотация. В настоящее время цифровизация и автоматизация процессов управления подразделений федеральной противопожарной службы МЧС России автоматизированными системами управления является весьма актуальной задачей. В статье представлена краткая характеристика существующих систем управления в области обеспечения безопасности, а также возможности применения систем поддержки принятия решений, направленных на снижение длительности управленческого цикла за счет автоматизации составляющих данного процесса. Дается качественная оценка цифровизации федеральных органов исполнительной власти, а также внедренных и применяемых систем автоматизированного управления. Предлагается выработка общей концепции содержания управляющей системы на базе потребности руководящего состава в процессе выполнения основных задач и возможности использования опыта внедрения смежных систем таких как Система-112, а также вопросов цифровизации с учетом имеющейся инфраструктуры.

Ключевые слова: Автоматизация управления пожарной охраной, Цифровизация подразделений ФПС ГПС, Система управления МЧС России.

Внедрение информационных систем, направленных на обеспечение безопасности, является приоритетной задачей государства. Активное участие в этом принимает и МЧС России, об этом говорит заявка министерства на участие в реализации федеральных проектов: «Информационная безопасность», «Искусственный интеллект» национальной программы «Цифровая экономика». Сформирована и утверждена ведомственная программа цифровой трансформации МЧС России на 2021 год и на плановый.

Период 2022 - 2023 годов. Прорабатываются вопросы информационного взаимодействия с другими министерствами.

Продолжается работа по построению и внедрению АПК «Безопасный город», где МЧС России является главным координатором. Соответствующие изменения внесены в Положение о территориальном органе МЧС России. Официально закреплена функция по координации деятельности органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации по построению и развитию АПК «Безопасный город».

Вместе с тем, развивается автоматизированная информационно-управляющая система (АИУС РСЧС), включающая в себя подсистему ведения данных по природным пожарам.

Изучение нормативных документов, научных публикаций не в полной мере дают представление об общих подходах и единых требованиях к построению автоматизированных систем, направленных на автоматизацию процессов управления в области обеспечения пожарной безопасности.

Так, ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированные системы управления» не учитывает особенности управленческих процессов при реагировании на пожары, а ведомственные нормативные документы по данному вопросу на сегодняшний день не регулируют.

Большая работа, проведенная по оснащению системами мониторинга и автоматизации процессов деятельности РСЧС, в основном ориентирована на органы повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Автоматизации деятельности диспетчерского персонала пожарных частей и других заинтересованных лиц уделяется достаточно мало внимания.

Для более глубокого понимания вопросов внедрения комплексов и систем управления, направленных на обеспечение безопасности, предлагается системный разбор их эксплуатации.

Анализ применения внедренных автоматизированных систем на примере различных государственных органов и организаций Московской области показывает, что эффективность их эксплуатации зависит от строгого распределения функций между подсистемами, их независимость (автономность) в случае утраты работоспособности одной из них.

Так, в качестве исследования выступили Система - 112 Московской области и Сервис обеспечения деятельности дежурных частей Единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России. Изучены данные по количеству отказов в работе систем, связанных с техническими, технологическими организационными причинами, и временные отрезки, затраченные на восстановление работоспособности систем.

Созданные основные и резервные центры обработки данных обеспечивают надежное хранение сведений, дублирование на случай выхода из строя одного из них.

Сроки восстановления работы систем при самых сложных инцидентах за период четырех лет эксплуатации не превышали пяти часов.

Результаты опыта эксплуатации систем показывают, что системы обладают достаточно высокой устойчивостью, что можно отметить по отработке вызовов и прохождению информации в процессе восстановительных работ.

На основании опыта применяемых систем предлагается наиболее обобщенная предпочтительная модель построения системы с учетом требований к программной и аппаратной составляющей (рис.1).

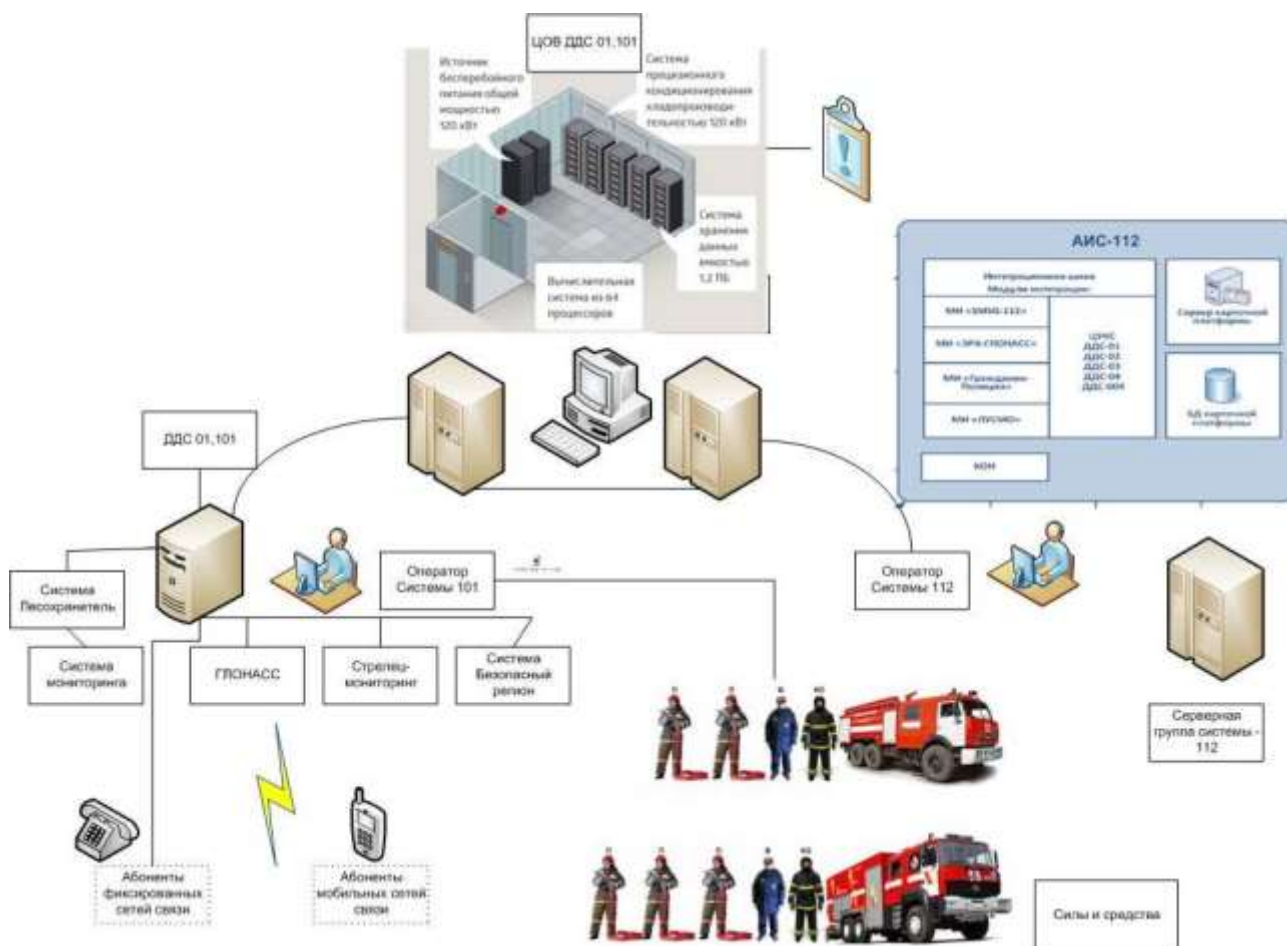


Рис.1.

Качественную характеристику и эффект от применения автоматизированных систем можно определить по результатам их эксплуатации (рис.2, рис.3).

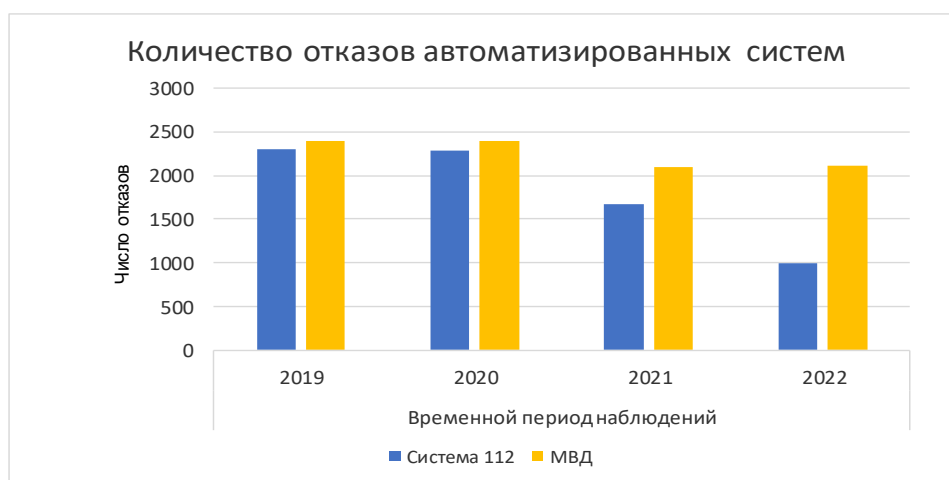


Рис.2.

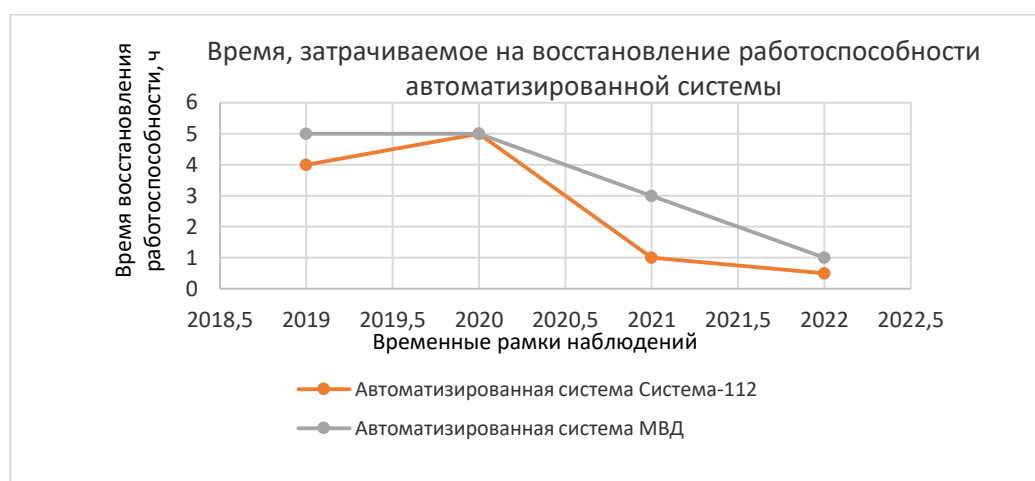


Рис.3.

Применительно к пожарной охране можно прогнозировать эффективность высылки сил и средств, оперативность принятия решения, качество подготавливаемых отчетов и т.п.

Цифровизация или цифровая трансформация федеральных органов исполнительной власти, представленная Правительством Российской Федерации, является неизбежным процессом развития и требует вовлеченности на всех уровнях управления МЧС России.

По результатам 2021 года МЧС России получило высокую оценку Правительства Российской Федерации в вопросах цифровизации войдя в тройку лидеров. Первые три места в рейтинге цифровой трансформации федеральных органов исполнительной власти заняли Росстат, Ространснадзор, МЧС России.

Сохранению дальнейших высоких показателей в области цифровизации МЧС России могла бы поспособствовать подготовка единой концепции по внедрению и применению автоматизированных информационных систем при реагировании на пожары, чрезвычайные ситуации и происшествия.

Традиционно пожарно-спасательные подразделения хранят огромное количество бумажной и цифровой документации по всем направлениям своей деятельности, в том числе по проводимым занятиям, тренировкам, учениям, о наличии состоянии ПТВ и другим дополнительным материалам.

Обновление и актуализация данной документации, подготовка на основе данных материалов отчетной документации в вышестоящие органы управления является достаточно трудозатратным процессом. Использование по существу одной и той же информации в интересах различных

управленческих подразделений приводит к дублированию работы. Внедрение автоматизированных систем значительно снижает трудозатраты персонала, способствует высвобождению времени и позволяет сосредотачиваться на более нужных задачах в тот или иной момент, а значит, повышают качество и оперативность реагирования на происшествия.

Надежность систем, заключающаяся в резервировании, позволяет не сомневаться в устойчивости к неполадкам, а также в сохранности данных.

Значительным подспорьем для внедрения системы поддержки принятия решения и управления при реагировании на пожары могла бы стать утвержденная концепция, разработанная с учетом опыта применения Системы-112.

Отмечается необходимость применения личным составом подразделений МЧС России автоматизированных систем и постоянного повышения квалификации в данном направлении как неотъемлемой части общей цифровизации и формирования так называемой «цифровой зрелости».

Список литературы

1. Распоряжение МЧС России от 20.10.2021 № 917 «Об утверждении Ведомственной программы цифровой трансформации МЧС России на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов».
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г № 1240-р «О Концепции создания системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб через единый номер «112» на базе единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований».
3. ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированные системы управления».
4. Бородко А. В., Александров В. Н., Басков С. М. Использование системы ГЛОНАСС для различных потребителей // Геодезия и картография. 2007. № 3. С. 3–9.
5. А.Л. Попов. Практика автоматизации процесса подготовки документов оперативной дежурной сменой центра управления в кризисных ситуациях// Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2019. №1(10) с. 319-321.
6. А.Л. Попов. Опыт внедрения и развития системы управления базами данных автоматизированных рабочих мест оперативной дежурной смены центра управления в кризисных ситуациях// Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, 2019. №1(10) с. 317-319.
7. Приказ МЧС РФ от 5 апреля 2011 г. № 167 «Об утверждении Порядка организации служб в подразделениях пожарной охраны».
8. Башаричев, А. В. Применение новых информационных технологий в решении задач управления тушением пожаров и проведением спасательных работ в зданиях повышенной этажности: специальность 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Башаричев Алексей Владимирович. – Санкт-Петербург, 2011. – 23 с.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ В ЦЕЛЯХ ОБОСНОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Мельник Андрей Александрович

Панина Виктория Вадимовна

Бояринова Светлана Петровна

Сибирская пожарно-спасательная ГПС МЧС России

Аннотация. В статье предложен новый научно-методический подход для проведения комплексной количественной оценки влияния антропогенных факторов в целях обоснования управленческих решений в сфере обеспечения безопасности от чрезвычайных ситуаций. Внедрение новой методики, позволяющей решить данную задачу, может способствовать наиболее рациональному распределению финансовых, материальных и людских ресурсов единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: МЧС, ЧС, РСЧС, антропогенные факторы, первоочередное обеспечение, управленческие решения.

Известные методики для количественной оценки рисков (коллективный риск, индивидуальный риск, материальный риск) основаны на обработке имеющихся статистических сведений о количестве произошедших чрезвычайных ситуаций (происшествий, пожаров); количестве погибших, травмированных и пострадавших людей; размере причиненного материального ущерба [1,2].

При этом многими учеными и специалистами в области обеспечения безопасности отмечается значительное влияние антропогенных факторов на складывающуюся обстановку с чрезвычайными ситуациями и пожарами. Антропогенные факторы часто являются первопричиной (источником) возникновения чрезвычайных ситуаций и пожаров [3-7].

Исходя из этого, был сделан вывод, что на современном этапе является актуальным вопрос внедрения новых научных подходов для количественной оценки антропогенного влияния на риски чрезвычайных ситуаций и пожаров, результаты которой будет наиболее целесообразно использовать при планировании и осуществлении предупредительной работы.

Проведенный анализ показал, что на данный момент отсутствуют методические рекомендации для количественной оценки влияния антропогенных факторов на окружающую среду с целью обоснования управленческих решений в сфере обеспечения безопасности. В настоящее время органами управления, в основном, не проводится количественная оценка влияния антропогенных факторов на окружающую среду. В связи с этим для повышения эффективности работы по предупреждению чрезвычайных ситуаций и пожаров, проводимой в субъектах Российской Федерации, требуется разработать новые методические рекомендации, позволяющие обосновать принимаемые управленческие решения в области обеспечения безопасности и организации предупредительной работы, с учетом влияния имеющихся антропогенных факторов.

Внедрение новой методики, позволяющей решать данную задачу, может способствовать наиболее рациональному (оптимальному) распределению финансовых, материальных и людских ресурсов единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Объектом исследования является территориальная подсистема единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций субъекта Российской Федерации. Предмет исследования – обоснование управленческих решений в сфере обеспечения безопасности на основе анализа и оценки влияния антропогенных факторов на окружающую среду.

В процессе исследования проведен анализ проблемной ситуации обеспечения комплексной безопасности населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в условиях нарастающего влияния антропогенных факторов на окружающую среду. По результатам проведенного анализа предложена новая методика комплексной оценки влияния антропогенных факторов на окружающую среду.

Предложенная методика основана на применении достоверных многократно апробированных научных методов, таких как метод ранжирования и метод анализа иерархий.

Практическое применение методики осуществляется на основе последовательного выполнения трех этапов.

На первом этапе осуществляется сравнительный анализ рисков, характерных для территории субъекта Российской Федерации. Для этого предлагается использовать метод ранжирования. В качестве исходных данных перечисляются все риски чрезвычайных ситуаций, характерные для субъекта Российской Федерации, после чего экспертная группа производит попарную оценку представленных рисков. На основе обработки мнений экспертов риски ранжируются по значимости исходя из необходимости проведения по ним предупредительной работы и профилактических мероприятий.

На последующих этапах производится количественная оценка влияния антропогенных факторов по каждому из возможных рисков чрезвычайных ситуаций. Данная работа может производиться с учетом коэффициентов значимости рисков, полученных на основе мнений экспертов.

На втором этапе производится определение критериев для проведения комплексной оценки влияния антропогенных факторов на окружающую среду.

Антропогенные факторы возникают в процессе деятельности (планируемой и случайной, постоянной и прошлой) человека. Деятельность человека может быть бытовой, производственной, а также связанной с военными действиями [8].

Общими исходными данными для проведения комплексной оценки влияния антропогенных факторов на окружающую среду по всем рискам являются:

- сведения о численности и качественном составе городского и сельского населения;

- сведения о численности населения, вовлеченного в соответствующую бытовую, производственную или военную деятельность;

- характеристика потенциально-опасных и производственных объектов, расположенных на рассматриваемой территории;

- характеристика организаций, осуществляющих свою деятельность на рассматриваемой территории;

- информация о произошедших и прогнозируемых чрезвычайных ситуациях (происшествиях) различного характера.

Комплексная оценка влияния антропогенных факторов на окружающую среду (на примере риска возникновения природных пожаров) может производиться по следующим направлениям: деятельность сельского населения (преимущественно на собственных подворьях и вблизи от них), связанная с использованием открытого огня; деятельность дачников (преимущественно на собственных участках и вблизи от них), связанная с использованием открытого огня; отдых людей на природе, связанный с использованием открытого огня; стихийное возникновение и дальнейшее возгорание несанкционированных свалок мусора; неосторожное обращение с огнем (в том числе при курении) на транспортных средствах и/или вблизи транспортных маршрутов (автомобильных, железнодорожных, воздушных); неосторожное обращение с огнем при проведении строительных и других работ; детская шалость; деятельность собственников и арендаторов лесных участков; деятельность сельскохозяйственных организаций; деятельность организаций, связанных с обработкой древесины; а также другие антропогенные факторы, влияющие на ухудшение пожароопасной обстановки. Такие факторы, как, например, «перехлесты и короткие замыкания воздушных линий электропередач в результате сильного ветра» включаются в комплексную оценку влияния антропогенных факторов по усмотрению соответствующих органов власти.

На третьем этапе методики осуществляется определение комплексного показателя влияния антропогенных факторов на окружающую среду. Комплексный показатель влияния антропогенных факторов на окружающую среду рассчитывается для всех муниципальных образований субъекта Российской Федерации. Для решения данной задачи применяется метод анализа иерархий. Осуществляется формирование иерархии (цель-критерии-муниципальные образования субъекта Российской Федерации). Экспертная группа производит оценку значимости выбранных критериев, которые

соответствуют выявленным антропогенным факторам. Производится определение комплексного показателя влияния антропогенных факторов на окружающую среду по всем муниципальным образованиям субъекта Российской Федерации. В результате на основе сравнительного анализа комплексных показателей выявляются муниципальные образования, где влияние антропогенных факторов оказывает наибольшее влияние.

В дальнейшем, обоснование управленческих решений по организации предупредительных мероприятий может производиться уже с учетом комплексного показателя влияния антропогенных факторов. Для этого на подготовительном этапе осуществляется сбор исходных данных и формирование ряда альтернатив для принятия окончательного управленческого решения путем обоснования наилучшего выбора из предложенных вариантов.

Реализация результатов применения методики комплексной оценки влияния антропогенных факторов на окружающую среду позволит повысить эффективность деятельности территориальных подсистем единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций субъекта Российской Федерации путем обоснования принимаемых управленческих решений в сфере обеспечения безопасности.

Список литературы

1. ГОСТ Р 22.10.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций.
2. ГОСТ Р 22.2.06-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Оценка риска чрезвычайных ситуаций при разработке паспорта безопасности критически важного объекта и потенциально опасного объекта.
3. Пчелкин, В. И. К вопросу научного обоснования факторов безопасности жизнедеятельности человека / В. И. Пчелкин, И. В. Орлянский // Технологии гражданской безопасности. – 2011. – Т. 8. – № 1(27). – С. 82-87.
4. Медведева, С. А. Экологический риск. Общие понятия, методы оценки / С. А. Медведева // XXI век. Техносферная безопасность. – 2016. – Т. 1. – № 1(1). – С. 67-81.
5. Проблемы повышения безопасности в условиях современной техногенной среды / С. А. Багдасарян, Е. В. Бутенко, Н. А. Нефедова [и др.] // Системы и средства связи, телевидения и радиовещания. – 2010. – № 1-2. – С. 165-170.
6. Белоусова, А. П. Крупномасштабные оценки антропогенного и природного воздействия на ресурсы подземных вод с использованием индексов их устойчивости / А. П. Белоусова // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2011. – № 3. – С. 76-87.
7. Коваленков, В. Г. Антропогенные факторы и фитосанитарная дестабилизация / В. Г. Коваленков // Защита и карантин растений. – 2015. – № 9. – С. 3-8.
8. Парфенов, В. Г. Геоэкология / В. Г. Парфенов, Ю. В. Сивков. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2015. – 176 с.

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНА ТЕХНИЧЕСКОГО ДООСНАЩЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

Николаев Глеб Александрович

Бояринова Светлана Петровна

Сибирская пожарно-спасательная ГПС МЧС России

Аннотация. В статье предложен подход для решения задачи обоснования рационального плана технического дооснащения системы мониторинга радиационной обстановки. На основе предложенного научно-методического аппарата подготовлены предложения по выбору рационального плана технического дооснащения системы мониторинга на территории ЗАТО г. Железногорск Красноярского края.

Ключевые слова: МЧС, ЧС, РСЧС, ЗАТО, система мониторинга радиационной обстановки, гамма-излучение, ионизирующее излучение, радиационный контроль.

С каждым годом риски, связанные с возможными проявлениями ядерного терроризма, возрастают и трансформируются, что подчеркивается многими учеными и специалистами. Оперативное обнаружение возможных источников ионизирующего излучения террористического происхождения в случае их появления обеспечивается созданными системами мониторинга радиационной обстановки.

В соответствии с государственным стандартом «система мониторинга радиационной обстановки – это совокупность процедур и технических средств, соответствующих нормативным документам, позволяющих получить объективные данные для составления прогнозов изменения радиационной обстановки, оценки уровней опасности и решения иных задач, связанных с радиационным фактором» [1].

Техническую основу системы мониторинга составляет применяемое дозиметрическое оборудование в составе стационарных и мобильных пунктов наблюдения, которые позволяют регистрировать превышение мощности дозы гамма-излучения в зоне контроля, что является основным методом обнаружения возможных радиоактивных источников (рис. 1).

Особенностью локальных источников террористического происхождения является то, что они могут представлять из себя скрытно расположенные физические объекты относительно небольшого размера. Локальные источники практически не обнаруживаются стационарными пунктами наблюдения автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО). Применение мобильных пунктов наблюдения и пунктов поточного контроля очевидно более эффективно для решения задачи обнаружения локальных источников ионизирующего излучения.

На основе анализа планирующих документов по организации радиационного контроля, а также результатов проведенных учений и тренировок, был сделан вывод, что в случае нарастания террористической угрозы, при ограниченном времени радиационного обследования, имеющимися средствами дозиметрического контроля не могут быть обследованы все (100%) объектов на территории муниципального образования. В зависимости от сценария развития обстановки, может сложиться такая ситуация, когда имеющегося дозиметрического оборудования не будет хватать для проведения в полном объеме оперативного радиационного обследования всех объектов в зоне контроля.



Рис. 1. Анализ системы мониторинга радиационной обстановки

На основе выявленной проблемной ситуации сформулирована гипотеза, которая заключается в том, что уровень готовности системы мониторинга можно повысить за счет:

обоснования рационального плана технического дооснащения действующей системы, с учетом имеющихся финансовых ограничений;

а также за счет рационального распределения дополнительного дозиметрического оборудования по районам поиска.

В связи с этим требуется разработать соответствующую комплексную методику обоснования рационального плана технического дооснащения системы мониторинга и распределения дозиметрического оборудования по районам поиска, с учетом текущего уровня готовности, финансовых и временных ограничений.

Частная постановка задачи сформулирована следующим образом.

Для заданных исходных данных и ограничений требуется определить такой рациональный план технического дооснащения системы мониторинга и распределения дозиметрического оборудования, при котором прирост текущего уровня готовности системы мониторинга будет максимальным.

Исходными данными являются:

O_i – перечень областей поиска;

R_j – перечень районов поиска, подлежащих радиационному обследованию;

R_{ij} – перечень j -ых районов поиска, входящих в i -ые области;

φ''_{ijk} – доля от необходимого количества единиц дозиметрического оборудования k -го типа, распределяемого по j -ым районам i -ых областей поиска;

F – общий объем финансовых средств, выделяемых из бюджета на закупку дополнительного дозиметрического оборудования;

F_{ijk} – требуемый объем финансовых средств для закупки дозиметрического оборудования k -го типа, необходимого для обследования всех (100 %) объектов в j -ом районе i -ой области поиска, с учетом времени его использования для проведения радиационного обследования в зависимости от $t_{\text{зад}}$;

G''_{ij} – значения вклада в прирост текущего уровня готовности системы мониторинга j -ом районе i -ой области поиска.

Целевая функция представлена в следующем виде:

$$P(\varphi^*_{ijk}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m G''_{ij} \times \varphi^*_{ijk} \Rightarrow \max \quad (1)$$

где $P(\varphi^*_{ijk})$ – прирост текущего уровня готовности системы мониторинга, в баллах.

Имеется следующее ограничение по затрачиваемым финансовым ресурсам:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m F_{ijk} \varphi^*_{ijk} \leq F \quad (2)$$

Для решения данной задачи, которая относится к классу задач линейного программирования, целесообразно использовать симплекс-метод. Определение рационального плана технического дооснащения системы мониторинга и распределения дозиметрического оборудования производится путем последовательного преобразования симплекс-таблиц до момента получения базисного решения [2-5].

На основе предложенного научно-методического аппарата были подготовлены предложения по выбору рационального плана технического дооснащения системы мониторинга на территории закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) г. Железнодорожск Красноярского края.

Основные результаты проведенной работы:

предложена классификация районов поиска по приоритетности их обследования в случае нарастания террористической угрозы;

получены коэффициенты приоритетности радиационного обследования по всем имеющимся районам поиска;

выполнена оценка текущего уровня готовности системы мониторинга для обнаружения локальных источников ионизирующего излучения;

получено значение потенциального прироста уровня готовности системы мониторинга;

получены приведенные коэффициенты, с учетом требуемых финансовых средств для закупки дополнительного дозиметрического оборудования;

оценены значения количественного вклада в прирост уровня готовности по каждому району поиска;

получены рациональные параметры плана технического дооснащения и распределения дозиметрического оборудования по районам поиска, обеспечивающие максимальный прирост текущего уровня готовности системы мониторинга.

Достоверность и обоснованность полученных научных результатов подтверждаются и обеспечиваются учетом представительного количества факторов, влияющих на обоснованный выбор рационального плана технического дооснащения системы мониторинга; использованием исходных данных, полученных из практической деятельности по обеспечению радиационной безопасности и антитеррористической защищенности.

Практическое использование результатов предложенной методики позволит значительно повысить уровень готовности системы мониторинга в условиях нарастания террористической угрозы.

Список литературы

1. ГОСТ Р 22.11.02-2014 Общие требования к системе мониторинга радиационной обстановки.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972.
3. Евланов Л.Г. Принятие решений в условиях неопределенности. – М.: Институт управления народным хозяйством, 1976.
4. Жуков Г.П., Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ и исследование операций. – М.: Воениздат, 1987.
5. Кузьменко Ю.М. и др. Методы анализа и обработки военно-экономической информации. – М.: Наука, 1978.

МОНИТОРИНГ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ПРИМЕНЯЮЩИХ ИНФРАКРАСНЫЕ ОТОПИТЕЛИ (ТЕПЛЫЙ ПОЛ)

Морозов Руслан Олегович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В работе проиллюстрирована пожарная опасность систем отопления на основе инфракрасных отопителей (теплый пол), обусловленная неэффективностью существующей системы контроля температурных зон. Приведены результаты анализа нормативных правовых актов и документов содержащих требований пожарной безопасности, в ходе которого было установлено, что требований к эксплуатации и монтажу данных систем на сегодняшний день отсутствуют. Представлена альтернативная система предупреждения аварийных режимов работы инфракрасных отопителей (теплый пол).

Ключевые слова: Пожарная безопасность, теплый пол, аварийный режим работы.

В современных реалиях все большую популярность набирают инфракрасные отопители (теплый пол) (далее – система «теплый пол») применяемые в качестве альтернативы «традиционным» системам отопления в помещениях и объектах в целом, особенно в жилом секторе. Данный факт обусловлен в первую очередь экономическими соображениями, т.к. трудозатраты монтажа и стоимость самого оборудования значительно ниже нежели у альтернативных систем отопления. Однако следует отметить и тот факт, что применение указанных систем неразрывно связано с техногенными рисками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера, а именно пожаров.

Целью данной работы является разработка системы предупреждения аварийных режимов работы системы «теплый пол». Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- проиллюстрировать пожарную опасность указанных систем отопления;
- проанализировать требования нормативных правовых актов и нормативных документов в области пожарной безопасности, направленных на профилактику возникновения пожаров в результате протекания аварийных режимов работы системы «теплый пол»;
- предложить модель системы предупреждения аварийных режимов работы системы «теплый пол».

Для решения поставленных задач и достижения цели работы помимо классических теоретических методов научного исследования будут применяться и эмпирические методы, такие как наблюдение и эксперимент.

Для наглядной иллюстрации пожарной опасности систем «теплый пол» следует обратиться к практике исследования пожаров. Так практический опыт показывает, что в настоящее время имеют место пожары, причиной которых послужило тепловое воздействие нагревателей системы «теплый пол». В свою очередь необходимо отметить, что данная причина пожара имеет латентный характер, в силу особенностей конструкции пленочных нагревателей и отсутствия соответствующих экспертных методик. Попросту говоря, вероятность наличия фрагментов пленочных нагревателей в очаговой зоне после пожара и в результате действий по его тушению крайне мала, в следствии чего данная версия возникновения пожара может не рассматриваться в принципе. На рисунках 1-3 приведены последствия теплового воздействия системы «теплый пол» до возникновения пожара.



Рис. 1. Иллюстрация термических повреждений, обусловленных тепловым воздействием системы «теплый пол»



Рис. 2. Иллюстрация термических повреждений, обусловленных тепловым воздействием системы «теплый пол»



Рис. 3. Иллюстрация термических повреждений, обусловленных тепловым воздействием системы «теплый пол»

Подобные случаи единичны и являются большой удачей не только для собственников строений, которым удалось избежать последствий пожара, но и для практических работников.

Следует отметить, что автором в рамках экспертного исследования проводился эксперимент, в ходе которого было доказано, что температурное поле, формируемое нагревательными элементами системы «теплый пол», может быть неоднородным. Причиной формирования зон критических температур является создание условий накопления теплоты. При этом локальность данного воздействия практически исключает возможность отключения установки от командного сигнала термодатчика. Существующая система контроля, представляющая собой термодатчик, не эффективна

в силу маленькой по площади зоны контроля. Подробности проведения данного эксперимента изложены в работах [1,2].

В ходе анализа действующей нормативной правовой и нормативной базы установлено, что требования пожарной безопасности, регламентирующие порядок монтажа и эксплуатации систем отопления, изложены в СП 7.13130 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [3] (включен в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований федерального закона от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»). В приведенном нормативном документе правила регламентирующие вопросы эксплуатации систем «теплый пол» полностью отсутствуют. Правилами противопожарного режима в Российской Федерации [6], как и техническими регламентами, требования пожарной безопасности к данным системам так же не регламентированы [4,5].

Вместе с тем, учитывая пожароопасность данной системы необходимо констатировать, что на сегодняшний день формирование правил применения систем «теплый пол» является ключевым фактором в профилактике направленной на снижение пожаров по данной причине.

Кроме того, необходимо учитывать и тот факт, что в настоящее время эффективная система предупреждения аварийных режимов работы системы «теплый пол» отсутствует. Применяемая в настоящий момент система контроля температурного режима системы «теплый пол» приведена на рис. 4. Данный факт обуславливает необходимость разработки альтернативы.

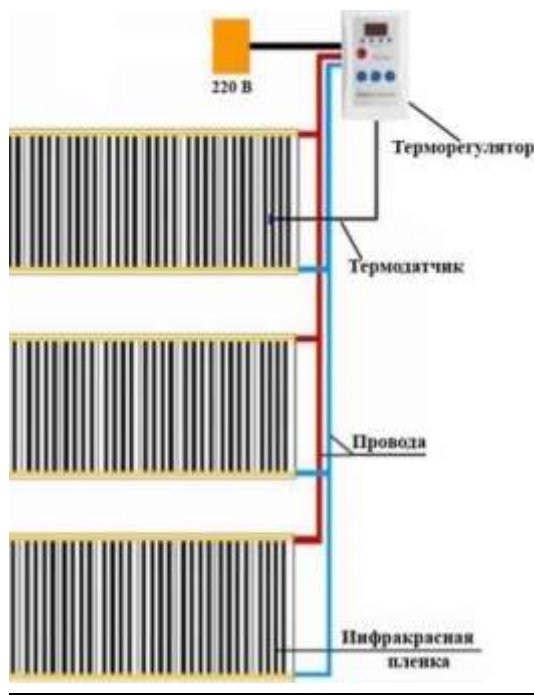


Рис. 4. Схемы контроля температуры в системе «теплый пол», применяемая в настоящее время

В свою очередь в качестве более эффективной альтернативы считаю возможным и обоснованным применение извещателей пожарных тепловых линейных (термокабель) в качестве термочувствительного элемента [7]. Так прокладка данного кабеля, с порогом чувствительности порядка 60-70⁰ С, по всей обогреваемой поверхности позволит эффективно оценивать температурное поле, создаваемое нагревательными элементами. Даже в случаях неоднородности данного поля управляющий сигнал извещателя, принятый приемно-контрольным прибором, эффективно обеспечит отключение терморегулятора, и, как следствие, прекращение тепловыделения нагревательными элементами. Предлагаемая схема системы предупреждения аварийных режимов работы инфракрасных отопителей (теплый пол) приведена на рисунке 5.

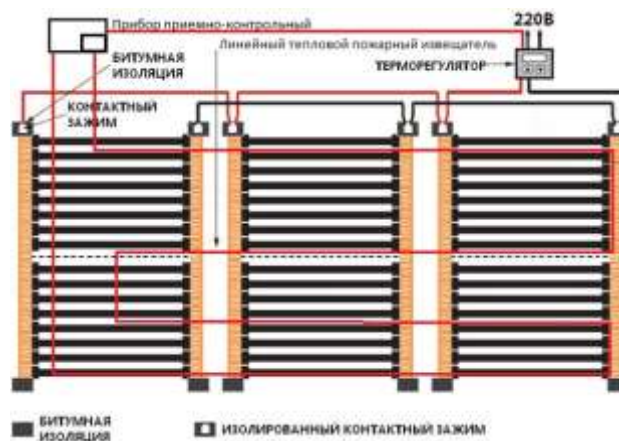


Рис. 5. Предлагаемая схема системы предупреждения аварийных режимов работы системы «теплый пол»

Дискуссионным остается вопрос о необходимости закрепления оборудования «теплого пола» предложенной системой предотвращения протекания аварийных режимов работы в нормативных правовых актах и документах по пожарной безопасности.

В работе проиллюстрирована пожарная опасность систем «теплый пол», обусловленная неэффективностью существующей системы контроля температурных режимов нагревательных элементов. Представлены результаты анализа требований нормативных правовых актов и документов, содержащих требований пожарной безопасности, по результатам которого установлено, что рассматриваемая причина пожара в настоящее время не профилируема.

Предложена альтернативная система контроля температурного режима нагревательных элементов системы «теплый пол» на основе тепловых линейных пожарных извещателей.

В заключении хотелось бы еще раз отметить, что разработка и внедрение системы предупреждения аварийных режимов работы инфракрасных отопителей повлечет за собой снижение количества пожаров и их последствий, создаст основу для формирования соответствующих требований пожарной безопасности, направленных на профилактику рассматриваемой причины пожаров.

Список литературы

1. Теплые полы как причина возникновения пожаров / Г. В. Плотникова, К. Л. Кузнецов, С. С. Тимофеева [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. – 2021. – Т. 30. – № 3. – С. 41-53. – DOI 10.22227/0869-7493.2021.30.03.41-53. – EDN MTEUYR.
2. Рощупкина, Л. В. Анализ пожарной опасности систем отопления на основе пленочных нагревателей (теплый пол) / Л. В. Рощупкина, К. Л. Кузнецов, Р. О. Морозов // Техносферная безопасность в XXI веке : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Иркутск, 01–03 декабря 2021 года. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2021. – С. 195-199. – EDN EODXPR.
3. Свод правил СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».
4. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
5. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
6. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 (ред. от 21.05.2021) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
7. Анненков, А. П. Термокабель Protectowire: преимущества и опыт применения / А. П. Анненков // Территория Нефтегаз. – 2012. – № 4. – С. 43. – EDN OXYKCV.

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА

Чернушевич Елена Валерьевна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье проанализированы основные математические модели (интегральная, полевая (дифференциальная), зонная), применяемые для прогнозирования опасных факторов пожара, выделены их достоинства и недостатки. Отдельное внимание уделено тому, что при прогнозировании опасных факторов пожара не учитывается образование продуктов термической деструкции строительных материалов.

Ключевые слова: опасные факторы пожара, динамика опасных факторов пожара, математические модели пожара, прогнозирование опасных факторов пожара.

Под опасными факторами пожара (ОФП) понимаются факторы пожара, воздействие которых может привести к травме, отравлению или гибели человека и (или) к материальному ущербу. К ним относятся пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму и др. [1].

Для оценки возможных последствий воздействия ОФП применяют метод прогнозирования их динамики. На основании полученных результатов разрабатываются мероприятия, которые направлены на:

повышение безопасности людей при возникновении пожара (разработка планов эвакуации);

повышение пожарной безопасности объекта защиты (создание и совершенствование системы противопожарной защиты на объекте);

повышение эффективности действий подразделений пожарной охраны (корректировка и создание документов предварительного планирования боевых действий по тушению пожара (планов и карточек тушения пожара).

Таким образом, результаты прогнозирования ОФП должны быть достаточно точными и должны соответствовать реальной обстановке при возникновении пожара.

В настоящее время для прогнозирования динамики опасных факторов пожара применяются три основные математические модели: интегральная, полевая (дифференциальная), зонная. Сравнительный анализ перечисленных моделей представлен в табл.1.

Таблица 1. Сравнительный анализ математических моделей, применяемых при прогнозировании динамики ОФП

Наименование модели	Интегральная	Полевая (дифференциальная)	Зонная
Возможности (получаемая информация)	Информация о динамике средних значений параметров состояния среды в помещении для любого момента развития пожара	Информация о значениях всех локальных параметров состояния во всех точках пространства внутри помещения для любого момента развития пожара	Информация о размерах характерных пространственных зон, возникающих при пожаре в помещении, и средних параметрах состояния среды в этих зонах
Принцип применения	Рассмотрение всего объема помещения в совокупности	Разбиение всего объема помещения на множество малых контрольных объемов	Разбиение объема помещения на несколько условных зон: верхний / нижний объем помещения, зона конвективной колонки
Уравнения	Система обыкновенных дифференциальных уравнений	Система уравнений в частных производных, описывающих пространственно-временное распределение температур, давлений, скоростей газовой среды в помещении, плотностей концентраций компонентов	Совокупность нескольких систем обыкновенных дифференциальных уравнений
Искомые функции	Среднеобъемные параметры состояния среды	Плотность, температура среды, скорость движения газа, концентрации компонентов газовой среды, оптическая плотность дыма и т.д.	Параметры состояния среды в каждой зоне; координаты, определяющие положение границ характерных зон
Независимый аргумент	Время	Время и координаты (x,y,z)	Время

Область применения перечисленных математических моделей различается и для выполнения конкретной задачи необходимо выбрать наиболее подходящую математическую модель. *Интегральную модель* применяют для:

- зданий, содержащих развитую систему помещений малого объема простой геометрической конфигурации;
- помещений, где характерный размер очага пожара соизмерим с характерными размерами помещения и размеры помещения соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз);
- предварительных расчетов с целью выявления наиболее опасного сценария пожара;

зонную модель – для:

- помещений и систем помещений простой геометрической конфигурации, линейные размеры которых соизмеримы между собой (линейные размеры помещения отличаются не более чем в 5 раз), когда размер очага пожара существенно меньше размеров помещения;
- рабочих зон, расположенных на разных уровнях в пределах одного помещения (наклонный зрительный зал кинотеатра, антресоли и т.д.)

полевою (дифференциальную) модель – для:

- помещений сложной геометрической конфигурации;
- помещений с большим количеством внутренних преград (атриумы с системой галерей и примыкающих коридоров, многофункциональные центры со сложной системой вертикальных и горизонтальных связей и т.д.);
- помещений, в которых один из геометрических размеров гораздо больше (меньше) остальных (тоннели, закрытые автостоянки большой площади и т.д.);
- для иных случаев, когда применимость или информативность зонных и интегральных моделей вызывает сомнение (уникальные сооружения, распространение пожара по фасаду здания, необходимость учета работы систем противопожарной защиты, способных качественно изменить картину пожара, и т.д.) [3].

Проанализировав существующие модели, можно выделить некоторые проблемы:

- необходимость детального моделирования большого количества физических процессов при использовании полевой модели, что в свою очередь, требует разработки сложных численных алгоритмов для адаптации модели к конкретным условиям [4];
- существенные вычислительные и временные затраты, возникающие при реализации полевых математических моделей пожара [5];
- недостаточная точность моделей. При применении моделей допускается много упрощений, исследуемая система часто идеализируется, упрощается;
- расхождение результатов, полученных посредством различных моделей;
- отсутствие критериев определения положения конвективной колонки при применении двухфазной модели тепломассопереноса при пожаре [6];
- отсутствие учета продуктов термической деструкции строительных материалов, образующиеся в температурном диапазоне от «повышенной» температуры (40°C) при проведении санитарно-гигиенической оценки до температуры их «тления» при оценке пожарной опасности [7].

Таким образом, существующие математические модели прогнозирования ОФП имеют ряд существенных недостатков. Наиболее важным из них является отсутствие учета образования продуктов термической деструкции строительных материалов, и их влияния на время достижения ОФП предельно допустимых значений на путях эвакуации. Данный факт не позволяет адекватно оценить обстановку на пожаре, что может привести к гибели людей. Следовательно, возникает необходимость в совершенствовании существующих методов прогнозирования ОФП.

Список литературы

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учебное пособие / Ю.А. Кошмаров, С.В. Пузач, В.В. Андреев и др. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 126 с.
3. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».
4. Миклина, Е. А. О проблемах моделирования динамики пожара / Е. А. Миклина, С. Н. Волкова // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1. – № 9. – С. 599-602.
5. Ситников, И. В. Анализ проблем моделирования динамики пожара / И. В. Ситников, С. А. Колодяжный // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2015. – № 1(14). – С. 29-35.
6. Однолько, А. А. Проблемы применения математических моделей, определяющих время блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара при расчете пожарного риска / А. А. Однолько, И. В. Ситников // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2010. – № 1(2). – С. 185-191.
7. Чернушевич, Е.В. Разработка метода контроля термодеструктивной стойкости отделочных строительных материалов: автореферат диссертация. канд. техн. наук: 2.2.8 /Чернушевич Елена Валерьевна. – Красноярск, 2022. – 16 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВЕСИНЫ И ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Горбунов Александр Сергеевич

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье приведены результаты исследований, подготовленных образцов древесины (сорта сосна) и поливинилхлорида (далее ПВХ) при термическом воздействии в муфельной печи, путем измерения цветовых характеристик с использованием модели разложения цвета на RGB составляющие. При термическом воздействии в материалах происходят химические и физические изменения, в том числе и изменение цвета. Цель работы заключалась в установлении экспериментальных зависимостей изменений цветовых характеристик в системе RGB образцов древесины и ПВХ от температуры и времени воздействия. Прибор для измерения основан на датчике цвета TCS3472 и программируемом логическом контроллере. Полученные данные могут быть использованы при расследовании пожаров на объектах, выполненных из данных материалов при обнаружении путей распространения пожара, а также контроля степени термических повреждений при различных технологических процессах.

Ключевые слова: RGB характеристики, степень термических повреждений, датчик цвета.

При термическом воздействии происходят изменения физических свойств и химического состава материала. Данные изменения можно описать величиной называемой степенью термических повреждений. Степень термического повреждения материала возможно описать в виде качественной или количественной оценки [1-3]. В большинстве случаев специалисты при расследовании пожаров используют качественную оценку в виде описания внешнего вида (потемнения, вид угля, частичное уничтожение). Однако существуют методы определения степени термических повреждений древесины непосредственно на пожаре с помощью приборов. К данным методам относятся измерение глубины обугливания для древесины по методике [4], а также измерение электросопротивления обугленных остатков древесины и полимеров [4, 5]. Данные методы направлены на исследование только обугленных частей материала. В процессе пожара, на путях распространения огня, часто происходят физико-химические изменения материала только на поверхности (в тонком слое), без глубоких структурных изменений, что делает невозможным применение данных методов исследования.

Температура и длительность воздействия определяет степень термического повреждения любого материала [1].

Полимерные материалы, в частности синтетического происхождения, состоят из высокомолекулярных соединений с многократно повторяющимися структурными фрагментами. На сегодняшний день сложно представить мир без применения полимеров. Полимерные материалы используются во всех отраслях жизни и производства (изделия, внутренняя и внешняя отделка в строительстве, детали автомобилей и т.д.) [6, 7].

Древесина — это материал, который добывают из деревьев различных пород в зависимости от области применения. Древесина используется в различных целях: в качестве топлива, строительного материала, изготовления орудий труда, мебели, искусства, изготовления бумаги и т.д. [8, 9].

В связи с эксплуатационными показателями и физическими свойствами древесины и ПВХ активно используется в строительстве, что в свою очередь, позволяет использовать данные материалы в качестве объекта исследования при расследовании и экспертизе пожаров.

Целью данного исследования является установление экспериментальных зависимостей изменений цветовых характеристик в системе RGB образцов древесины и ПВХ от температуры и времени воздействия.

Задачи исследования: 1. Подготовить образцы термически поврежденной древесины и ПВХ в лабораторных условиях при различных температурах и времени воздействия; 2. Провести измерения цветовых характеристик в системе RGB.

Для определения цвета в численных значениях используют колориметры. При проведении исследования в данной работе применялся прибор контроля степени термических повреждений путем цветоизмерения, основанный на датчике цвета TCS3472 [10].

Прибор контроля степени термических повреждений, состоит из датчика цвета TCS3472 в корпусе, в виде изолированной от внешних условий, измерительной камеры на телескопической штанге, шлейфа проводников, программируемого логического контроллера, ЖК-дисплея, корпуса прибора с источником питания. Данный прибор позволяет определять цветовые характеристики объектов в условиях на месте пожара после его ликвидации для оценки степени термических повреждений предметов и конструкций различных размеров.

Прибор определяет цвет в цветовой системе RGB. Данная система представляет собой куб с осями RGB со значениями от 0 до 255 [11].

Достоверность показаний прибора для оценки степени термических повреждений путем цветоизмерения, основанного на датчике цвета TCS3472, оценивалось по сопоставимости результатов с координатами цвета характерных для эталонов белого, черного и зеленого цвета, расчётом относительной погрешности.

Для калибровки датчика и вычисления погрешностей использовалось программное обеспечение фирмы TAOS [12]. Таким образом, относительная погрешность прибора не превышает 5,8 % после калибровки.

Объектами исследования является прямослойная воздушно-сухая древесина сорта сосны в виде прямоугольных брусков с размерами 25x50x150 мм. Также для исследований были подготовлены образцы белой панели ПВХ в виде прямоугольных частей с размерами 60x60x20 мм, отклонение от размеров по длине и ширине не превышает 10 мм.

Образцы были разделены на серии исследований (по 3 образца в каждой отдельно для каждого материала). Процесс термического воздействия на образцы заключался в воздействии температуры от 100°C до 400° в течение 10, 20 и 30 минут извлекая по одному образцу из муфельной печи при достижении временного промежутка. Охлаждение происходило естественным путем в помещении.

Визуальные признаки термических повреждений, исследуемых образцов представлены на рисунках 1 и 2. Изменение цвета древесины начинает происходить при температурах от 150 °С. При температурах выше 350 °С происходит образование обугленного остатка на поверхности образцов. Для образцов ПВХ изменение цвета начинает происходить при температурах от 200 °С, и при температурах выше 300 °С происходит образование обугленного остатка. Изменение внешнего вида материалов зависит от времени и температуры, с увеличением данных показателей, термические повреждения в виде потемнения и обугливания увеличиваются.



Рис. 1. Вид образцов древесины после термического воздействия «Составлено автором»

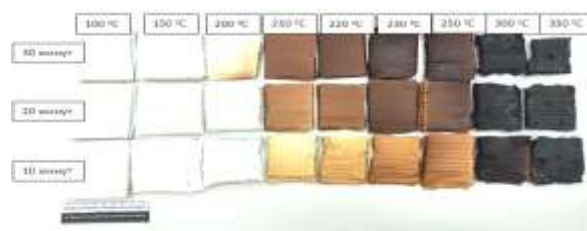


Рис. 2. Вид образцов ПВХ после термического воздействия «Составлено автором»

Результаты измерений цветовых характеристик представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Средние значения измерений цветовых характеристик образцов ПВХ

№ образца	Температура, °C	Время, минут	R	G	B
1	100	10	200	202	195
2	150	10	196	198	192
3	200	10	183	185	178
4	210	10	161	128	89
5	220	10	140	100	68
6	230	10	108	66	46
7	250	10	71	43	31
8	300	10	24	19	17
9	350	10	13	15	14
10	100	20	200	202	195
11	150	20	196	198	192
12	200	20	186	186	161
13	210	20	90	54	38
14	220	20	62	37	28
15	230	20	42	25	21
16	250	20	35	23	20
17	300	20	12	13	13
18	350	20	11	13	12
19	100	30	200	201	195
20	150	30	198	197	189
21	200	30	148	119	90
22	210	30	54	33	26
23	220	30	37	26	22
24	230	30	22	19	17
25	250	30	21	18	16
26	300	30	13	15	14
27	350	30	11	13	12

Таблица 2. Средние значения цветовых характеристик образцов древесины

№ образца	Температура, °C	Время, минут	R	G	B
1	100	10	200	158	124
2	150	10	190	150	112
3	200	10	186	134	98
4	220	10	174	125	90
5	230	10	168	118	82
6	250	10	147	96	65
7	300	10	73	50	40
8	350	10	32	24	21
9	400	10	18	19	19
10	100	20	200	158	124
11	150	20	190	150	113
12	200	20	170	121	87
13	220	20	161	107	76
14	230	20	147	99	71
15	250	20	65	38	29
16	300	20	32	25	22
17	350	20	27	24	21
18	400	20	19	20	20
19	100	30	202	158	124
20	150	30	194	148	108
21	200	30	171	120	86
22	220	30	132	86	62
23	230	30	74	43	37
24	250	30	59	36	27
25	300	30	26	29	21
26	350	30	24	22	20
27	400	30	19	20	20

Из рисунков 3-5 видно, что при увеличении температуры значения показателей RGB образцов древесины уменьшаются в пределах от 100 до 350 °С на всех временных промежутках температурного воздействия. Также графики для времени температурного воздействия 20 и 30 минут практически совпадают, что говорит о более существенном влиянии температуры по сравнению с длительностью воздействия.

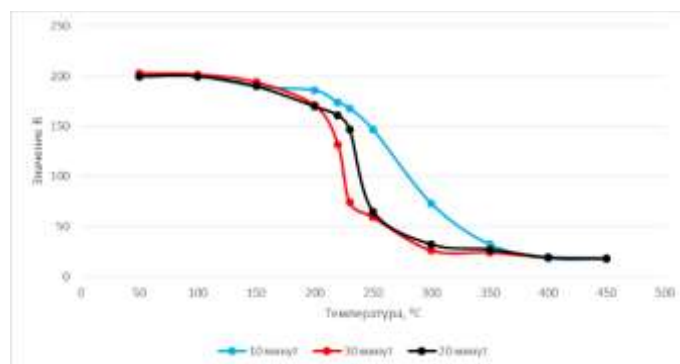


Рис. 3. Графики зависимости значений R (красный цвет) от температуры и времени воздействия на образцы древесины

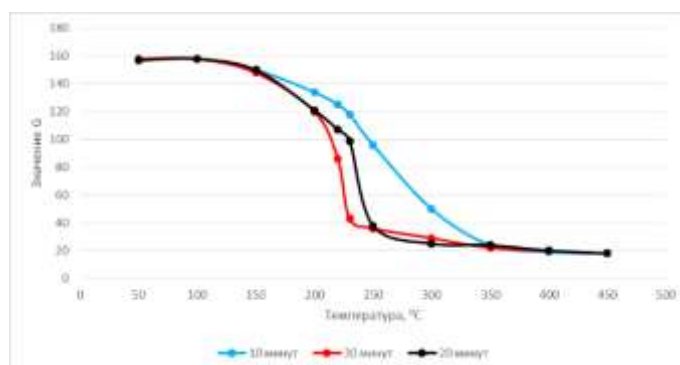


Рис. 4. Графики зависимости значений G (зелёный цвет) от температуры и времени воздействия на образцы древесины

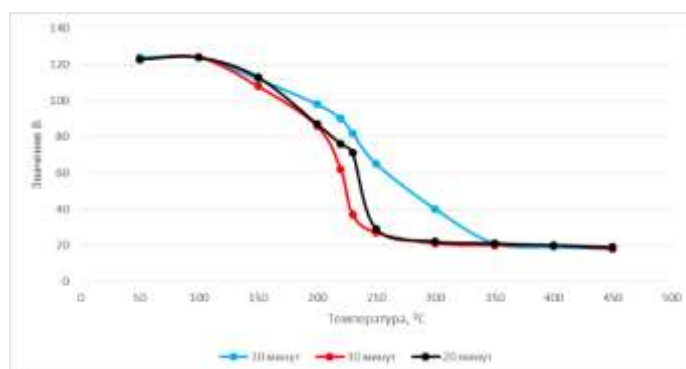


Рис. 5. Графики зависимости значений B (синий цвет) от температуры и времени воздействия на образцы древесины

Из рисунков 6-8 видно, что при увеличении температуры значения показателей RGB образцов ПВХ уменьшаются в пределах от 150 до 350 °С на всех временных промежутках температурного воздействия. Также графики для времени температурного воздействия 20 и 30 минут практически совпадают, что говорит о более существенном влиянии температуры по сравнению с длительностью воздействия.

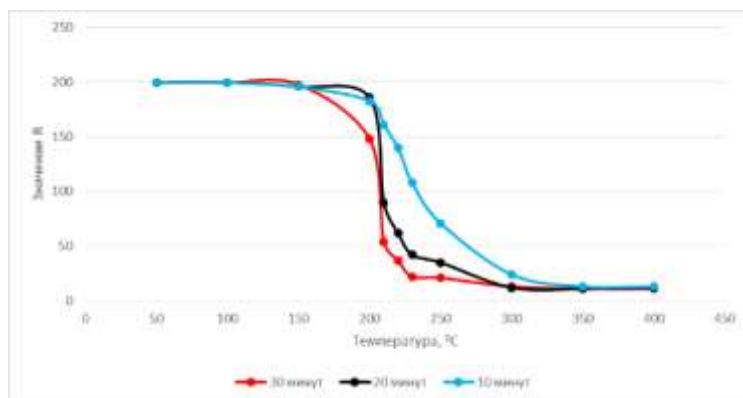


Рис. 6. Графики зависимости значений R (красный цвет) от температуры и времени воздействия на образцы ПВХ

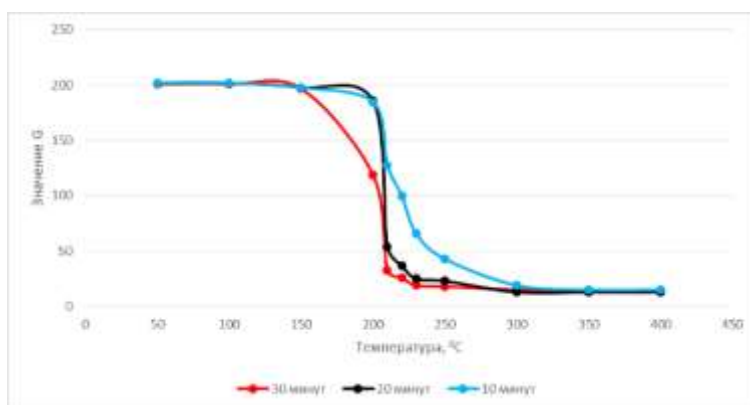


Рис. 7. Графики зависимости значений G (зелёный цвет) от температуры и времени воздействия на образцы ПВХ

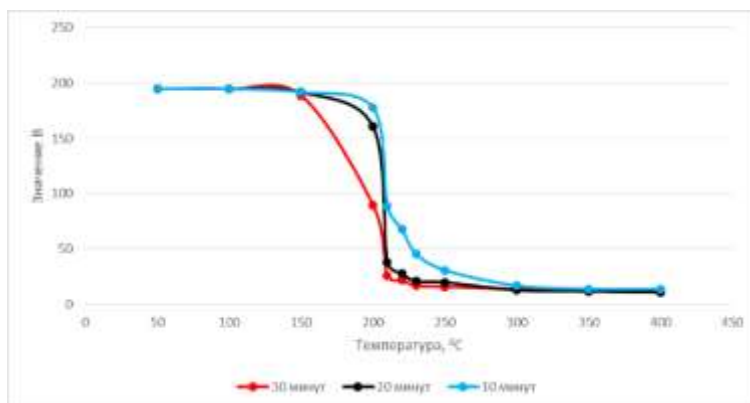


Рис. 8. Графики зависимости значений B (синий цвет) от температуры и времени воздействия на образцы ПВХ

Научная новизна данной работы заключается в предложенном методе оценки степени термических повреждений материалов. Существующий и наиболее используемый метод, в виде визуального осмотра, имеет ряд недостатков, связанных со световыми иллюзиями и различными условиями наблюдения (угол падения света, освещенность, индивидуальная чувствительность зрения). Данный метод позволяет исключить влияние различных субъективных факторов и проводить измерения в одинаковых условиях.

Подводя итоги, сравнение степени термического повреждения древесины и ПВХ по показателям RGB возможно. Однако, температурные пределы данного метода ограничены с одной стороны (100 °C древесины и 150 °C для ПВХ), а с другой началом процесса карбонизации (350 °C).

Предложенный метод позволяет производить контроль и оценку степени термических повреждений древесины в различных отраслях производства, а также при расследовании пожаров, в установлении путей распространения горения. Перспективами дальнейшего исследования является обработка полученных результатов в математические зависимости и дифференциация времени и температуры воздействия по показателям RGB.

Список литературы

1. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). – СПб.: СПБНИИПБ МВД РФ, 1997. – 562с.
2. Национальная ассоциация противопожарной защиты и др. Руководство пользователя для NFPA 921: руководство по расследованию пожаров и взрывов. - Jones & Bartlett Learning, 2006.
3. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров. - М.: Стройиздат, 1966. -347 с.
4. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. - М: ВНИИПО, 2002. - 330 с.
5. Экспертное исследование обугленных остатков древесины с целью установления условий теплового воздействия и выявления очаговых признаков пожара / Чешко И.Д., Егоров Б.С., Голяев В.Г., Смирнов К. П.//Экспертная техника. Вып. 99.- М.: ВНИИСЭ МЮ СССР.-С. 3-37.
6. Ciacci L., Passarini F., Vassura I. The European PVC cycle: In-use stock and flows //Resources, Conservation and Recycling. – 2017. – Т. 123. – С. 108-116.
7. Akovali G. Plastic materials: polyvinyl chloride (PVC) //Toxicity of building materials. – Woodhead Publishing, 2012. – С. 23-53.
8. Wang L., Toppinen A., Juslin H. Use of wood in green building: A study of expert perspectives from the UK //Journal of cleaner production. – 2014. – Т. 65. – С. 350-361.
9. Ramage M. H. et al. The wood from the trees: The use of timber in construction //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2017. – Т. 68. – С. 333-359.
10. Горбунов, А. С. Возможность применения оптического прибора для определения цвета в экспертизе пожаров / А. С. Горбунов, А. Н. Слепов, И. Н. Пожаркова // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 23 апреля 2021 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2021. – С. 616-619.
11. Schwarz M. W., Cowan W. B., Beatty J. C. An experimental comparison of RGB, YIQ, LAB, HSV, and opponent color models //Acm Transactions on Graphics (tog). – 1987. – Т. 6. – №. 2. – С. 123-158.
12. Паспорт на датчик цвета TCS34725 Режим доступа: <https://natural-shop.adafruit.com/datasheets/TCS34725.pdf> (дата обращения: 27.06.2022).

МОНИТОРИНГ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СИРИИ

Горячева Наталья Геннадьевна

канд. техн. наук, Академия гражданской защиты МЧС России

Буш Низар Касем

канд. техн. наук, Российский государственный гуманитарный университет

Аннотация. В статье рассмотрен мониторинг жизнеобеспечения населения в условиях ведения военных действий. Представлены результаты анкетирования населения, вышедшего из города, бывшего в блокаде террористов с 2015 по 2018 годы.

Ключевые слова: вода, продовольствие, обеспечение, зона вооруженного конфликта, Сирия.

Сирия страна Ближнего Востока. Проблема с водоснабжением населения – наиболее острая проблема для страны. Одна из причин – ухудшение ситуации с естественным водоснабжением. На сегодняшний день около 5 млн. человек в Сирии не имеют свободного доступа к питьевой воде. Так, снижение уровня воды в реке Евфрат с января 2021 г. достигло критически низкого уровня в мае, что в значительной степени увеличило риск повсеместной нехватки воды, влияющей не только на снабжение питьевой водой гражданского населения Сирии, но и на сельскохозяйственное производство и электроснабжение, особенно на северо-востоке страны.

Известно, что около 5,5 млн. человек в Сирии зависят от Евфрата как источника питьевой воды и ирригации. К примеру, плотина Тишрин (район Алеппо) и плотина Табка (район Аль-Ракка) сегодня закрыты, полностью или частично, из-за снижения уровня воды. В результате чего около 3 млн. человек остались без электроэнергии. Это же сказалось на сельскохозяйственном производстве и продовольственной безопасности на северо-востоке Сирии – объем производства пшеницы и ячменя сократились [1].

Для изучения гуманитарных последствий и удовлетворения ключевых потребностей жизнеобеспечения пострадавшего населения Аль-Фуа в условиях блокады, кафедрой (медико-биологической и экологической защиты) Академии гражданской защиты МЧС России было проведено исследование.

Были изучены электронные ресурсы: организации объединенных наций (ООН), международной независимой некоммерческой медицинской гуманитарной организации «Врачи без границ» (MSF), центра международных исследований и политики, всемирной продовольственной программы (WFP), управления организации объединенных наций (ООН) по координации гуманитарных вопросов (УКГВ).

В анкету вошли вопросы, рассматриваемые в Методических рекомендации утв. МЧС России [2].

Первоначально были составлены вопросы на русском языке по организации первоочередного жизнеобеспечения населения, находившегося в блокаде террористических группировок на территории города Аль-Фуа в 2015-2018 гг.

Вопросы анкеты были переведены на литературный арабский язык Буш Н.К.

Анкета на арабском языке сохранялась и оставалась в доступе онлайн в личном кабинете на Google диске.

Для распространения гугл-форм с вопросами, участникам в Сирии были разосланы приглашения для тестирования на номера телефонов. Затем, этой ссылкой респонденты делились самостоятельно (рис.1). Респонденты получали ссылку и отправляли ответы на вопросы (рис. 1).

Сколько воды тратили на мытье рук и лица в сутки? ما مقدار الماء الذي تم استخدامه على غسل اليدين والوجه للشخص يومياً؟



Рис 2. Характеристика водообеспечения населения в условиях осады 2015-2018 гг.

Таблица 1. Сравнение норм обеспечения населения и реального потребления воды в условиях осады 2015-2018 гг.

№ п/п	Виды водопотребления	Норма потребления	Потребление населением города
1	Питье, л/чел. в сутки	2,5...5,0	0,5..1,0
2	Приготовление пищи и мытье кухонной посуды, л/чел. в сутки	3,5	Менее 0,5
3	Мытье индивидуальной посуды, л/чел. в сутки	1,0	Менее 0,5
4	Мытье лица и рук, л/чел. в сутки	3,0	Менее 0,5

По полученным данным видим, что разрыв между располагаемым объемом пресной воды и потребностями в ней населения возрастал.

Основной водный источник — это артезианские скважины. Но ополченцы испытывали дефицит топлива для водных насосных установок.

По данным[<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1r42rnHwWBLgGGRZsi0NKuM2ssfE0V1HCFn/>] разрушено или захвачено боевиками 70% энергетических объектов, 1300 медицинских и школьных объектов.

68% опрошенных в Сирии говорят, что электричество им получить труднее всего — даже труднее продуктов (37%).



Рис 3. Доступность к продовольствию населения в условиях осады 2015-2018 гг.

Данные (рис. 3) видно, что продовольствие в составе гуманитарной помощи сбрасывалось с самолетов союзников один раз в две недели и распределялось народными ополченцами в основном по списку среди населения: сухое молоко, лаваш, крупы, макаронные изделия, сахар, соль. Доставка питания для грудных детей и детей до трех лет не проводилась.

52% население оставалось жить в подвалах разрушенных домов. Жилье отапливалось за счет сжигания срубленных оливковых деревьев, мебели, пластика.

Одежда для взрослых и детей распределялась народными ополченцами из состава гуманитарной помощи.

Для сохранения санитарно-гигиенического состояния территории проводилось выделение мест для захоронения трупов людей и животных.

Список литературы

1. Syria's hospitals face systematic attacks: report. – 09.03.2021 // DW Akademie. – URL: <https://www.dw.com/en/syrias-hospitals-face-systematic-attacks-report/a-56811097> (дата обращения: 15.05.2022).
2. Методические рекомендации по организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях и работы пунктов временного размещения пострадавшего населения" (утв. МЧС России 20.08.2020 N 2-4-71-18-11) [Электронный ресурс]. URL:<http://www.consultant.ru/> (дата обращения 21.05.2022).

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ В КРУПНЫХ ПОЖАРАХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2019-2021 гг.

Маштаков Владислав Александрович

Стрельцов Олег Васильевич

Бобринев Евгений Васильевич

канд. биол. наук

Кондашов Андрей Александрович

канд. физ.-мат. наук

Удавцова Елена Юрьевна

канд. техн. наук

*Всероссийский Ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России*

Аннотация: Исследованы параметры оперативной деятельности подразделений различных видов пожарной охраны в Российской Федерации в 2019-2021 годах.

На общем фоне увеличения временных показателей тушения крупных пожаров в Российской Федерации показана высокая эффективность деятельности подразделений ФПС по спасению людей в крупных пожарах в Российской Федерации в 2019-2021 годах.

Ключевые слова: крупный пожар, виды пожарной охраны, оперативная деятельность, спасение, гибель.

Готовность подразделений пожарной охраны к действиям по тушению пожаров характеризуют такие статистические показатели, как «время прибытия пожарных расчетов к месту вызова», «время локализации пожара», «время тушения пожара» и другие [1-3].

По данным [4] в Российской Федерации происходит около 0,01% крупных пожаров от общего количества всех пожаров в 2019-2021 гг. Однако материальный ущерб от них составил в среднем за обсуждаемый период около 45% от общего ущерба всех пожаров.

При этом в работе [4] учитываются только 2 критерия отнесения пожаров к крупным – по размеру материального ущерба и групповой гибели людей более 5 человек на пожаре.

По мнению других исследователей, [5] этих показателей явно недостаточно, предлагается кроме вышеназванных использовать ряд дополнительных показателей, таких как «травмирование 10 и более человек», «время занятости на пожаре», «количество привлекаемой пожарной техники», «количество стволов, подаваемых на тушение», «факт создания штаба пожаротушения» и ряд других показателей.

В настоящей работе изучены параметры оперативной деятельности подразделений пожарной охраны в Российской Федерации в 2019-2021 годах на основе статистической информации о крупных пожарах [6].

К крупным пожарам отнесены следующие:

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

На рис. 1 приведено распределение 12013 крупных пожаров в Российской Федерации в 2019-2021 годах по различным видам пожарной охраны, которые организуют и осуществляют в установленном порядке охрану населенных пунктов и предприятий от пожаров.

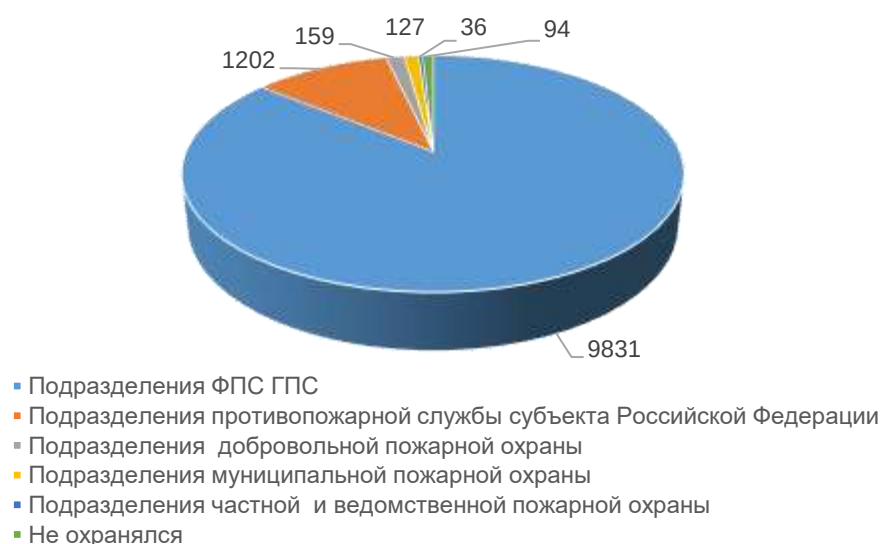


Рис. 1. Распределение крупных пожаров в Российской Федерации в 2019-2021 гг. по различным видам пожарной охраны, которые организуют и осуществляют в установленном порядке охрану населенных пунктов и предприятий от пожаров

В 82 % случаев крупные пожары в Российской Федерации в 2019-2021 гг. происходили на объектах защиты, охрану от пожаров которых организуют и осуществляют подразделения ФПС. В 10 % случаев - подразделения противопожарной службы субъектов Российской Федерации. В оставшихся 8 % случаев объекты защиты охранялись подразделениями других видов пожарной охраны или не охранялись вообще.

На рис. 2 приведены соотношения среднего времени прибытия пожарных подразделений на тушение крупных пожаров в Российской Федерации в 2019-2021 гг. на объектах защиты, охрану от пожаров которых организуют и осуществляют подразделения различных видов пожарной охраны.

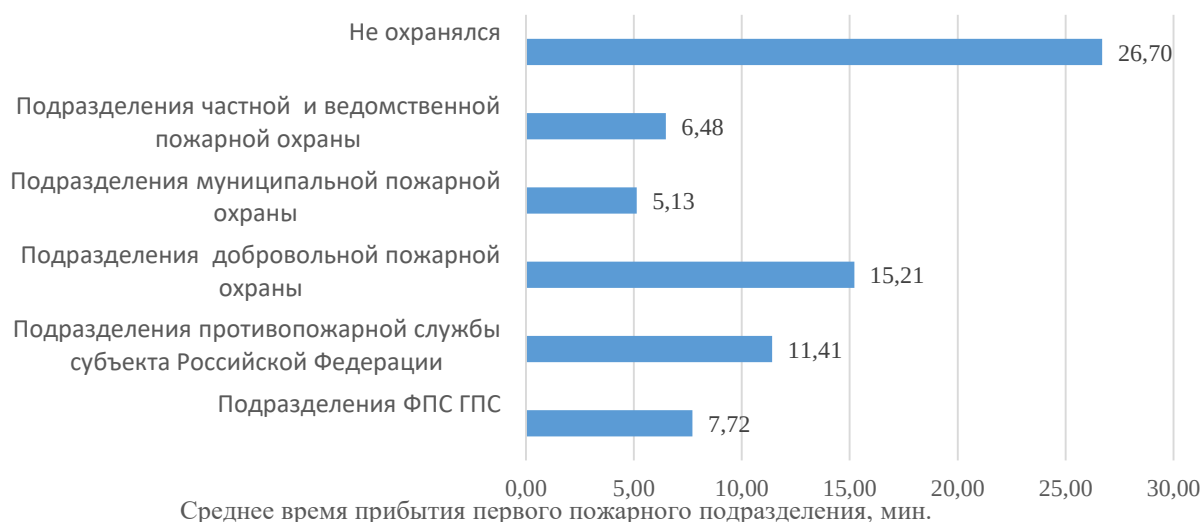


Рис. 2. Соотношения среднего времени прибытия пожарных подразделений при тушении крупных пожаров на объектах защиты, охрану от пожаров которых организуют и осуществляют подразделения различных видов пожарной охраны

Следует отметить, что для тушения крупных пожаров быстрее всего прибывают подразделения пожарной охраны на объекты защиты, охрану от пожаров которых организуют и осуществляют подразделения ФПС ГПС, частной, ведомственной и добровольной пожарной охраны (менее 10 минут).

Наибольшее среднее время прибытия пожарных подразделений при тушении крупных пожаров зафиксировано на неохраемых объектах защиты – в основном это неэксплуатируемые и строящиеся здания и сооружения (26,7 мин.).

На рис. 3 приведено соотношения среднего времени тушения крупных пожаров в России в 2019-2021 гг. подразделениями различных видов пожарной охраны в сравнении с аналогичными величинами в среднем по крупным пожарам в РФ и по всем пожарам в РФ.



Рис. 3. Соотношения среднего времени тушения крупных пожаров в России в 2019-2021 годах подразделениями различных видов пожарной охраны

Меньше всего тратят на тушение пожара подразделения ФПС (в среднем 88 мин.) и подразделения противопожарной службы субъектов Российской Федерации (в среднем 110 мин.). Гораздо больше времени тратится подразделениями пожарной охраны на тушение пожара на неохраемых объектах защиты (в среднем 311 мин.).

Для оценки эффективности деятельности подразделений пожарной охраны используется синтетический показатель «доля спасенных при пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей» [7].

На рис. 4 приведено соотношения доли спасенных при крупных пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей в 2019-2021 гг. подразделениями различных видов пожарной охраны.



Рис. 4. Соотношения доли спасенных при крупных пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей в России в 2019-2021 гг. подразделениями различных видов пожарной охраны

Из рисунка видна высокая эффективность подразделений ФПС по спасению людей при крупных пожарах в 2019-2021 годах - из зоны воздействия опасных факторов пожара личным составом этих

подразделений спасено 90% людей. Несколько меньше эффективность действий по спасению людей у подразделений противопожарной службы субъектов Российской Федерации – ими спасено на крупных пожарах в 2019-2021 годах 65% людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара.

Повышение пожарной безопасности населения и территорий Российской Федерации требует развития научно обоснованных передовых технологий способов тушения пожаров, новых огнетушащих веществ, а также формирования высокоэффективных, мобильных, оснащенных современными техническими средствами и спасательными технологиями пожарно-спасательных подразделений МЧС России.

Список литературы

1. Смирнов А.С., Ищенко А.Д., Ширинкин П.В. Оценка уровня готовности подразделения пожарной охраны к действиям по тушению пожаров // Проблемы управления рисками в техносфере. 2010. № 1 (13). С. 49-58.
2. Матюшин А.В., Порошин А.А., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Матюшин Ю.А., Маштаков В.А. Оперативное реагирование и тушение пожаров в населенных пунктах Московской области // Пожарная безопасность. 2010. № 4. С. 91-103.
3. Харин В.В., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А. Сравнительный анализ показателей оперативного реагирования подразделений различных видов пожарной охраны // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2019. № 2 (13). С. 54-58.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статистический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.
5. Порошин А.А., Власов К.С. Понятие "крупный пожар" и критерии его определения // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2021. № 3 (22). С. 37-44.
6. Приказ МЧС России от 24.12.2018 № 625 «О формировании электронных баз данных учета пожаров и их последствий». [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/552366056>.
7. Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю., Порошин А.А., Харин В.В. Количество спасенных при пожарах как индикатор функционирования пожарной охраны. // Сборник материалов XXXI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности». Москва, 2019. С. 474-476.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМОГО МАТЕРИАЛЬНОГО УЩЕРБА ОТ КРУПНЫХ ПОЖАРОВ В СТРУКТУРЕ ПРИЧИН ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Шавырина Татьяна Александровна

канд. техн. наук

Удавцова Елена Юрьевна

канд. техн. наук

Кондашов Андрей Александрович

канд. физ.-мат. наук

Бобринев Евгений Васильевич

канд. биол. наук

Маторина Ольга Сергеевна

*Всероссийский Ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России*

Аннотация: Изучено распределение крупных пожаров в Российской Федерации за 2019-2021 гг. по причинам возникновения. Проанализированы распределения средней величины прямого ущерба в расчете на 1 пожар, средней величины спасенных материальных ценностей в расчете на 1 пожар и отношения стоимости спасенных материальных ценностей к сумме прямого материального ущерба и стоимости спасенных материальных ценностей по причинам возникновения крупных пожаров.

Наиболее опасными для материальных ценностей являются крупные пожары, причинами которых были: неисправности производственного оборудования или нарушения технологического процесса и НППБ при проведении электрогазосварочных и других огневых работ.

Наименее эффективно пожарах подразделения пожарной охраны действовали при тушении крупных пожаров, возникших по причине самовозгорания и взрывов.

Ключевые слова: крупный пожар, причины, материальный ущерб, стоимость, эффективность.

Крупных пожаров в Российской Федерации происходит по данным [1] около 0,01% от общего количества всех пожаров в 2019-2021 гг. Однако материальный ущерб от них составил в среднем за обсуждаемый период около 45% от общего ущерба всех пожаров. При этом в работе [1] учитываются только 2 критерия отнесения пожаров к крупным – по размеру материального ущерба и групповой гибели людей более 5 человек на пожаре.

По мнению многих исследователей в этой области [2-6] этих показателей явно недостаточно, предлагается кроме вышеназванных использовать ряд дополнительных показателей, таких как «травмирование 10 и более человек», «время занятости на пожаре», «количество привлекаемой пожарной техники», «количество стволов, подаваемых на тушение», «факт создания штаба пожаротушения» и ряд других показателей.

В настоящей работе изучено распределение прямого материального ущерба от крупных пожаров в структуре причин их возникновения на основе статистической информации за 2019-2021 гг. [7].

К крупным пожарам отнесены следующие:

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

По приведенным выше критериям отобрано 11453 пожара за 2019-2021 гг., что составило 0,88% от общего количества пожаров.

На рис. 1 приведено распределение крупных пожаров по причинам их возникновения.



Рис. 1. Распределение крупных пожаров в Российской Федерации за 2019-2021 гг. по причинам возникновения

На всех рисунках использованы следующие сокращения: НПУиЭ - нарушение правил устройства и эксплуатации; НППБ - нарушение правил пожарной безопасности. Наибольшее количество крупных пожаров произошло по причинам: неосторожное обращение с огнем и НПУиЭ электрооборудования (71% от общего количества крупных пожаров).

На рис. 2 приведены оценки рисков перерастания пожаров в крупные в структуре причин возникновения пожаров. Расчет рисков проводили по доле крупных пожаров от общего количества пожаров для каждой из выделенных причин возникновения пожаров.

Наибольшая доля прямого материального ущерба зафиксирована в крупных пожарах, возникающих по причине неисправности производственного оборудования или нарушения технологического процесса производства. 88,6% всех потерь по этой причине приходится на крупные пожары. Немногим меньше (84,2%) потерь происходит по причине «НППБ при проведении электрогазосварочных и других огневых работ». Наименьшая доля прямого материального ущерба зафиксирована в крупных пожарах, возникающих по причинам «НПУиЭ печей» (5,5%) и «НПУиЭ газового оборудования и других устройств» (6,9%).

Похожее распределение наблюдается и по показателю «средняя величина прямого материального ущерба в расчете на 1 пожар» по причинам возникновения крупных пожаров, приведенного на рис. 3.

Наибольшая величина прямого материального ущерба зафиксирована в крупных пожарах, возникающих по причине неисправности производственного оборудования или нарушения технологического процесса производства – в среднем 9 млн руб. в расчете на 1 пожар. Наименьшая величина прямого материального ущерба зафиксирована в крупных пожарах, возникающих по причинам «НПУиЭ газового оборудования и других устройств», «НПУиЭ печей» и «НПУиЭ теплогенерирующих установок» (около 0,2 млн руб.).

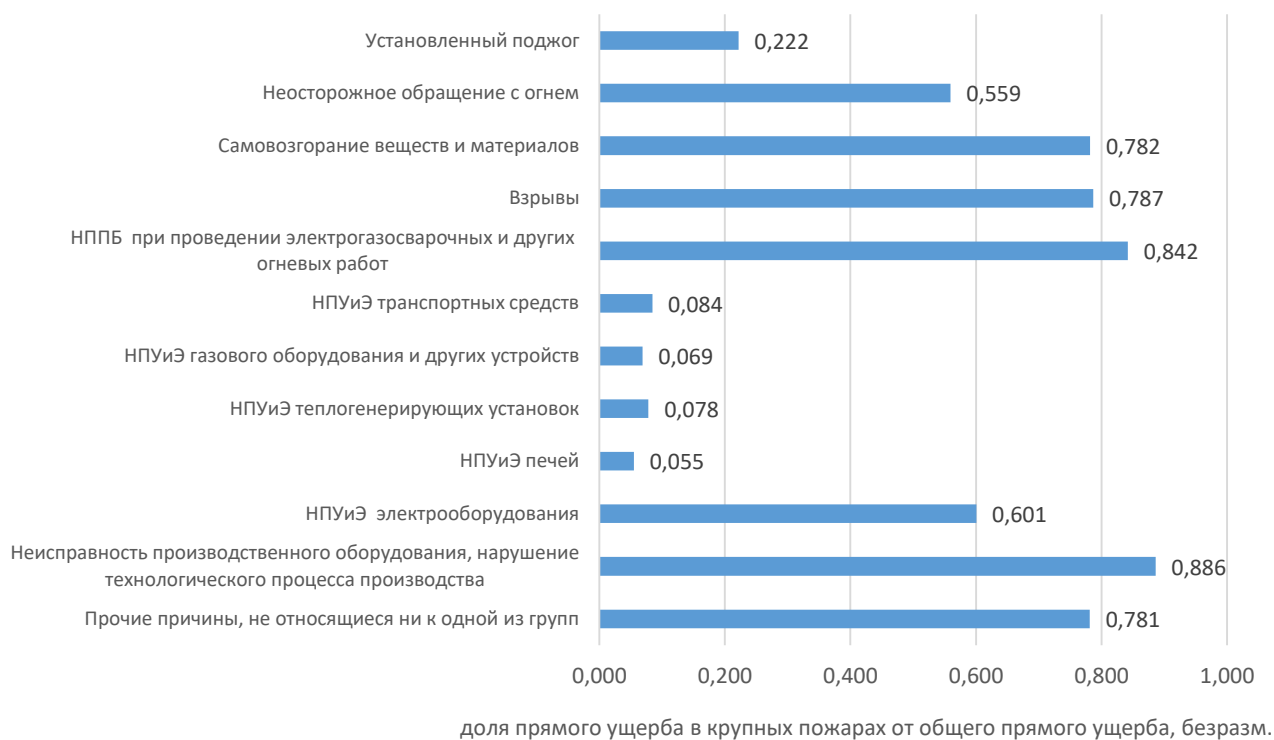


Рис. 2. Распределение отношения прямого ущерба от крупных пожаров к общему прямому ущербу от всех пожаров по причинам возникновения



Рис. 3. Распределение средней величины прямого ущерба в расчете на 1 пожар по причинам возникновения крупных пожаров

Важным показателем для оценки степени опасности пожаров является величина спасенных материальных ценностей. На рис. 4 приведено распределение доли спасенных при пожарах людей от общего количества погибших и спасенных людей по причинам возникновения крупных пожаров.



Рис. 4. Распределение средней величины спасенных материальных ценностей в расчете на 1 пожар по причинам возникновения крупных пожаров

Как видно из рисунка, не только потери велики в крупных пожарах по причинам неисправности производственного оборудования или нарушения технологического процесса производства и «НППБ при проведении электрогазосварочных и других огневых работ», но и спасенных материальных ценностей по данным причинам больше всего – на сумму 70,8 млн. руб. и 31,7 млн руб. в расчете на 1 пожар соответственно. Меньше всего спасено материальных в крупных пожарах, возникающих ценностей по причине взрыва – в среднем 0,4 млн. руб. в расчете на 1 пожар.

В работе [8] предложено использовать для оценки эффективности деятельности пожарной охраны относительный показатель – отношение стоимости спасенных материальных ценностей к сумме прямого материального ущерба и стоимости спасенных материальных ценностей. Физический смысл предложенного показателя состоит в том, что чем эффективнее будет деятельность пожарной охраны, тем больше материальных ценностей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, они спасут и тем меньше будет прямой ущерб от пожара.

На рис. 5 приведено распределение отношения стоимости спасенных материальных ценностей к сумме прямого материального ущерба и стоимости спасенных материальных ценностей по причинам возникновения крупных пожаров.



Рис. 5. Распределение отношения стоимости спасенных материальных ценностей к сумме прямого материального ущерба и стоимости спасенных материальных ценностей по причинам возникновения крупных пожаров

Как видно из рисунка, в крупных пожарах по причинам «НППБ при проведении электрогазосварочных и других огневых работ» и неисправности производственного оборудования или нарушения технологического процесса производства личным составом пожарной охраны спасено 92,2% и 88,6% материальных ценностей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара. Меньше всего в долевого выражении материальных ценностей спасено на крупных пожарах, возникающих по причине самовозгорания и взрывов (21% и 23% соответственно).

Таким образом, изучено распределение крупных пожаров в Российской Федерации за 2019-2021 гг. по причинам возникновения. Проанализированы распределения средней величины прямого ущерба в расчете на 1 пожар, средней величины спасенных материальных ценностей в расчете на 1 пожар и отношения стоимости спасенных материальных ценностей к сумме прямого материального ущерба и стоимости спасенных материальных ценностей по причинам возникновения крупных пожаров.

Наиболее опасными для материальных ценностей являются крупные пожары, причинами которых были: неисправности производственного оборудования или нарушения технологического процесса и НППБ при проведении электрогазосварочных и других огневых работ.

Следует отметить, что при описываемых пожарах подразделения пожарной охраны действовали эффективно – большая часть материальных ценностей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, было спасено.

Наименее эффективно пожарах подразделения пожарной охраны действовали при тушении крупных пожаров, возникших по причине самовозгорания и взрывов.

Для повышения эффективности действий подразделений пожарной охраны необходимо активнее использовать технические средства на производстве (пожарная сигнализация и автоматика).

Список литературы

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

2. Порошин А.А., Власов К.С. Понятие "крупный пожар" и критерии его определения // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2021. № 3 (22). С. 37-44.
3. Власов К.С., Данилов М.М., Денисов А.Н. Крупные пожары - критерии отбора // Пожарная безопасность. 2020. № 3 (100). С. 65-72.
4. Брушлинский Н.Н., Клепко Е.А., Соколов С.В. Риски крупных пожаров: динамика и прогнозирование // Пожаровзрывобезопасность. 2005. Т. 14. № 4. С. 76-83.
5. Власов К.С., Порошин А.А. Метод определения параметров крупных пожаров на основе технологий big data // Пожарная безопасность. 2022. № 2 (107). С. 46-54.
6. Петухов А.Н., Колпакова И.М. Характерные признаки крупного пожара // Тезисы докладов XXX Международной научно-практической конференции: «Актуальные проблемы пожарной безопасности». 2018. С. 405-407.
7. Приказ МЧС России от 24.12.2018 № 625 «О формировании электронных баз данных учета пожаров и их последствий». [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/552366056>.
8. Удавцова, Е. Ю., Бобринев Е. В., Кондашов А. А. Экономические последствия пожаров в Российской Федерации в 2012-2020 годах // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 124–126.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УЩЕРБА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЛОЖА ВОДОХРАНИЛИЩА ПОД ЗАТОПЛЕНИЕ

Корпачев Василий Петрович
канд. техн. наук, профессор

Пережилин Александр Иванович
канд. биол. наук, доцент

Андрियाс Андрей Александрович
канд. техн. наук, доцент

Демакова Татьяна Сергеевна

Каратаев Иннокентий Сергеевич
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика
М.Ф. Решетнева

Аннотация. Использование гидроэнергетического потенциала нижнего участка Ангары привлекательно тем, что позволяет создать мощные и эффективные гидроэлектростанции (ГЭС) на транзитном потоке при сравнительно малых площадях затопления. Проектирование ложа водохранилища предусматривает процедуру оценки воздействия на окружающую среду, в процессе которой производится экономическая и экологическая оценка технологических мероприятий, осуществление которых не приведет к неприемлемым экологическим и социально-экономическим последствиям. В настоящей работе описаны методы прогнозирования ущерба окружающей среды при подготовке ложа водохранилища под затопление, а также представлены результаты расчета ущерба природной среде при проведении лесосводки и лесоочистки ложа водохранилища Богучанской ГЭС и проектируемого водохранилища Мотыгинской ГЭС.

Ключевые слова: ложе водохранилища, лесосводка, лесоочистка, окружающая среда, оценка ущерба.

В структуре энергетического обеспечения России доля тепловых электростанций составляет 67 %, атомных – 11 %, гидравлических – 22 %. Около половины экономически эффективных гидроресурсов страны сконцентрированы в Сибири и приходятся на бассейны рек Енисей и Ангара. Именно на этих реках были созданы пять крупных водохранилищ: Красноярское, Саяно-Шушенское, Братское, Усть-Илимское, Богучанское.

Независимо от года разработки программы развития гидроэнергетики России, перспективными ГЭС на территории Красноярского края являются: Нижнебогучанская, Мотыгинская (Выдумская) и Стрелковская на р. Ангара, Эвенкийская (Туруханская) на р. Нижняя Тунгуска и Нижне-Курейская на р. Курейка [1].

Строительство и эксплуатация водохранилищ ГЭС оказывают негативное воздействие на все элементы окружающей среды: земельные и лесные ресурсы, водные объекты, животный и растительный мир. При подготовке к затоплению ложа водохранилища используется мощная лесозаготовительная и транспортная техника. Лесосводка и лесоочистка от древесной и кустарниковой растительности сопровождается сжиганием большого количества порубочных остатков.

Строительству ГЭС в Сибири и на Дальнем Востоке характерна одна общая черта – водохранилищами затопляются покрытые лесом земли со средним запасом на 1 га до 200 м³ древесины и более.

Крупными водохранилищами ГЭС Сибири затоплено более 33 млн м³ древесной и кустарниковой растительности на площади около 1,1 млн га, а с учетом проектируемых Мотыгинской и Эвенкийской – достигнет 1,97 млн га (таблица 1).

Как показал опыт подготовки под затопление лож водохранилищ ГЭС Сибири в процессе строительства и эксплуатации по разным причинам (техническим и экономическим) на акватории водохранилищ появилось около 4,6 млн м³ плавающей древесной массы, которая представляет опасность для эксплуатации ГЭС, судоходства, лесосплава и других водопользователей, влияет на качество воды, рекреационную привлекательность водохранилищ. При этом, учитывая существующие методы, технические средства и объемы очистки, запасы плавающей древесины будут увеличиваться с каждым годом.

Авария, произошедшая на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 г., лишний раз подтвердила необходимость рассмотрения всех возможных вариантов не только на стадии при проектировании, но и при строительстве и эксплуатации ГЭС.

На основе проведенного глобального анализа информации о причинах разрушения плотин, Международная комиссия по крупным плотинам выявила два основных фактора – высота плотины (чаще разрушаются небольшие плотины) и срок эксплуатации (около 70 % разрушений происходит в первые 10 лет, а наиболее часто – в первый год эксплуатации) [2]. Несмотря на рост внимания к безопасности, отсутствуют результаты оценки безопасности у 20 % плотин, сооруженных за последние тридцать лет.

В научных публикациях и отчете Международной комиссии [2] водохранилище рассматривается, в основном, как вспомогательное сооружение – емкость для сбора и хранения воды, хотя на подготовку зоны затопления и основные природоохранные мероприятия расходуется от 20 до 50 % общих затрат на строительство гидроузла [3, 4].

В соответствии с положениями Водного кодекса РФ, водохранилище является объектом государственной собственности, и его подготовка должна осуществляться за счет средств Федерального бюджета [5, 6, 7].

Таблица 1. Характеристика лож крупных водохранилищ ГЭС Сибири, построенных на лесных землях

Показатель	Водохранилище									Итого
	Братское	Красноярское	Усть-Илимское	Саяно-Шушенское	Богучанское	Курейское	Иркутское	Эвенкийское	Мотыгинское	
Год заполнения водохранилища	1961-1967	1967-1970	1974-1977	1978-1990	2012-2015	1991	1959-1960			
Установленная мощность, МВт	4500	6000	3840	6400	3000	600	662,4	12000	922	
Пропускная способность, м ³ /с	11930	12000	15270	15900	13930	10410	20600	21800	3620	
Расчетный напор, м	100	93	85	194	65,5	57	26	158	27	
Величина сработки уровня, м	10	18	4	40	1	20	1	8	0,5	
Площадь зеркала, км ²	5470	2000	1922	621	2330	558	154	9406	431,3	
Полный объем водохранилища, км ³	169,3	73,3	58,93	31,34	58,2	9,96	2,1	409-452	4,95	
Коэффициент водообмена	0.55	1,20	1,72	1,50	1,82	1,97	1,6-1,8	0,3		
Протяженность водохранилища при НПУ, км	570	380	302	312	375	160/170	55	1115-1200	196,8	
Протяженность береговой линии, км	6036	1560	2384	1364	2430		275		626,0	
Доля образцового размыва берегов, %	41	71	26	9,7	31,5		38			
Площадь затопления земель, тыс. га	510,5	175	154	54,6	157,34	55,8		844,6	21,4	1107,24/ 1973,24 *

- в том числе покрытая лесом, тыс. га	326,9	38	127,8	48,9	129,5	30,5		806,3	13,7	701,6/1521, 6
Общий запас насаждений, млн м³	40,5	0,5	14,4	3,7	13,5	1,8	1,37	47,0	1,64	75,77/124,4 1
Проектный объем затопления древесины млн м³	4,0	0,3	1,6	2,1	2,0	0,5			0,58	10,5/11,08
Реальный объем затопления древесины, млн м³	12,3	0,5	5,0	3,5	10,3	1,7				33,3
Объем плавающей древесины, млн м³	2,2	0,1	0,9	0,2	1,2				0,26	4,6/4,86

*Примечание: * - в числителе приведена площадь затопления без учета водохранилищ Эвенкийской и Мотыгинской ГЭС, в знаменателе – с учетом водохранилищ Эвенкийской и Мотыгинской ГЭС*

К проектированию водохранилищ ГЭС предъявляют повышенные требования, обеспечивающие безопасность эксплуатации ГЭС, сохранения качества пресных водных ресурсов, безопасность и эффективность использования водных ресурсов различными водопользователями.

В основу проектирования любого технологического процесса должно быть положено три принципа: технический, экономический и социальный. В соответствии с первым принципом технологический процесс должен обеспечить полное выполнение всех требований технического задания на проект. В соответствии со вторым принципом при выполнении проекта должна быть обеспечена требуемая производительность труда и наименьшая себестоимость. В соответствии с третьим принципом технологический процесс должен обеспечивать безопасность объекта в процессе его эксплуатации.

В Федеральном законе «О безопасности гидротехнических сооружений» [8] приведено определение безопасности гидротехнического сооружения, как свойство объекта, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов.

В.В. Малаханов дает определение «безопасности» применительно к гидротехническим сооружениям – сохранение объектом при заданных условиях эксплуатации социальной значимости, экономической эффективности, экологической приемлемости, эстетической привлекательности и наличие нормативного уровня надежности и аварийной опасности [9].

АО «Ленгидропроект» выполнено технико-экономическое обоснование перспективного строительства ряда ГЭС на Ангаре (таблица 2) [10].

Таблица 2. Водноэнергетические показатели проектируемых ГЭС на реке Ангара

ГЭС	НПУ, м	УМО, м	Среднегодовой расход притока, м³/с	Мощность, МВт	Напор, м	Выработка электроэнергии, млрд кВт·ч/год
Нижнебогучанская	140	139,5	3458	482	12,38	3,2
Мотыгинская (Выдумская)	127	126,5	3629	922	23,38	6,26
Мурожная	103	102,5	3652	360	9,38	2,51
Стрелковская	93	92,5	4412	483	11,36	3,4
Итого				2247		15,37

По оценке специалистов АО «Ленгидропроект» по имеющимся показателям эффективности в качестве первоочередной рекомендована к строительству Мотыгинская ГЭС [10].

Использование гидроэнергетического потенциала нижнего участка Ангара привлекательно тем, что позволяет создать мощные и эффективные ГЭС на транзитном потоке при сравнительно малых площадях затопления.

Проектирование ложа водохранилища предусматривает процедуру оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), в процессе которой производится экономическая и экологическая оценка технологических мероприятий, осуществление которых не приведет к неприемлемым экологическим и социально-экономическим последствиям.

Оценка ущерба природным ресурсам при подготовке под затопление ложа водохранилища производится в проектной документации в разделе «Охрана окружающей среды». При этом в этом, разделе проекта определяется оценка нанесения ущерба в денежном выражении природной среде при подготовке ложа водохранилища под затопление: ущерб от сведения древесно-кустарниковой растительности при проведении лесосводки и лесочистки древесно-кустарниковой растительности; механическое повреждение верхнего плодородного слоя почвы; нанесение ущерба земельным ресурсам и сельскому хозяйству; ущерб водным ресурсам и водному хозяйству; ущерб рыбным ресурсам и рыбному хозяйству; ущерб животному миру и охотничьему хозяйству; загрязнение атмосферного воздуха от работы машин и механизмов, занятых на основных и вспомогательных работах; загрязнение атмосферного воздуха при утилизации (сжигании) древесных отходов при лесочистке.

В представленной работе определяется размер ущерба природной среде при проведении лесосводки и лесочистки ложа крупного водохранилища Богучанской ГЭС и среднего (малого) проектируемого водохранилища Мотыгинской ГЭС, используя опыт авторов при разработке и реализации проекта лесосводки и лесочистки ложа водохранилища Богучанской ГЭС [11].

Исходными данными для оценки ущерба природным ресурсам являются таксационные характеристики зоны затопления, предоставленные институтами Востсиблеспроект и ННАО «Сибирский международный институт леса» (г. Красноярск).

В таблице 3 представлена характеристика земель в зоне затопления водохранилища Мотыгинской ГЭС и запасы лесных ресурсов [12].

Таблица 3. Категория земель и запасы лесных ресурсов в зоне затопления ложа водохранилища Мотыгинской ГЭС (отметка НПУ 127,0 м)

Показатель	Значение
Общая площадь затопления, га	21378
Площади с древесной и кустарниковой растительностью, га	13676
Товарные насаждения, га	8973
Нетоварные насаждения и другие площади с древесной и кустарниковой растительностью, га	4703
Площади без древесной и кустарниковой растительности, га	7702
Общий запас товарной и нетоварной древесины, тыс. м ³ , в том числе:	1638
- ликвидная древесина, тыс. м ³	1173
- товарная корневая древесина, тыс. м ³	1404
- нетоварная корневая древесина, тыс. м ³	234

В настоящее время в практике проектирования и строительства ГЭС учитываются только потери от изъятия лесных насаждений как сырьевого ресурса (древесины) – единого мнения и методики экономической оценки этих потерь не существует [13].

В проектах строительства, как правило, учитываются только затраты по лесосводке и лесочистке территории, а также стоимость мероприятий по организации лесозаготовок на новом месте. Однако эти затраты учитываются не полностью, особенно при больших площадях отчуждения лесов под строительство. По предварительной оценке, в проектных решениях стоимость работ по восстановлению лесов составляет 30-50 % от стоимости лесосводки и лесочистки [13].

Затраты экономического возмещения на лесовосстановление должны быть предусмотрены в общей смете затрат на подготовку ложа водохранилища под затопление. В соответствии с требованиями [6, 7] в ложе водохранилища объемом менее 10 км³ и коэффициентом водообмена менее 6 лесосводка и лесочистка обязательна на всей затопленной территории. Таким образом,

товарная древесина, заготовленная в процессе лесосводки, должна быть вывезена из зоны затопления для ее реализации. Древесно-кустарниковая растительность после проведения лесоочистки должна быть вывезена или сожжена на месте без оставления недожогов [6, 7].

В ложе водохранилища Мотыгинской ГЭС предусматривается одновременное проведение лесосводки и лесоочистки. Транспортные пути (водные, сухопутные) позволяют вывести из зоны затопления товарную, нетоварную древесину и порубочные остатки.

Таким образом, вывоз всей древесно-кустарниковой растительности без сжигания порубочных остатков снизит общий ущерб природным ресурсам от подготовки ложа водохранилища Мотыгинской ГЭС под затопление.

В порядке лесосводки должно быть убрано из зоны затопления 1404 тыс. м³ товарной корневой древесины. Объем порубочных остатков от проведения лесосводки и лесоочистки определяется по методике прогнозирования засорения водохранилища древесной массой [14].

На основании рассмотренных материалов, из общего запаса древесины 1638 тыс. м³ необходимо заготовить и вывезти 1173 тыс. м³ товарной древесины, вывезти (или утилизировать) 231 тыс. м³ порубочных остатков и 234 тыс. м³ нетоварной древесины, убранной в порядке лесоочистки.

Определить затраты на лесовосстановление потерянных лесных запасов можно только после расчета суммарных затрат на лесосводку и лесоочистку.

Определение трудозатрат, расчет требуемого количества механических средств, количество основных и вспомогательных рабочих выполнены по усредненным показателям нормативных документов ОНТП 02-85 и ОНТП 03-85 [15, 16].

Основными источниками выбросов загрязняющих веществ, образующихся при сгорании топлива в двигателях внутреннего сгорания, будут следующие технические средства, применяемые на основных работах:

- МП-5 «Урал 2Т» – 28 единиц;
- Тайга-245 – 84 единицы;
- ЛП-18К2 – 14 единиц;
- ЛТ-188 – 18 единиц;
- КрАЗ-643701 – 50 единиц.

В таблице 4 приведен общий расход горюче-смазочных материалов, необходимых для проведения работ.

Таблица 4. Расход горюче-смазочных материалов при проведении лесоочистки спецучастков ложа водохранилища Мотыгинской ГЭС

Механизмы	Марка топлива	Потребность, т	Смазочные материалы (10 %), т
МП-5 «Урал 2Т», Тайга-245	Бензин А-80	275,7	27,57
ЛП-18К2, ЛТ-188, КрАЗ-643701	Дизельное топливо	6073,7	607,37

Расчет выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в зоне проведения лесоочистки двигателями лесозаготовительной техники при работе и заправке техники произведен по методике [17, 18], сумма платежей за выбросы в атмосферный воздух определенная по нормативам [19] составит 174,1 тыс. руб.

Учитывая рассредоточенность выбросов на больших площадях, загрязнение атмосферы в таких случаях при имеющемся количестве техники позволяет утверждать, что выбросы с учетом рассеивания, не будут создавать приземную концентрацию загрязняющих веществ, превышающую максимально разовую ПДК.

Ущерб окружающей среде при сжигании порубочных остатков. Как правило, в период проведения лесоочистки источники загрязнения носят неорганизованный характер и не имеют постоянной привязки на местности. Учитывая, что все эти источники располагаются достаточно низко

(до 2-3 м), предполагается, что максимальные приземные концентрации будут наблюдаться в непосредственной близости от самих источников.

Как показал опыт строительства Богучанской ГЭС, при утилизации древесно-кустарниковой растительности сформированные кучи находятся на большом расстоянии друг от друга (1-3 кучи на 1 га) и сжигаются не одновременно, а по мере формирования.

Оценка ущерба рыбным запасам. При проведении лесоочистки основным видом отрицательного воздействия на рыбные ресурсы будет являться сокращение естественного стока воды в рыбохозяйственные водоемы в результате изменения гидрологического режима на вырубаемых площадях.

В соответствии со статьей 53 Федерального закона «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» [21] возмещение причиненного вреда водным биологическим ресурсам, осуществляется в добровольном порядке по утвержденной методике и установленным таксам, а при их отсутствии – по фактическим затратам на восстановление.

Расчет капитальных вложений на осуществление мероприятий, которые предотвращают ущерб рыбным запасам, производится по временной методике [22] и составляет 220 тыс. руб. (в ценах 2022 г.).

Оценка ущерба охотничьим животным, отнесенным к объектам охоты на основании Приказа Минсельхоза РФ от 28.04.2005 г. № 70 и методике расчета [23], составляет 133,02 тыс. руб. (в ценах 2022 г.).

Возмещение ущерба природной среде в зоне затопления ложа водохранилища Мотыгинской ГЭС составит около 0,5 млн руб.

Для сравнения рассмотрим результаты расчетов ущерба природной среде от проведения лесоочистки ложа водохранилища Богучанской ГЭС, выполненного по рекомендуемым методикам и полностью представленного в проектах лесосводки и лесоочистки ложа водохранилищ в рамках разработки проектно-сметной документации [24, 25].

Богучанское водохранилище по площади зеркала и запасу затопляемых древесных ресурсов примерно в 5 раз больше проектируемого водохранилища Мотыгинской ГЭС.

Общие затраты на лесоочистку спецучастков в ценах 1 квартала 2010 г. составляют 1551 млн руб. (без НДС) или 115,9 тыс. руб. на один гектар покрытой лесом площади [24].

Особенность проведения работ при лесоочистке – это значительное удаление мест работы на площади водохранилища 232 тыс. га. Процесс утилизации порубочных остатков (сжигание) должен быть организован таким образом, что при рассеивании веществ, выделяющихся в результате горения, их приземная концентрация не превышала допустимых значений. При убираемом объеме древесины 1,1 млн м³ на 13498 га площади лесоочистки (82 м³/га) для сжигания должны формироваться по 3-4 кучи древесно-кустарниковой растительности на 1 га. В процессе работы машин и механизмов потребность в ГСМ составит: бензин – 322,4 т; дизельное топливо – 4530,8 т; смазочные материалы – 485,3 т. Объем выбросов от работы лесозаготовительной техники составит 1185 т; выбросов при заправке техники – 1,2 т. Размер платежей за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ составит 34,7 тыс. руб.

Общая сумма ущерба только охотничьим животным в зонах полного вытеснения и шумового воздействия составит 4,0 млн руб. (в ценах 2010 г.).

Стоимость мероприятий по сохранению и воспроизводству рыбных запасов при проведении лесоочистки составит 3,0 млн руб. (в ценах 2010 г.).

В проектах затрат на строительство ГЭС должны учитываться стоимость мероприятий по восстановлению лесов и организации лесозаготовок на новом месте. Стоимость работ по восстановлению лесов оценивается некоторыми авторами в 30-50 % от стоимости лесосводки и лесоочистки [13], т.е. для водохранилища Богучанской ГЭС эта сумма может составлять до 750 млн руб. В работе профессора кафедры гидрологии и природопользования Иркутского государственного университета Л.М. Корытного приводится расчетный суммарный ущерб лесным ресурсам от создания Богучанской ГЭС и ее водохранилища в размере 34,7 млн руб. (в ценах 2010 г.) [25].

Выводы:

1. Строительство больших плотин с водохранилищами объемом более 50 км³ наносит определенный ущерб окружающей среде. На подготовку под затопление территории ложа водохранилища расходуется до половины общих затрат на строительство ГЭС. Парадокс заключается в том, что подготовка территорий к затоплению и эксплуатация водохранилищ производится за госбюджетный счет.

2. Программой развития гидроэнергетики России до 2030 г. и на перспективу до 2050 г. отмечается, что опыт гидростроительства не свидетельствует о наличии серьезных негативных изменений в природной среде и, в большинстве случаев, все воздействия водохранилищ оцениваются «как негативные, но имеющие благоприятную динамику» [26].

3. Подготовка зон затопления водохранилищ низко- и средненапорных ГЭС, к которым относятся Мотыгинская и Нижнебогучанская, практически не оказывают значительного воздействия на окружающую среду.

4. Учитывая, что энергетическая безопасность страны напрямую зависит от количества электрогенерирующих объектов, то необходимо продолжить освоение гидроэнергетического потенциала рек России.

Список литературы

1. Лапин, Г.Г. О состоянии и перспективах развития гидроэнергетики России / Г.Г. Лапин, В.В. Смирнов, Е.И. Ваксова // Гидротехническое строительство. – 2007. – №6. – С.9-15.
2. Плотины и развитие: Новая методическая основа для принятия решений: отчет Всемирной комиссии по плотинам. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2009. – 200 с.
3. Авакян, А.Б. Водоохранилища и их воздействие на окружающую среду: монография / А.Б. Авакян [и др.]. – М.: Наука, 1986. – 367 с.
4. Горюнов, П.В. Экономический парадокс – гидроэнергетика и водохранилища ГЭС / П.В. Горюнов, Е.М. Гусаков // Гидротехническое строительство. – 2002. – №10. – С.17-21.
5. Водный кодекс Российской Федерации (с изм. на 1 мая 2022 года) от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ.
6. СанПиН 3907-85. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ. – Утв. заместителем главного государственного врача СССР 01.07.1985 г.
7. СТО 17130282.27.140.036.-2009. Гидроэлектростанции. Водоохранилища ГЭС. Основные правила проектирования и строительства. Нормы и требования. Дата введения 31.12. 2009 г. – 48 с.
8. Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21 июля 1977 г. №117-ФЗ.
9. Малаханов, В.В. О конференции безопасности гидротехнических сооружений / В.В. Малаханов // Гидротехническое строительство. – 2002. – №9. – С.34-40.
10. Мусаев, А.Ш. Исследование гидроэнергетического потенциала речного бассейна р. Ангара / А.Ш. Мусаев, Р.Я. Кузнецов, Т.К. Марканова // Гидроэнергетическое строительство. – 2016. – №1. – С.26-30.
11. Корпачев, В.П. Влияние размыва берегов водохранилищ ГЭС на засорение их древесной массой / В.П. Корпачев // Вестник КрасГАУ. – 2004. – № 4. – С.91-97.
12. Корпачев, В.П. Прогноз засорения древесной массой проектируемого водохранилища Мотыгинской ГЭС / В.П. Корпачев, А.И. Пережилин, К.И. Корпачев // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2010. – № 1 (70). – С.60-64.
13. Воробьев, Б.В. Водотоки и водоемы: взаимосвязь экологии и экономики / Б.В. Воробьев, Л.А. Косолапов. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 472 с.
14. Корпачев, В.П. Методика прогнозирования поступления древесной массы при затоплении и эксплуатации водохранилищ ГЭС Ангаро-Енисейского региона / В.П. Корпачев, Л.И. Малинин, М.М. Чебых // Использование и восстановление ресурсов

- Ангаро-Енисейского региона: сб. науч. тр. Всесоюзн. науч.-практ. конф. – Т. II. – Красноярск, Лесосибирск, 1991. – С.107-113.
15. ОНТП 02-85. Общесоюзные нормы технологического проектирования лесозаготовительных предприятий. – Утв. приказом Минлесбумпром СССР от 03.03.1986 г. № 108.
 16. ОНТП 03-85. Общесоюзные нормы технологического проектирования на лесочистные работы в зонах затопления водохранилищ ГЭС. – Утв. приказом Минлесбумпром СССР от 30.09.1985 г. № 374.
 17. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов. – Утв. Минстройматериалов СССР 16 мая 1985 г.
 18. Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров. – Утв. Приказом Госкомэкологии России от 08.04.1998 г. № 199.
 19. Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 г. № 344 (ред. от 24.12.2014) «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления».
 20. Приказ Госкомэкологии России от 05.03.1997 г. № 90 «Об утверждении Методик расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу».
 21. Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20 декабря 2004 г. №166-ФЗ.
 22. Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов, и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоемах. – Утв. Министерством рыбного хозяйства СССР 18 декабря 1989 г.
 23. Методика оценки вреда и начисления размера ущерба от уничтожения объектов животного мира и нарушения их среды обитания. – Утв. приказом Госкомэкологии России от 28 апреля 2000 г.
 24. Обоснование объемов работ и завершение мероприятий по лесосводке и лесочистке в зоне затопления Богучанской ГЭС. Том II Сводная проектная документация по лесочистке участков специального назначения в зоне затопления Богучанской ГЭС. Книга 1 Пояснительная записка. – Красноярск, 2010. – 166 с.
 25. Коротный, Л.М. Экологические основы природопользования : учебное пособие для среднего профессионального образования / Л.М. Коротный, Е.В. Потапова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 377 с.
 26. Основные положения программы развития гидроэнергетики России до 2030 года и на перспективу до 2050 года / Б.Б. Богуш, Р.М. Хазиахметов, В.В. Воропай [и др.] // Энергетическая политика. № 1, 2016. – С. 3-19.

ЧАСТНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЗНАЧИМОСТИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ФОРМИРОВАНИЙ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН С УЧЁТОМ ВАЖНОСТИ РЕШАЕМЫХ ИМИ ЗАДАЧ

Фрайденберг Александр Геннадьевич

Академия гражданской защиты МЧС России имени Д.И. Михайлика

Аннотация. В статье приведены основные формулировки и способы поэтапно используемые для проведения исследования в рамках частной методики, входящую в комплексную методику, применяемую для получения результата в диссертации на соискание ученой степени кандидата военных наук. В целях решения задачи частной методики продемонстрирован способ выбора специалистов являющимися экспертами в данной области. Определены критерии, согласно которых эксперты определяют эффективность решения задач, поставленных перед формированиями. Разъяснены частные показатели расчетов на каждом этапе. Предложен один из известных методов для проведения дальнейшего исследования в рамках комплексной методики.

Ключевые слова: гражданская защита, оценка значимости, Республика Казахстан, частная методика, эксперт.

В свете участвовавших в последнее время случаев происшествия природных и техногенных чрезвычайных ситуаций, а также усложнения обстановки в мировой геополитической системе в Вооруженных силах Республики Казахстан принимаются меры по увеличению мобильных людских резервов, основу которых будут составлять военнообязанные в запасе. Так в 2021 году Министерство Обороны Республики Казахстан на основании решения Совета безопасности [1] начало работу над законопроектом, который предполагает введение службы в резерве на контрактной основе [2]. В концепции к законопроекту говорится о том, что служба в резерве на контрактной основе позволит увеличить количество военнообязанных. Это станет своеобразной подготовкой граждан, находящихся на данном виде службы в профессиональном плане к выполнению задач, поставленных перед формированиями, в которых они находятся. Посредством введения службы в резерве, при необходимости можно будет увеличить количество личного состава вспомогательных формирований, которые смогут решать второстепенные задачи и таким образом освободить основные подразделения для решения более значимых задач.

При возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного или природного характера военнообязанные, состоящие на военной службе в резерве, могут быть призваны в первую очередь, что позволит «Вооруженным силам и другим воинским формированиям (в том числе аварийно-спасательным) в плановом порядке продолжать выполнения поставленных перед ними задач, не отвлекаясь на выполнение несвойственных функций», отмечается в документе. Проект документа продолжительное время находится на публичном обсуждении. На данном этапе, учитывая все необходимые мероприятия по приготвлению и обеспечению всем необходимым, введение службы в резерве на контрактной основе рассматривается на 2023 год.

Также в последнее время вырос интерес к вопросам, связанным с повышением уровня подготовки граждан, пребывающих в запасе (далее – ГПЗ), что объясняется стремлением повысить уровень их подготовки и тем самым положительно повлиять на готовность формирований к выполнению задач по предназначению.

Анализ, проведенный в работах [3, 4] позволяет сделать вывод о том, что в практической части присутствует проблемная ситуация, заключающаяся в низком уровне подготовки ГПЗ. Данный факт ухудшает возможность приведения формирований гражданской защиты (далее – ФГЗ) в готовность к выполнению поставленных перед ними задач. Это может стать причиной

некоторых негативных последствий (в том числе и различного рода ущерба) из-за невозможности выполнения задач, возложенных на них на должном уровне.

Для увеличения уровня подготовки личного состава формирований возможны различные варианты их комплектования, определяющиеся конкретным перечнем должностей, на которые могут быть назначены более подготовленные специалисты, что непосредственно влияет на качество заполнения перечня. Подготовку специалистов следует проводить применительно к тем возможным практическим действиям, которые он будет осуществлять для того чтобы максимально развивать у них навык. При этом необходимо брать на контроль учет специализации, по которой необходимо усиливать внимание на мероприятия по подготовке.

При определении рационального варианта комплектования должностей резервистами (граждане, пребывающие в запасе, но проходящие регулярную дополнительную подготовку) в условиях ограничений на количество должностей, переводимых на контрактную основу, важным этапом является оценка их значимости. В основу оценки их значимости может быть положена оценка приоритетности групп должностей руководящего состава, технически сложных и остродефицитных специальностей в каждом подразделении, входящем в состав формирования. Далее использовать оценку их значимости для проведения расчета вклада каждой отдельно взятой должности в уровень начальной подготовки. Затем, с учетом вклада должностей, выполнить сравнения между имеющимся начальным уровнем подготовки ГПЗ и тем, который следует достичь посредством комплектования ряда значимых должностей резервистами.

В соответствии с научной задачей выбора рационального варианта комплектования должностей резервистами. Необходимо осуществить последовательное решение нескольких частных задач, в том числе и оценку значимости подразделений, входящих в состав ФГЗ, с учётом решаемых ими задач. Ниже представлен подход к решению указанной задачи.

Оценка значимости подразделений может быть проведена на основе анализа значимости задач, возложенных на ФГЗ, с учетом частных критериев, характеризующих особенности (потенциально опасные объекты, опасные зоны и т.д.) территории субъекта страны, в котором они будут формироваться.

Проведенный анализ подходов [5] выбора рациональных вариантов комплектования резервных формирований ВС и ФГЗ показал, что для решения данной задачи целесообразно использовать метод экспертных оценок. Уместность применения того или иного экспертного метода чаще всего определяется доступностью статистической информации, а также непосредственно целью проводимого исследования. Данный случай характеризуется необходимостью получения количественных оценок приоритетности определенных объектов, поэтому из множества экспертных методов для оценки значимости подразделений ФГЗ наиболее предпочтительным является метод анализа иерархий (далее – МАИ), разработанный Т. Саати [6]. Данный метод позволяет количественно оценить коэффициенты значимости подразделений с учетом частных критериев и номенклатуры задач, возложенных на ФГЗ в конкретном субъекте страны.

Давая общую характеристику МАИ, следует отметить, что этот метод применяется не только для ранжирования сравниваемых объектов, но и для оценки их важности. В его фундаментальной основе лежит процедура иерархического представления элементов, от которых непосредственно зависят значения коэффициентов значимости подразделений ФГЗ.

Метод состоит в декомпозиции проблемной ситуации на более простые составляющие элементы и дальнейшей обработке суждений экспертов, на основе которых определяются вектора локальных приоритетов частных критериев и задач, возложенных на подразделения ФГЗ. На завершающем этапе исследования определяется вектор глобальных приоритетов подразделений, входящих в состав ФГЗ.



Рис.1. Общая схема проведения исследования по оценке значимости подразделений, входящих в состав ФГЗ с учётом решаемых ими задач

Решение сформулированной выше задачи в рамках МАИ включает следующие этапы:

I этап. Формирование состава экспертной группы. На данном этапе очень важную роль играет правильный подбор экспертов. Необходимо уточнять уровень достаточности опыта эксперта именно в данном направлении, отчего будет собственно зависеть полнота и достоверность дальнейшей оценки значимости.

II этап. Определение коэффициентов значимости подразделений, по которым может быть вычислен вклад отдельных должностей ФГЗ в уровень подготовки. Проводя вычислительные операции, необходимо на каждом уровне иерархии тщательно проверять оценку согласованности экспертов, для исключения ошибочных итераций.

Частная задача определения значимости подразделений, входящих в формирования в рамках МАИ может быть сформулирована следующим образом:

для заданных исходных данных:

$A = (a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n)$ – перечня подразделений, входящих в состав ФГЗ, где a_i – наименование i -го подразделения $i = \overline{1, n}$, n – количество подразделений;

$F = (f_1, f_2, \dots, f_g, \dots, f_G)$ – перечня задач, возложенных на ФГЗ, на определенной территории субъекта страны, где f_g – наименование g -ой задачи $g = \overline{1, G}$, G – количество задач;

$R = (r_1, r_2, \dots, r_b, \dots, r_B)$ – перечня частных критериев, которые необходимо учитывать при оценке значимости задач, возложенных на ФГЗ, где r_b – наименование b -го частного критерия, $b = \overline{1, B}$, B – общее количество частных критериев,

необходимо определить коэффициенты значимости подразделений (α_i), входящих в состав ФГЗ, с учетом вектора локальных приоритетов частных критериев и вектора локальных приоритетов задач, возложенных на ФГЗ

$$\alpha_i = f(V_F, V_R, Z_3)$$

с учетом следующего ограничения:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1,$$

где V_F – вектор локальных приоритетов частных задач, возложенных на ФГЗ;

V_R – вектор локальных приоритетов частных критериев;

Z_3 – знания экспертов, позволяющие сравнить приоритетность задач, возложенных на ФГЗ, и частных критериев по выбранной шкале.

Полученные в результате решения сформулированной частной задачи коэффициенты значимости подразделений, входящих в состав формирований являются исходными данными для решения следующей частной задачи, в рамках комплексной задачи выбора рационального варианта комплектования должностей резервистами.

Из проведенного анализа [3] разработанных к настоящему времени теоретических положений и практических рекомендаций можно сделать вывод о том, что они образуют хотя и необходимую, но, вместе с тем, не совсем достаточную основу для решения задачи выбора рационального варианта комплектования формирований резервистами. В частности, существующий на сегодняшний день научно-методический аппарат не позволяет:

оценить вклад должностей, комплектуемых по контракту, в повышение уровня подготовки личного состава;

определить рациональный вариант комплектования ФГЗ резервистами.

Таким образом, имеющийся известный научно-методический аппарат не в полной мере подходит для перспективного его использования в целях решения новой научной задачи, образовавшуюся в новых условиях. Исходя из этого, продолжение разработки комплексной методики для обоснования рационального варианта комплектования резервистами является своевременными и актуальными!

Список литературы:

1. Протокол заседания Совета Безопасности Республики Казахстан от 19 мая 2021 года № 2. Астана, Казахстан: Ак Орда.
2. Досье от 6 сентября 2021 года на проект Закона Республики Казахстан «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам введения службы в резерве» Электронный ресурс: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=38485441#pos=3;-106. (дата обращения: 21.11.2021).
3. Фрайденберг А.Г., Зиядинов Ш.О. Анализ комплектования территориальных войск гражданами, пребывающими в запасе, для борьбы с пандемией в период введения чрезвычайного положения в Республике Казахстан // Сборник тезисов и докладов XII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» // Кокшетау: АГЗ им. М.Габдулина МЧС Республики Казахстан. 2021. С. 231-235.
4. Мазаник А.И., Веселов А.В. Анализ факторов, влияющих на структуру и содержание программ подготовки спасательных формирований. // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2020. № 2. С. 31-39.
5. Мазаник А.И., Фрайденберг А.Г., Каирбеков К.К. Методический подход к обоснованию рационального варианта комплектования специальных формирований гражданской обороны резервистами // Научный электронный журнал «Техносферная безопасность», 2022, №3 (36). С.83-88.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ ПРИ ПРОЦЕССАХ СЛИВА И НАЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ

Нестерович Александр Васильевич

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Научный руководитель: Коваль Юлия Николаевна

*канд. биол. наук, доцент, Сибирская пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России*

Аннотация. В статье рассматриваются статистические показатели общего количества пожаров, причины возникновения пожаров на АЗС, описываются основные факторы, влияющие на возникновение аварий и ЧС. В качестве одной из причин ЧС отмечается постоянное обращение на АЗС горючих веществ – бензина и дизельного топлива, физико-химические свойства которых повышают пожаровзрывоопасность объекта.

Ключевые слова: автозаправочные станции, статистика пожаров, пожаровзрывоопасность, горючие вещества, опасные ситуации.

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций на АЗС является необходимым условием, способствующим принятию своевременных и качественных управленческих решений по обеспечению пожарной безопасности. Система предупреждения и реагирования на техногенные пожары включает мониторинг пожароопасной обстановки, факторов и условий возникновения пожара, пожаровзрывоопасности обращающихся веществ и материалов, прогнозирование пожароопасной обстановки.

Общеизвестно, что АЗС являются объектами повышенной пожаровзрывоопасности, характеризуются значительным объемом хранящегося жидкого топлива [2, 3, 6]. К числу основных причин возгораний на АЗС относится нарушение правил безопасности при сливно-наливных операциях, при которых «нефтепродукт находится в движении, а смесь паров бензина и воздуха приобретает взрывопожароопасные концентрации» [1].

На снижение или повышение уровня пожароопасности АЗС влияют такие условия технологического процесса как создание горючей среды внутри оборудования, при его выходе наружу в случае дефектов, пожарной угрозы обращающихся элементов и материалов, возникновения внешних источников зажигания, пути распространения пожара. В связи с этим предлагается проанализировать пожарную опасность обращающихся веществ – бензина и дизельного топлива при сливе нефтепродуктов на примере АЗС традиционного распределительного типа для разработки превентивных мер по предупреждению ЧС и аварийных ситуаций.

Объект исследования – АЗС традиционного распределительного типа, расположенная в г. Томск, относится к 3 классу опасности. АЗС производит отпуск 5 видов топлива: АИ-92, АИ-95, АИ-95GDRIVE, АИ-98 GDRIVE и дизельного топлива. Мощность АЗС – 250 заправок в сутки. Нефтепродукты хранятся в четырех, двустенных, горизонтальных, цилиндрических подземных резервуарах, емкость – 25 м³.

К числу наиболее опасных относится бензин АИ-95, поскольку температуры его воспламенения $t_n = \text{минус } 36^\circ\text{C}$ и $t_v = 25^\circ\text{C}$, рабочая температура бензина АИ-95 колеблется в зависимости от сезона примерно от минус 25°C до $+20^\circ\text{C}$, и если принять во внимание постоянную заполненность резервуаров примерно на 75-90%, то наличие в паровоздушном пространстве взрывоопасных концентраций отмечается почти всегда. Исключение составляет холодное время года, когда при температуре минус 250°C концентрация невзрывоопасна. При сливных операциях взрывоопасные концентрации могут образовываться в цистерне бензовоза, на площадке АЗС, около дыхательных клапанов.

В случае, если температура жидкостей будет выше или равна температуре вспышки $t_{ж} \geq t_{ВСП}$, может образоваться горючая концентрация смеси над поверхностью зеркала испарения разлива.

Стенки цистерн с дизельным топливом при перевозке будут нагреваться, а температура дизельного топлива увеличиваться. Температура вспышки дизельного топлива марки Л в закрытом тигле не ниже +65°C, рабочая температура в резервуарах не превышает +25°C, значит:

$$t_{\text{ДТ}} = 250 \text{ C} < t_{\text{ВСП}} = 480 \text{ C (зима)} \text{ и } t_{\text{ДТ}} = 250 \text{ C} < t_{\text{ВСП}} = 650 \text{ C (лето)} \quad (1)$$

Можно сделать вывод о том, что при разливе на площадке АЗС дизельного топлива, нагретого до температуры 25°C невозможно образование взрывоопасной концентрации паров топлива.

Взрывоопасные концентрации могут возникать при сливе топлива в подземные резервуары, причем в летнее время года топливо в цистерне бензовоза за счет солнечной радиации может нагреться до 300°C, а концентрация паров в результате взбалтывания и перемешивания будет насыщенной. Определим давление насыщенных паров бензина при температуре 300°C:

На АЗС дыхательные клапаны для выброса паров расположены на высоте 4,5 м, что создает благоприятные условия для рассеивания паров бензина. Опасная ситуация может возникнуть около дыхательных клапанов резервуаров при небольших скоростях ветра.

Причинами возникновения пожара при сливно-наливных операциях могут являться переполнение резервуаров при сливе нефтепродуктов из цистерн, разъединение соединительных трубопроводов между резервуаром и автоцистерной, коррозионный износ резервуаров и трубопроводов, эрозия и повреждение топливораздаточных колонок, воздействия природного характера, негативного человеческого фактора [4,5]. Разгерметизация оборудования с последующим образованием горючей среды и воспламенение газопаровой смеси является, наиболее вероятным сценарием возникновения ЧС.

Вывод: бензины и дизельные топлива циркулируют в закрытых резервуарах и трубопроводах, что обуславливает наличие паровоздушного пространства, нарушение теплового баланса, приводящее к срыву термического равновесия. При любых технологических операциях необходимо учитывать пожаровзрывоопасные свойства обращающихся на АЗС веществ. Внутри резервуаров при нормальной работе всегда присутствует паровоздушное пространство, значит пожаровзрывобезопасность резервуаров необходимо обеспечивать поддержанием паров выше верхнего предела воспламенения.

Для предотвращения негативных сценариев ЧС возможна разработка мер, направленных на повышение уровня технической грамотности персонала АЗС, контроля за эффективностью огнепреграждающих устройств на дыхательных линиях аппаратов.

Список литературы

1. Антипина О.И. Анализ рисков технологических процессов слива-налива на автозаправочных станциях Российской Федерации // Modern Science. - № 1-1. – 2021. – С. 418-427.
2. Будыгина Т.А. Анализ результатов пожарно-технической экспертизы пожаров на объектах хранения нефти // Проблемы и перспективы пожарно-технической экспертизы и надзора в области пожарной безопасности: сборник трудов секции № 11 XXIX Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 21 марта, 2019 г. – 2019. – С. 14-18.
3. Головцова А.В., Потапова С.О. К вопросу о пожарной опасности технологического процесса автозаправочных станций // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – Т.1. - № 9. – 2018. – С. 155.
4. Дроздова Т.И., Деревянченко И.С. Прогнозный анализ техногенных рисков при сливно-наливных операциях на автозаправочной станции г. Свирска // XXI век. Техносферная безопасность. – Т.4. - № 2. - 2019. – С. 171-188.
5. Хамидуллина Е.А., Ольгина Е.А. Автозаправочные станции как источник техногенной опасности // XXI век. Техносферная безопасность. – Т.1. - № 2 (2). – 2016. – С. 21-36.
6. Шевцов С.А., Каргашилов Д.В., Цаценко В.С. Влияние испарения нефтепродуктов при осуществлении сливно-наливных операций в резервуарах хранения на величины пожарных рисков // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – № 1 (10). - 2019. – С. 474-482.

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА РАБОТЫ ОПЕРАТИВНОГО ШТАБА ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

Яровой Вячеслав Юрьевич

Трояк Александр Юрьевич
канд. пед. наук

Куртов Сергей Олегович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье рассмотрена необходимость внедрения аппаратных решений для обеспечения поддержки принятия управленческих решений в деятельности должностных лиц оперативного штаба ликвидации чрезвычайной ситуации, сформированы требования к проектному аппаратному решению в результате чего выявлены проблемы использования интерактивных технологических решений в условиях отрицательных температур с целью осуществления прикладной деятельности по руководству проведением аварийно-спасательных работ и других неотложных работ участниками ликвидации чрезвычайной ситуации. В ходе устранения выявленных проблем предложены проектные решения, в привычную конструкцию интерактивных инструментов, которые сформировали проект интерактивного сенсорного электронного инструмента - «Интерактивный штабной стол руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации», для совершенствования управления силами и средствами при ликвидации чрезвычайной ситуации. Рассмотрено программное сопровождение необходимое на месте ликвидации чрезвычайной ситуации для повышения эффективности оценки обстановки и как следствие принятия решений нештатными должностными лицами оперативного штаба. Сформировано программно-аппаратное решение для поддержки принятия решений нештатными должностными лицами на месте чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: Штабной стол, Аппаратно-программное решение, Оперативный штаб, Интерактивный инструмент.

В настоящее время набирает широкую популярность использование интерактивных устройств в жизнедеятельности человека, данные устройства упрощают работу, производя расчеты, с помощью них обрабатываются и выводятся графические материалы, проводятся вычислительные операции, повышающие уровень производительности человека. Использование подобных средств, оснащенных специальными программными ресурсами, на месте ликвидации чрезвычайной ситуации должностными лицами оперативного штаба может повысить скорость и качество принятия управленческих решений. Рассмотрим возможность внедрения данных интерактивных, аппаратно-программных средств в деятельность оперативного штаба ликвидации чрезвычайной ситуации.

Оперативный штаб ликвидации чрезвычайной ситуации (ОШ ЛЧС) это создаваемая на период ликвидации ЧС структура, предназначенная для организации и обеспечения устойчивого управления подчиненными силами, организации и поддержания взаимодействия с органами управления и силами РСЧС при ликвидации ЧС, а также всестороннего обеспечения работ по ликвидации ЧС. [1]

С учетом определения ОШ ЛЧС сформируем определение процесса принятия решения. Процесс принятия решения – процедура, направленная на выбор оптимального варианта осуществления мероприятий по спасению людей, животных и имущества от чрезвычайной ситуации. Сложность заключается в том, что поиск верного варианта зависит от ряда критериев, оказывающих влияние на исходный результат. Постоянно протекающий процесс сбора и анализа информации пошагово уменьшает вариативность решения подводя в итоге к единственно верному варианту.

В процессе принятия решения можно выделить основные этапы:

- предварительный анализ возникшей ситуации – постановка цели, уровни рассмотрения вопроса, общая структура системы, типы связей компонентов системы, условия взаимодействия подсистем, ресурсы и т.д.;
- постановка конкретной задачи – поиск основных критериев;
- получение и анализ исходных данных;
- решение поставленной задачи;
- получение конечного результата. [2]

При рассмотрении вопроса повышения эффективности обработки информации и принимаемых на ее основании решений в ходе осуществления деятельности по руководству проведения аварийно-спасательных работ и других неотложных работ участниками ликвидации чрезвычайной ситуации было принято решение об рассмотрении возможности использования платформы интерактивного стола, как штабного в виду того, что подобный тип техники может иметь противоударное и влагозащищенное исполнение, высокоразмерную рабочую поверхность, что увеличивает границы использования технического устройства. Операционная система рассматриваемого устройства ничем не отличается от используемой системы на персональных компьютерах, что позволяет выполнять широкий спектр задач с использованием программного обеспечения.

Рассмотрим аппаратный состав интерактивного штабного стола руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации:

- 1) Персональный компьютер (высокочастотный процессор, большой объем оперативной памяти);
- 2) Матовое защитное фасадное стекло;
- 3) Сенсорная пленка с поддержкой касаний до 20 пальцев;
- 4) IPS матрица диагональю 55 дюймов с возможностью подключения дополнительных LED лент;
- 5) Модуль Wifi.

Чтобы определить целесообразность использования технического устройства предлагается оценить возможности автоматизации механической работы для повышения скорости принятия решений. Для этого перечислим возможности рассматриваемой системы:

1. Функция мультитач, позволяющая осуществлять одновременное определение координат двух и более точек касания, расширит возможности использования устройства одновременно несколькими людьми;
2. Высокопроизводительный процессор позволит совершать вычислительные операции, используя прикладные программы системы МЧС России, что позволит повысить уровень прогнозирования развития обстановки и скорость принятия решений на месте проведения работ;
3. Упрощение обмена оперативной информацией с центром управления в кризисных ситуациях (далее ЦУКС) с помощью сети интранет или удаленных серверов, расположенных в ЦУКС;
4. Возможность отображения 3D моделей, ортофотопланов оперативно построенных ЦУКС для оценки возможностей изменения оперативной обстановки;
5. Возможность обмена оперативной графической информацией с боевыми участками (при оснащении постовых безопасности электронными планшетами), организованными месте ликвидации чрезвычайной ситуации.

Формирование полного мнения о устройстве невозможно без перечисления недостатков и понимания возможности их устранения. Основными недостатками для использования устройства в оперативной деятельности можно считать, следующие положения:

- Большие габариты;
- Большая масса. В зависимости от проектных решений масса колеблется от 80 до 250 кг;

- Максимальная отрицательная температура для корректного функционирования сенсора оборудования составляет -10°C, что делает невозможным использование данного оборудования в северных и восточных регионах государства большую часть года.

Вышеизложенные недостатки являются основополагающими для определения невозможности использования данного технологического решения в оперативной деятельности подразделений МЧС России. Ввиду этого необходимо рассмотреть способы нивелирования стоящих перед нами минусов путем инженерно-проектировочных решений.

Стол оснащен следующими программными модулями, представленными в таблице 1. [3]

Таблица 1. Программное оснащение ИШС РЛЧС

Наименование модуля	Состав программного обеспечения
Силы и средства	Автоматизированная информационно-управляющая система «АИУС РСЧС»
	Информационная система «База ЧС»
	Многоуровневая навигационно-информационная система мониторинга транспортных средств МЧС России на базе использования системы ГЛОНАСС
	Федеральная база данных сил и средств Всероссийской службы медицины катастроф (ВСМК)
	Сводные планы тушения лесных пожаров
	Информационная система «Паспорта территорий» (раздел «Силы и средства»)
	Информация по оперативной обстановке
Паспорта безопасности объектов и территорий, планы по предупреждению и ликвидации ЧС, документы предварительного планирования действий	Информационная система «Паспорта территорий»
	Планы действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций
Карты, планы, схемы	Информационная система «OpenStreetMap»
	Информационная система «Яндекс-карты»
	Геоинформационная система «КАСКАД»
	Геоинформационная система «ДубльГИС»
	Геоинформационная система «QGIS»
	Интерактивная электронная карта недропользования Российской Федерации
	Геоинформационная система промышленных парков, технопарков и кластеров Российской Федерации
	Программно-аппаратный комплекс «БРИЗ»
	Информационная система «Паспорта территорий»
Аналитика и расчётные программы	Программное обеспечение «Атлас опасностей и рисков»
	Информационная система «САУР»
	Портал аналитики данных по термическим точкам «Дашборд»
	GIS GRACEN
	Расчетные программы ФБУ «Авиалесоохрана»

	Программный комплекс с использованием компьютерных моделей типовых сценариев ДТП при перевозках опасных грузов
	Расчётные программы по оценке и прогнозированию обстановки
	Геоинформационная система «QGIS»
Классификаторы	Электронный справочник по опасным грузам
	Электронный справочник «Уголок неба»
	Электронный справочник по аэродромам «maps.aopa.ru»
	Электронный справочник водного транспорта
Нормативно-справочная информация	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»
	Справочная система «Гарант»
	Электронная система «Кодекс»
	Информационная сеть «Техэксперт»
Обеспечение информационной безопасности	СЗИ Dallas Lock 8.0k
	SAB3 Kaspersky Endpoint Security
	Яндекс браузер
Взаимодействие с внешними системами	Защищенный корпоративный мессенджер VK Teams
	Клиент для видеоконференции Vinteo
	Клиент для передачи изображения на рабочие планшеты Team Viewer
Информационный обмен	Информационный портал «Термические точки»
	Геоинформационная система «КАСКАД»
	Автоматизированная информационно-управляющая система «АИУС РСЧС»
	Программный комплекс «СОД ВСМК»
	Система электронного документооборота (СЭД) МЧС России
	Информационная система «База ЧС»
	Информационная система «Паспорта территорий» (раздел «Общая информация»)
	Яндекс диск
Справочные данные	Информационный портал «Gismeteo»
	Информационная система «МЕТЕОРАД»
	Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС)
	Публичный реестр инфраструктуры связи и телерадиовещания РФ Минкомсвязи
	Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСМРО)
	Автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО) Росатома

	Единая государственная система информации об обстановке в мировом океане (ЕСИМО)
	Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО)
	Программно-аппаратный комплекс «ПАК ГЭСГИДРО» (изменение уровней водохранилищ ГЭС РусГидро)
	Информационная система обеспечения работ по геологическому изучению недр и воспроизводству минерально-сырьевой базы (СОБР Роснедра)
	Государственная информационная система жилищно-коммунального хозяйства (ГИС ЖКХ)
Библиотека графических и мультимедийных объектов, изображений, звуков	Электронная база данных 3D-моделей
	Электронная база данных сценариев развития ЧС
	Информационная система «База ЧС»
	Геопортал Роскосмоса
	Приложение «Ventusky»
	Информационный портал «Floodmap.net»
	Информационная система «Plane Finder»
	Информационная система «Водный транспорт»

Первым шагом проектировочного решения предлагаемой конструкции – снижение габаритности с целью повышение мобильности при использовании. Техническим решением для исправления которого будет возможность трансформации в транспортировочное положение. Нами была рассмотрена возможность использования телескопического корпуса, представленного на рисунок 1.

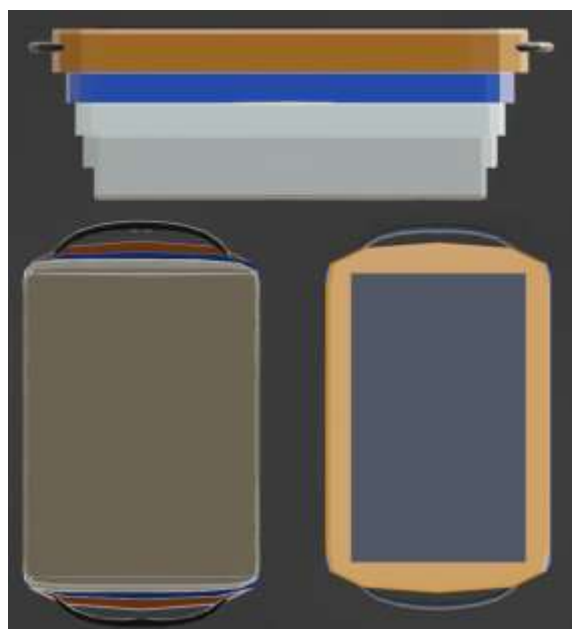


Рис. 1. Телескопический корпус

После решения вопроса размера для повышения уровня мобильности остается вопрос необходимости снижения массы устройства. Внимательно изучив техническую сторону вопроса предлагается использование короткофокусного проектора, проекционной и сенсорной пленки, а также

высокотехнологичной сборки блока персонального компьютера. Данное решение поможет существенно снизить вес используемого устройства. Также стоит учитывать, что сенсорная пленка может осуществлять функционирование при температурах до -20, что изначально повышает входные характеристики.

На базе принятых ранее решений возможно установить тепловой воздушно-потоковый обогрев либо пленку обогрева стекла, тем самым значительно повысив морозоустойчивость устройства. Одно из предлагаемых решений представлено в 3D модели на рисунке 2.

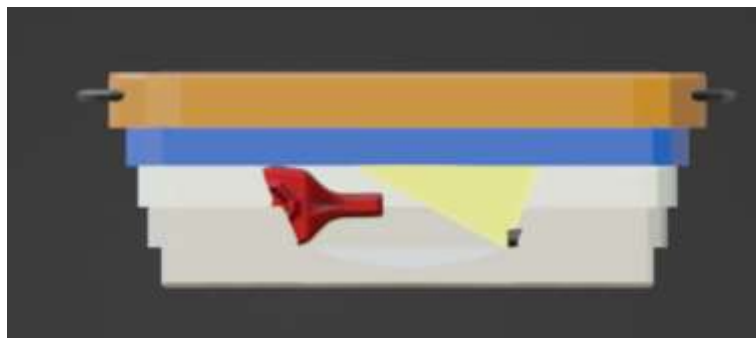


Рис. 2. Штабной стол

С учетом полученных эмпирических данных при использовании первой опытной модели интерактивного штабного стола руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации (далее ИШС РЛЧС), представленного на рисунке 3, выделенные недостатки были освещены и решены в ранее представленных данных.



Рис. 3. Первая модель ИШС РЛЧС

Также на базе принятых и рассмотренных решений было сформировано мнение о создании серверного пространства «Оперативный штабной стол» с набором элементов по решению задач, стоящих перед каждым нештатным должностным лицом штаба.

Значимость использования и внедрения подобных аппаратно-программных решений доказана практическими показателями производительности оперативного штаба при решении поставленных перед ним задач. Координационные органы удалены и принятие оперативных решений должно опираться на полный информационных пакет данных модели той или иной чрезвычайной ситуации. Внедрение подобных решений имеет определенный ряд недостатков, который можно решить при опытных использованиях и внедрениях.

Список литературы

1. Протокол Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности N 4 от «17» апреля 2015 года «Методические рекомендации по организации действий органов государственной власти и органов местного самоуправления при ликвидации чрезвычайных ситуаций», стр. 5.
2. Обзор современных систем поддержки принятия управленческих решений в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций Д.Г. Зыбин, кандидат технических наук, доцент; А.В. Калач, доктор химических наук, профессор; С.А. Бокадаров, кандидат технических наук. Воронежский институт Федеральной службы исполнения наказаний.
3. Информатизационные технологии поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях. Автоматизированная информационно-управляющая система Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: вчера, сегодня, завтра МЧС России, 2011 ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011 Качанов С. А., Нехорошев С. Н., Попов А.П., 2011 Оформление. ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2011.

ПОЧЕМУ ГОРЯТ РЕЗЕРВУАРЫ? ПРИЧИНЫ ПОЖАРА В РЕЗЕРВУАРНОМ ПАРКЕ

Короткевич Арлен Олегович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Научный руководитель: Долгушина Любовь Викторовна

*кандидат химических наук, доцент, Сибирская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России*

Аннотация. В статье рассмотрены основные причины возникновения пожаров в резервуарном парке. К основным факторам формирования взрывопожароопасных концентраций легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в резервуарном парке можно отнести разрушение трубопроводов и цистерн, сальников насосов, локальные проливы и разрыв шлангов. Повреждение резервуаров с мазутом, насосов и трубопроводов может иметь место, как при нормальных условиях работы, так и в результате нарушения принятых режимов работы, некачественного технического обслуживания и ремонта. Кроме того, в местах хранения нефтепродуктов причинами возгорания могут быть следующие: самовозгорание сульфидов железа, разряды статического электричества, искры, электрические дуги, пламя газовых горелок и т.п. при электрогазосварочных работах, тепловое проявление электрического тока при работе на неисправном электрооборудовании, человеческий фактор и нарушение регламента ремонтных работ.

Ключевые слова: Резервуар, причины пожара, самовозгорание, источник зажигания.

Противопожарная защита мазутных хозяйств является одной из актуальных задач. Статистические данные о пожарах свидетельствуют о слабой устойчивости резервуаров с мазутом к возникновению пожаров, возможности групповых пожаров и большой сложности их тушения. Кроме того, отмечается тенденция к повышению пожарной опасности мазутных хозяйств в связи с развитием и укреплением резервуарного хозяйства, увеличением емкости резервуаров.

В настоящее время достоверной статистики о пожарах в резервуарных парках не существует. В большинстве случаев возгорание в резервуаре тушится установкой пенного пожаротушения, и такие пожары не фиксируются и не учитываются. Учитываются только те случаи, когда система не справляется и резервуар загорается. В таких случаях для борьбы с огнем привлекают пожарную технику, и она становится опасной работой.

Предприятия хранения нефти и нефтепродуктов являются объектами повышенной пожарной опасности, а пожары на объектах нефтеперерабатывающих производств относятся к наиболее тяжелым пожарам.

К основным поражающим факторам для людей и оборудования на объектах нефтеперерабатывающих производств:

- ударная волна при взрыве паровоздушной смеси;
- вскипание и выброс горячей жидкости при пожаре;
- токсичность продуктов горения;
- осколки разрушенного оборудования и строительных конструкций здания.

Как правило, существующие подходы по обеспечению пожарной безопасности нефтебаз базируются на трех основных принципах:

- создание условий, снижающих или полностью исключаящих возможность образования горючей паровоздушной смеси;
- предотвращение возникновения источников зажигания;
- ограничение развития пожара и создания условий для успешного тушения начавшегося пожара.

При технологическом процессе на нефтебазе обращающихся веществ и материалов характерно наличие взрывоопасных и пожароопасных веществ [1]. Такие факторы, как операции слива-налива из цистерн в грузовые машины, могут поспособствовать тому, что возникнет пожар или взрывоопасное явление. При испарении паровоздушной смеси газов, образующихся в свободном объеме резервуаров, также вероятнее всего может возникнуть взрывоопасное явление или пагубное влияние пожара.

Факторы формирования взрыво- и пожароопасных концентраций на сливо-наливной эстакаде и в трубопроводах могут быть следующие:

- 1) разрушение трубопроводов, цистерн;
- 2) разрушение сальников насосов;
- 3) локальные проливы, разрыв шлангов.

Внутри пространственная горючая среда образуется в насосах и трубопроводах в период пуска и остановки оборудования, а также в случае его разгерметизации.

Необходимо защитить аппараты техническими решениями по удалению горючей среды.

В помещениях технологических аппаратов, а также извне опасные смеси образуются в таких ситуациях (при определенном воздействии факторов), а именно при выходе данных субстанций из емкостей в нормальном или аварийном режимах.

Рабочее оборудование особенно уязвимо для инцидентов, которые нарушают его работу и повреждают оборудование и средства связи. При этом легковоспламеняющиеся вещества могут выделяться в большом количестве и занимать своей пленкой и покрытием достаточно большие территории предприятий.

Если горение все же, стало быть, то от совокупности факторов окружающей среды, размеров начальной зоны горения, характеристик резервуара, его противоаварийных систем и слаженных действий работников опасного объекта и работников ГПС зависит масштаб воздействия от пожара.

Источниками зажигания паров мазута в резервуарном парке мазутного хозяйства представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Источники зажигания паров нефти и нефтепродуктов.

Самовозгорание сульфидов железа – одна из характерных причин пожаров резервуаров с мазутом и технологического оборудования. Сульфиды образуются в местах контакта мазута с металлическими (стальными) конструкциями, т.е. внутри резервуаров и аппаратов [2].

После опорожнения и разгерметизации резервуара окисление сульфида железа ускоряется и может произойти их воспламенение. В процессе хранения, на стенках резервуара происходит отложение серы, которая взаимодействует с железным резервуаром. При разгерметизации сульфиды высыхают и начинают взаимодействовать с кислородом воздуха, постепенно повышающаяся температура вызывает внутренний разогрев системы. При этом отложения способны разогреваться до температуры 600-700 °С. Этой температуры достаточно для воспламенения горючей смеси или отложения мазута в газовом пространстве резервуара. Избежать самовозгорания сернистых соединений можно путем очистки мазута от серы и сероводорода, а также постепенном окислении

образовавшегося в них самовозгорающихся отложений. Очистку стенок следует вести при постоянном смачивании их водой, а полученные зачистки сразу же удалять и подвергать уничтожению.

Искры механического происхождения могут возникать при использовании стальных инструментов (молотков, ключей, зубил, ломов) в процессе обслуживания и ремонта оборудования, резервуаров с мазутом, аппаратов, трубопроводов, насосов.

Для предотвращения образования механических искр при производстве работ по ремонту оборудования нужно применять инструменты из искробезопасного материала (бронзы, латуни, алюминиевого сплава, дюралей с ограниченным содержанием магния). При пользовании стальными инструментами следует оберегать их от падения и, по возможности, заменять ударные операции безударными (например, рубку металла зубилом заменить распиловкой и т.п.), а для рассеивания горючих паров у мест производства работ применять передвижные вентиляционные агрегаты.

Перегревы подшипников и сальников насосов и электродвигателей могут быть при загрязнении их поверхностей, нарушении качества смазки рабочих поверхностей, перекосах, чрезмерной затяжке подшипников, работе агрегатов при отключенной системе смазки.

Для уменьшения возможности перегрева сальников насосов предлагается в насосах применять торцевые уплотнения, предусматривать охлаждение подшипников, а в целях уменьшения перегрева подшипников использовать подшипники качения.

Разряды статического электричества могут возникать в аппаратах, трубопроводах и резервуарах при перемещении мазута, они создают при разрядах искры, способные вызвать воспламенение горючих паров мазута с воздухом. Для защиты от статического электричества предусмотрено заземление трубопроводов, корпусов резервуаров и насосов.

При наливке мазута в резервуары должна поддерживаться скорость движения не более 1 м/с.

Все металлические трубопроводы, аппараты, а также другое оборудование мазутного хозяйства должно быть заземлено по правилам молниезащиты и защиты от статического электричества.

Мазут может воспламениться и от прямых ударов молнии.

Для предотвращения случаев пожаров и взрывов от разрядов атмосферного электричества все резервуары, насосная станция и другие здания и сооружения защищены от ударов молнии молниевыводами, установленными на территории котельной.

Транспорт, работающий в районе мазутного хозяйства, должен быть оборудован искрогасителями.

Кроме специфических источников зажигания могут иметь место и такие источники: искры, электрические дуги, пламя газовых горелок и т.п. при электрогазосварочных работах, тепловое проявление электрического тока при работе на неисправном электрооборудовании.

Наиболее тяжелые последствия при пожаре связаны с разгерметизацией или полным разрушением вертикальных стальных резервуаров. При таких авариях из резервуаров наружу выходит большое количество нефтепродукта. Образуются значительные площади разливов горячей жидкости, что приводит к поражению не только персонала и разрушению зданий и сооружений, но и к поражению людей, находящихся на соседних предприятиях и в жилых зонах, примыкающих к опасному объекту.

Одним из способов предотвращения развития пожара и превращения его в крупный или особо крупный является аварийный слив огнеопасных жидкостей из опасной зоны в безопасное место.

Как показывают расчеты, в случае аварии в мазутонасосной станции, в помещение поступит значительное количество мазута, который при разливе займет значительную площадь, а в случае пожара возникнет угроза распространения огня. Даже если мазут не выйдет за пределы мазутонасосной, угроза возникновения пожара внутри насосной будет сохраняться длительное время.

Проанализировав пожары с учетом современного внимания к профилактике, можно констатировать, что пожары на объектах хранения и переработки нефти и нефтепродуктов в России происходят довольно часто. Поэтому проблема быстрого и альтернативного тушения данного вида пожаров, а также применения различных технических и организационных мероприятий остаётся актуальной.

Основными причинами возникновения пожаров в резервуарах являются человеческий фактор и нарушение регламента ремонтных работ. Эти причины так как проявляются не без участия человека.

Всё же при возникновении пожара огромную роль играет время его ликвидации, потому что ущерб от пожара напрямую зависит от времени организации и сосредоточения сил и средств, необходимых для тушения пожара.

Список литературы

1. Тимофеева, С. С. Анализ пожарной опасности на автозаправочных станциях России и Иркутской области / С. С. Тимофеева, С. С. Фурманова // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 8(67). – С. 55-61.
2. Предупреждение аварий в нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах / В. Л. Бард, А. В. Кузин. - М. : Химия, 1984. - 247 с.