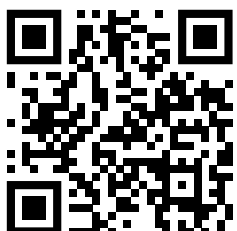




МОНИТОРИНГ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

HETS 2023: «Международного научно-практического форума
по проблемам устойчивого развития в цифровом мире:
Человек. Экономика. Технологии. Социум»

27 октября 2023 года



**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 2023

Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, 27 октября 2023 года, г. Красноярск – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. - 174 с

Международная научно-практическая конференция «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций» состоялась 27 октября 2023 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

Оглавление

О распространении и добычи нефти в Арктике	4
<i>Ценер Г.В.</i>	
Разработка технических решений по обеспечению бесперебойной подачи огнетушащих веществ при тушении пожаров в сельских населенных пунктах	7
<i>Погорельцев М.В.</i>	
Анализ основных факторов, влияющих на время переключения и возобновления подачи воды в головной автомобиль при организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ способом подвоза	11
<i>Куртов С.О., Малый В.П., Трояк А.Ю.</i>	
Становление профессиональных качеств курсантов, в период обучения в Академии Государственной противопожарной службы МЧС России, отвечающих за принятие решения в чрезвычайных ситуациях.....	18
<i>Савенко В.В., Симоненко А.С., Шкаберина Т.В.</i>	
Применение водопленочных экранов для снижения теплового излучения при горении проливов и факельного горения сжиженного природного газа (метана)	23
<i>Москвилин Е.А., Волкова А.В.</i>	
Использование добавок к воде (водных растворов) для авиационного тушения лесных пожаров	26
<i>Москвилин Е.А., Волкова А.В.</i>	
Беспроводные автоматические пожарные системы в общеобразовательных учреждениях в аспекте повышения пожарной защиты объекта	30
<i>Мельников Д.В.</i>	
Негативные явления, обусловленные изменениями климата арктической зоны Восточной Сибири, и проблемы прогнозирования рисков их возникновения.....	35
<i>Проскова Н.Ю.</i>	
Исследование микроструктуры керна скважин подземной исследовательской лаборатории участка «Енисейский» при термическом воздействии	41
<i>Трояк Е.Ю., Мельникова Е.С.</i>	
Измерительная установка для исследования температуры падающих электрических искр	46
<i>Андреев Ю.А., Пересторонин А.С.</i>	
Исследование процесса гашения пламени полем высокого напряжения	52
<i>Трояк Е.Ю. Босоногова Е.А.</i>	
Миграция, как фактор риска чрезвычайных ситуаций в случае применения технологий гибридных войн.....	58
<i>Талалаева Г.В., Валиуллин В.Ф.</i>	
Мониторинг и предотвращение аварийных пожароопасных режимов работы электросети.....	67
<i>Горбунов А.С.</i>	
Моделирование образования взрывоопасных зон при аварии на газовом трубопроводе в открытом пространстве.....	73
<i>Халикова Т.Н.</i>	

Моделирование построения и работы эргатической интегрированной системы безопасности..	77
<i>Калач А.В., Соловьев А.С., Щербин А.Н.</i>	
Анализ причин и условий возникновения пожаров на объектах жилого сектора по Красноярскому краю	83
<i>Пичугин А.А.</i>	
Проблема гидравлического расчета крупных насосно-рукавных систем.....	89
<i>Беляев А.Н.</i>	
Исследование железобетонных конструкций после термического воздействия	95
<i>Сысоева Т.П., Калач А.В., Лобова С.Ф., Федоров А.С.</i>	
Системный анализ структуры информационного потока при оперативном управлении подразделениями пожарной охраны.....	99
<i>Гилёк С.А., Ступина А.А. Мартинович Н.В., Изупов Н.С.</i>	
К вопросу об исследовании физико-химических свойств веществ и материалов, хранящихся на объектах складского назначения.....	107
<i>Макарова Т.П.</i>	
Мониторинг лесных и степных пожаров методом детекции мелкодисперсных частиц в воздухе	111
<i>Куттыбаев Е.М.</i>	
Моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера	115
<i>Акимов В.А., Иванова Е.О.</i>	
Осциллятор Агооп при анализе индивидуального пожарного риска	123
<i>Кайбичев И.А.</i>	
Моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера	129
<i>Акимов В.А., Иванова Е.О., Олтян И.Ю.</i>	
Оценка пожарного риска в зданиях торгового назначения	135
<i>Доброхотов П.С., Пожаркова И.Н.</i>	
Использование беспилотных воздушных судов с искусственным интеллектом для поиска пострадавших в МЧС России	140
<i>Попов И.К., Сацук И.В.</i>	
Современные информационные технологии, как инструмент осуществления противопожарной пропаганды и информационно-разъяснительной работы в области пожарной безопасности среди населения.....	146
<i>Трояк Е.Ю., Баир А.Б.</i>	
Оценка коэффициента дымообразования образцов напольных покрытий после искусственного состаривания	150
<i>Трояк Е.Ю., Рыбаков Д.С.</i>	
Внедрение инноваций и эффективность предлагаемых решений по применению компрессионной пены для тушения пожаров и проведения аварийно спасательных работ.....	157
<i>Чижов С.А.</i>	

Анализ средств для прогнозирования возможной химической обстановки на территории Кемеровской области - Кузбасса	160
<i>Емельянова А.И., Пономарев В.В.</i>	
Закономерности и факторы взаимосвязи окружающей среды с состоянием здоровья населения: аналитический аспект	163
<i>Пономарёв В.В., Жернаков Д.В., Уколов А.В., Лесковский А.А.</i>	
Анализ направлений обеспечения радиационной безопасности населения и контроля радиационной обстановки	167
<i>Стрекозов В.И.</i>	
Организационно-методические мероприятия формирования культуры гражданской обороны у населения	170
<i>Пономарёв В.В.</i>	

О распространении и добычи нефти в Арктике

Ценер Георгий Викторович

Научный руководитель:

Коваль Юлия Николаевна
кандидат биологических наук

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация: В арктической зоне на сегодняшнее время аккумулирован один из самых больших и нетронутых запасов нефти. В связи, с чем вопрос о разработке и добычи ресурсов континента с каждым годом возрастает. Актуальность работы определяется недостаточной изученностью широты распространения и глубины залегания нефтяных месторождений, особенностей физико-химических показателей, что затрудняет оценку перспектив и определение направлений развития отечественного нефтегазодобывающего комплекса. Полученная информация в ходе исследования — это информационно-статистические данные географических закономерностей распределения запасов нефти в Арктике и физико-химические особенности нефти в зависимости от их географических распределений.

Ключевые слова: арктика, добыча нефти, экология, прогнозирование, природопользование

Арктика – это северная полярная область Земли. Общая площадь Арктики составляет около 26 млн. км². Территория включает в себя северные районы Северной Америки и Евразии, моря Северного Ледовитого океана, остров Гренландия, а также прилегающие части Атлантического и Тихого океанов. В арктической зоне на сегодняшнее время аккумулирован один из самых больших и нетронутых запасов нефти. Запасы нефти сконцентрированы как в континентальных шельфах, так и на суше. Это формирует Арктическую территорию колоссальным сырьевым резервом и представляет огромный интерес для ведущих экономик мира. Стоит отметить, что существует много неразведанных месторождений нефтяных запасов. По литературным источникам в Арктике находятся более 90 млрд барр. нефти; 47 трлн м³ газа и 44 млрд барр. газового конденсата [1]. Эти значения вносят около 25 % от мировых неразработанных запасов углеводородов. Разведенные запасы — это малая доля, большую составляют прогнозные ресурсы. Ожидается, что в открываемых ресурсах будут преобладать углеводороды глубоководных юрских и нижнемеловых горизонтов.

На шельфе Арктики существуют официальные государства-представители. Это пять стран, которые имеют выход к Северному Ледовитому океану. Стоит отметить, что около 9 млн. м² Арктических владений принадлежит России и составляет 30% от всей площади России.

Однако в современных реалиях разработка нефтяных месторождений в Российской Арктике сопряжена с множеством вопросов – экологических, техносферных и промышленных. Добыча полезных ископаемых в этом регионе имеет свои плюсы: нетронутость ископаемых и наличие крупных источников нефти. Также имеются и негативные стороны добычи нефти в Арктике: сложность извлечения и транспортировки, загрязнение окружающей среды, возможность аварий и суровый климат.

Только в последнее года добыча нефти в Арктической зоне стала экономически и технически обоснованной. За последние десять лет были зафиксированы рекордные объемы таяния Арктических льдов. Это открыло возможность для развития разработки и транспортировки нефтяных ресурсов. В связи, с чем вопрос о разработке и добычи ресурсов континента с каждым годом возрастает.

Актуальность работы определяется недостаточной изученностью широты распространения и глубины залегания нефтяных месторождений, а также особенностей физико-

химических показателей, что затрудняет оценку перспектив и определение направлений развития отечественного нефтегазодобывающего комплекса.

Нами был использован метод анализа научной литературы и публикаций в периодических изданиях. Мы проанализировали классификацию данных для исследования особенностей Арктических сортов нефти и статистически обработали результаты.

В качестве источника количественной информации о нефтях использована база данных, созданная в Институте химии нефти СО РАН. В Институте химии нефти СО РАН собрано более 33 тысяч образцов жидких углеводородов из 6 тысяч нефтяных месторождений. Эти образцы представлены из 94 стран планеты и из 190 нефтегазоносных бассейнов.

Изучая информацию базы данных можно констатировать, что в Арктической зоне располагаются более 420 месторождений. Из всех месторождений особо выделяются по своим уникальным и крупным запасам следующие бассейны: в Баренцево-Карском бассейне Пахтусовское месторождение, Русское, Уренгойское, Северо-Комсомольское, Ванкорское, Суторминское, Самбургское, Новопортовское в Западно-Сибирском бассейне, а также Наульское, Возейское, Лаявожское, Харьягинское, Ярегское, Медыньское-Море, Байкаловское и Оленекское [4].

Больше всего в Арктической зоне представлены нефти с аномальными свойствами, такими как: тяжелые (плотность более 0.88 г/см^3), высокосернистые (содержание серы более 3 % мас.), высокосмолистые (содержание смол более 13 % мас.). Еще одна из проблем Арктической зоны – это извлечение нефти. Основное залегание сортов нефти находится на большой глубине (более 4500 м), в островной криолитозоне, с пластовой температурой выше 100°C . В Арктике установлено небольшое количество месторождений с высокоасфальтеновой и обедненной газом нефтью (менее $200 \text{ м}^3/\text{т}$) [3, 4].

Одна из проблем нефти Арктической зоны это привлечение финансовых средств на геологоразведку. Со стороны государства нефтяным компаниям предоставляется лишь пониженная налоговая ставка для месторождений в условиях Арктики.

На примере изменения свойств российской нефти определена обратная связь. То есть, чем глубже залегает месторождение в пласте, и чем выше давление и температура, тем значительные увеличивается концентрация парафинов, тем менее выражена плотность и вязкость, и значительнее уменьшается концентрации асфальтенов, серы и смол.

Мы выявили определенные закономерности изменения физико-химических свойств вязкой нефти от их пространственного нахождения. Данные результаты могут быть использованы с целью прогнозирования физических и химических свойств нефти на вновь открываемых месторождениях.

Полученная информация в ходе исследования — это информационно-статистические данные географических закономерностей распределения запасов нефти в Арктике и физико-химические особенности нефти в зависимости от их географических распределений.

Особенности структуры Арктической нефти — это более вязкая и тяжелая консистенция по сравнению с европейскими образцами. Это можно объяснить низкой концентрацией металлов и асфальтенов. Данные отличия определяют нюансы разработки и добычи нефти в условиях Арктики [5, 6].

Географически к Сибири относятся территории Западной, Восточной Сибири и Дальний Восток. Следовательно, Сибирский Арктический сектор включает нефтегазоносные территории Арктической зоны. Нефти Арктической зоны вызывают интерес специалистов как нефтедобывающего, так и нефтеперерабатывающего комплексов. В последнее десятилетие для России Арктика станет основной направляющей для стратегии роста комплекса по нефтедобыче [7].

Автор выражает благодарность Краевому государственному автономному учреждению «Краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности».

Популяризация научной работы стала возможной благодаря финансовой поддержки Краевого фонда науки (заявка №202302120927)3.

Список литературы

1. Алексеева М.Н., Сваровская Л.И., Яценко И.Г. Экологические риски нефтезагрязнения в Арктической зоне // Химия в интересах устойчивого развития. 2020. № 28. С. 223-228.
2. Ан В.В., Козин Е.С., Полищук Ю.М., Яценко И.Г. База данных по химии нефти и перспективы ее применения в геохимических исследованиях // Геология нефти и газа. - 2000. - № 2. – С. 49 – 51.
3. Бобков, А.А. Особенности разведки и добычи нефти в условиях Арктики /А.А. Бобков. – 2022. – Т. 12, № 9. – С. 144-150.
4. Козин Е.С., Полищук Ю.М., Яценко И.Г. База данных по физико-химическим свойствам нефтей // Нефть. Газ. Новации. – 2011. - № 3. – С. 13-16.
5. Сафонова Т.Ю. Перспективы российской нефтегазодобычи в Арктике: от обвала до развития // Креативная экономика. 2020. Том 14. № 10. С.
6. Яценко, И.Г. База данных физико-химических свойств трудноизвлекаемых нефтей и информационно- вычислительная система по нефтехимической геологии / И.Г. Яценко // Экспозиция Нефть Газ. – 2011. – № 5(17). – С. 16-19.
7. Яценко, И.Г. Особенности физико-химических свойств трудноизвлекаемой нефти в Арктике / И.Г. Яценко, Ю.М. Полищук. – 2021. – № 24. – С. 2

Разработка технических решений по обеспечению бесперебойной подачи огнетушащих веществ при тушении пожаров в сельских населенных пунктах

Погорельцев Михаил Владимирович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье предложено к внедрению устройство, позволяющее повысить эффективность забора воды от привлеченных автомобилей осуществляющих подвоз огнетушащих веществ к месту тушения пожара и не имеющих средств соединения с пожарной автоцистерной. Проведено обоснование включения разработанных технических решений в нормы табельной положенности пожарных автомобилей пожарно-спасательного гарнизона.

Ключевые слова: подвоз воды, организация обеспечения бесперебойной подачи огнетушащих веществ, сельские населенные пункты, тушение пожаров

Организация тушения пожаров в сельской местности имеет свои особенности.

Довольно часто при проведении боевых действий подразделения пожарной охраны сельских населенных пунктов сталкиваются с серьезными проблемами из-за отсутствия или неисправности источников наружного противопожарного водоснабжения на месте тушения пожаров [1]. Основными способами доставки огнетушащих веществ (далее – ОТВ) в таких случаях являются:

- подвоз ОТВ пожарными автомобилями и приспособленной техникой;
- перекачка ОТВ с использованием пожарных автомобилей, мотопомп и различных емкостей.

На рис. 1 представлена информация о распределении водоисточников, использовавшихся при тушении пожаров в 2022 году по их видам на территории Российской Федерации в сельских населенных пунктах [2].

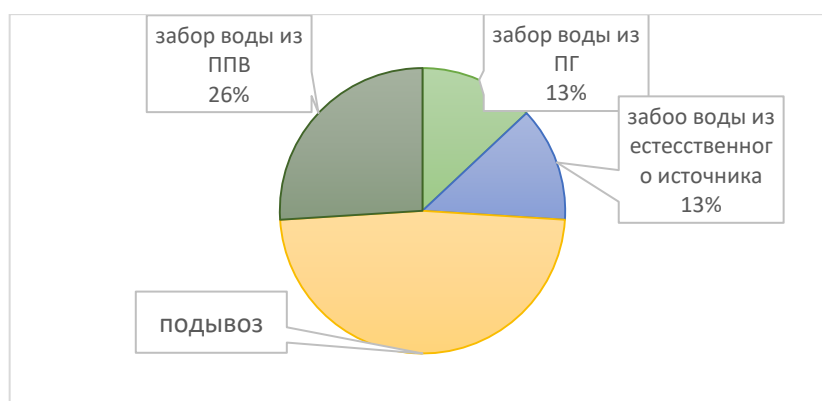


Рис.1. Распределение водоисточников, использовавшихся при тушении пожаров в 2022г., по их видам в сельских населенных пунктах

Анализ диаграммы, изображенной на рис.1, позволяет сделать вывод о том, что основным источником для организации бесперебойной подачи воды в сельских населенных пунктах на месте пожара является подвоз воды.

Рассмотрим варианты использования, доставленной на место пожара воды:

1) Доставленную воду вручную наливают в ранцевый лесной огнетушитель (далее – РЛО) из пожарного автомобиля и проводят тушение пожара путем проливки кромки пала сухой растительности, рисунок 2;

2) Доставленную воду из приспособленной пожарной техники перекачивают в пожарный автомобиль при помощи напорно-всасывающего пожарного рукава, рис.3



Рис.2. Тушение пожара при помощи РЛО в сельских населенных пунктах



Рис.3. Перекачка доставленной воды насосом, установленным на приспособленной технике для нужд пожаротушения

Вместе с тем, подвоз воды на пожар в сельской местности осуществляет не только приспособленная техника для нужд пожаротушения, но и техника, имеющая определенный запас воды, но не имеющая возможности подать воду. Вода из цистерны перекачивается самотеком по напорно-всасывающему рукаву, не имеющему рукавной головки на конце рукава, рис.4.



Рис.4. Напорно-всасывающий рукав на привлеченной технике на пожар не имеющий возможности самостоятельно подавать воду (без рукавной головки)

В целях совершенствования забора воды из привлеченной для нужд пожаротушения техники в сельских населенных пунктах предлагается самостоятельно изготовить в подразделениях пожарной охраны «переходник».

«Переходник» – предназначен для перекачки воды из емкостей автомобиля при помощи самостоятельно изготовленного приспособления через всасывающий патрубок пожарного автомобиля в насос.

«Переходник» представляет собой головку-заглушку всасывающую

ГЗВ-125 (далее – заглушка), в центре заглушки отверстие $d=70$ мм, в отверстие по резьбе приварен ствол с диаметром 70 мм (ствол А) [3].



Рис.5. Общий вид «переходника»

Для перекачки воды из посторонней емкости вместе головки заглушки пожарной вставляет переходник и на переходник надевается гофрированный рукав автомобиля, далее путем забора воды при помощи пожарного насоса пожарного автомобиля производится перекачка огнетушащих веществ из приспособленного автомобиля в пожарный.

Данный метод эффективен в сельских населенных пунктах в условиях отсутствия наружного противопожарного водоснабжения и организации подвоза огнетушащих веществ приспособленной техникой. Рассмотрим схему подключения пожарной автоцистерны при помощи предложенного «переходника», рис.6.

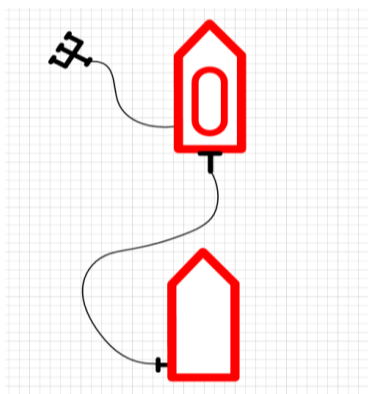


Рис.6. Схема подключения пожарной автоцистерны при помощи предлагаемого переходника

Предложения и рекомендации по внедрению устройства, позволяющего повысить эффективность забора воды от привлеченных автомобилей осуществляющих подвоз огнетушащих веществ к месту тушения пожара с использованием насоса пожарных автомобилей:

1. «Переходник» возможно изготовить самостоятельно в любом подразделении ФПС ГПС МЧС России;
2. Целесообразно рассмотреть предложенный «переходник» как вид пожарно-технического вооружения с последующим включением в нормы табельной положенности [4];
3. Предлагается в подразделениях пожарной охраны осуществляющих охрану сельских населенных пунктов изготовить самостоятельно предложенный вариант «переходника».

Заключение

1. Подтверждено, что обеспечение противопожарным водоснабжением является важнейшей задачей при тушении пожаров в сельских населенных пунктах;

2. Показано на практике, что предложенные оригинальные технические решения «переходник» целесообразно применять для повышения оперативности и надёжности обеспечения огнетушащими веществами пожарных подразделений;

3. Обоснована рекомендация включения разработанных технических решений в нормы табельной положенности пожарных автомобилей пожарно-спасательного гарнизона.

Список литературы

1. СП 8.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2020.

2. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. П 46 Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

3. ГОСТ Р 53279-2009. Техника пожарная. Головки соединительные пожарные общие технические требования. Методы испытаний. – Введ. 2009-05-01. – Москва: Стандартиформ, 2009.

4. Об утверждении норм табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года Приказ МЧС России от 25.07.2006 № 425.

Анализ основных факторов, влияющих на время переключения и возобновления подачи воды в головной автомобиль при организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ способом подвоза

Куртов Сергей Олегович

Малый Виталий Петрович

доктор физико-математических наук, доцент

Трояк Александр Юрьевич

кандидат педагогических наук

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье представлены результаты анализа статистики применяемых методов тушения пожаров и их последствий за 2018 – 2022 годы. Показано, что способом подвоза воды к месту пожара было потушено более 7% от общего количества зарегистрированных пожаров на территории Российской Федерации. Локальной целью работы является анализ основных факторов, влияющих на время, необходимое для переподключения и заполнения водой рукавных линий на месте пожара при организации заправки (перелива) водой головного автомобиля от автоцистерн (далее АЦ) различных модификаций, участвующих в цикле подвоза. Отмечено, что в подразделениях пожарной охраны эксплуатируются пожарные автомобили, конструктивно отличающиеся друг от друга расположением напорных патрубков от пожарных насосов. Авторами тщательно проанализированы варианты размещения напорных патрубков пожарных насосов автоцистерн открытого исполнения и в отдельных отсеках или нишах (люках) эксплуатируемых в России АЦ. Проверена гипотеза о том, что этот факт должен существенно влиять на время подачи огнетушащих веществ (далее ОТВ) пожарным насосом в рукавные линии (далее РЛ). Установлены особенности конструкций пожарных автомобилей и проанализирована степень влияния количества задействованного личного состава на время выполнения поставленной задачи по переподключению и заполнению водой рукава пожарного напорного (далее РПН) при организации перелива воды в головной автомобиль от прибывших на место пожара автоцистерн. Сформулированы выводы, даны рекомендации для совершенствования работы подразделений и по развитию данной темы.

Ключевые слова: место пожара, автоцистерна, подвоз воды, головной автомобиль, бесперебойная подача, время переключения и заполнения водой пожарных рукавов, напорный патрубок

Проведенный анализ статистики пожаров и их последствий за последние 5 лет [1] показал, что способом подвоза воды к месту пожара было потушено более 7% от общего количества зарегистрированных пожаров на территории Российской Федерации. Методикой расчета необходимого количества сил при организации подвоза воды занимались такие авторы, как В.Е. Недоцук, Г.С. Дупляков, А. В. Ермилов и др. [2,3,4].

В своей работе [5] авторы выявили и показали достоинства и недостатки основных схем и вариантов, применяемых при организации подвоза воды для целей пожаротушения.

Целью настоящей работы является: усовершенствовать метод расчета минимально достаточного количества АЦ для организации бесперебойного водоснабжения за счет:

- 1) выявления основных факторов, влияющих на время, необходимое для переподключения и заполнения водой рукавных линий на месте пожара при организации заправки (перелива) водой головного автомобиля от АЦ различных модификаций (рис. 2), участвующих в цикле подвоза;
- 2) проведения натурных экспериментов по измерению времени переподключения и заполнения водой РЛ;
- 3) разработки предложений по уменьшению «времени переключенной и заполнения РЛ».

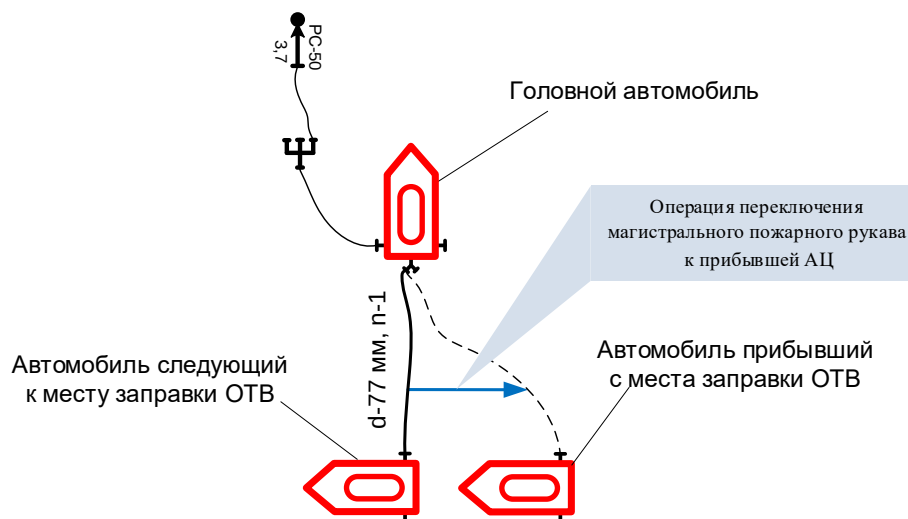


Рис.1.Схема переподключения магистральной рукавной линии от одной АЦ к другой и заполнение ее водой

Предметом исследования является система параметров, в максимальной степени влияющая на время переподключения и заполнения РПН.

При выполнении исследований авторами использованы следующие методы:

- Теоретические методы: классификация (способов бесперебойного водоснабжения на месте пожара), обобщение (выявление общих достоинств и недостатков), сравнительный анализ (выбор наиболее рациональных способов подачи воды к месту пожара), синтез (формулировка выводов и рекомендаций).
- Практические методы: эксперимент (разработка плана, устройств и инструментов для организации и проведения), наблюдение (аудио и визуальное), расчёты и измерения (времени переключения и заполнения), моделирование (составление схем подвоза воды), сплошная выборка (результатов измерений общего времени переключения и времени отдельных фрагментов операции).

Материалы. Для выполнения исследования был отобран и подготовлен пожарный автомобиль, назначен исполнитель операции переподключения и заполнения РПН (опытный водитель АЦ), подобран РПН для использования в экспериментальной операции «переключения и заполнения», подобраны специалисты (работники академии) и средства измерения времени (цифровые секундомеры), назначен специалист для проведения аудиовидеофиксации всех этапов измерений с возможностью показа текущего времени испытаний непосредственно в видео кадрах.

Основной гипотезой исследования является предположение о том, что значение «времени переключенной и заполнения РЛ» является существенным при расчете минимально достаточного количества АЦ для организации бесперебойного водоснабжения способом подвоза.

В ходе анализа основных факторов, влияющих на месте пожара на время переподключения и заполнения водой напорных рукавных линий при организации перелива воды в головной автомобиль от прибывших на место пожара АЦ, заправленных огнетушащими веществами,

авторами было выявлено, что в подразделениях пожарной охраны представлены пожарные автомобили, конструктивно отличающиеся друг от друга расположением напорных патрубков от пожарных насосов, что должно влиять на время подачи ОТВ пожарным насосом в рукавные линии.

На фото рис.2. представлены основные варианты наружного размещения напорных патрубков пожарных насосов автоцистерн.



Рис.2. Основные варианты наружного размещения напорных патрубков пожарных насосов автоцистерн

Представленный выше способ наружного размещения напорных патрубков пожарного насоса имеет одно главное преимущество: сокращается время боевого развертывания по подключению напорных пожарных рукавов при тушении пожара.

Основными недостатками размещения данного оборудования является:

- Возможность загрязнения отдельных элементов при движении пожарного автомобиля, особенно в период распутицы;
- Не исключены случаи примерзания пожарных головок-заглушек к напорным патрубкам в условиях отрицательных температур наружного воздуха.

Установлено, что заводы-производители на вооружение подразделений пожарной охраны поставляют пожарные автомобили с размещением напорных патрубков насоса в защищённом варианте: в отдельных отсеках или нишах (люках) рис.3.



Рис.3.Примеры размещения напорных патрубков пожарных насосов автоцистерн в отдельных отсеках или нишах (люках)

Способ размещения, изображенный на рис. 3, позволяет предотвратить загрязнения напорных патрубков и уменьшить вероятность примерзания пожарных головок-заглушек в условиях отрицательных температур. Однако по сравнению с наружным размещением напорных патрубков использование указанного способа должно заметно увеличивать время подсоединения напорных пожарных рукавов при необходимости подачи ОТВ.

Вторым фактором, влияющим на месте пожара на время переподключения и заполнения водой напорных рукавных линий при организации перелива воды в головной автомобиль от прибывших на место пожара АЦ, заправленных огнетушащими веществами, является количество личного состава пожарного расчета, участвующего в боевом развертывании (водитель или водитель с пожарным). При участии пожарного - водитель АЦ может сразу приступить к подаче воды пожарным насосом.

При подготовке к эксперименту авторы смоделировали ситуацию, когда к головной АЦ прибывает с водой пожарный автомобиль (водитель находится внутри кабины) с места заправки (от водоисточника).

На земле находится один напорный пожарный рукав диаметром 77 мм, подключенный к головной цистерне любым из рассматриваемых способов, описанных в работе авторов [2]. Для визуального контроля времени поступления воды в полость насоса головной АЦ, авторами было принято решение об использовании в конце магистральной линии (из одного напорного пожарного рукава) не головного автомобиля, а трехходового пожарного разветвления рис. 4. Окончанием эксперимента считалось – регистрация факта появления воды из открытого патрубка пожарного разветвления от насоса АЦ рис. 4б.

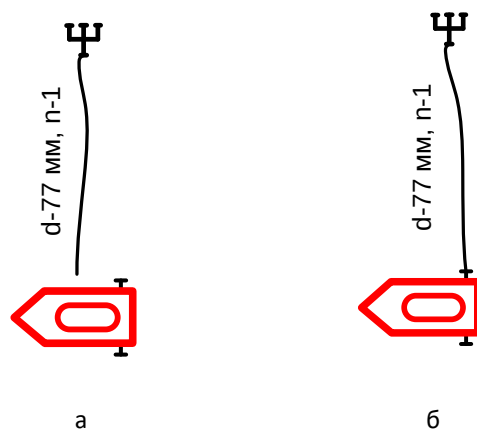


Рис.4. Схемы боевого развертывания:

а – на начало эксперимента (рукав не подключен к АЦ),

б – после окончания эксперимента (рукав подключен к АЦ, начало излива воды зарегистрировано)

Исследования по экспериментальному определению времени, необходимого для переподключения и заполнения водой рукавной линии, на месте пожара при организации перелива воды в головной автомобиль от АЦ-6,0-40(5557) проводили на площадке у здания учебной пожарно-спасательной части (далее УПСЧ) ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России (далее Академия) рис.5.



а



б

Рис.5. Фотопротокол проведения эксперимента по измерению времени переключения на площадке УПСЧ Академии: *а) окончание боевого развертывания, водитель осуществляет работу на насосе;*

б) регистрация окончания эксперимента (появление воды в разветвлении)

Время, затраченное водителем на боевое развертывание и подачу воды в магистральный пожарный рукав с трехходовым разветвлением, фиксировали цифровым секундомером, среднее значение результатов измерений времени составило – (31 ± 2) с (доверительная вероятность $\alpha = 0,95$, количество измерений $n = 7$).

Авторы установили, что помимо конструктивных особенностей пожарных автомобилей и количества задействованного личного состава, на время выполнения поставленной задачи по переподключению и заполнению водой магистрального рукава при организации перелива воды в головной автомобиль от прибывших на место пожара АЦ влияют следующие факторы:

1. Возраст и физическая подготовка водительского состава;
2. Умения и навыки работы водительского состава с пожарными рукава и техникой стоящей на вооружении подразделения;
3. Форма одежды личного состава (зимняя, летняя, пожарная каска, для защиты головы и т.д.);
4. С какой стороны от двери кабины водителя находится напорный патрубок пожарного насоса, к которому подключается магистральный рукав;
5. Наличие или отсутствие головок-заглушек на напорных патрубках пожарного насоса;

6. Механизм приведения в действие коробки отбора мощности от двигателя на привод пожарного насоса;

7. Габариты (геометрические размеры) пожарной техники, уровень (высота) размещения насосного оборудования в отсеке.

После проведения дополнительного анализа авторы планируют провести подробный «пофакторный» анализ количественных характеристик их вклада в общее время боевого развертывания, после чего можно будет разработать обоснованные рекомендации по уточнению методики расчета минимально достаточного количества пожарных автомобилей для организации бесперебойной подачи воды к месту пожара способом подвоза.

Заключение

1. Установлено, что способом подвоза воды к месту пожара было потушено более 7% от общего количества зарегистрированных пожаров на территории Российской Федерации.

2. Впервые показано, что при организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ способом подвоза существенное влияние на результаты расчета минимально достаточного количества пожарных автомобилей оказывает принимаемое значение времени переключения и возобновления подачи воды в головной автомобиль.

3. Выявлены основные факторы, влияющие на время переключения и возобновления подачи воды в головной автомобиль при организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ способом подвоза.

4. Приведены результаты эксперимента по измерению времени переключения и возобновления подачи воды в головной автомобиль при организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ способом подвоза, проведенных на территории Академии.

5. Для повышения достоверности найденного значения авторы планируют в ближайшей перспективе провести расчетно-экспериментальные работы по измерению как общего времени, необходимого на выполнение анализируемой операции, так и времени, затрачиваемого на каждую составляющую процедуры переключения, в ряде других подразделений пожарной охраны МЧС России.

6. Авторами тщательно проанализированы варианты размещения напорных патрубков пожарных насосов автоцистерн в отдельных отсеках или нишах (люках) эксплуатируемых в России АЦ. Проверена гипотеза о том, что этот факт должен существенно влиять на время подачи ОТВ пожарным насосом в рукавные линии.

7. Установлены особенности конструкций пожарных автомобилей и проанализирована степень влияния количества задействованного личного состава на время выполнения поставленной задачи по переподключению и заполнению водой магистрального рукава при организации перелива воды в головной автомобиль от прибывших на место пожара АЦ. Сформулированы выводы, даны предварительные рекомендации для совершенствования работы подразделений пожарной охраны и по развитию данной темы.

Список литературы

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: Информационно-аналитический сборник / В.С. Гончаренко, Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. – 80 с. – EDN IKFNVG.

2. Недоцук, В.Е. Методика расчета автоцистерн для подвоза воды к месту пожара / В.Е. Недоцук // Мировая наука. – 2019. – № 12(33). – С. 274-277.

3. Дупляков Г.С., Малютин О.С., Лаптев Д.А. Критерии рациональной организации перекачки, подвоза воды для нужд пожаротушения // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2020. – №. 1. – С. 83-93.

4. Программное обеспечение для определения бесперебойной подачи огнетушащих веществ к месту пожара / А.В. Ермилов, А. В. Кузнецов, И.А. Кузнецов, Д.С. Катин // Актуальные вопросы естествознания: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической

конференции, Иваново, 30 марта 2023 года / Сост.: Т.В. Фролова. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. – С. 445-449. – EDN NFBCWC.

5. Куртов, С.О. Критический анализ способов бесперебойной подачи воды к месту пожара / С.О. Куртов, А.Ю. Трояк, В.П. Малый // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 21 апреля 2023 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2023. – С. 97-101. – EDN PBNWVS.

Становление профессиональных качеств курсантов, в период обучения в Академии Государственной противопожарной службы МЧС России, отвечающих за принятие решения в чрезвычайных ситуациях

*Савенко Владимир Владимирович
Симоненко Александр Сергеевич
Шкаберина Татьяна Владимировна*

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В Российской Федерации, как и в любой другой стране, является высоким приоритетом качество высшего образования. Для работодателя нужен молодой специалист, который обладает высокими знаниями теоретической, и практической подготовкой, подчерпнувших в стенах Высшего учебного заведения. Обществу в целом необходимы выпускники, которые уже обладают профессиональными компетенциями в своей области. Необходимо рассмотреть вопрос как формируется качества личности человека к профессиональному стандарту предъявляемым МЧС России к «Специалисту по организации тушения пожаров». Автором рассматривается общий анализ развития качеств курсантов академии Государственной противопожарной службы МЧС России в период обучения на первом, третьем и пятом курсах. Это и будет являться целью данной статьи. Проведение исследования позволят понять, как развиваются качества курсантов, отвечающие в дальнейшей службе, за принятия решения в чрезвычайной ситуации при выполнении руководства по тушению пожаров и проведений, аварийно-спасательных работ.

Ключевые слова: принятие решений, чрезвычайная ситуация, профессиональные качества курсантов

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.

Экстремальные ситуации могут возникнуть во многих видах человеческой деятельности: спасение людей при пожаре, после обрушения зданий, при дорожно-транспортном происшествии, наводнении и др. Характерной особенностью таких ситуаций является их быстротечность и невозможность повторения для выполнения адекватных действий.

Развитие экстремальных событий и наличие информации о них требуют от сотрудника государственной противопожарной службы обладать аналитическим мышлением, умения ориентироваться в ситуации и разбираться в сложных и, в большинстве случаев, запутанных данных об обстановке, не упускать мельчайшие детали и в то же время видеть главное. Выпускники академии Государственной противопожарной службы МЧС России должны ориентироваться в пространстве, на местности, где происходят события для того, чтобы оперативно, правильно и рационально принимать своевременные решения.

Поэтому актуальным в настоящее время становится проблема развития процесса принятия решения курсантов будущих сотрудников государственной противопожарной службы в процессе обучения в высших образовательных учреждениях МЧС России. Актуальность ее формирования обусловлена характером и условиями, и спецификой профессиональной деятельности противопожарной службы МЧС.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных раньше частей общей проблемы.

Волосов К.А. рассматриваются вопросы, затрагивающие проблему психологического обеспечения профессиональной подготовки сотрудников, непосредственно участвующих в ликвидации ЧС и крупных пожаров.

Большинство сотрудников оценивают результаты своей профессиональной деятельности в первый год службы после выпуска из образовательного учреждения позитивно. Так, основная часть ответивших оценивает достигнутые результаты как высокие по следующим показателям: качество выполняемой Вами работы;

соответствие Ваших профессиональных качеств требованиям деятельности;

овладение профессиональной деятельностью; соответствие результатов деятельности ожиданиям по окончанию вуза;

возможность самореализации в профессиональной деятельности; удовлетворенность непосредственного начальника Вашей профессиональной деятельностью.

Оценивая удовлетворенность своей профессиональной деятельностью,

респонденты, выделяют хорошие взаимоотношения с коллегами, подчиненными и руководством в процессе работы [1].

Кузнецов В.В. Более 60% абитуриентов полностью или в основном соответствуют требованиям обучения. По мнению многих преподавателей, значительная часть учащихся первых курсов имеет низкий уровень общего развития и культуры, замечено сильное расхождение между достижениями и притязаниями.

Только 30% первокурсников вузов считают, что особенности учебной и служебной деятельности полностью соответствуют их склонностям и характеру.

В процессе профессиональной подготовки учащиеся вузов указывают на расхождение между ожидаемым и реальным положением дел в образовательных учреждениях МЧС России. Если в вузах на первых курсах полностью оправдались ожидания у 47% учащихся, то на старших курсах - только у 20% учащихся.

Среди выпускников вузов, напротив, с 30 до 76% возрастает доля лиц, отмечающих полное совпадение ожиданий с реальностью. В то же время, возрастает количество учащихся, разочарованных в выборе образовательного учреждения [2].

Принятие решений в науке рассматривается, как этап переработки информации в системе целенаправленной деятельности человека и наиболее обобщенно определяется как формирования и выбор действий и операций (А.Г. Асмолов и др.) [3]. Чаше всего проблема принятия решения описывается как преодоления неопределенности (Т.В. Корнилова и др.) [4]; рассматривается как творческий процесс (Е.И. Кульчицкая) [5]; как выбор личности (Д.А. Леонтьев и др.) [6]. Проблема «принятие решений» рассматривается на уровне интегрального психического процесса, как вид деятельности, которая связана со снятием неопределенности ситуации (К. А. Абульханова-Славская и др.).

Индина Т.А. выделяет следующие основные условия принятия решений специалистами в чрезвычайных ситуациях:

- высокая неопределенность и плохая прогнозируемость исхода ситуации;
- дефицит информации для принятия решения;
- жесткая ограниченность во времени;
- высокий уровень риска;
- высокая стрессогенность условий работы;
- повышенная ответственность за принятое решение, высокая цена ошибки,
- жесткая регламентированность действий специалиста требованиями нормативов и инструкций;
- необходимость генерировать нестандартные решения в нестандартных ситуациях;
- необходимость работать в команде и согласованно действовать в чрезвычайной ситуации [8].

Ермилов А.В. Формирование профессионально значимых личностных качеств зависит от ряда факторов.

Во-первых, наследственность, особенности организма, состояние здоровья, физическая и психическая энергетика влияют на темп и уровень развития человека как личности и как профессионала.

Во-вторых, личность, начинающая освоение профессиональной деятельности, имеет набор сформированных психических свойств, некоторые из которых относятся к профессионально важным. Эти особенности личности находятся в зависимости от не адаптированных к определенной деятельности функциональных и операционных механизмов человека. В свою очередь перестройка данных механизмов происходит в соответствии с требованиями деятельности и заключается в переходе от психического свойства к профессионально важному качеству. Важно подчеркнуть, что особенности личности влияют на результаты деятельности, так как они связаны с саморегуляцией [9].

Формирование целей статьи (постановка задания).

Цель статьи – анализ основных результатов исследования изменения профессиональных качеств, по отношению компетенций профессионального стандарта «Специалиста по организации тушения пожаров» курсантами первых, третьих, пятых курсов Сибирской пожарно-спасательной академии ФГБОУ ВО ГПС МЧС России.

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов.

Методы и организация исследования. С целью определения изменения профессиональных качеств, по отношению компетенций профессионального стандарта «Специалиста по организации тушения пожаров» курсантами первых, третьих, пятых курсов, было проведено исследование на базе Сибирской пожарно-спасательной академии ФГБОУ ВО ГПС МЧС России г. Железногорска. В исследовании принимали участие 112 курсантов первых курсов, 99 курсантов третьих курсов, 96 курсантов пятых курсов, проходивших обучение 2017/2023 годах. 92 сотрудника пожарной охраны 1 ПСО Главного управления МЧС России по Красноярскому краю и 67 профессорско-преподавательского состава Сибирской пожарно-спасательной академии ФГБОУ ВО ГПС МЧС России.

В исследовании использовались графики показывающий анализ изменений профессиональных качеств, по отношению компетенций профессионального стандарта «Специалиста по организации тушения пожаров».

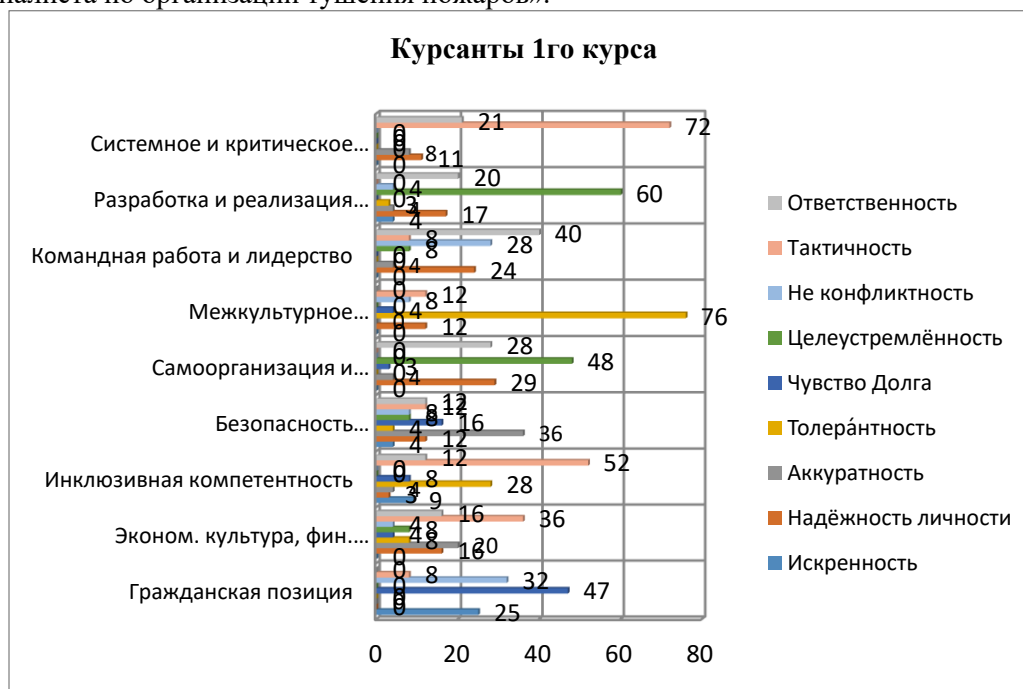


Рис.1. Общий анализ по показателям профессиональных качеств, по отношению компетенций профессионального стандарта «Специалиста по организации тушения пожаров» курсантов первых курсов

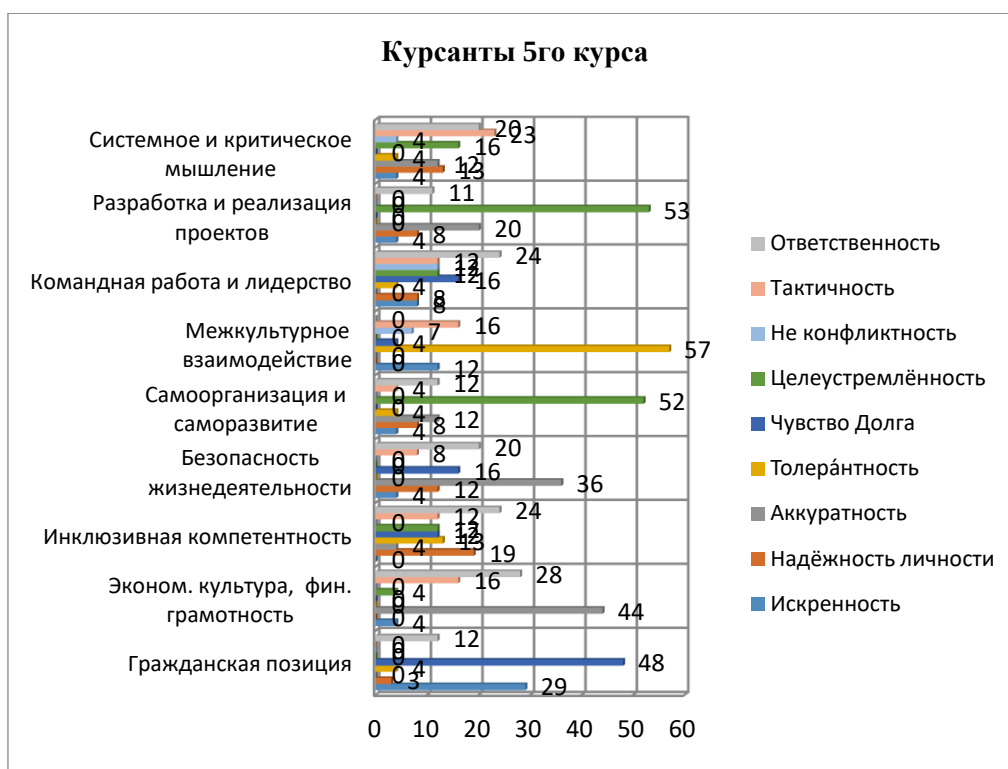


Рис.2. Общий анализ по показателям профессиональных качеств, по отношению компетенций профессионального стандарта «Специалиста по организации тушения пожаров» курсантов пятых курсов.

Результат исследований помог выявить те качества, которые преобладают у большинства тестируемых. На основании наивысших показателей были выбраны четыре качества, которые отвечают профессиональным требованиям, по отношению компетенций профессионального стандарта «Специалиста по организации тушения пожаров», также по ним было проведено исследование на той же базе Сибирской пожарно-спасательной академии ФГБОУ ВО ГПС МЧС России.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что ходе проведения исследования изучалось соответствие приобретенных профессиональных качеств обучающихся, к профессиограммам должностей, по которым они обучаются. Выявлена взаимосвязь социальных, индивидуальных свойств личности, обучающихся с эффективностью развития готовности к профессиональной деятельности. Установлено, что даже средняя выраженность в виде углубленного практического обучения образует необходимый профессиональный потенциал, выступающий в качестве важного условия развития готовности к профессиональной деятельности специалиста к принятию решения в чрезвычайной ситуации.

Список литературы

- 1 Волосов К.И. Психологическая готовность выпускников образовательных учреждений МЧС России к профессиональной деятельности: дис. кандидат психологических наук 05.26.03. – пожарная и промышленная безопасность 2012 Санкт-Петербург 213 с.
- 2 Кузнецов В.В. Современное состояние и проблемы психологического сопровождения развития профессионально важных качеств курсантов в образовательных учреждениях МЧС России: дис. кандидат психологических наук 05.26.03. – пожарная и промышленная безопасность, Санкт-Петербург 2005 196 с.
- 3 Асмолов А.Г. Психология личности. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 367 с.
- 4 Корнилова Т.В. Методологические проблемы психологии принятия решений //Психологический журнал. 2005. Т.26. №1. С. 7–17.
- 5 Кульчицкая Е.И. Сирень одаренности в саду творчества. Житомир: Изд-во ЖДУ им. И.Франка, 2008. 316 с.

6 Леонтьев Д.А. Выбор как деятельность: личностные детерминанты и возможности формирования // Вопросы психологии. 1995. №1. С. 97–110.

7 Абульханова-Славская К.А. Деятельность и психология личности. М.: Наука, 1980. 333 с.

8 Индина Т. А. Регуляторные и личностные аспекты рациональности принятия решений//Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2010. № 124. С. 336-347.

9 Ермилов А.В. Педагогические условия формирования профессионально значимых личностных качеств курсантов в ВУЗЕ ГПС МЧС России, Профессиональное образование в России и за рубежом 3 (27) 2017, 88с.

Применение водопленочных экранов для снижения теплового излучения при горении проливов и факельного горения сжиженного природного газа (метана)

Москвилин Евгений Александрович
кандидат технических наук

Волкова Анна Владимировна

Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России

Аннотация. Проведены опытно-исследовательские учения «БЕЗОПАСНАЯ АРКТИКА – 2023» сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в арктической зоне Российской Федерации. Получены новые результаты и методы, которые позволят углубить и оптимизировать основу дальнейших исследований.

Ключевые слова: пролив и горение СПГ, средства защиты личного состава пожарных, регазификация газового облака, водопленочный экран

В рамках опытно-исследовательских учений «БЕЗОПАСНАЯ АРКТИКА – 2023» для достижения поставленных целей были поставлены и решены научно-практические задачи:

1. Пролив СПГ. Оценка и демонстрация характера распространения паровой фазы СПГ в атмосфере. Прогнозирование потенциальной зоны взрывопожароопасных концентраций газового облака.

2. Изучение возможности применения пожарно-технического вооружения (переносные веерные распылители и лафетные стволы) для регазификации газового облака, образуемого при испарении СПГ.

3. Оценка эффективности применения водопленочных экранов (ВПЭ) для снижения теплового излучения при горении проливов СПГ (метана)

В реализации учений совместно со специалистами ВНИИПО приняли участие сотрудники реагирующих подразделений ГУ МЧС России по Оренбургской области

По характеристикам теплозащитные водопленочные экраны, предназначенные для защиты личного состава и оборудования от повышенных тепловых излучений, могут выдерживать тепловые потоки до 100 кВт/м² и снизить эти потоки на порядок [5]. Для подтверждения представленных характеристик требуется дополнительная апробация теплозащитного экрана при горении СПГ

В рамках опытно-исследовательских учений «БЕЗОПАСНАЯ АРКТИКА – 2023» сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [1-2] в арктической зоне российской федерации и решения поставленных задач получены новые результаты и методы, которые позволят углубить и оптимизировать основу дальнейших исследований, а именно:

1. Эмпирические зависимости размеров зон загазованности от площади пролива СПГ и параметров окружающей среды (температура воздуха, направление и скорость ветра).

2. Отработан тактический метод регазификации газового облака при авариях с проливом СПГ при помощи пожарно-технического вооружения.

3. Доказана применимость водопленочных экранов для защиты личного состава и оборудования от повышенных тепловых излучений характерных для горения СПГ.

В настоящее время с распространением использования СПГ возникает необходимость на объектах производства и объектах его потребления, рекомендуется предусматривать защитные экраны для обеспечения снижения интенсивности теплового излучения горящего пролива до допустимого для пожарного в защитной одежде значений (не более 5 кВт/м²) /3-4/.

В ходе учений «БЕЗОПАСНАЯ АРКТИКА – 2023» была проверена эффективность работы мобильных ВПЭ производства ООО «СпецПожТех». Для этого рядом с модельным очагом на расстоянии 1 метр был установлен ВПЭ, за экраном помещен манекен, оборудованный тепловыми датчиками. Тепловые датчики были установлены также и перед ВПЭ.

Модельный очаг был заполнен сжиженным метаном, толщина слоя 0,15 метра, и с соблюдением пожарной и техники безопасности СПГ был воспламенен. В процессе горения СПГ была достигнута мощность теплового потока около 23 кВт/м², по мере выгорания горючего газа тепловой поток снизился до 18 кВт/м². Датчики регистрации теплового потока были установлены на высоте 1 и 1,5 м от поверхности площадки огневых испытаний, т.е. нами было зафиксировано излучение на уровне роста пожарного. Показатели теплового потока до ВПЭ и за ним представленные на рисунке 1 показали, что его мощность была снижена в среднем на 75,5%, т.е. его величина не преодолела барьер в 4,74 кВт/м²., что не совпадает с заявленными параметрами в /5/, но тем не менее экран выполнил свои защитные функции, т.е. тепловой поток снижен до безопасного уровня для пожарного в боевой одежде.

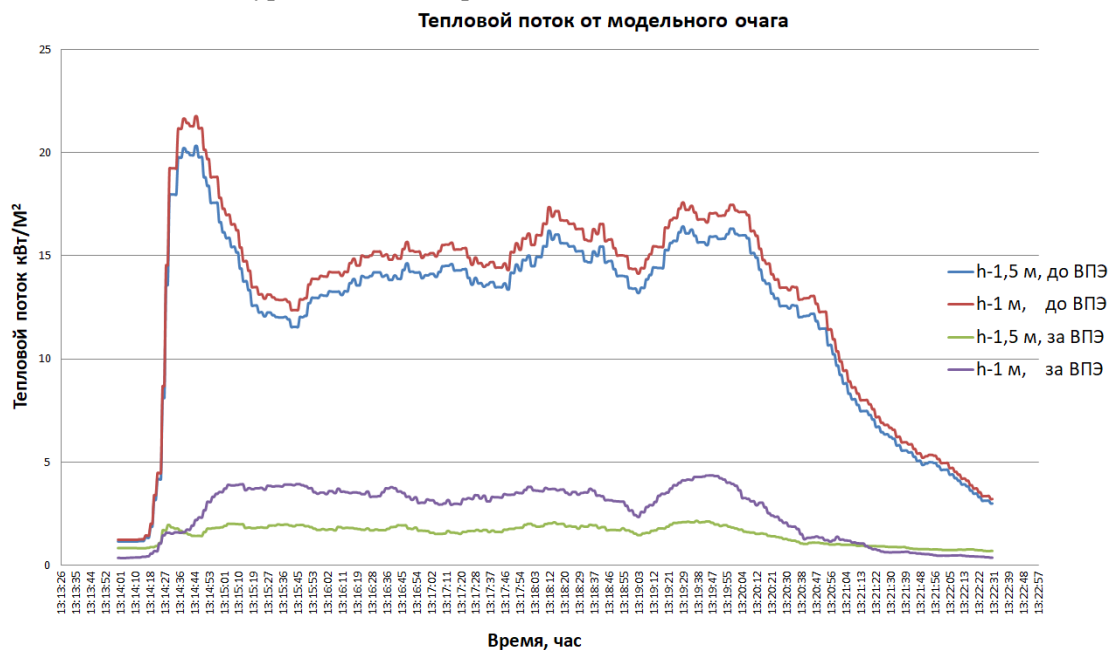


Рис.1 Оценка эффективности снижения теплового потока модельного очага при использовании ВПЭ «Согда» []

В процессе выгорания метана в модельном очаге фиксировалась и температура на манекене одетого в боевую одежду пожарного. Температурные датчики с погрешностью были установлены на тело манекена и на поверхности боевой одежды пожарного, на лицевой маске, в области живота и в области коленных суставов. Результаты замеров представлены на рисунках 2 показали, что наибольший нагрев поверхности одежды +40 С достигнуто через 6 минут после начало испытания а в дальнейшем температура снизилась до уровня + 30 °С т.е. пожарный будет выполнять свою работу в относительно комфортных условиях. Температура под одеждой не превысит уровень в +37 °С. Лицо и ноги пожарного останутся в комфортной температурной зоне.

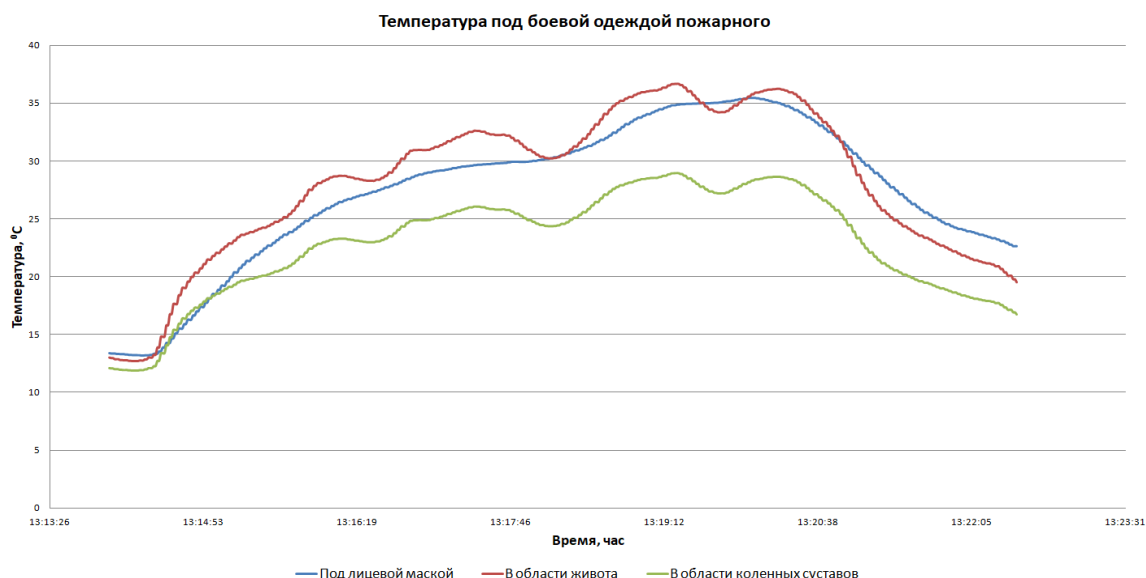


Рис.2 Показатели температуры на поверхности боевой одежды пожарного в зависимости от времени воздействия теплового потока []

Подводя итог испытаний, мобильный ВПЭ выполнил свои защитные функции, т.е. тепловой поток снижен до безопасного уровня для пожарного в боевой одежде.

Список литературы

1. «Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ» (направлены указанием МЧС России от 26.05.2010 №43-2007-18).
2. Гутовский А.В., Гомонай И.В., Беспалова Ю.О. О создании технических средств защиты пожарных от повышенных тепловых воздействий в условиях лесного пожара // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сб. мат. конф. Иваново: Ивановская ПСА ГПС МЧС России, 2018.с. 241-246.
3. ГОСТ Р 70199-2022. Одежда специальная защитная для выполнения работ по тушению лесных и других ландшафтных (природных) пожаров. Общие технические требования. Методы контроля: нац. стандарт Российской Федерации: утвержден и введен в действие приказом Федер. агентства по тех регулированию и метрологии от 6 июля 2022 г. № 566-ст: введен впервые: дата введения 2023-03-01// Кодекс: электрон. фонд правовой и норматив.-тех. информ. URL: [https:// docs. cntd. ru](https://docs.cntd.ru)
4. ГОСТ Р 53264-2019. Одежда пожарного специальная защитная. Общие технические требования. Методы испытаний: нац. стандарт Российской Федерации: утвержден и введен в действие приказом Федер. агентства по тех регулированию и метрологии от 27 сентября 2019 г. № 807 –ст: взамен ГОСТ Р 53264-2009: дата введения 2020-03-01// Кодекс: электрон. фонд правовой и норматив.-тех. информ. URL: <https:// docs. cntd. ru>
5. Шимко В.Ю. Использование водопленочных теплозащитных экранов для защиты от теплового излучения при горении проливов сжиженного природного газа // Пожаровзрывобезопасность. – 2013. – т. 22, №12.

Использование добавок к воде (водных растворов) для авиационного тушения лесных пожаров

Москвилин Евгений Александрович
кандидат технических наук

Волкова Анна Владимировна

Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России

Аннотация. Проведен комплекс экспериментальных исследований с раствором воды и средством для тушения лесных пожаров длительного действия. В работе проведены исследования водного раствора согласно «Методическим рекомендациям по выбору оптимальных добавок к воде при использовании авиации для защиты населенных пунктов и объектов экономики от ландшафтных пожаров». Водный раствор предназначен для тушения лесных пожаров с воздуха, а также для обработки земельных участков с целью предотвращения воспламенения растительности на них и, как следствие, возникновения лесных пожаров. Средство для тушения лесных пожаров длительного действия, применяется в виде водного раствора с объемной долей добавок до 20 %. Для приготовления рабочих растворов используется вода любого происхождения и любой жесткости.

Ключевые слова: водный раствор, тушение лесных пожаров, средство авиационного тушения, добавка к воде, загуститель, смачиватель, антипирен, огнетушащее вещество (ОТВ)

Целью экспериментальных исследований являлось определение возможности, перспективы и эффективности авиационного тушения водным раствором модельных очагов, моделирующих низовой лесной пожар. В состав раствора входят: полифосфат аммония, загуститель, смачиватель и краситель. Экспериментальные исследования проводились на специально созданном стенде для исследования огнетушащих веществ и в соответствии с «Методическими рекомендациями по выбору оптимальных добавок к воде при использовании авиации для защиты населенных пунктов и объектов экономики от ландшафтных пожаров» [1-3].

Средство относится к антипиренам, что подтверждает его перспективность для практического использования при авиационном тушении.

Изучение реологических свойств исследовавшихся составов проводилось с помощью вискозиметра BrookfieldDV3TLV при температуре жидкости от 20 до 23 °С. В состав вискозиметра входит 4 шпинделя для измерения разновязкостных жидкостей ($\mu=0.001-6000$ Па·с). Скорость вращения шпинделей варьировалась в диапазоне 10–250 об./мин. Погрешность измерения скорости сдвига вискозиметром в соответствии с ГОСТ Р 53708-2009 (аналог ASTM D445) составила $\pm 1\%$. Для измерения вязкости жидкости приготовленный состав помещался в специализированный цилиндр, который устанавливался в вискозиметр, далее выбирался шпиндель для каждого состава. Для низковязких жидкостей использовался наибольший шпиндель, для высоковязких – наименьший. Регистрация параметров проводилась в программном обеспечении RheocalcT, которое обеспечивает автоматическое управление и сбор данных. Измерение поверхностного натяжения жидкостей проводили методом отрыва кольца (метод ДюНуи) с помощью тензиометра К6 фирмы KRUSS при температуре 20 °С. Калибровку прибора осуществляли с помощью измерения поверхностного натяжения для дистиллированной воды.

Характеристики исследованного раствора при температуре 20оС представлены в табл.1. Для сравнения представлены аналогичные характеристики воды.

Табл.1. Характеристики жидкостных составов при температуре 20 °С

№ состава	Наименование	Плотность, кг/м ³	Поверхностное натяжение, Н/м	Динамическая вязкость, Па·с	Кинематическая вязкость, м ² ·с ⁻¹
1	Вода	997	0.0727	0.001004	1,004·10 ⁻⁶
2	Раствор	1095	0.058	2,1·10 ⁻²	2,1·10 ⁻⁵

Существует оптимальная вязкость для повышения огнетушащей способности водных растворов при тушении лесных пожаров. Эта кинематическая вязкость лежит в пределах (2-3)·10⁻⁶ м²·с⁻¹. [5].

В данном случае отмечается, что вязкость раствора значительно превышает «оптимальную» вязкость, что может повлиять на время тушения пожара (увеличить его), но обладает другими преимуществами при авиационном тушении (более крупными каплями).

При сбросе огнетушащего вещества (ОТВ), с авиационного средства (самолеты, вертолеты) происходит дробление капель ОТВ, и на очаг пожара воздействует водяное облако, состоящее из капель различного диаметра. В связи с тем, что вязкость значительно превышена, то за счет уменьшения испарения на очаги пожара попадут более крупные капли, что увеличит плотность орошения.

При полете и прохождении капель воды через факел пламени капли размером менее 0,38 мм испаряются полностью, а капли большего размера существенно теряют свою массу [4].

При сбросе ОТВ с авиационного средства среднемассовый размер капель, попадающих на очаг горения, вычисляется по формуле:

$$d_m = \frac{45,2}{\sqrt{\rho}} \cdot (\sqrt{\sigma} + \sqrt{\mu}) \quad (1)$$

где ρ - плотность ОТВ, кг·м⁻³;

σ – коэффициент поверхностного натяжения, Н·м⁻¹;

$\mu = \rho \cdot \nu$ - динамическая вязкость, Па·с⁻¹;

ν – кинематическая вязкость, м²·с⁻¹.

Таким образом, по значениям ρ , σ , μ растворов ОТВ можно вычислить средний диаметр капель у поверхности земли и провести качественную оценку его эффективности по сравнению с водой.

Если диаметр капель меньше 0.44мм (средний размер капель для воды [4]), то можно утверждать раствор ОТВ менее эффективен для авиатушения, чем вода за счет большего испарения.

Если диаметр капель больше 0.44 мм, то раствор ОТВ может быть эффективнее воды.

При; $\rho = 1095$ кг·м⁻³; $\sigma = 0,058$ Н·м⁻¹; $\mu = 2,1 \cdot 10^{-5}$ Па·с⁻¹.

Отсюда диаметр капель $= 45,2 / \sqrt{1095} \cdot (\sqrt{0,058} + \sqrt{2,1 \cdot 10^{-2}}) = 0,53$ мм > 0,44 мм.

Данный раствор должен быть более эффективен, чем вода поскольку больше капель долетает до очага пожара и соответственно повышается плотность орошения.

Испытания проводились на стенде [3], где имитируется сброс ОТВ с авиасредства по методике, изложенной в «Методических рекомендациях по выбору оптимальных добавок к воде при использовании авиации для защиты населенных пунктов и объектов экономики от ландшафтных пожаров», [1].

Очаги, имитирующие низовой лесной пожар, были выбраны из модельных очагов по ГОСТ Р 51057 [6] по мощности тепловыделения, сравнимой с выделением тепла при реальном низовом лесном пожаре, а также плотности горючей нагрузки.

В эксперименте использовались 7 модельных очагов ранга 0,1А. Суммарная удельная пожарная нагрузка – 3,6 кг/м², тепловыделение 386 КВт/м² (рис. 1).

Подача раствора в трубопровод осуществлялась с помощью мотопомпы марки ZIEGLER. Подача раствора на очаги производилась по распределительному трубопроводу через систему оросителей, технические характеристики которых позволяют моделировать авиационный сброс водяных растворов по спектральному составу водяных капель.

Поджиг очагов осуществлялся в соответствии с методикой, приведенной в ГОСТ Р 51057[6]. Измеряемым параметром являлось время тушения. Факт тушения фиксировался по видеосъемке и визуально. Раствор подготавливался перед началом работ в пластиковом баке объемом 1 м³.

Измеряемым параметром являлось время тушения. Факт тушения фиксировался по видеосъемке и визуально.

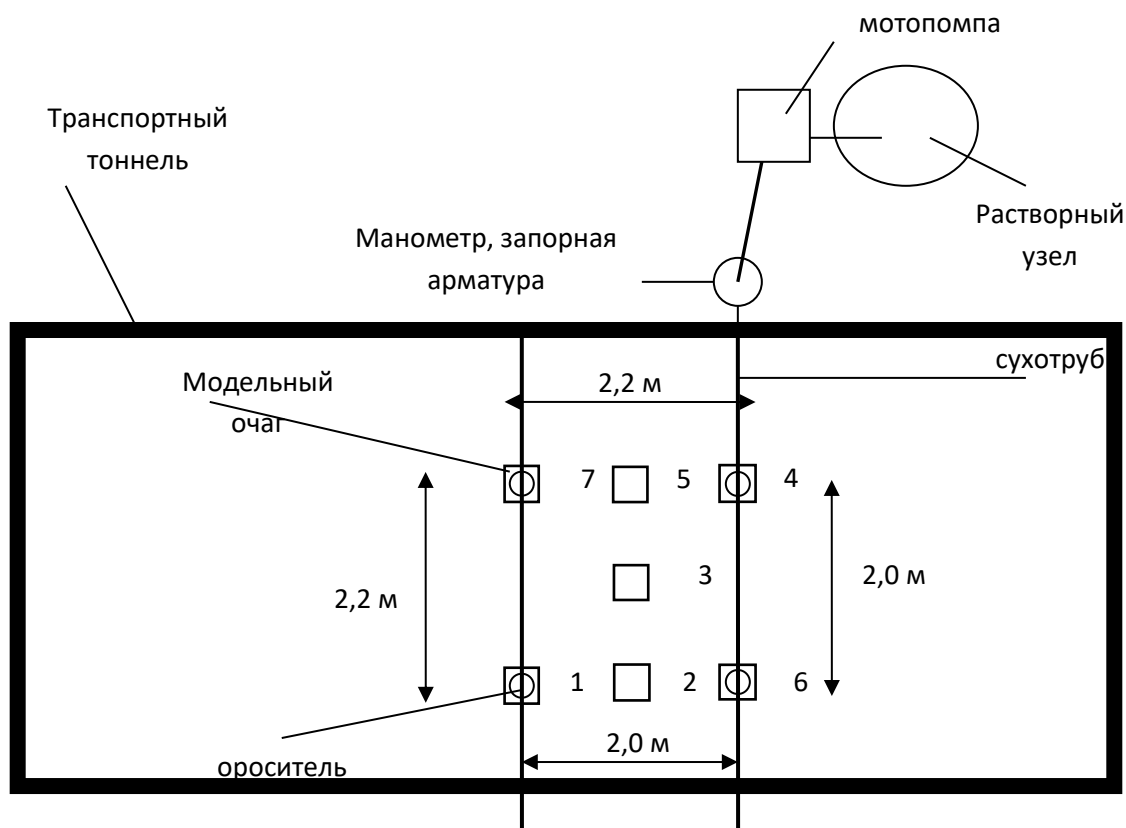


Рис.1. Схема эксперимента [3]

Табл.2. Результат исследований на экспериментальном стенде по моделированию сброса воды авиационной техникой при тушении лесных пожаров

ОТВ	Время разгорания, с	Время тушения очагов, с	Время подачи ОТВ, с	Очаг лесного пожара
раствор	380	Среднее 43	129	низовой
вода	380	Среднее 30	94	низовой

При подготовке раствора для проведения испытаний отмечалось, что раствор очень вязкий, что сказалось на характеристиках его подачи на стенде.

Экспериментальные исследования показали, что среднее время тушения очагов раствором превысило время тушения водой.

Экспериментально установлено, что площадь пятна ОТВ раствора, выпадающего на землю от площади покрытия водой, составляет 0.66, что на 30% увеличивает плотность орошения

Исследования проводились по методике [1]. При обработке экспериментальных данных установлено, что раствор увеличивает плотность орошения по сравнению с водой, но покрывает меньшую площадь горения (уменьшает площадь орошения).

В работе проведены исследования раствора согласно «Методическим рекомендациям по выбору оптимальных добавок к воде при использовании авиации для защиты населенных пунктов и объектов экономики от ландшафтных пожаров».

1. Наличие в составе полифосфата аммония и загустителя (глины) позволяет отнести раствор к антипиренам, что подтверждает его перспективность для практического использования для авиационного применения.

2. Расчетное значение среднего размера капель раствора при сбросе с авиационного средства составляет 0,53 мм. Наличие более крупных капель у раствора по сравнению с водой должно положительно сказаться на огнетушащей эффективности по сравнению с водой, поскольку большее количество ОТВ попадает на очаг горения).

3. Экспериментально полученное значение кинематической вязкости раствора $2,1 \cdot 10^{-5}$ значительно превышает «оптимальную» вязкость $(2-3) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$, что ухудшает его огнетушащую эффективность при авиационном тушении по сравнению с водой, но увеличивает плотность орошения и размер капель, достигших очага пожара.

4. Среднее время тушения модельных очагов на экспериментальном стенде по моделированию сброса воды авиационной техникой при тушении лесных пожаров составило 43 секунды.

5. Применение раствора увеличивает плотность орошения по сравнению с водой до 30%.

Таким образом, более высокая плотность орошения, и в среднем более высокий размер капель говорит за применение раствора для авиатушения лесных пожаров

В целом однозначно судить об эффективности авиационного тушения раствором по сравнению с водой пока нельзя.

Список литературы

1. Методические рекомендации по выбору оптимальных добавок к воде при использовании авиации для защиты населенных пунктов и объектов экономики от ландшафтных пожаров», инв № 6607 (Приложение А), ВНИИПО, 2019, г, 14с

2. Копылов Н.П., Москвильин Е.А. и др. Повышение эффективности тушения лесных пожаров с использованием добавок к воде «Пожарная безопасность» № 4, 2015г.

3. Копылов Н.П., Хасанов И.Р., Москвильин Е.А. и др. Стенд для исследования огнетушащих веществ, применяемых при тушении лесных пожаров авиационными средствами. «Пожарная безопасность» № 4, 2015г.

4. Стрижак П.А., Копылов Н.П., Хасанов И.Р. и др. Высокоскоростная видеорегистрация разрушения водных снарядов при свободном падении в воздушной среде. «Пожарная безопасность» № 4, 2015г.

5. Казаков М.В. Применение поверхностно активных веществ для тушения пожаров. Москва Стройиздат, 1977, 81с.

6. ГОСТ Р 51057 Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний.

Беспроводные автоматические пожарные системы в общеобразовательных учреждениях в аспекте повышения пожарной защиты объекта

Мельников Денис Владимирович

Научный руководитель: *Савочкин Дмитрий Викторович*
кандидат социологических наук, доцент

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье на основе данных официальной статистики обуславливается актуальность применения автоматических пожарных систем. Обосновывается значимость и преимущества беспроводных автоматических пожарных систем обнаружения пожара как в аспекте их соответствия требованиям федерального законодательства и ведомственных нормативных актов, так и практического применения.

Ключевые слова: пожарная безопасность, общеобразовательные учреждения, автоматические пожарные сигнализации, эффективность

С позиции законодателя пожарная безопасность является комплексом сил и средств, мер правового, организационного, социального и технического характера, направленных на профилактику пожара, их тушение и проведение аварийно-спасательных работ, а специфика обеспечения пожарной безопасности в школах определяется отраслевыми и межотраслевыми правилами пожарной безопасности и иными нормативными актами [1; 14, с. 404]. Отнесение образовательных организаций к категории объектов повышенной опасности обусловлено ограниченностью территории заведения, самого здания, иногда относящегося к объектам культурного и исторического наследия (например, школа № 54 г. Новосибирска), не всегда удобной транспортной доступностью, большим скоплением людей и постоянным изменением контингента, а следуя логике Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации», подчеркивающего ответственность образовательных организаций за жизнь и здоровье обучающихся и работников, обеспечение пожарной безопасности является, как указывает В.А. Дрягин, «является составной частью обеспечения комплексной безопасности» [3; 9, с. 20].

Общеизвестно, что пожары относятся к категории одних из самых распространённых чрезвычайных ситуаций, приводящих к серьезным человеческим и материальным потерям. Этот тезис подтверждается и данными официальной статистики: за пять лет с 2018 по 2022 гг. прямой материальный ущерб от пожаров вырос на 17,5%, общее количество погибших уменьшилось всего на 1,7%¹. При этом количество пожаров на объектах учебно-воспитательного назначения за этот же период увеличилось на 17,75%, а в 2022 г. в зданиях общеобразовательного назначения произошло 273 пожара. К числу распространенных условий, способствовавших гибели людей, относятся их несвоевременная эвакуация (позднее сообщение о пожаре, решетки на окнах, паника, преклонный возраст, физические и психические состояния, исключающие возможность самостоятельного передвижения и др.) и нарушения техники безопасности, связанные с ее выполнением (организация эвакуации при спасении, самоспасении пострадавших) [15]. Очевидно, что максимально быстрое обнаружение места возгорания, оповещение находящихся в школе людей, соответствующих пожарных служб являются как никогда актуальными.

Эффективность систем обнаружения пожара обуславливается их надежностью, «количественный показатель которой выражается вероятностью безотказной работы системы и зависит от параметров потока отказов электрических устройств» [10, с.10]. В.С. Бутко, Ю.С. Горбунова, В.Г. Кудряшов, Е.С. Ловкис, А.В. Мещеряков, Л.Т. Писарев, А.Б. Плаксицкий в 2018-2021 гг. справедливо отмечали и инерционность работы автоматических установок

¹ Статистические данные характеризуют состояние пожарной безопасности в Российской Федерации с 2018 по 2022 гг.

пожарной сигнализации, их выход из строя при потере питания, «перебои в работе системы автоматической сигнализации, оповещения людей при пожаре, неуккомплектованность и неисправное состояние пожарных кранов», и «ложную информацию о возникновении пожара» характерными недостатками обеспечения пожарной безопасности [8, с. 20; 12 с.225, 227; 13, с. 523]. Принцип работы пожарных автоматических сигнализаций достаточно понятен: датчики (используются два вида датчиков: активные, в которых генерируется постоянный сигнал охраняемой зоны, и в случае ее изменения реагируют и датчики, и пассивные, действие которых обусловлено непосредственно возгоранием) подают информацию на приемно-контрольный прибор, где она обрабатывается и передается далее в мониторинговый центр. После обнаружения датчиками возгорания, пожарная сигнализация выполняет алгоритм действий: оповещение, включение системы автоматического пожаротушения, системы дымоудаления, отключение потребителей тока.

Алгоритм работы и способ определения места возгорания является классификационным критерием деления классической автоматической пожарной сигнализации: неадресная система или пороговая, адресно-пороговая и адресно-аналоговая системы, изученные достаточно хорошо. Кратко обозначу, что плюсы неадресных систем (стали одними из первых разработок в области предупреждения о пожарах) – простота монтажа, низкая стоимость оборудования, а минусы – позднее обнаружение возгорания, трудоемкость установки кабелей системы, вероятность ложных тревог и неудобство обслуживания; плюсы второй – определение с точностью до пожарного извещателя места возникновения пожара, последние как наиболее прогрессивные отличаются возможностью дополнения радиоканальной частью, низким уровнем ложных тревог, преимуществом монтажа, возможность гибкого формирования режима работы автоматической пожарной сигнализации «для помещений с разной степенью внешних помех», их автоматическое изменение в зависимости от времени суток, а «количество защищаемых помещений одним контрольно-приемным блоком определяется адресной емкостью этого устройства» [16, с. 976, 977].

На современном этапе развития современных технологий приоритетным являются такие решения в области пожарной защиты, которые сводят к нулю помехи и сбои в работе, в частности, использование радиочастотных каналов передачи данных с пожарных извещателей на пульт, т.к. в проводных системах «поврежденный шлейф может стать причиной не поступления сигнала о пожаре», расширение спектра пожарных извещателей, автономная работа аккумуляторов, интеграция системы в облачную серверную инфраструктуру, при которой данные о пожарной обстановке передаются по беспроводным каналам связи, автоматически поступая в «облако» [17, с. 980]. Можно говорить о интеллектуальной системе обнаружения огня, гибридной интегрированной системе безопасности.

Беспроводные пожарные системы обладают такой важной характеристикой как живучесть – способность пожарной системы сохранять работоспособность после начала пожара «в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону», детерминированная требованиями Приказа МЧС РФ от 25.03.2009 № 173 [4]. Это требование вполне оправдано, поскольку оперативная эвакуация возможна на основе мониторинга динамики распространения дыма по сигналам извещателей, а значит преимуществом являются не просто кабели с высоким пределом огнестойкости, но беспроводные пожарные системы, в которых сигналы доставляются независимо стадии развития и очага возгорания.

Беспроводные радиоканальные системы, помимо пожаростойких преимуществ, обладают и устойчивостью к электромагнитным колебаниям ввиду использования антенн, которые намного короче проводных линий связи, и возможностью организации динамической маршрутизации при передаче пакетов данных в случае выходов из строя отдельных участков основных маршрутов. Сервисное программное обеспечение беспроводных систем позволяет контролировать различные технологические параметры, например, попадание пыли и насекомых (эти причины часто являются причиной ложных срабатываний).

Важно отметить, что любые радиоканальные системы должны реализовывать требования Технического регламента и ГОСТа [2; 6]. Если вспомнить типовые пожарные системы, то в них

основной единицей системы был шлейф сигнализации, поскольку по-другому показывать состояние оконечных устройств приборы не могли. Но конкретный объект защиты включает классы, кабинеты, коридоры, ввиду чего во принятом Своде правил СП 484.1311500.2020 была введена территориальная единица, объединяющая несколько помещений - новое понятие «зона контроля пожарной сигнализации» [5].

В Обозначенном Своде правил появляется и такое понятие как «единичная неисправность линии связи» (информационные линии и линии электропитания), а значит при появлении из строя может выйти не более одной зоны контроля пожарной сигнализации. В связи с этим все линии связи должны быть кольцевыми, а входы питания, если они обеспечиваются отдельно, должны резервироваться. Современные беспроводные пожарные системы вполне соответствуют этим требованиям, поскольку, работая по принципу многосвязной маршрутизации, пожарные устройства сами определяют путь доставки сообщений, и в случае выхода из строя одного ретранслятора датчики автоматически переключаются на другой. Конечно, открытая передача сигнала таких систем не совершенна, на нее влияют расстояния и препятствия, что сказывается на скорости передачи и пропускной способности. В этой связи Е. В. Беляев, например, обосновывает необходимость применения беспроводных систем в зависимости от архитектурных особенностей зданий и имеющихся средств пожаротушения [7, с.42, 43].

В общеобразовательных учреждениях должны применяться только адресные системы. Так, в средней школе «Интеграция» г. Томска система пожарной сигнализации (ПС) и система оповещения и управление эвакуацией при пожаре (СОУЭ) выполнена на сертифицированном беспроводном оборудовании ЗАО «НТЦ «ТЕКО» - «Астра-Зитадель». Указанная беспроводная система отличается полностью автоматической маршрутизацией всех устройств в радиосети. Функции беспроводного оповещения добавлены в светозвуковые, речевые оповещатели и табло эвакуации, а речевой оповещатель имеет функцию смены сообщений по радиоканалу дистанционно с ПК. Преимущества динамической маршрутизации между узлами системы обеспечивают высокий уровень живучести системы в условиях пожара (статическая маршрутизация предполагает наличие «фиксированной схемы прохождения извещений от одного узла системы к другому», если вышел из строя промежуточный узел, то рушится «все дерево» [18, с. 90]). А если принять во внимание наличие конструктивных помех зданий школы, перегородок, перекрытий и т.д., то преимущества динамической маршрутизации становятся еще более очевидными, поскольку система выбирает максимально эффективный маршрут передачи извещений.

Конкурентные преимущества беспроводных пожарных систем – постоянный мониторинг объекта защиты, выявление очага возгорания на ранних стадиях, анализ параметров горения, активизация средств оповещения и эвакуации, т.е. полнота пожарной ситуации объекта, и самое главное – несгораемость каналов связи, обуславливают необходимость их первоочередного внедрения в систему безопасности образовательных учреждений, специфика которых актуализирует вопросы сбережения человеческих и материальных ресурсов. При выборе автоматических пожарных систем в школах необходимо руководствоваться не минимальными финансовыми затратами на замену или обновление пожарной автоматики, а безопасностью детей. В конечном итоге, обеспечение непрерывного потока информации о пожарном состоянии в образовательном учреждении позволяет принимать наиболее выверенные оперативные решения.

Список литературы

1. О пожарной безопасности Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (с изм. на 10.07.2023) // Собрание законодательства Российской Федерации, № 35, 26.12.94, ст.3649.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (в ред. 01.03.2023) // Собрание законодательства Российской Федерации, № 30, 28.07.2008, (ч.1), ст.3579

3. Об образовании в Российской Федерации Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (в ред. 01.09.2023) // Собрание законодательства Российской Федерации, № 53 (ч.1), 31.12.2012, ст.7598
4. Приказ МЧС РФ от 25.03.2009 № 173 «СП 3.13130.2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_88242/ (дата обращения 02.10.2023).
5. Приказ МЧС России от 31.07.2020 № 582 «СП 484.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» [Электронный ресурс] // МЧС России: официальный сайт. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/svody-pravil-mchs-rossii/6694> (дата обращения 01.10.2023)
6. ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний» (с изменениями № 1, 2, 3). - М.: Стандартинформ, 2014 год (фактическая дата официального опубликования стандарта - май 2014 года (информация с сайта <http://www.gost.ru/> по состоянию на 16.05.2014).
7. Беляев, Е.В. Проектирование беспроводной автоматической пожарной сигнализации / Е. В. Беляев [Электронный ресурс] // Научно-практический журнал «Аспирант». 2021. № 1(58). С. 42-46. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_44709531_45419595.pdf (дата обращения 28.09.2023)
8. Бутко, В.С. Беспроводная система пожарного мониторинга критически важных объектов нефтегазовой отрасли [Электронный ресурс] / В.С. Бутко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2021. № 1. С. 19-23. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44889389_14438149.pdf (дата обращения 03.10.2023).
9. Дрягин, В.А. Пожарная безопасность в системе образования [Электронный ресурс] / В.А. Дрягин // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. 2017. № 4(36). С. 20-23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pozharnaya-bezopasnost-v-sisteme-obrazovaniya> (дата обращения 29.09.2023)
10. Журавлев, Д.Е. Программно-аппаратный комплекс беспроводного мониторинга пожарной безопасности объектов энергетики: автореф. дисс. канд. техн. наук / Д.Е. Журавлев. М., 2022. 24 с.
11. Зинурова, А.А., Аксенов, С.Г. Системы пожарной сигнализации в общеобразовательных учреждениях [Электронный ресурс] / А.А. Зинурова, С.Г. Аксенов // Студенческий форум: научный журнал. № 13(149). Часть 2. М., Изд. «МЦНО», 2021. С. 11-13. URL: https://nauchforum.ru/archive/studjournal/13%28149_2%29.pdf (дата обращения 30.09.2023).
12. Кудряшов, В.Г. и др. Анализ неустойчивой работы систем автоматической пожарной сигнализации [Электронный ресурс] / В.Г. Кудряшов, Л.Т. Писарев, Ю.С. Горбунова // Пожары и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. № 2(6). С. 222-228. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43947751_74243600.pdf (дата обращения 03.10.2023).
13. Ловкис, Е.С. и др. К вопросу об обеспечении пожарной безопасности образовательных учреждений [Электронный ресурс] / Е.С. Ловкис, А.Б. Плаксицкий, А.В. Мещеряков // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. Т.1. № 9. С. 521-524. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-obespechenii-pozharnoy-bezopasnosti-obrazovatelnyh-uchrezhdeniy/viewer> (дата обращения 03.10.2023).
14. Назаренко, Е.К. Правовые аспекты пожарной безопасности образовательных учреждений / Е.К. Назаренко // Проблемы безопасности жизнедеятельности (в сфере образования): материалы I научно-практической конференции. Москва, 20 октября 2016 г. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2016. С.404-409.
15. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

16.Шаталина, И.Е., Бабкин, С.А. Преимущества и отличия современных систем автоматической пожарной сигнализации [Электронный ресурс] / И.Е. Шаталина, С.А. Бабкин // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. Т.1. № 9. С. 976-979. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-i-otlichiya-sovremennyh-sistem-avtomaticheskoy-pozharnoy-signalizatsii/viewer> (дата обращения 30.09.2023).

17.Шаталина, И.Е., Бабкин, С.А. Роль и значимость пожарной автоматики на объектах социальной сферы в современных условиях [Электронный ресурс] / И.Е. Шаталина, С.А. Бабкин // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. Т.1. № 9. С. 978-980. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-i-znachimost-pozharnoy-avtomatiki-na-obektah-sotsialnoy-sfery-v-sovremennyh-usloviyah/viewer> (дата обращения 30.09.2023).

18.Шуваев, А.А. Перспективы развития систем охранной и пожарной сигнализации [Электронный ресурс] / А.А. Шуваев // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2019. № 2. С. 88-94. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_38534692_64748666.pdf (дата обращения 01.10.2023)

Негативные явления, обусловленные изменениями климата арктической зоны Восточной Сибири, и проблемы прогнозирования рисков их возникновения

Проскова Наталья Юрьевна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В стремительном освоении перспективных нефтегазоносных районов Арктики остро встает вопрос прогнозирования рисков возникновения явлений, способных привести к чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера, либо значительным финансовым потерям. Вместе с тем, в научной литературе встречаются ограниченное количество исследований, посвященных вопросам детализации видов негативных явлений, характерных для арктической зоны Восточной Сибири (далее АВС), возникающих вследствие глобального потепления. Целью исследования являлось составление расширенной классификации негативных явлений, характерных для АВС, вызванных изменениями климата. Методологию исследования составили общенаучные и теоретические методы познания, такие как: анализ, синтез, индукция и др. В обеспечение поставленной цели изучены негативные явления, характерные для АВС, предложена их расширенная классификация, определены проблемы, связанные с прогнозированием рисков их возникновения. Результаты исследования расширяют знания об особенностях Восточно-Сибирского арктического региона и могут быть использованы в управлении деятельностью подразделений МЧС.

Ключевые слова: негативные явления, арктический регион, прогнозирование, Восточная Сибирь

Арктический регион является приоритетным направлением стратегического развития России [22], особенно его малоосвоенная восточная часть: моря Лаптевых и Восточно-Сибирское, а также суша — северная часть территории Республики Саха (Якутия), Эвенкийский и Таймырский автономные округа Красноярского края).

В этой связи, внимание государственных структур, научного и бизнес сообщества направлено на минимизацию затрат, обусловленных особенностями Арктики. На сегодняшний день финансовые потери, провоцируемые климатообусловленными негативными явлениями, составляют порядка 27,6 % от ВВП страны по оценке Сбербанка [Сотириади Н.]. Это выводит проблему необходимости совершенствования системы прогнозирования чрезвычайных ситуаций (далее ЧС) в арктической зоне в разряд актуальных.

Рассматриваемой проблематике посвящены работы многих зарубежных и отечественных авторов, таких как Миронова Е.У., Фролова С.В. [10], И.М. Ашика [11], Мохова [12], Думанской [7] и др. В своих исследованиях ученые убедительно доказывают доминантность гидротермического фактора как источника рисков возникновения чрезвычайных ситуаций. Вместе с тем, классификация негативных явлений (далее НЯ), обусловленных изменениями климата АВС, на наш взгляд, приводится не полно. Авторы часто ограничиваются отдельной группой или оставляют без внимания некоторые из них. Например, В.А. Демчук и Н.О. Моисеева [6] посвящают свое исследование только метеорологическим явлениям, коллектив исследователей [23] подразделяет НЯ на два значительно укрупненных вида (метеорологические и океанологические), Хвостова [24] предлагает более расширенную классификацию, но упускает социально-экономические последствия.

Исчерпывающее представление о спектре негативных проявлений перестройки климата, характерных для рассматриваемой географической области, является важным элементом в прогнозировании рисков возникновения ЧС.

Целью настоящего исследования являлось составление расширенной классификации негативных явлений, характерных для АВС, вызванных изменениями климата.

Для достижения поставленной цели выдвигались задачи:

- анализа климатообусловленных негативных явлений, возникающих в АВС, и систематизация накопленных сведений о их видах;
- предложение собственной классификации исходя из области возникновения и распространения;
- рассмотрение методик прогнозирования рисков возникновения негативных последствий потепления климата, обозначение существующих проблем.

Методология исследования состояла в: синтезе принципиальных позиций о НЯ, происходящих в АВС и обусловленных изменениями гидротермического режима региона; классификации НЯ по происхождению; анализе нормативно-правовых актов МЧС РФ, определяющих порядок осуществления мониторинга и прогнозирования ЧС [4, 5, 16-20]; декомпозиции существующих методик прогнозирования рисков возникновения НЯ; анализе ограничений при прогнозировании рисков НЯ в АВС, влияющих на валидность и горизонт предсказания.

Доминантное влияние потепления климата на риски возникновения негативных явлений в арктическом регионе признается в научном сообществе практически единогласно. [7, 10, 11, 12] Проведенный анализ исследований о последствиях климатических сдвигов и случаев ЧС природного и техногенного характера за последнее десятилетие, позволил выделить 8 групп НЯ, характерных для АВС: гидрологические, сейсмические, биологические, экологические, социально-экономические, геоморфологические, метеорологические и ландшафтные пожары (см. рис. 1). В основу классификации положен признак генезиса НЯ. Существующие представления о видах НЯ расширены выделением группы социально-экономических последствий изменения климата, а также детализацией видового состава каждой из групп. Например, конкретизированы виды ландшафтных пожаров, выделенные Хвостовой [24], группа явлений метеорологического генезиса [6], дополнена атмосферными блокингами, буранами и грозами и т.д., обобщена группа геоморфологических явлений [28]. При этом, проведенный анализ явлений позволяет сделать вывод, что каждая из рассматриваемых групп является следствием и (или) первопричиной последующих. Так, например, уменьшение площади ледяного покрова (группа 1) приводит к повышению температурного режима (группа 7), ввиду увеличения поглощаемой солнечной радиации, что еще более ускоряет процесс таяния льдов (группа 1). При увеличении площади морей Лаптевых и Восточно-Сибирского, свободной от льда (группа 1), происходит изменение характера водного волнения, провоцируемого ветрами: увеличивается длина разгона, что приводит к увеличению высоты волн (группа 7) [13], это, в свою очередь, провоцирует нагоны, шторма, заторы (группа 1), разрушение береговой линии (группа 6), а при столкновении волн со льдом, возникающие волна зыби приводят к разрушению льда на большой площади (группа 1).

Климатообусловленные негативные явления		
1. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ - о снижение площади ледяного покрова - о изменение режимов ледовитости - о утончение льда, в т.ч. пакового - о шторма и увеличение площади распространения штормового волнения - о айсберги - о сезонные колебания уровня в морях - о изменение режима ледостава питающих рек - о изменение водного режима питающих рек (Хатанга, Анабар, Лена, Яна, Индигирка, Колыма) - о нагоны - о закисление вод СЛО - о заторы	3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ - о вспышки сибирской язвы и других древних вирусных и бактериальных заболеваний - о массовая гибель животных, рыб, млекопитающих «красные приливы» - о нарушение пищевых цепочек - о сокращение ареалов обитания флоры и фауны	6. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ - о таяние ледников - о образование ледниковых озер - о изменение устьевой зоны рек - о таяние вечной мерзлоты - о криогенные явления (солифлюкация, термокаст, просадка грунта, термоабразия и термоденудация) - о сипы, газовые факелы - о криовулканизм - о разрушение береговой линии - о отступление берегов - о высвобождение павниковых газов
	4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ - о увеличение следов углеводородов в воде - о рост парниковых газов - о загрязнение поверхности льдов сажей - о загрязнение ТБО акватории и материковой части	7. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ - о усиление ветра - о низкая облачность - о туманы - о выпадение переохлажденных осадков - о буран - о снежная мгла - о грозы - о повышение температуры - о метели - о атмосферные блокингги
2. ЛАНДШАФТНЫЕ ПОЖАРЫ - о тундровые пожары - о лесные пожары - о торфяные пожары	5. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ - о финансовые убытки ввиду простоев (кранов в портах из-за сильного ветра, морских судов в ледовом плену и др.) - о утрата основных средств (разрушение зданий, сооружений, установок и др.) - о необходимость переселения (расселения) населенных пунктов	8. СЕЙСМИЧЕСКИЕ - о землетрясения, - о оползни - о обвалы

Рис.1. Классификация климатообусловленных явлений, характерных для арктической зоны Восточной Сибири (составлено автором)

Понимание спектра опасностей, возникающих в результате перестройки климатического режима АВС, необходимо для повышения эффективности проводимых профилактических мер и деятельности по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

На сегодняшний день основной сложностью, с которой сталкиваются государственные ведомства и участники экономической сферы – отсутствие прогнозных моделей рисков возникновения негативных явлений, учитывающих климатические сдвиги и предвосхищающих временной период в год или хотя бы в несколько месяцев с достойной валидностью.

К проблемам, объективно снижающим оправдываемость прогнозов рисков, возможно отнести:

- дефицит исходных данных, так как большая часть качественных наблюдений имеет не российское происхождение и не доступна в открытом доступе;
- числовые ряды, составляющие исходные данные прогностических моделей, получают преимущественно реанализом, что является истиной в некотором приближении;
- необходимость анализа большого количества данных;
- происходящие процессы характеризуются как многофакторные, неконсистентные, предопределяющие факторы не являются константами и могут меняться в зависимости от времени года или месяца. Например, в работе [26] установлено наличие корреляции между изменениями гидротермического режима АВС и повторяемостью опасных ветров, продолжительностью и частотой возникновения АБ над территорией Сибири, что, как доказано [3, 25, 27], в значительной степени может увеличивать риски ЧС, связанных с пожарами, вместе с тем, учесть в аналитической модели приведенную связь, достаточно сложно.

Декомпозиция применяемых в Министерстве методик прогнозирования [4, 5] показала, что в качестве предикторов уравнений используются параметры, как безусловно влияющие на возникновение ЧС соответствующего вида (например, при прогнозировании пожароопасной обстановки: количество атмосферных осадков, температура воздуха), так и несущие больше качественную нагрузку, чем фактически коррелирующие с прогнозируемым явлением (АППГ - количество рассматриваемого вида ЧС за аналогичный период прошлого года). Анализируемые

параметры используются в усредненном среднемноголетнем значении без учета трендов их изменения.

В представлении о детерминированности изменения гидротермического режима в процессе формирования негативных явлений, позицию автора разделяют исследователи [1, 2, 10, 12, 24, 26]. В классификации негативных последствий, провоцируемых потеплением ТР АВС, выделена социально-экономическая группа, расширен видовой состав каждой из групп: метеорологической, охарактеризованной в [6], геоморфологической, гидрологической и ландшафтных пожаров, представленных в [24] и др.

Структурное деление НЯ – последствий гидротермического потепления, определяет необходимость прогнозирования рисков возникновения каждого из них отдельно.

Сегодня в МЧС для составления прогнозов используются сформированные базы данных по всем видам ЧС, провоцируемых, в том числе, климатообусловленными негативными явлениями, имевшим место на территории соответствующих регионов РФ. Структуры базы данных обеспечивают учет: места (населенный пункт, административный район и т.д.), даты, времени, типа (по классификации), уровня (масштаба) ЧС, последствий ЧС (пострадавшие, погибшие и др.), затрат на ликвидацию, ущерба, привлекаемых сил и средств, параметров природных явлений – первичных и вторичных источников ЧС (температура, осадки, скорость и направление ветра, явления, уровни воды и т.д.) [15], вместе с тем, оправданность составляемых прогнозов от территории к территории разнится, как и валидность применяемых методик прогнозирования рисков ЧС от вида к виду неодинаковая, что говорит о существовании ограничений, названных в том числе и в представленной работе.

Следует отметить, что в последние годы инструментарий прогностических моделей, предназначенных для обработки геоданных и климатических переменных, активно развивается за счет использования современных языков программирования (R, Python), а также технологии искусственного интеллекта. Совершенствование методик и реализация их посредством продвинутых программных продуктов может повысить как валидность прогнозов, так и расширить горизонт прогнозирования, что является предметом последующих исследований автора.

Значительная часть ЧС природного и техногенного характера, происходящих в Арктике, как было отмечено выше, коррелируют с потеплением ее климата, которое в первую очередь проявляется в изменении гидротермического режима. Происходящие процессы провоцируют многообразие негативных явлений, повышающих риски возникновения ЧС природного и техногенного характера, которые классифицированы по генезису.

Не смотря на необходимость моделирования ситуаций различного горизонта прогнозирования в целях минимизации финансовых потерь, предупреждения и успешной ликвидации последствий климатообусловленных ЧС, применяемые методики, ввиду существующих ограничений, пока не обеспечивают необходимую поддержку управленческих решений ни на краткосрочную, ни на долгосрочную перспективу.

Полученные результаты соответствуют существующим представлениям о процессах, вызываемых изменениями гидротермического режима АВС, при этом некоторые из них обладают элементами научной новизны, а именно:

- представлена расширенная классификация негативных явлений, характерных для АВС, обусловленных климатическими сдвигами;

- выявлены проблемы прогнозирования рисков возникновения негативных явлений в АВС.

Таким образом поставленные задачи решены, а цель исследования достигнута.

Список литературы

1. Алексеев, Г. В, Пнюшков, А. В., Иванов, Н. Е., Ашик, И. М., Соколов, В. Т., Головин, П. Н., Богородский, П. В. 2009. Комплексная оценка климатических изменений в морской Арктике с использованием данных МПГ 2007/08 // Проблемы Арктики и Антарктики, т. 81, вып. 1. – С. 7 – 14.

2. Алексеев, Г. В. Проявление и усиление глобального потепления в Арктике // *Фундаментальная и прикладная климатология*. 2015. Т. 1. С. 11 – 26.
3. Атмосферные блокингиды над Сибирью и лесные пожары на её территории в 2012 - 2020 гг / А. В. Холопцев, И. Ю. Сергеев, А. Н. Батуро [и др.] // *Техносферная безопасность*. – 2022. – № 4(37). – С. 3-17. – EDN JWNWSCW.
4. ГОСТ Р 22.1.01-95 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Основные положения».
5. ГОСТ Р 22.1.09-99 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров».
6. Демчук, В. А. Исследование особенностей метеорологического обеспечения полётов авиации в арктических районах / В. А. Демчук, Н. О. Моисеева // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации*. – 2019. – № 1(22). – С. 32-41. – EDN WOCCSA.
7. Думанская И. О. Ледовые условия морей азиатской части России. — М.; Обнинск: ИГ – СОЦИН. – 2017. – 640 с.
8. Катцов, В. М., Порфирьев, Б. Н. Климатические изменения в Арктике: последствия для окружающей среды и экономики. // *Арктика: экология и экономика*. 2012. № 2(6). С. 66 – 79.
9. Матвеева Т.А., Семенов В.А., Астафьева Е.С. Ледовитость арктических морей и её связь с приземной температурой воздуха в Северном полушарии // *Лёд и Снег* · 2020 · Т. 60 · № 1 doi: 10.31857/S2076673420010029 (С. 145)
10. Миронов Е.У., Фролов С.В. Влияние морского льда на судоходство и классификация опасных ледовых явлений // *Опасные ледовые явления для судоходства в Арктике* / Под ред. Е.У. Миронова. — СПб.: ААНИИ, - 2010. - С. 12 – 32.
11. Моря Российской Арктики в современных климатических условиях / под ред. И.М. Ашика. Изд. ААНИИ. 2021. 360 с.
12. Мохов И.И. Особенности современных изменений климата в Арктике и их последствий.// *Проблемы Арктики и Антарктики*. 2020. Т.66(4). С.446-462.
13. Нестеров, Е. С. Ветровое волнение в арктических морях (обзор) / Е. С. Нестеров // *Гидрометеорологические исследования и прогнозы*. – 2020. – № 3(377). – С. 19-41. – DOI 10.37162/2618-9631-2020-3-19-41. – EDN ZYOLD.
14. Обзор гидрометеорологических процессов в северной полярной области 2022 [Текст]. / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Гос. науч. центр Российской Федерации Арктический и Антарктический науч.-исслед. ин-т; [науч. ред. А. С. Макарова]. - Санкт-Петербург: ААНИИ, 2023
15. Официальный сайт ГКУ «Территориальный центр мониторинга и реагирования на чрезвычайные ситуации в Свердловской области» http://www.tcm-ural.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=14
16. Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 (ред. от 20.12.2019) «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // *Собрание законодательства Российской Федерации* от 28 мая 2007 г. № 22 ст. 2640.
17. Постановление Правительства РФ от 24.03.1997 № 334 (в ред. от 16.06.2022) «О Порядке сбора и обмена в РФ информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // *Собрание законодательства Российской Федерации* от 31 марта 1997 г. № 13 ст. 1545.
18. Приказ МЧС России от 12.11.2001 г. № 483 «Об утверждении Положения о системе мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902266598>.
19. Приказ МЧС РФ от 31.12.2002 г. № 632 «Об утверждении порядка подготовки, представления прогнозной информации и организации реагирования на прогнозы чрезвычайных ситуаций».

20. Приказ МЧС РФ от 5 июля 2021 г. № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» // КонсультантПлюс: справочно-правовая система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_395571/.

21. Ростов, И. Д. Тенденции климатических изменений термических условий моря Лаптевых за последние 37 лет / И. Д. Ростов, Е. В. Дмитриева, А. А. Воронцов // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2019. – № 1(203). – С. 97-107. – DOI 10.25808/08697698.2019.203.1.011. – EDN BRCIRY.

22. Указ Президента РФ от 26.10.2020 № 645 «О стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».

23. Фильчук К.В., Коробов В.Б., Юлин А.В., Шевелева Т.В. Влияние наблюдаемых изменений климатических условий на хозяйственную деятельность в морях Российской Арктики // Российская Арктика. 2022. № 17. С. 21 – 33.

24. Хвостова М.С. Влияние опасных природных процессов и явлений на безопасность хозяйственной деятельности в Арктической зоне РФ // Российская Арктика. 2021. № 12. С. 5–22. DOI: 10.24412/2658-4255-2021-1-05-22

25. Холопцев, А.В. Влияние на пожарную опасность изменения повторяемости ветров в районах Арктической зоны Сибири / А.В. Холопцев, Р.Г. Шубкин, Н.Ю. Проскова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – Т. 12, № 2(62). – С. 174-185. – EDN SBYDRJ.

26. Холопцев, А.В. Оценка значимости некоторых факторов современных изменений термического режима районов Арктической зоны Восточной Сибири для летних месяцев / А.В. Холопцев, Р.Г. Шубкин, Н.Ю. Проскова // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2023. – № 2(29). – С. 143-158. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.56.74.009. – EDN JMWODZ.

27. Холопцев, А.В., Кононова, Н.К. Тимошенко, Т.Ю. Арктические блокинги и поверхностные температуры на европейской территории России весной // Жизнь Земли. 2017. Т. 39. № 1. С.1 – 13.

28. Шац, М.М. Последствия динамики современного климата севера для многолетнемерзлых пород / М.М. Шац, Ю.Б. Скачков // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. – 2017. – № 3(46). – С. 38-53. – EDN KPWPPB.

Исследование микроструктуры керна скважин подземной исследовательской лаборатории участка «Енисейский» при термическом воздействии

Трояк Евгений Юрьевич
кандидат педагогических наук

Мельникова Екатерина Сергеевна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В данной работе изучена микроструктура керна скважин, рассмотрена зависимость изменений в микроструктуре при термическом воздействии. Проведено нагревание образцов в муфельной печи. Выполнены измерение массы образцов и рассмотрение их микроструктуры «До» и «После» нагревания опосредованным путём. Дана оценка трещинообразования после воздействия температур заданного диапазона, а также сделаны выводы.

Ключевые слова: архейский гнейс, керн, микроскопический анализ, микроскоп, муфель, нагрев, микроструктура

В рамках обоснования долговременной безопасности глубинного захоронения радиоактивных отходов (далее - РАО), ранее накопленных или вновь образующихся на предприятиях Российской Федерации, в недрах участка «Енисейский» планируется создание подземной исследовательской лаборатории (далее - ПИЛ). Основная задача создания ПИЛ - доказать возможность захоронения в ее недрах высокоактивных и долгоживущих РАО, детально изучить характеристики и параметры горного массива как для обоснования долговременной безопасности объекта обращения с указанным видом отходов, так и в практических целях соблюдения норм безопасности трудового персонала лаборатории [1]. Общий вид объекта представлен на рисунке 1.

ПИЛ представляет собой комплекс подземных горных выработок исследовательского и вспомогательного назначения, расположенных на расстоянии около 6 километров от города Железногорск (Красноярский край) и 4,5 километра от реки Енисей, большая часть которых будет сконцентрирована на целевом интервале глубин 450-525 метров в скальном массиве пород [2]. План расположения ПИЛ представлен на рис. 2.



Рис.1. Общий вид объекта [4]

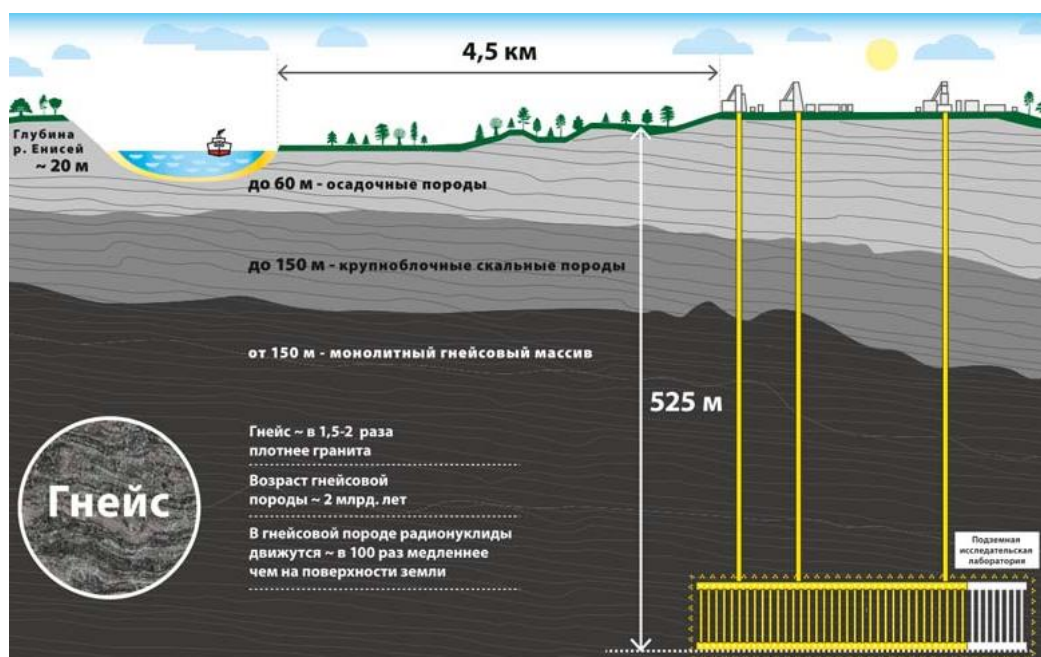


Рис.2. Общий план расположения ПИЛ[4]

Горные породы на участке расположения ПИЛ – архейские гнейсы, возраст которых около двух миллиардов лет. Массив практически водонепроницаемый [4].

В соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в ПИЛ на весь период ее эксплуатации должна быть обеспечена безопасность проведения долговременных исследований.

Учитывая долгосрочную перспективу использования объекта и потенциальную возможность его задействования для создания пункта глубинного захоронения РАО (далее – ПГЗРО), была проведена оценка последствий воздействия высоких температур на массив, в части изменения его микроструктуры.

Цель лабораторного исследования заключалась в анализе структурного изменения строения керна скважин, находящегося на хранении в воздушно-сухом состоянии, под воздействием различной температуры и времени прогрева.

Для анализа структурного изменения строения керна необходимо было провести микроскопический метод исследования, направленный на определение появления микротрещин в образцах, прошедших процесс повышения температуры, исходный вид образцов показан на рисунке 3.

Для проведения экспериментального исследования взяты следующие образцы материала:

5 образцов скважины № Р-11, глубиной 473 метра;

5 образцов скважины № Р-12, глубиной 365 метров.

Керн – проба вещества, представляющая собой цилиндрический столбик, отбираемый при бурении с целью дальнейшего изучения [3].

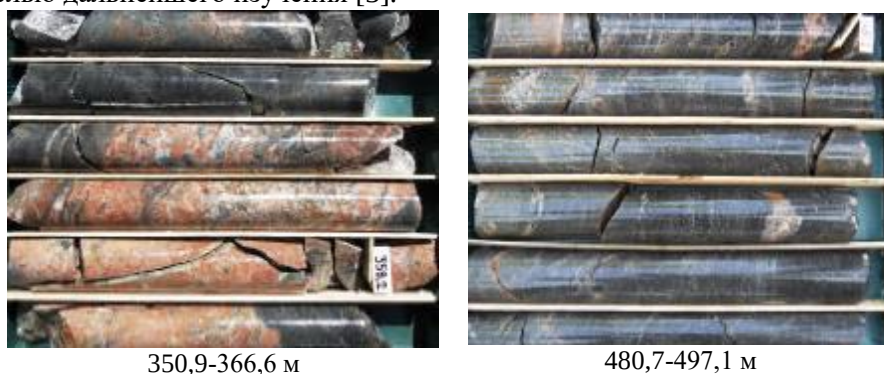


Рис.3. Образцы кернов из скважин. Составлено авторами

Микроскопический анализ трещин архейских гнейсов может проводиться с использованием различных методов и инструментов. Одним из мощных инструментов является оптический микроскоп, который позволяет увидеть мельчайшие детали трещин. С помощью микроскопии можно изучить такие параметры трещин, как форма и размеры трещин, их ориентацию относительно общей структуры гнейсов, наличие и тип заполнения трещин (например, минеральные выделения или растворы), а также наличие деформации вокруг трещин. Микроскопический анализ трещин также помогает в оценке степени развития трещинности в гнейсах и их влияние на механические свойства и прочность горных пород. Используется для идентификации потенциальных угроз и рисков, связанных с трещинами в гнейсах, например, возможностью образования обвалов или сдвигов в горной массе. Этот метод является единственным, с помощью которого возможно прямое определение раскрытия трещин.

Метод состоит в том, что под микроскопом непосредственно измеряются раскрытие трещин, длина их следов в образце. В качестве обязательного условия метод предусматривает массовые измерения этих параметров.

Этот метод включает несколько шагов:

а) Подготовка образца: Отобранный керн скважинного бурения, хранящийся в кернохранилищах длительное время, что обуславливает нахождение в постоянном контакте с атмосферным воздухом и обеспечивает воздушно-сухое состояние (гипотетически схожее состояние горной породы будет наблюдаться в пришахтной зоне незакреплённых выработок за счет их принудительной вентиляции) был подвергнут делению на равные образцы, а также шлифовке и полировке для улучшения видимости структурных делений.

б) Измерение массы: Измерение массы образца при воздействии температуры полезно для изучения различных физических и химических процессов. Для данного этапа использовались аналитические весы- это высокоточный прибор для измерения массы. Они обеспечивают очень точные и стабильные измерения массы образца при воздействии температуры. Процесс замера массы «До» и «После» температурного воздействия представлен на рисунке 4.



Рис.4. Измерение массы образцов «До» и «После» температурного воздействия. Составлено авторами

в) Нагрев: Нагрев гнейса в муфельной печи относится к одному из методов, используемых для изучения его свойств при повышенных температурах. муфельная печь- это тип печи, который обеспечивает равномерное и контролируемое нагревание образцов в закрытой камере, называемой муфелью. Во время нагрева гнейса образуются трещины из-за термического расширения, понижения прочности материала и термической дифференциации коэффициентов линейного расширения различных компонентов гнейса. Изъятие нагретых образцов из муфельной печи представлена на рис.5.



Рис.5. Нагрев образцов в муфельной печи. Составлено авторами

г) Оптический микроскоп: Для микроскопического анализа использование микроскопа является основным методом. Он позволяет наблюдать образец и изучать его микроструктуру с помощью отраженного света при прямом освещении в светлом и темном поле. Процесс микроскопии отображен на рисунке 6.

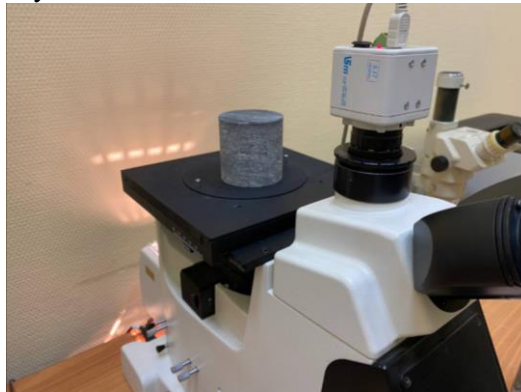


Рис. 6. Микроскопия керна. Составлено авторами

- 1 Увеличение и фокусировка: При помощи микроскопа можно увеличить изображение образца и сфокусировать его для получения наилучшего качества и четкости изображения. Это помогает видеть мельчайшие детали и структуры в горной породе.
- 2 Идентификация и описание: Микроскопический анализ горной породы позволяет идентифицировать и описать характер появления трещин, полостей и других изменений в ходе термического воздействия.
- 3 Фотофиксация и анализ: Важной частью микроскопического анализа горной породы является фотофиксация результатов и последующий анализ полученных изображений. С помощью фотографии можно сохранить и подробно изучить структуры керна.

Таблица 1. Микрофотографии керна

Темпера	0°C	200°C	400°C	600°C
Номер скважины				
P-11				
P-12				

Составлено авторами.

Результаты исследования, отображённые в вышепредставленной таблице 1, показали, что при воздействии на керн температуры в 600°C продолжительностью в 30 минут, наступила заглавная стадия (инициация) трещинообразования: на этой стадии происходит образование микротрещин и микропор в материале под воздействием высоких температур, что свидетельствует о разнице в коэффициентах теплового расширения различных компонентов материала. Вышеперечисленное приводит к нарушению целостности и, как следствие, ухудшению несущей способности.

Исследование образцов нагретых до 1000°C под микроскопом не представляется целесообразным, так как образцы полностью разрушились (рисунок 7).



Рис.7. Керн, нагретый до 1000°C

При нагревании керна (архейские гнейсы), происходят значительные визуальные и структурные изменения материала (рисунки 4,5,7). Выявлено, что изменение фазового состава вещества не связано с потерей его массы в исследуемых температурных пределах. Также установлено, что неоднородность структуры материала влияет на его целостность при термическом воздействии, так как первичное образование микротрещин наблюдалось на визуальной границе составляющих материалов керна (таблица 1).

Анализ структурного изменения строения керна скважин, находящегося на хранении в воздушно-сухом состоянии, под воздействием различной температуры и времени прогрева показал, что при эндотермии до 600°C продолжительностью в 30 минут, наступила заглавная стадия (инициация) трещинообразования, что может привести к нарушению целостности и, как следствие, ухудшению несущей способности.

Данное исследование целесообразно использовать при дальнейшем проектировании и строительстве подобных объектов.

Выражаем благодарность за предоставление образцов керна Федеральному государственному бюджетному учреждению науки институту проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук (ИБРАЭ РАН) в лице Дмитрия Андреевича Озерского.

Список литературы

- 1 Озерский Д.А., А.И. Орлова Анализ прочностных характеристик горной породы для обоснования безопасности строительства подземных сооружений ПИЛ. - 2023. - С. 70-76.
- 2 ФГУП "НО РАО" Материалы обоснования лицензии на сооружение не относящегося к ядерным установкам пункта хранения РАО, создаваемого в соответствии с проектной документацией на строительство объектов окончательной изоляции РАО в составе ПИЛ. Том 1. - Москва - 2022. - 108 с.
- 3 ФГУП "НО РАО" Материалы обоснования лицензии на сооружение. не относящееся к ядерным установкам пункта хранения РАО, создаваемого в соответствии с проектной документацией на строительство объектов окончательной изоляции РАО в составе ПИЛ. Том 2. - Москва - 2022. - 333 с.
- 4 Абрамов А.А. (ГК «Росатом»), Бейгул В.П. (ФГУП «НО РАО») Создание подземной исследовательской лаборатории на участке «Енисейский» Нижнеканского массива: состояние и дальнейшее развитие работ: Электрон. науч. ж. - Режим доступа: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2017/08/22/78690> (Дата обращения 18.06.2023)

Измерительная установка для исследования температуры падающих электрических искр

Андреев Юрий Александрович
доктор технических наук

Пересторонин Александр Сергеевич

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье описана измерительная установка, которая была сконструирована для исследования температуры электрических искр (капель металла) в момент их приземления в зависимости от высоты падения, начальной температуры и диаметра искры. В процессе разработки проанализированы различные приспособления и приборы, предложены авторские решения. Сформулирована методика исследования, методика обработки полученных результатов, в том числе методика расчета погрешности. С помощью предложенной измерительной установки планируется проведение проверки адекватности расчетных данных, получаемых при использовании нормативной методики оценки зажигательной способности электрических искр, которая применяется при проектировании электрических сетей и расследовании пожаров, происшедших по причине короткого замыкания.

Ключевые слова: короткое замыкание, сварка, электрическая искра, расследование пожара, зажигательная способность, пожарная безопасность, измерительная установка

В настоящее время глобальной электрификации возрастает вероятность возникновения коротких замыканий электропроводки. В результате короткие замыкания становятся одной из основных причин пожаров (по данной причине происходит 12 % всех пожаров [1]). Решение проблемы пожаров из-за коротких замыканий зависит от качественного проектирования и монтажа электросетей, а также от эффективного расследования пожаров из-за нарушений требований к их устройству. При этом для оценки зажигательной способности электрических искр (капель расплавленного металла) используется нормативно закрепленный подход, изложенный в пункте 5.1.2.2 приложения № 2 к ГОСТ 12.1.004-91 [2]. Опыт применения данной нормативной методики показывает, что она не учитывает ряд факторов, которые могут оказывать существенное влияние на получение объективных результатов. В связи с этим совершенствование нормативной методики является актуальным вопросом.

Для проверки адекватности расчетных данных, которые получаются при использовании нормативной методики [2], необходимо сравнение расчетных данных с данными экспериментов. Однако в настоящее время соответствующие сертифицированные измерительные установки отсутствуют. В связи с этим возникает необходимость разработки новой измерительной установки, которая позволила бы оценить степень точности результатов расчетов по нормативной методике, чтобы в случае необходимости вносить в нее корректировки.

Суть нормативного подхода состоит в получении расчетных значений температуры искры при ее падении на поверхность какого-либо горючего материала. Данная конечная температура искры имеет важное значение, поскольку от нее зависит возможность воспламенения горючего материала. На величину конечной температуры влияют три основных параметра, которые могут отличаться в том или ином случае: высота падения искры, начальная температура искры, диаметр искры. Поэтому измерительная установка должна позволять в лабораторных условиях получать значение конечной температуры искры в зависимости от высоты ее падения, начальной температуры и диаметра.

В процессе разработки измерительной установки на 1-м этапе была предложена общая схема, которая учитывает основное условие – направление полета и место падения искры

должны контролироваться оператором. Как известно, искры короткого замыкания или сварки в естественных условиях вылетают в случайном направлении. Поэтому от генерации капель путем короткого замыкания или использования сварки было решено отказаться. Предложено использовать устройство для искусственного получения капель металла и располагать данное устройство на заданной высоте. Искры должны падать из данного устройства вертикально вниз, а в месте падения искр должно размещается устройство для измерения их конечной температуры. Таким образом, общая схема установки должна была иметь вид, представленный на рис.1.

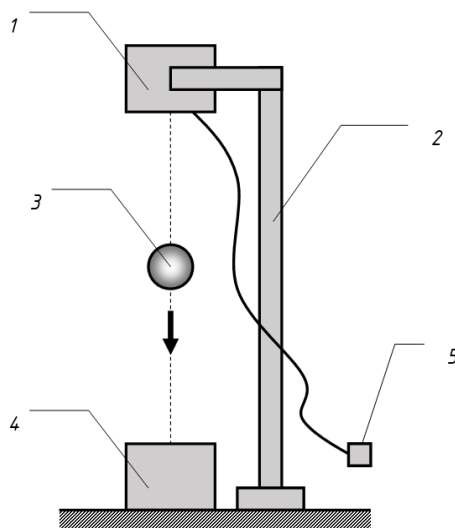


Рис.1. Общая схема измерительной установки: 1 – устройство для получения капель расплавленного металла; 2 – устройство для задания высоты падения капель; 3 – капля расплавленного металла; 4 – устройство для измерения температуры капель в момент их падения; 5 – устройство управления сбросом капель

На 2-м этапе было разработано устройство для получения капель металла, которые вылетали бы в нужный момент. Устройство для получения капель металла было предложено после последовательного анализа различных способов создания капель. Общий принцип состоял в использовании металлических шариков-заготовок нужного диаметра, которые впоследствии необходимо было расплавить. Благодаря данному принципу можно получать искры заданного диаметра. Ряд способов (миниатюрная индукционная печь; пропускание тока через две иглы, удерживающие шарик-заготовку; наклоняющаяся ложка с нагревателем) не подошли из-за сопутствующих трудностей (описание данных трудностей не приводится из-за ограниченного объема статьи). В итоге была разработана конструкция наклоняющегося нагреваемого желоба (рис. 2).

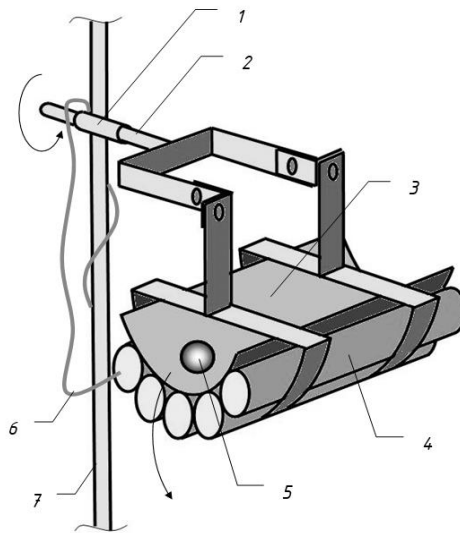


Рис.2. Устройство для создания капель при помощи нагреваемого желоба:
 1 – стержень; 2 – трубка; 3 – желоб; 4 – трубки с нихромовой спиралью;
 5 – шарик (искра); 6 – электрический провод; 7 – штатив

Нагреватель представляет собой прямоугольный кусок жести, изогнутый в виде желоба 3, под которым закреплены трубки 4 из прессованной слюды с нихромовой спиралью. Нагреватель в сборе крепится на держателе, который может поворачиваться вокруг своей оси за счет стержня 2, который свободно вращается в трубке 1. Благодаря тому, что нагреватель крепится ниже оси держателя, конструкция после поворота и сброса искры самостоятельно возвращается в исходное положение. Перед началом эксперимента желоб разогревается, в него кладется свинцовый или оловянный шарик-заготовка, и после его расплавления желоб поворачивается исследователем. Капля металла падает из желоба вниз, и нагреватель возвращается в исходное положение.

На 3-м этапе был предложен способ измерения конечной температуры капли металла. Было решено отказаться от использования тепловизора и термопары по ряду причин. Выбран способ измерения конечной температуры капли с помощью жидкостного калориметра.

С помощью жидкостного калориметра, зная начальную температуру жидкости $t_{ж1}$, ее массу $m_{ж}$ и теплоемкость $C_{рж}$, а также массу капли металла m_k и ее теплоемкость $C_{рк}$, можно измерить температуру жидкости $t_{ж2}$ после падения в нее капли металла и тем самым найти температуру $t_{к1}$, с которой искра упала в жидкость. Таким образом, температура $t_{к1}$ будет являться температурой искры в момент ее падения на какую-либо поверхность (в данном случае на поверхность жидкости).

Количество теплоты, переданное жидкости от капли, составляет [3]:

$$Q = C_{рж} m_{ж} (t_{ж2} - t_{ж1}), \quad (1)$$

где $C_{рж}$ – изобарная теплоемкость жидкости, Дж·кг⁻¹·К⁻¹;

$m_{ж}$ – масса жидкости в калориметре, кг;

$t_{ж1}$ и $t_{ж2}$ – температура жидкости до и после падения в нее искры, °С.

Это же самое количество теплоты капля потеряла (знак «минус» указывает на направление теплообмена от капли к жидкости):

$$Q = -C_{рк} m_k (t_{к2} - t_{к1}), \quad (2)$$

где $C_{рк}$ – изобарная теплоемкость капли, Дж·кг⁻¹·К⁻¹;

m_k – масса капли, кг;

$t_{к1}$ и $t_{к2}$ – температура капли до и после ее погружения, °С.

Конечная температура жидкости и конечная температура капли равны, поскольку, погрузившись в жидкость, капля будет отдавать ей тепло до тех пор, пока их температуры не выровняются:

$$t_{ж2} = t_{к2}. \quad (3)$$

Подставив равенство (3) в выражение (2) и приравняв зависимости (1) и (2), получим выражение для температуры капли $t_{к1}$ в момент ее падения в жидкость:

$$t_{к1} = t_{ж2} + \frac{C_{рж} m_{ж}}{C_{рк} m_{к}} (t_{ж2} - t_{ж1}). \quad (4)$$

Для измерения значения $t_{ж2}$ было решено использовать ртутный термометр. Для получения более достоверных результатов было решено бросать в жидкость не одну, а сразу несколько искр. В этом случае общая энергия, передаваемая от искр к жидкости, увеличится, и прирост температуры можно будет зафиксировать ртутным термометром с ценой деления в 1 °С.

Учесть количество брошенных капель можно следующим образом. Количество тепла, которое будет отведено от нескольких капель, составит:

$$Q = -C_{рк} m_{к} N_{к} (t_{ж2} - t_{к1}),$$

где $N_{к}$ – количество капель, упавших в жидкость.

Тогда формула (4) примет вид:

$$t_{к1} = t_{ж2} + \frac{C_{рж} m_{ж}}{C_{рк} m_{к} N_{к}} (t_{ж2} - t_{ж1}). \quad (5)$$

На 4-м этапе выбран способ измерения начальной температуры капли металла. Было решено отказаться от использования пирометра и калориметра в пользу термопары.

На 5-м этапе выбран способ задания высоты падения капли металла. Способ состоял в использовании штатива с увеличивающейся высотой стойки. Необходимая конструкция выполнена из современного удилица длиной 7 м из поликарбоната. Была получена прочная, легкая и устойчивая конструкция выдвигающегося штатива с высотой подъема нагревателя 6 м. Штатив позволяет также измерить высоту падения искры.

Температура окружающей среды измерялась ртутным термометром. Время полета искры в процессе падения рассчитывалось из уравнения равноускоренного движения [4]:

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{g}},$$

где τ – время падения искры, с;

H – высота падения искры, м;

g – ускорение свободного падения (9,81 м·с⁻²).

Принципиальная схема предложенной измерительной установки для исследования темпов охлаждения электрических искр представлена на рис. 3. Измерительная установка включает в себя поворачивающийся нагреватель 1, с помощью которого производятся и сбрасываются вниз капли расплавленного металла, калориметр 2 с термометром 3, которые позволяют определить температуру искры в конечный момент ее падения, термопару 4 с милливольтметром 5, с помощью которых определяется начальная температура капли, телескопический штатив 6, обеспечивающий падение капли с заданной высоты, заготовки свинцовых и оловянных шариков 7 (диаметрами 3, 5 и 7 мм), которые после расплавления будут сбрасываться в виде капель с нагревателя 1 и падать в калориметр 2, а также электронные весы 8 для измерения массы шариков-заготовок, а также для измерения массы жидкости в калориметре.

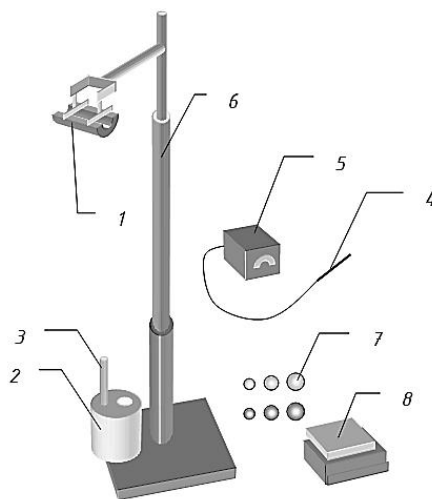


Рис.3. Принципиальная схема измерительной установки:
 1 – поворачивающийся нагреватель; 2 – калориметр; 3 – термометр;
 4 – термопара; 5 – милливольтметр; 6 – телескопический штатив;
 7 – свинцовые и оловянные шарики-заготовки диаметрами 3, 5 и 7 мм; 8 – электронные весы

Измерения с помощью предложенной установки проводятся в следующем порядке. Сначала измеряется температура окружающего воздуха, масса жидкости в калориметре, диаметр и масса исследуемых шариков-заготовок. Выбирается необходимая высота падения искры (до 6 м), и на эту высоту выдвигается штатив, на котором закреплен поворачивающийся нагреватель. Затем нагреватель включается в сеть, и после того, как он нагреется до максимальной температуры, в желоб кладется шарик-заготовка из исследуемого металла. После расплавления шарика-заготовки его температура измеряется термопарой, открывается крышка калориметра, и нагреватель поворачивается до падения капли металла в калориметр. После попадания капли в калориметр он закрывается, а в нагреватель кладется новый шарик-заготовка. После его расплавления он сбрасывается с нагревателя в калориметр. Чем меньше диаметр шариков-заготовок, тем большее их количество необходимо одновременно сбросить в калориметр. При сбрасывании нескольких шариков-заготовок они располагаются в желобе на некотором расстоянии друг от друга для предотвращения их слияния. После этого снимаются показания с термометра, которым измеряется температура жидкости в калориметре.

После проведения описанных действий измерения считаются окончанными. Данными для последующей обработки являются: температура воздуха $t_0 = t_{ж1}$; теплоемкость жидкости в калориметре $C_{рж}$; масса жидкости в калориметре $m_{ж}$; теплоемкость материала капли $C_{рк}$ при температуре плавления; масса m и диаметр капли d ; высота падения капли h ; начальная температура капли t_n ; количество сброшенных капель N_k ; конечная температура жидкости в калориметре $t_{ж2}$.

Полученные данные необходимо обработать с целью получения температуры капли t_{kl} в момент ее приземления, которая определяется по формуле (5).

Погрешность измерения температуры t_{kl} оценивается общепринятым образом [5]. Введем обозначение:

$$A = \frac{C_{рж} m_{ж}}{C_{рк} m_k N_k} \cdot z,$$

где $z = t_{ж2} - t_{ж1}$.

Тогда абсолютная погрешность величины t_{kl} будет вычисляться по формуле:

$$\Delta_{t_{к1}} = \sqrt{\Delta t_{жс2}^2 + \Delta A^2},$$

где ΔA – абсолютная погрешность величины A , равная:

$$\Delta A = A \cdot \varepsilon_A,$$

где ε_A – относительная погрешность величины A , равная:

$$\varepsilon_A = \sqrt{\left(\frac{\Delta C_{ржс}}{C_{ржс}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_{жс}}{m_{жс}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C_{рк}}{C_{рк}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_{к}}{m_{к}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta z}{z}\right)^2},$$

где Δz – абсолютная погрешность величины z , равная:

$$\Delta z = \sqrt{\Delta t_{жс2}^2 + \Delta t_{жс1}^2}.$$

Каждая из погрешностей $\Delta t_{жс2}$ и $\Delta t_{жс1}$ равна сумме погрешности термометра $\Delta_{терм}$ и половины цены деления его шкалы, то есть $c/2$. Каждая из погрешностей $\Delta C_{ржс}$ и $\Delta C_{рк}$ равна соответственно половине разряда последней цифры табличного значения $C_{ржс}$ и $C_{рк}$. Каждая из погрешностей $\Delta m_{жс}$ и $\Delta m_{к}$ равна погрешности электронных весов $\Delta_{вес}$.

Таким образом, была разработана установка для измерения температуры электрической искры в момент ее приземления в зависимости от высоты ее падения, начальной температуры и диаметра. В процессе разработки были проанализированы различные приспособления и приборы, а также предложены авторские решения. В частности, для получения искр (капель металла) был сконструирован поворачивающийся нагреватель, который расплавляет металлические шарики-заготовки и позволяет сбрасывать их вертикально вниз. Для измерения конечной температуры искры предложено использовать жидкостный калориметр. Для измерения начальной температуры искры предложено использовать термопару. Для задания необходимой высоты падения искры предложено использовать телескопический штатив. Также сформулирована методика исследования с помощью предложенной измерительной установки и методика обработки полученных опытных результатов, в том числе методика расчета величины погрешности. Измерительная установка позволит оценить достоверность результатов, получаемых с помощью нормативной методики оценки зажигательной способности электрических искр [2].

Список литературы

1. Полехин П.В., Чебуханов М.А., Козлов А.А. и др. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник / Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2021. – 112 с.
2. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением № 1). Принят Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совмине СССР 14 июня 1991. М.: Стандартиформ, 2006.
3. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Молекулярная физика. Термодинамика. – М.: Дрофа, 2010. – 352 с.
4. Перышкин А.В., Гутник Е.М. Физика. – М.: Дрофа, 2014. – 320 с.
5. Аксенова Е.Н., Гасников Н.К., Калашников Н.П. Методы оценки погрешностей результатов прямых и косвенных измерений в лабораториях физического практикума. – М.: МИФИ, 2009. – 24 с.

Исследование процесса гашения пламени полем высокого напряжения

Трояк Евгений Юрьевич
кандидат педагогических наук

Босоногова Екатерина Андреевна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Проанализирована возможность тушения пламени электрическим полем высокой напряженности. Предложено создать макет устройства для исследований в Сибирской пожарно-спасательной академии МЧС России. Цель - определить эффективность и безопасность этого метода. Предложена схема макета устройства. Исследования включают в себя влияние параметров поля и взаимодействие с окружающей средой.

Ключевые слова: электрическое поле, пламя, тушение горения

В современном мире огромное внимание уделяется развитию новых технологий и способам их применения в повседневной деятельности. Одной из областей, где активно ищутся новые способы применения технологий, является тушение пожаров.

Применение электростатического поля в тушении пожаров не является универсальным решением и не подходит для случаев декларационного горения газов и пыли в открытом пространстве. Здесь следует учитывать особенности каждого конкретного случая и применять соответствующие методы тушения. Принцип основан на использовании электрического поля для подавления горения. При воздействии электростатического поля на пламя происходит изменение его структуры и характеристик, что приводит к его подавлению. Этот метод может быть эффективным в случаях, когда традиционные методы тушения неэффективны или невозможны. Электростатическое поле может проникать в узкие пространства и подавлять пламя. Однако, стоит отметить, что внедрение новых технологий в данной области может столкнуться с некоторыми препятствиями. Одной из главных проблем является высокая стоимость испытаний опытных образцов и введение в повседневную деятельность. Это может затруднить применение новых методов тушения пожаров, основанных на электростатическом поле.

Таким образом, применение электростатического поля в тушении пожаров представляет собой интересную и перспективную область исследований. Этот метод может быть особенно полезен в случаях, когда горящие вещества находятся в твердом и жидком состоянии, а также в условиях узких каналов. Несмотря на некоторые технические и финансовые сложности, развитие и применение этой технологии может значительно повысить эффективность и безопасность процесса тушения пожаров.

Пламя возникает в результате химических и физических процессов при горении. Реакционная зона или фронт пламени, находящаяся на наиболее высокотемпературной поверхности, играет важную роль в горении. В этой зоне происходят термоокислительные реакции, выделяется теплота, и образуются продукты горения. Также происходят диссоциализация и ионизация продуктов горения. В случае горения неоднородной горючей смеси, диффузия горючих газов, паров и окислителя в фронт пламени играет важную роль. Интенсивность диффузии кислорода в зону горения зависит от его концентрации внутри пламени и в окружающем воздухе. Если разность концентраций уменьшается, скорость диффузии кислорода также уменьшается. При снижении скорости диффузии ниже определенного значения, горение прекращается. Это означает, что наличие достаточного количества окислителя в зоне горения является необходимым условием для поддержания пламени. Если поместить пламя между электродами, подключенными к источнику постоянного тока, создающему электрическое поле между электродами, то ионизированные и разноименно заряженные продукты горения и окислитель будут притягиваться к электродам с противоположного знаком заряда. Это приведет к прекращению окислительно-

восстановительной реакции во фронте пламени и, в результате, пламя потухнет. Этот метод может быть использован для контроля и управления горением. Таким образом, понимание процессов, происходящих во фронте пламени, и влияние различных факторов, таких как концентрация окислителя и электрическое поле, на горение, являются важными для изучения и контроля этого явления.

Традиционно пожары тушат с использованием воды или пенообразующих веществ. В результате применения в известных способах значительного количества расходных материалов для образования пены, затраты на тушение пожаров велики, эффективность тушения зачастую низка, так же наносится значительный урон материальным ценностям. Кроме того, эти методы с трудом позволяют предотвратить возникновения повторных очагов горения.

Академиком Дудышевым В.Д. был разработан и запатентован иной способ тушения пожаров и сбивания пламени. Для реализации данного способа необходимо создать в зоне пламени постоянное электрическое поле. Напряженность этого поля выбирают исходя из типа и интенсивности пламени, останавливаясь в пределах 2-25 кВ/см.[1]

Способность пламени проводить электрический ток характеризуется электропроводностью. Согласно закону Ома.

$$i = \sigma E, [A/m^2] \quad (1)$$

где:

i – плотность тока, A/m^2 ;

σ – электропроводность, $Om^{-1} \cdot m^{-1}$;

E – напряженность электрического поля, В/м. [4]

Электропроводность пламени в электрическом поле определяется движением заряженных частиц под воздействием поля:

$$\frac{i}{E} = c(u_+ + u_-)z_e \quad (2)$$

c – концентрация положительных или отрицательных ионов (для однократно ионизованных атомов концентрация положительных ионов равна концентрации электронов, так как пламя в целом электронеutrально);

u_+ и u_- – подвижности положительно заряженного иона и электрона (подвижность ионов – скорость движения ионов вдоль поля, напряженность которого равна 1 В/м);

z_e – заряд электрона [4].

Подвижность иона обратно пропорциональна массе иона. Так как масса электрона много меньше массы ионов, то $u_+ \gg u_-$ и электропроводность пламени обусловлена движением электронов под действием приложенного электрического поля.

Электропроводность в высокотемпературных газах по теории равна

$$\sigma = \frac{cz_e^2}{mv}, [Om^{-1}] \quad (3)$$

где:

m – масса электрона;

v – эффективная частота столкновений электронов со всеми типами частиц, имеющимися в пламени, – атомами, молекулами, ионами и т.д. [4]

Эффективную частоту столкновений можно рассчитать с помощью кинетической теории высокотемпературных газов или определить экспериментально.

Пламя может поглощать, отражать и преломлять электромагнитные волны. Влияние пламени на распространение электромагнитных волн зависит от соотношения между частотой падающей электромагнитной волны f и ленгмюровской, частотой f . Рассмотрим, в чем заключается физический смысл плазменной частоты. [8]

Как известно, плазма представляет собой смесь заряженных положительно и отрицательно частиц (ионов и электронов). В целом плазма электрически нейтральна, т.е. суммарный заряд ионов нейтрализует заряд электронов.

В результате флуктуации в плазме (в частности, в плазме пламени) возможно разделение зарядов, т.е. пламя можно представить в виде конденсатора с некоторым зарядом из-за смещения электронов к одной из поверхностей, ограничивающих данный объем. Конденсатор характеризуется емкостью, разностью потенциалов между обкладками и электрическим полем. Электрическое поле конденсатора будет действовать на электроны с определенной силой, в результате чего электроны переместятся на противоположную поверхность объема. Произойдет перезарядка конденсатора. Далее процесс повторится и будет аналогичен колебательному процессу маятника. При возмущении (вследствие флуктуации) квазинейтральной плазмы выведенные из состояния равновесия электроны должны начать колебания с частотой. [2]

$$f_0 = \sqrt{\frac{c_e - c_e^2}{\pi m_e}} = 8960 \sqrt{c_e}, [\text{Гц}] \quad (4)$$

где:

f_0 – число колебаний в секунду, Гц;

c_e – концентрация электронов, м^{-3} ;

m_e – масса электрона, кг.

Согласно классической электродинамике, электромагнитные волны могут распространяться в плазме пламени в случае, если их частота выше плазменной. Волны, частота которых ниже плазменной, будут отражаться от границы пламени. Таким образом, для данной концентрации электронов существует некоторая пороговая частота электромагнитных волн, равная плазменной частоте $f_0 = 8960 \sqrt{c_e}$, и наоборот, для волн данной частоты существует предельная концентрация электронов. [7] Если концентрация электронов в пламени ниже предельной, то волна проходит сквозь него. При этом происходит частичное затухание и сдвиг фазы волны. Причем затухание и сдвиг фазы зависят от концентрации и частоты столкновений электронов, а также от частоты падающей волны. Если концентрация выше предельной, то волна отражается от границы пламени. На этом явлении основаны микроволновые методы определения концентрации электронов. Таким образом, проведенный анализ показывает, что поглощение и отражение электромагнитных волн, так же как электропроводность пламени, зависят прежде всего от концентрации свободных электронов в пламени и эффективной частоты столкновений электронов [4].

Учитывая рассмотренное выше явление электропроводности пламени, а также его взаимодействие с электромагнитным полем, можно сделать предположение о применении электромагнитного поля для гашения пламени.

Способ электрического отклонения пламени основан на физическом эффекте отклонения пламени к одному из разноименных высоковольтных потенциалов внешнего электрического поля, описанном в трудах М. Фарадея.

Физическая сущность данного способа состоит в том, что любое пламя ионизировано, из этого следует что при помощи электричества возможно управлять горением, а в частности тушить огонь. Опыты, проводимые Лудовико Кадемартини в Гарвардском университете и нашим соотечественником Дудышевым Д.В., показывают, что электрическое поле даже малой мощности может тушить пламя, причем на расстоянии и безопасно для человека. Горение – это самый сложный процесс, в основе которого лежит физика протекания цепных реакций деления заряженных радикалов воспламененных веществ. [4] Значит, электрическое поле при тушении пламени создает именно условия для прекращения протекания этих цепных реакций деления частиц горящего топлива.

Срыв пламени по сути это срыв протекания цепных реакций дробления углеводородных цепочек веществ в очаге возгорания. Достигается в данном методе он знакопостоянным электрическим полем определенной высокой напряженности (выше 2 кВ/см). В этом случае внешнее электрическое поле “вытягивает” из зоны горения электроны и разноименно электрически заряженные радикалы горящих веществ, содержащиеся в пламени, путем их отклонения и осаждения на специальные высоковольтные жаростойкие электроды, размещенные

в зоне горения за пределами пламени и электрически присоединенные к выходам высоковольтного электрического преобразователя напряжения. [2]

В результате, в зоне горения нарушаются условия поддержания цепных реакций дробления радикалов горящих веществ в ядре пламени, поэтому цепные реакции горения веществ затухают или вообще прекращаются.

Практическая реализация данного метода достаточно проста. Она заключается в размещении рядом с очагом возгорания относительно маломощного, не более 1 кВт, источника высокого напряжения и одного или нескольких специальных электродов, при помощи которых будет осуществляться передача этого поля внутрь очага. При правильном подборе предельных напряженности внешнего электрического поля, в зоне горения пламени, достаточных для нарушения предельных допустимых условий горения конкретных веществ – пламя гаснет. Как правило, для тушения очага возгорания многих распространенных веществ, достаточно напряженности поля от 1 до 5 кВ/см.

Развитием данного изобретения в части устройства являются различные конструкции электродов и их схем подключения к высоковольтному источнику напряжения. Например, в одном из вариантов установки бесконтактного пожаротушения один из тугоплавких электродов, присоединенный к «+» высоковольтного источника размещают непосредственно в зону горения, а второй отрицательно заряженный, например, кольцевой электрод размещают подвижно над пламенем. [3] Таким образом, чтобы он находился на расстоянии 3-5 см над пламенем, причем по мере гашения, т.е. снижения высоты пламени, приближают его к вершине факела пламени. Электрод со знаком «-» размещают непосредственно на горящее вещество, а другой электрод неподвижно над пламенем. Данная конструкция установки представлена на рис.1, рис. 2.

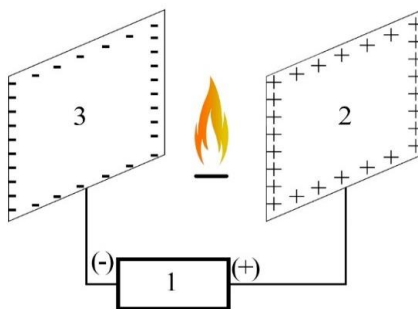


Рис.1. Схема реализации № 1 [3]

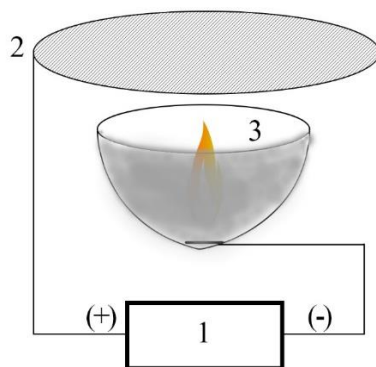


Рис.2. Схема реализации № 2 [3]

Изобретение пояснено на рис.1.1. и рис.1.2. Простейшее устройство для реализации изобретения, показано на рис. 1.2. Оно содержит:

- источник внешнего электрического поля, например, регулируемый высоковольтный выпрямитель (1);
- подвижные жаропрочные электроды (2,3).

Принцип работы устройства заключается в следующем. Для начала на вход высоковольтного преобразователя-выпрямителя подключаем электропитание, тем самым создавая в зоне горения пламени, расположенной между электродами, на которые подается напряжение и между которыми создается постоянное по знаку внешнее электрическое поле. Electroды находятся на минимальном расстоянии необходимым для недопущения электрического пробоя высоковольтного источника через пламя и электроды. В следствии чего свободные электроны и заряженные радикалы вещества, горящего и химически дробящегося при горении, содержащиеся в пламени притягиваются, к отличным от своих зарядов, заряженным электродам. Для того что бы нарушить условия протекания цепных реакций горения и физико-химического дробления вещества в пламени, необходимо создать такие условия, чтобы напряженность электрического поля в зоне горения превышала 1 кВ/см.[1] В этом случае пламя будет скачкообразно гаснуть. В ряде многочисленных экспериментов было подтверждено то, что чем выше будет напряженность электрического поля, тем более быстрым будет процесс угасания пламени. В этом случае напряженность регулируется изменением расстояния между электродами (2) или же изменением выходного напряжения блока (1).

Бесконтактная технология электротушения представляет собой новый и инновационный подход к тушению пожаров, отличающийся от привычных методов. Основой этого метода является использование электрического силового поля, которое генерирует электромагнитные импульсы. В результате проведенных исследований были изучены существующие технологии электротушения, определены критерии оценки их эффективности, а также выявлены их преимущества и недостатки. Одним из ключевых показателей оценки функционирования систем электротушения является уровень насыщенности пламени ионами. Ионы играют важную роль в процессе гашения пожара, поэтому их насыщенность влияет на эффективность системы. Кроме того, показателем является напряженность электрического поля, которая зависит от типа пламени и его интенсивности. Для обеспечения оптимального функционирования системы тушения необходимо правильно подбирать элементы, такие как электроды и источник напряжения. Кроме того, существует возможность применения различных схем и устройств для электродов, что позволяет адаптировать систему к конкретным условиям пожара. Еще одним важным аспектом является разрушение цепных реакций горения. Благодаря электрическому силовому полю, бесконтактная технология электротушения способна прерывать процессы горения, предотвращая распространение пламени и уменьшая его интенсивность. Для обеспечения безопасности окружающей среды и предотвращения возможных повреждений важно также наличие электрополевого ограждения. Оно служит для защиты людей и объектов от воздействия электрического поля, создаваемого системой электротушения. Бесконтактное электротушение является эффективным и перспективным методом тушения пожаров. Оно может применяться в различных сферах, включая промышленность, жилые и коммерческие здания, а также транспортные средства. Благодаря своей инновационности и преимуществам, эта технология представляет собой важный шаг в области пожарной безопасности.

Изучив устройство и принцип работы явления электропроводности пламени, а также изучив открытые источники по теме применения электромагнитного метода тушения, можно сделать вывод о возможности использования электрического поля для гашения пламени. Электромагнитный метод тушения представляет собой инновационный подход к тушению пожаров, который основан на применении электромагнитных сил для контроля и подавления огня. Электрическое поле может оказывать влияние на этот процесс, воздействуя на заряженные частицы в пламени и изменяя их движение. Это может привести к нарушению цепи реакций, необходимых для поддержания горения, и, в конечном итоге, к гашению пламени. Одним из примеров применения электромагнитного метода тушения является использование электромагнитных полей для подавления пламени в закрытых помещениях. Электромагнитные генераторы создают сильные магнитные поля, которые воздействуют на ионы воздуха и заряженные частицы в пламени, вызывая их движение и разрушение пламенного языка. Это позволяет быстро и эффективно подавить пожар, минимизируя потенциальные повреждения. Однако, несмотря на потенциальные преимущества электромагнитного метода тушения, его

эффективность и применимость все еще требуют дальнейших исследований и разработок. Необходимо учитывать различные условия пожара, такие как тип горючего материала, размеры пламени и окружающая среда. Кроме того, требуется разработка специализированного оборудования, способного генерировать достаточно сильные электромагнитные поля для эффективного подавления пламени. В целом, электромагнитный метод тушения представляет собой многообещающую область исследований, которая может привести к разработке новых инновационных систем пожаротушения. Более глубокое понимание воздействия электрического поля на горение позволит разработать более эффективные и безопасные методы борьбы с пожарами, способные минимизировать потери и спасти жизни.

Список литературы

1. Дудышев, В.Д. Новая электроогневая технология экологически чистого горения / В.Д. Дудышев // Новая Энергетика. – 2003. – № 1. – С. 55–57.
2. Беляев С.В. Низкотемпературная плазма (пламя): возникновение, развитие и исчезновение (ликвидация). / С.В. Беляев, Н.А. Кропотова, О.Е. Сторонкина, А.А. Разумов. // Матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. «Пожарная и аварийная безопасность объектов», Иваново, ИВИ ГПС МЧС России, 2011. – С. 241–244.
3. Дудышев В.Д. Способ тушения пламени (электроогневой метод), Авт. св- во СССР № 1621234 с приор. от 12.03.88 г.
4. Фарадей М. История свечи: Пер. с англ. / под ред. Б.В. Новожилова. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 128 с., ил. – Библиотечка «Квант».
5. Пантелеев А.Ф., Попков Г.А., Шебеко Ю.Н., Цариченко С.Г. Влияние электрического поля на предельный расход срыва диффузионного пламени пропановодородной смеси, 1993. – 296с.
6. Ягодников Д.А. Влияние внешнего электрического поля на особенности процессов воспламенения и горения / Д.А. Ягодников, А.В. Воронцовский // ФГВ. – 1994. – Т. 30, № 3. – С. 3–12.
7. Шмелев В.М. О воздействии электрического поля на поверхностное горение / В.М. Шмелев //
8. Химическая физика. – 2016. – Т. 35, № 2. – С. 33–40.

Миграция, как фактор риска чрезвычайных ситуаций в случае применения технологий гибридных войн

*Талалаева Галина Владленовна
доктор медицинских наук, доцент*

Валиуллин Вадим Фаритович

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. На основе обзора литературы и авторского анализа статистических данных, представленных в открытом доступе, показана неоднородность федеральных округов Российской Федерации по характеру связи между количеством чрезвычайных ситуаций и показателями миграции. За основу взяты данные Росстата о миграции по итогам 2022 г. и Государственного доклада МЧС России «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году». Методом корреляционного анализа установлено, что количество чрезвычайных ситуаций в территории связано средней силы положительной связью с общим миграционным приростом и сильной отрицательной связью с уровнем трудовой миграции. Рассматривая неуправляемую миграцию как фактор ментальной агрессии против территории пребывания, увеличение общего миграционного притока обозначено в статье в качестве индикатора риска дестабилизации комплексной безопасности населения региона в условиях ведения гибридных войн. Наоборот, увеличение потока трудовой миграции интерпретировано как индикатор устойчивости территории к факторам ведения гибридных войн. По характеру взаимосвязи роста чрезвычайных ситуаций с типом миграции выделено два алгоритма риска дестабилизации комплексной безопасности в территории. Первый из них связан с несбалансированным увеличением миграционного притока, второй, наоборот, – с оттоком населения. Осуществлено ранжирование анализируемых территорий по выделенным индикаторам. Наибольшие риски увеличения количества чрезвычайных ситуаций в связи с ростом общего миграционного потока характерны для Центрального федерального округа, в меньшей степени – для Северо-Западного и еще в меньшей степени – для Южного федерального округа.

Ключевые слова: федеральные округа, миграция, комплексная безопасность, корреляционный анализ

Актуальность темы на примере значимых социальных событий

Считаем необходимым отметить три события осени 2023 г., аргументирующих тезис, что в России миграция стала фактором риска чрезвычайных событий (далее – ЧС) и инструментом дестабилизации процессов безопасности населения и территорий. Перечислим их: интервью председателя Следственного комитета России А.И. Бастрыкина агентству «Интерфакс», от 11 октября 2023 г., размещенное в интернете (11 октября 2023г.); участие сенатора от Челябинской области М.Н. Павловой в мероприятиях Международного форума «Армия-2023» (14-20 августа 2023г.) и ожидаемая Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Цифровое общество: социологическое измерение настоящего и будущего», организуемая Российским обществом социологов – РОС (2-3 ноября 2023г., г. Москва).

В интервью А.И. Бастрыкина отмечен кратный рост преступлений среди мигрантов с период с 2021 по 2022 г., неприятие мигрантами существующей власти на местах пребывания,

их нежелание и неспособность адаптироваться к российскому менталитету; предложено использовать ДНК-тестирование мигрантов как способ предупреждения роста ЧС и инструмент мониторинга миграционных потоков с целью их удержания в позитивном русле, благоприятном для развития экономики и безопасности страны.

Выступление М.Н. Павловой также посвящено вопросам ментальных конфликтов в российском обществе: сенатор рассматривает ментальную войну как проявление гибридной войны; которая в настоящее время ведется странами Запада против России; предлагает действовать на опережение и создать единую систему прогнозирования и предупреждения угроз гибридных войн, чтобы минимизировать их ущерб, как в мирное, так и военное время.

Планируемая конференция РОС включает в себя работу 16-ти секций, большинство из которых посвящены рискам гибридных войн; при этом особое внимание уделяется ментальным, когнитивным, информационным, эволюционным войнам. Таким образом, события осенних месяцев 2023 г. демонстрируют готовность общественного мнения к восприятию актуальной информации о современных угрозах гибридных войн, включая ЧС, триггерным механизмом которых являются неуправляемые миграционные потоки.

Актуальность темы по данным научных публикаций

Вопрос об управляемости потоками информации и событиями, которые следуют за принятием управленческих решений, детально проанализирован в ряде публикаций. В работе [23] показана необходимость совершенствования алгоритмов мониторинга пожарной безопасности. Исследование [5] демонстрирует возможность отказа исполнения в сложных системах при развитии ЧС и риск возникновения такого феномена, как отсутствие результативности полученной информации.

На наш взгляд, описанные выше два варианта отказа управления (отказ исполнения и неэффективность информации) приобретают особое значение при прогнозировании ЧС в случае, территория и/или целевая группа населения, относительно которых составляется прогноз, находятся под воздействием факторов гибридных войн, в состав которых входят угрозы ментальной, когнитивной, психологической, информационной и миграционной агрессии.

Алгоритмам реализации угроз ментальной, когнитивной, психологической, информационной войны в современном цифровом мире посвящены работы, представленные в базе РИНЦ [1, 6-8, 10, 16, 22].

Мишенью перечисленных типов войн является деструкция индивидуального, группового и общественного сознания населения целевой

территории. Основными проявлениями воздействия факторов ментальных и когнитивных войн являются такие эффекты, как: блокада волевых качеств человека, его способности принимать решения в быту и в профессии, особенности при условии наличия альтернатив, снижение способности к анализу, синтезу получаемой информации и составлению прогноза развития событий, планирования личных и коллективных действий; разрушение навыков распознавания созидательного и деструктивного поведения людей на основе алгоритма «свой – чужой» и др.

Многое из перечисленного, особенно нарушение поведенческих стереотипов, основанных на принципе «свой – чужой», лежит в основе агрессивного межэтнического и межконфессионального поведения и, по нашему мнению, может быть синергетически усилено активными миграционными потоками.

Однако, до сих пор формализация этих зависимостей не стала предметом научных исследований. Вместе с тем, в литературе содержатся указания на то, что устойчивость к разрушению поведенческих архетипов не одинакова у разных сообществ людей и характеризуется определенной географической, исторической, социальной, национальной и религиозной вариативностью [2, 11-13].

Известно также, что распределение миграционных потоков и их социально-экономических последствий по территориям Российской Федерации представляет собой неоднородный процесс, обладающий многими региональными и хронологическими особенностями [9, 17-19].

В частности, наши предыдущие исследования, показали, что ЗАТО системы Росатома отличаются скоростью своих демографических процессов, включая миграционные потоки, от открытых наукоградов России, и что в этих процессах могут возникать критические моменты, когда сочетание двух разнонаправленных вектора миграции (приток мигрантов в ЗАТО при одновременном оттоке коренных жителей из города) сопровождается увеличением количества пожаров в населенном пункте [20, 3].

Объединяя сказанное, можно заключить, что в научно-исследовательских работах поведенческая основа устойчивости населения к риску возникновения ЧС в условиях гибридных войн, включая миграционное поведение пришлого и коренного населения, успешно формализуются путем применения инфографики и картографирования. Следует, однако, заметить, что в документах официальной статистики Росстата и МЧС России данные методологические подходы используются недостаточно слаженно и согласовано.

Отражение актуальности проблемы в официальных статистических документах

В статистических материалах, представленных Росстатом в интернете по вопросам демографии [14], региональные особенности миграционного поведения жителей Российской Федерации рассматриваются в разрезе возрастных когорт, пола, проживания в сельской и городской местности, федеральных округов, субъектов федерации, постоянного и пришлого населения без описания корреляционных связей между типами этого поведения и показателями безопасности территорий (числом, видом, тяжестью ЧС).

В Государственном докладе МЧС России «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году» [4], типирование территорий и их картографическое представление осуществляется на основе таких критериев, как: значения индивидуального риска техногенных, природных, биосоциальных ЧС и пожаров; вероятность ЧС, связанных с обрушением элементов зданий и сооружений, транспортных коммуникаций; вероятность ЧС, вызванных затрудненным движением на автодорогах в определенные сезоны года; вероятность ЧС в связи с возможными авариями на железнодорожных и трубопроводных магистралях; риски нештатных ситуаций при пуске ракет космического назначения. Как следует из перечня, в цитируемом докладе факторы риска ЧС, связанные с агрессивным миграционным поведением жителей Российской Федерации, не учитываются, ни в отчете за 2022 г., ни в прогнозе на 2023 г.

Основываясь на изложенных выше соображениях, мы сочли целесообразным сопоставить информацию, содержащуюся в статистических документах Росстата и МЧС России, на предмет выявления региональных особенностей характера связей между показателями миграции и индикаторами безопасности территорий.

Дизайн исследования. Цель работы — установить характер связи между миграцией и безопасностью территорий в масштабе федеральных округов.

Для формирования массива данных настоящего исследования осуществлена выкопировка эмпирических данных из публикаций, приведенных в открытой печати для широкого пользования в системе интернет [4, 14, 24].

Задачи исследования: выяснить наличие и вид связей между характеристиками миграционных потоков и индикаторами безопасности населения территорий. Из характеристик миграции как сложного и многогранного процесса выбраны два параметра: общий миграционный приток в территорию и приток трудовых мигрантов в территорию. Характеристика миграционных потоков по территории Российской Федерации осуществлена в двух вариантах: абсолютных и относительных показателей. Абсолютные показатели использованы для описания общих миграционных притоков в территории за 2022 г., относительные — для описания динамики прироста потоков трудовых мигрантов в территориях на протяжении двух лет, 20022 г. по сравнению с 2021 г.

В качестве индикаторов безопасности территорий из Государственного доклада МЧС России за 2022 г. в аналитическую разработку в масштабах федеральных округов были включены

следующие показатели: количество ЧС в территории; число техногенных ЧС; материальный ущерб от ЧС; число погибших при ЧС.

Информация из выше названных источников суммирована в таблице формата Excel. При вторичной обработке полученного статистического материала с помощью программы Excel построены гистограммы федеральных округов и осуществлена математическая формализация различий округов по показателям миграции, количеству и тяжести ЧС в 2022 г. Различия между федеральными округами по указанным показателям мониторинга безопасности формализованы с применением опции «математические формулы», характер взаимосвязей между показателями миграции и параметрами ЧС в территориях исследован с применением корреляционного анализа. По результатам вторичного статистического анализа осуществлено ранжирование федеральных округов с помощью методики определения коэффициента ближайших соседей и обозначены территории с максимальной и минимальной предрасположенностью в настоящий момент к угрозам применения технологий ментальных, когнитивных и миграционных войн.

Выкопировка статистических данных из цитируемых приведена в таблице 1.

Табл.1. Параметры безопасности населения и территорий Российской Федерации в масштабах федеральных округов по итогу 2022 г.

Анализируемые показатели		Федеральные округа							
		ЦФО	СЗФО	СКФО	ЮФО	ПФО	УФО	СФО	ДВФО
Параметры миграции	Общий миграционный прирост/убыль, тыс. чел	79,3	13,9	-3,7	1,6	-6,1	-6,0	-18,0	-11,4
	Прирост трудовых мигрантов, в % к 2021 г.	21,4	28,4	46,9	20,2	25,0	30,7	26,6	20,5
Характеристика ЧС в территории	Количество ЧС	59	10	15	57	33	9	26	33
	Число техногенных ЧС	38	10	6	43	21	5	20	21
	Материальный ущерб, млн руб.	630,9	12,9	68,8	138,4	431,2	333,0	313,2	5899,9
	Число погибших, чел.	30	5	21	34	34	14	16	45

Источники: [4, 14, 24]. Составлено авторами

Анализ вариабельности федеральных округов по показателям интенсивности миграции и значениям безопасности обнаружил существенные различия территорий (рис. 1-3). Различия федеральных округов по указанным показателям описываются логарифмическими зависимостями с высокими значениями достоверности аппроксимации (0,93 по показателю прироста трудовой миграции; 0,92 по количеству ЧС в территории в 2022 г. и 0,84 по показателю общего миграционного прироста).

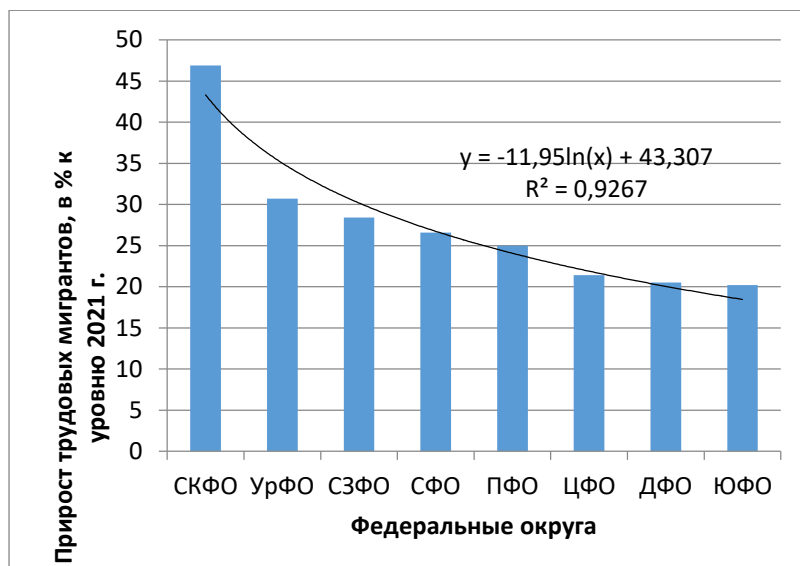


Рис.1. Различия федеральных округов по приросту трудовых мигрантов в 2022 г.
Источник [24]. Составлено авторами

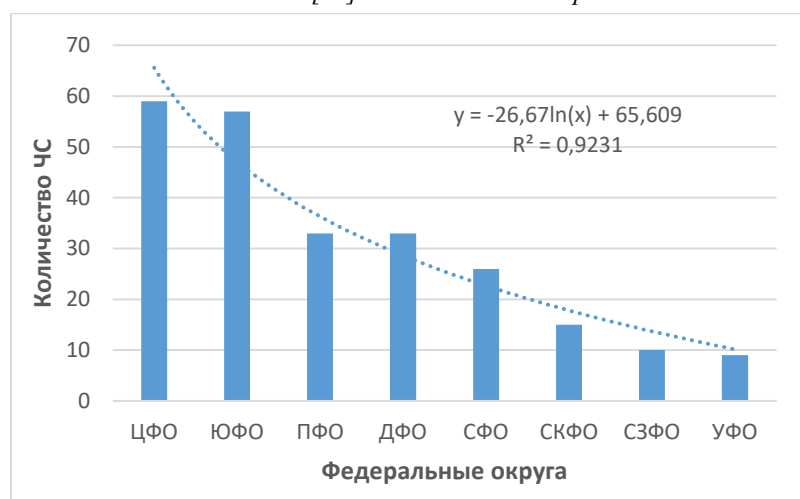


Рис.2. Различия федеральных округов по числу ЧС в 2022 г.
Источник [4]. Составлено авторами

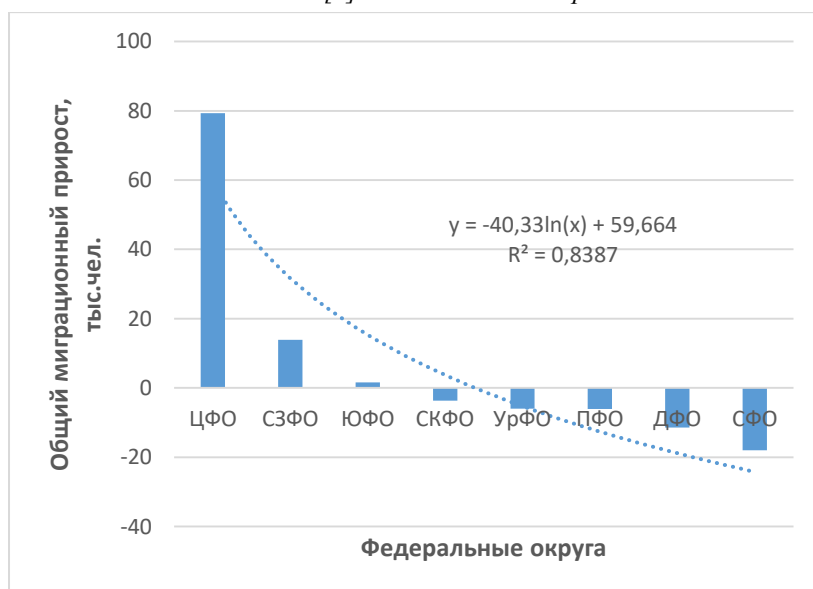


Рис.3. Различия федеральных округов по общему миграционному приросту, 2022 г.
Источник [14]. Составлено авторами.

Убедившись, что федеральные округа значительно отличаются друг от друга по показателям миграции и индикаторам безопасности, в частности, по количеству ЧС за год, мы перешли к детальному анализу характера взаимосвязей между двумя блоками массива данных в масштабах всей территории РФ. Был проведен корреляционный анализ между показателями миграции и индикаторами безопасности, полученными из источников [4, 14, 24]. Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 2.

Табл.2. Значения коэффициентов корреляции между анализируемыми показателями

Анализируемые показатели		Показатели миграции	
		Прирост трудовых мигрантов	Общий миграционный прирост/убыль
Показатели безопасности	Общее количество ЧС	-0,65	0,49
	Количество техногенных ЧС	-0,72	0,46
	Материальный ущерб от ЧС	0,06	-0,26
	Количество погибших при ЧС	-0,48	-0,09

Составлено авторами.

В соответствии с данными табл.2, значимых связей между величинами материального ущерба от ЧС и миграционным потоками (как общим, так и трудовых мигрантов) в настоящем исследовании не установлено: коэффициенты корреляции для указанных зависимостей равнялись соответственно -0,26 и 0,06.

Вместе с тем, результаты, приведенные в табл.2, свидетельствуют о наличии сильной отрицательной связи между количеством техногенных ЧС и приростом трудовых мигрантов (-0,72). На наш взгляд, это означает, что поток трудовых мигрантов направлен преимущественно в те территории, которые являются благополучными с точки зрения социально-экономического и научно-технического развития. Коэффициент корреляции между общим числом ЧС и приростом трудовых мигрантов приближается к указанным значениям и также носит отрицательный характер (-0,65), что, на наш взгляд, подтверждает выявленную зависимость поиска трудовыми мигрантами безопасных территорий для приложения своих трудовых ресурсов как источника получения доходов. Эту же закономерность, но с меньшей силой связи подтверждает корреляция между приростом трудовых мигрантов и числом погибших при ЧС (-0,48).

Иная ситуация выявлена в процессе поиска зависимостей между общим потоком мигрантов и индикаторами безопасности территории. средней силы положительная корреляционная зависимость обнаружена между общим притоком мигрантов и общим количеством ЧС (0,49), а также между общим притоком мигрантов и количеством техногенных ЧС (0,46). Исходя из полученных данных, можно предположить, что именно общий поток мигрантов, менее организованный, контролируемый и управляемый, чем поток трудовых мигрантов, является индикатором нестабильности процесса безопасности в территории. Продолжая логику рассуждений настоящей статьи, можно сделать заключение, что именно общие потоки миграции в условиях ведения гибридных войн могут стать основой (объективной и субъективной) для ментальной, когнитивной и эволюционной агрессии. Если принять данную точку зрения, то индикатором предрасположенности территории к угрозам ментальной, когнитивной и эволюционной агрессии можно рассматривать сочетание высоких значений двух из шести анализируемых показателей: общего миграционного прироста и общего количества ЧС в территории. Названной формулировке соответствует Центральный федеральный округ. В нем в 2022 г. согласно статистическим отчетам Росстата и МЧС России зафиксированы максимальные по стране значения общего миграционного прироста и общего количества ЧС.

Оставшиеся семь федеральных округов по сравнению с Центральным федеральным округом как эталоном разделились на две группы в зависимости от значений общего миграционного прироста. В одной группе зарегистрирован положительного миграционный прирост, в другой – отрицательный. Первую группу в порядке уменьшения величины общего миграционного прироста составили Северо-Западный и Южный федеральные округа. Вторую группу по мере увеличения убыли общего миграционного прироста сформировали Северо-

Кавказский, Уральский, Приволжский, Дальневосточный и Сибирский федеральные округа. Учитывая наличие положительной корреляционной связи между количеством ЧС в территории и общим миграционным приростом, можно предположить, что приток мигрантов в регионы будет фактором риска возникновения ЧС именно в первой группе федеральных округов.

Региональный подход к мониторингу безопасности территории, оценке ее текущего состояния и прогнозированию потенциального ущерба при изменении социально-экономических условий жизнедеятельности населения региона применяется достаточно давно и успешно. Так в данных исследований сибирских авторов еще в 1989 г. [25] была установлена неоднородность населения по качеству человеческого капитала и показана неизбежность экстраполяции этой неоднородности на будущую экономическую безопасность территории. В настоящее время, в ситуации риска ведения гибридных войн, нацеленных на снижение ментальные, когнитивные и эволюционные качества целевых групп населения, продолжение указанных исследований является актуальным и имеет практико-ориентированное значение.

Публикации последующих лет, выполненные по результатам анализа статистических данных Уральского региона [15], продемонстрировали факт уменьшения числа пожаров в территории в связи с ростом благосостояния ее жителей и увеличения, в случае роста употребления дешевых крепких спиртных напитков.

Наше предыдущее исследование, проведенное на примере демографических процессов в Силиконовой долине за период с 1997 г. по 2019 г., обнаружило, что в зависимости от этапа развития информационных технологий в регионе направленность и величина миграционных потоков в территории значительно трансформируются [21]. Открытость территории для мигрантов на этапе становления нового сектора экономики сменяется ее закрытостью для пришлового населения.

Материалы, представленные в настоящей статье, развивают тему взаимосвязи миграции с оценкой и прогнозом состояния комплексной безопасности территории, анализируют указанную проблему в междисциплинарной плоскости, фиксируя взаимосвязь между гуманитарной и технической составляющей развития территории.

В настоящем исследовании выявлен новый аспект региональной безопасности: связь количества ЧС в территории с миграцией. Установлено, что характер взаимосвязи миграционных потоков с уровнем безопасности территории варьирует в зависимости от вида миграции. В масштабах федеральных округов увеличение количества общих и техногенных ЧС фиксируется на фоне роста общего миграционного потока и связано сильной отрицательной связью с величиной потока трудовых мигрантов. Таким образом, прирост общего миграционного потока может являться индикатором снижения уровня комплексной безопасности территории, а прирост трудовых мигрантов, наоборот, – индикатором ее благополучия.

На основе установленных взаимосвязей выделен Центральный федеральный округ, который интерпретирован как эталон для оценки состояния комплексной безопасности других территорий.

Таким образом, цель исследования достигнута, задачи исследования выполнены. Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы на практике для мониторинга риска дестабилизации безопасности территории в условиях применения против нее технологий гибридных войн, в частности связанных с человеческим фактором и миграционным поведением пришлового населения.

Список литературы

1. Алексеев, А. П. Цифровизация и когнитивные войны / А. П. Алексеев, И. Ю. Алексеева // Философия и общество. – 2021. – № 4(101). – С. 39-51. – DOI 10.30884/jfio/2021.04.02. – EDN NAVIII.
2. Борзова, Е. П. Ментальные войны как новый вызов современному миру / Е. П. Борзова, А. А. Ковалев // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – 2022. – № 4(36). – С. 70-76. – DOI 10.24151/2409-1073-2022-4-70-76. – EDN DYKJCP.

3. Валиуллин В.Ф., Талалаева Г.В. Прогнозирование динамики городских пожаров на основе анализа демографических показателей // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: сб. материалов XVII международной научно-практической конференции молодых ученых.: В 2-х томах. Т. 1. – Минск : УТЗ, 2023. – С. 82-84. URL: https://ucp.by/upload/fpnk/konferentsii/arkhiv-konferentsiy/OBJD%202023/Сборник%20OBJD%20т.1_гот.pdf (дата обращения 11.10.2023).
4. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году» URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2023-05-319/f632a8be1f2ec57b78712234d5cfc06b.pdf> (дата обращения 11.10.2023).
5. Графоаналитическое представление информационных потоков при оценке информационной нагрузки организации / А. В. Калач, Н. В. Мартинович, А. Н. Батуро [и др.] // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2021. – № 2. – С. 36-43. – EDN SREEPB.
6. Григорьев, В. Р. Когнитивные воздействия как инструментарий ведения гибридной войны против России / В. Р. Григорьев, В. И. Ковалев // Информационные войны. – 2021. – № 4(60). – С. 77-87. – EDN BOGVYF.
7. Думнова, Э. М. Когнитивные войны в контексте осмысления национальной безопасности / Э. М. Думнова // Сборник научных трудов. Том Часть 1. – Новосибирск: Новосибирский военный институт имени генерала армии И.К. Яковлева войск национальной гвардии Российской Федерации, 2018. – С. 209-213. – EDN HIVTSU.
8. Куликов, А.А. Информационные и когнитивные войны 21 века. Психологическая составляющая / А.А. Куликов // Синергия Наук. – 2023. – № 79. – С. 223-232. – EDN FCICLY.
9. Лифшиц, М.Л. Миграционный прирост населения в России: факторы, перспективы, выводы для миграционной политики / М.Л. Лифшиц // Прикладная эконометрика. – 2010. – № 2(18). – С. 32-52. – EDN MLZSHL.
10. Медушевский, А.Н. Когнитивная война: социальный контроль, управление сознанием и инструмент глобального доминирования (часть 1) / А.Н. Медушевский // Вопросы теоретической экономики. – 2023. – № 2(19). – С. 85-98. – DOI 10.52342/2587-7666VTE_2023_2_85_98. – EDN RBPICM.
11. Миронова, Н.Г. О проблеме обеспечения когнитивной безопасности / Н.Г. Миронова // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2021. – № 1(157). – С. 119-125. – DOI 10.34773/EU.2021.1.24. – EDN HKUXXC.
12. Музяков, С.И. Современные войны в условиях углубляющегося информационного и цифрового неравенства / С.И. Музяков // Научно-информационный журнал Армия и общество. – 2018. – № 1(50). – С. 23-30. – EDN YXGBPN.
13. Никитин, Ю.А. Ментальные войны XX-XXI вв.: терминология, основные стратегии, практика применения / Ю.А. Никитин, Е.А. Поправко // Вестник адъюнкта. – 2021. – № 3(13). – EDN ZCORHT.
14. Общие итоги миграции населения Российской Федерации. 23320000100030200001 Миграционный прирост населения по полу, возрасту и потокам передвижения. URL: <https://showdata.gks.ru/report/278004/> (дата обращения 11.10.2023).
15. Определение параметров социально-экономического развития Свердловской области, влияющих на пожарную безопасность региона / И.А. Кайбичев, Е.Н. Тужиков, А.С. Перевалов [и др.] // Техносферная безопасность. – 2019. – № 4(25). – С. 82-91. – EDN VSVMDF.
16. Панцеров, К.А. Ментальные войны с применением технологий искусственного интеллекта: вызовы и угрозы для России / К.А. Панцеров // Вестник Академии военных наук. – 2021. – № 3(76). – С. 15-21. – EDN ESRDKY.
17. Рыбаковский, Л.Л. Демографическое будущее России: прогнозы и реальность / Л.Л. Рыбаковский // Народонаселение. – 2023. – Т. 26, № 3. – С. 4-15. – DOI 10.19181/population.2023.26.3.1. – EDN ILGXMB.
18. Рыбаковский, Л.Л. Депопуляция в России: итоги за 1992-2022 гг., компоненты, компенсация миграцией на региональном уровне / Л.Л. Рыбаковский, О.Л. Рыбаковский //

Социально-трудовые исследования. – 2023. – № 2(51). – С. 16-26. – DOI 10.34022/2658-3712-2023-51-2-16-26. – EDN GZOCNT.

19. Рыбаковский, Л. Л. Миграционная компонента и её вклад в демографическое развитие современной России / Л. Л. Рыбаковский // Уровень жизни населения регионов России. – 2023. – Т. 19, № 3. – С. 327-337. – DOI 10.52180/1999-9836_2023_19_3_2_327_337. – EDN EIOOWG.

20. Талалаева, Г.В. Демографическое благополучие городов высокой инновационной активности: ЗАТО Росатома и наукоградов / Г.В. Талалаева // IV Всероссийский демографический форум с международным участием: Сборник тезисов форума, Москва, 02–03 декабря 2022 года / Отв. редактор Т.К. Ростовская. – Москва: Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской академии наук, 2022. – С. 54-56. – EDN SVZUBB.

21. Талалаева, Г.В. Ретроспективные аспекты социально-экономической и демографической эволюции региона с развитой IT-инфраструктурой / Г.В. Талалаева, А.А. Фанн // Стратегии развития общества и социальная работа: Пятая всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, Ростов-на-Дону, 10–13 октября 2022 года. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2023. – С. 91-95. – EDN OYTJPK.

22. Тонконогов, А.В. Ментальные войны в условиях современного геостратегического соперничества / А.В. Тонконогов // Образование. Наука. Научные кадры. – 2023. – № 3. – С. 72-75. – DOI 10.56539/20733305_2023_3_72. – EDN XFDREZ.

23. Управление пожарной обстановкой на основе риск-ориентированного подхода / А.Н. Батуро, В.В. Ничепорчук, С.Ю. Бутузов, С.А. Гилек // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2023. – № 1(28). – С. 67-80. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.29.76.003. – EDN FTDUFG.

24. Федеральные округа сравнили по числу трудовых мигрантов. URL: <https://ur74.ru/articles/news/147605/> (дата обращения 11.10.2023).

25. Экономическая социология и перестройка / Общ. ред. Т.И. Заславской и Р.В. Рывкиной. – М. Прогресс, 1989. – 232 с.

Мониторинг и предотвращение аварийных пожароопасных режимов работы электросети

Горбунов Александр Сергеевич

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Аварийные пожароопасные режимы работы электросети являются одной из самых частых причин пожаров. Также данная причина пожара происходит вовремя, когда человек отсутствует в помещении или здании, что позволяет пожару распространиться на большие площади и причинить больший материальный ущерб. В ночное время также происходят пожары по данной причине, что способствует увеличению количества травм и смертей от пожара. Постоянный мониторинг пожароопасных режимов работы электросети позволяет предотвратить возникновение пожара или уменьшить его последствия. Современные средства предотвращения пожара от аварийных пожароопасных режимов работы электросети не в полной мере обеспечивают защиту от возникновения пожара, что подтверждается статистикой пожаров за последние годы. От коротких замыканий и перегрузок существует множество типов и видов защиты. Данные средства достаточно хорошо зарекомендовали себя при правильном их выборе и надлежащем обслуживании, что позволяет минимизировать возможность возникновения пожаров от данных аварийных пожароопасных режимов работы. Однако они не обеспечивают защиту от больших переходных сопротивлений (плохой контакт). В данной статье предложена система мониторинга и предотвращения аварийных режимов работы электросети, которая позволяет повысить пожарную безопасность электрических сетей.

Ключевые слова: плохой контакт, мониторинг электросетей, аварийный режим работы

В соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», под профилактикой пожаров понимаются превентивные мероприятия, направленные на предотвращение возможности возникновения пожаров, а также уменьшение или ограничение их последствий.

Система профилактики пожаров для электрооборудования состоит из регулярных наблюдений и контроля за эксплуатируемым электрооборудованием, что позволяет определить какие происходят в нем процессы (мониторинг), а также дать возможность прогнозировать аварийные пожароопасные процессы, и своевременно произвести предотвращение пожара. Данные наблюдения позволяют предотвратить пожары на предприятиях, жилых зданиях и на объектах с массовым пребыванием людей.

Согласно статистики пожаров [1], электротехническая причина является второй причиной по количеству пожаров, происходящих за последние три года, а если учитывать более ранние периоды, когда был иной порядок учета пожара, то данная причина на лидирующем месте. Исходя из этого, пожарная безопасность зданий и помещений различного назначения определяется состоянием электрооборудования и электроустановок, которые эксплуатируются на данных объектах.

Таким образом одним из основных направлений в обеспечении пожарной безопасности эксплуатируемого электрооборудования заключается в мониторинге и контроле вероятности возникновения пожара от электроустановок или отдельных электрических цепей и изделий [2].

Особое внимание необходимо обращать на контактные соединения в электросетях. Процессы окисления электроконтактов и возникновение дефектов (изломов, кратеров, и др.) непрерывен. Наиболее часто обслуживающий персонал определяет и обнаруживает данные

следы пожароопасного аварийного режима работы только по характерному запаху или обугленной электроизоляции, что является уже пожароопасной обстановкой.

В настоящее время существуют технические средства, позволяющие обеспечить пожарную безопасность и предотвратить аварийные пожароопасные режимы работы электросети. Однако данные технические средства имеют ряд недостатков.

Возможность обнаружения аварийных режимов работы электросети в виде коротких замыканий и токовых перегрузок в большинстве случаев позволяют предотвратить возникновение пожара. С данной задачей эффективно справляются аппараты защиты в виде плавких предохранителей, автоматических выключателей и тепловых реле. Проблему обнаружения аварийного режима работы составляют большие переходные сопротивления (плохой контакт). Данное обстоятельство состоит в том, что протекающий по сети ток практически не изменяется по величине, то и аппараты защиты в виде автоматических выключателей никак на него не реагируют. Таким образом выявление аварийного пожароопасного режима работы в виде «плохого контакта» является проблематичным [3].

Таким образом, проблема обеспечения пожарной безопасности в части контроля и предотвращения больших переходных сопротивлений в электроустановочных изделиях и электросети является актуальной.

Существующие системы предотвращения пожара либо не способны обнаружить плохой контакт или имеют ряд ограничений и недостатков. Основным способом обнаружения БПС является контроль термосистемой. Существующие на сегодняшний день системы основаны либо на выделении газа от термонаклеек, либо контроль температуры с помощью телевизионных систем инфракрасного излучения или термопар.

Целью исследования являлось повышения пожарной безопасности электросетей путем разработки системы мониторинга и предотвращения аварийных пожароопасных режимов работы.

Для выполнения цели необходимо решить ряд задач:

1. Провести моделирование больших переходных сопротивлений в контактных парах;
2. Разработать автоматический метод обнаружения больших переходных сопротивлений в электросети;
3. Разработать схему реализации системы мониторинга и предотвращения аварийных пожароопасных режимов работы в электросети.

Для выполнения задач и цели были выбраны объекты исследования в виде электрических розеток (рисунок 1), так как в основу любой электросети кроме электропроводников должны быть включены системы подключения для энергопотребителей.



Рис.1. Виды электрических розеток с лицевой стороны и внутреннее устройство

В процессе решения второй первой задачи была собрана лабораторная установка (рис.2), состоящая из контактных пластин и штепсельной вилки с кабелем, подключенным к электросети 220 В, энергопотребителем в виде двухконфорочной электроплиты мощностью

2 кВт и регистратором температур в виде тепловизора *Testo 890-2*. Моделирование больших переходных сопротивлений осуществлялось вручную путем изменения зазора контакта между штепсельной вилки электроприбора и контактной пластины.



Рис.2. Лабораторная установка для исследования

В процессе исследования проводилась фиксация температур на поверхности контактной пластины.

Для реализации второй и третьей задачи были выбраны следующие материалы и приборы регистрации:

1. Термоиндикаторные наклейки (рис.3);
2. Датчик цвета *TCS3472* (рис.4);
3. Микроконтроллер *Arduino*.



Рис.3. Термоиндикаторные наклейки

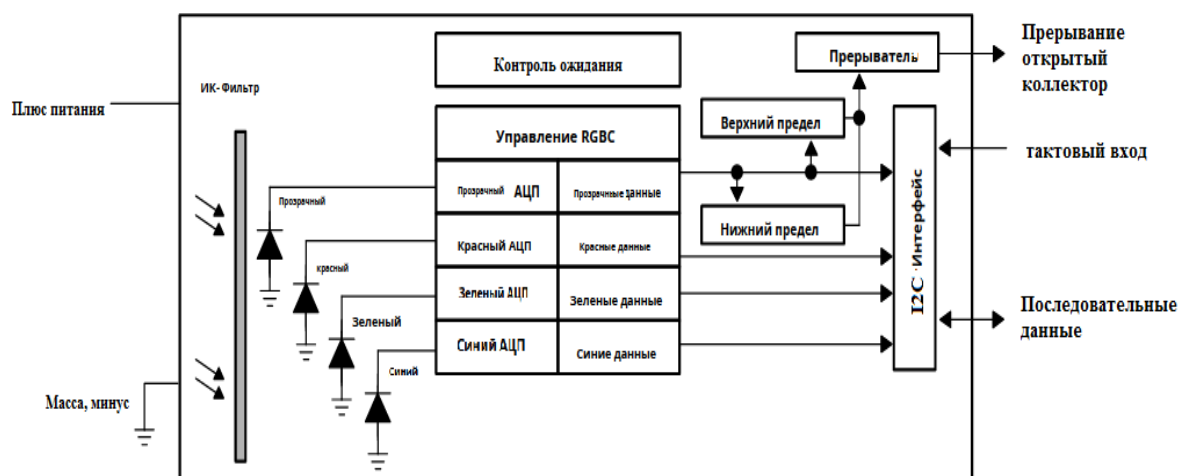


Рис.4. Функциональная блок схема датчика *TCS3472*

Таким образом, после фиксации температур была обоснована и выбрана термоиндикаторная наклейка (90 градусов Цельсия), а также определена возможность регистрации изменения цвета цветовым датчиком. На основе этого была разработана схема реализации системы мониторинга и предотвращения аварийных пожароопасных режимов работы в электросети

По результатам первой задачи проведено моделирование аварийного пожароопасного режима работы электросети в виде больших переходных сопротивлений (рисунок 5). Были зафиксированы максимальные температуры нагрева 150 °С. На основе этого был сделан вывод о возможности возникновения горения при условии накопления тепла и наличии горючих материалов. Также произведен выбор предела обнаружения аварийного режима работы в виде плохого контакта, который соответствует 90 °С, выбранный на основе нормативных документов и пожароопасности веществ и материалов.



Рис.5. Нагрев контактной пластины

По результатам решения второй задачи был разработан автоматический метод обнаружения больших переходных сопротивлений в электросети основанный на фиксации изменения цветовых характеристик термоиндикаторной наклейки при нагреве до выбранного температурного предела (рисунок 6) с помощью датчика цвета [4].



Рис.6. Реакция наклейки на нагрев контактной пластины до 90 °С

По результатам решения третьей задачи разработана схема реализации системы мониторинга и предотвращения аварийных пожароопасных режимов работы в электросети, состоящая из термоиндикаторной наклейки, датчика цвета, микроконтроллера и исполнительного устройства в виде автоматического выключателя или системы пожарной автоматики.

Схема системы мониторинга и предотвращения аварийных пожароопасных режимов работы в электросети представлена на рис.7.

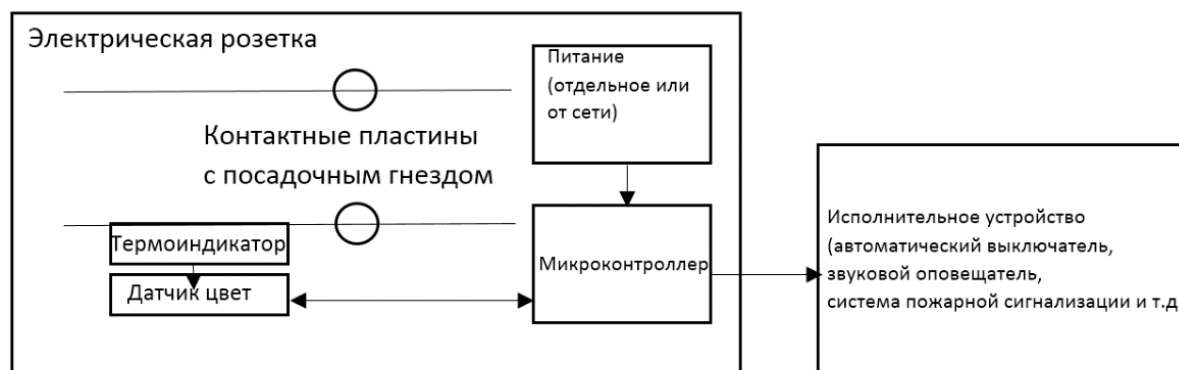


Рис. 7. Схема системы мониторинга и предотвращения аварийных пожароопасных режимов работы в электросети

Таким образом, разработанная схема позволяет производить постоянный контроль за нагревом контактных соединений и предотвращать возникновения аварийного пожароопасного режима работы электросети в виде больших переходных сопротивлений, а также с помощью автоматических выключателей или других стандартных устройств защиты контролировать другие аварийные пожароопасные режимы работы электросети (короткие замыкания и перегрузки).

Данный метод и предложенная система имеют ряд преимуществ в сравнении с аналогами. Преимуществами в сравнении с аналогами данной системы и метода заключается в низкой стоимости, высокой чувствительности, в исключении ложных срабатываний, быстродействии. Малые размеры позволяют разместить микроконтроллер и датчик цвета в корпусе бытовых электрических розеток. Малое энергопотребление позволяет использовать как внешние источники питания, так и организовать питание через блок напряжения от электрической сети. С помощью микропроцессора возможно задать различные действия, такие как оповещение, отключение электроэнергии и другое при необходимости, в том числе взаимодействие с пожарной системой сигнализации. Наличие микропроцессора позволяет минимизировать ложные срабатывания, в связи с программированием на сработку только на определённый цвет термоиндикатора в системе RGB [4,5].

В статье, на основании выполненных исследований, решены задачи по разработке системы предотвращения пожаров от больших переходных сопротивлений, что позволит повысить пожарную безопасность электросети.

Главная технико-экономическая эффективность способа заключается в низкой стоимости, высокой чувствительности, в исключении ложных срабатываний, быстродействии.

Степень достоверности полученных результатов подтверждается сопоставимостью с результатами других авторов в том числе с международным опытом в работах [6-7].

На основании проведенного исследования перспективами дальнейшей разработки темы будут являться следующие направления: автоматизация и алгоритм работы в системах пожарной и производственной автоматики, разработка портативного устройства защиты, подключаемого к любой электрической розетке.

Список литературы

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.
2. Методические рекомендации по организации профилактики пожаров от электрооборудования в жилых и общественных зданиях с применением технических средств. – 2-е изд. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 80 с.
3. Харламенков А. С. Пожарная опасность больших переходных сопротивлений. От теории к практике. Часть 1 //Пожаровзрывобезопасность. – 2021. – Т. 30. – №. 6. – С. 108-113.

4. Горбунов А. С., Слепов А. Н., Пожаркова И. Н. Возможность применения оптического прибора для определения цвета в экспертизе пожаров //Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций. – 2021. – С. 616-619.
5. Горбунов А.С., Анфиногенов А.И. Разработка способа предупреждения возникновения пожаров от больших переходных сопротивлений в электрических розетках // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2023. № 3 (11). С.29-34.
6. Харламенков А.С. Пожарная опасность больших переходных сопротивлений. От теории к практике. Часть 2 //Пожаровзрывобезопасность. – 2022. – Т. 31. – №. 1. – С. 99-104.
7. Campbell R. Home Fires Caused by Electrical Failure or Malfunction: Supporting Tables / R. Campbell // National Fire Protection Association (NFPA) // NFPA Research. — 2021.

Моделирование образования взрывоопасных зон при аварии на газовом трубопроводе в открытом пространстве

Халикова Татьяна Николаевна

Академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье рассматриваются методы определения размера взрывоопасных зон при аварийной ситуации, связанной с утечкой горючего газа в открытое пространство. Установлено, что вычислительная гидрогазодинамика позволяет проводить моделирование образования взрывоопасных зон при аварии на газовом трубопроводе с учетом различных параметров – плотность газа, температура окружающей среды, скорость ветра, диаметр и давление газопровода, размеры отверстия утечки и т.д. Применение компьютерного моделирования в целях оценки размеров газового облака позволит не только прогнозировать геометрические параметры взрывоопасной зоны, но и планировать мероприятия противопожарной защиты.

Ключевые слова: авария, взрывоопасная зона, моделирование, газовое облако, утечка газа

В настоящее время на территории Российской Федерации активно осуществляется газификация и газоснабжение регионов, следовательно, возрастает количество объектов народного хозяйства и промышленности, имеющих риск возникновения аварийной ситуации, связанной с разгерметизацией технологического оборудования и утечкой горючего газа в открытое пространство.

Аварии, связанные с утечкой горючего газа в открытое пространство, могут приводить к чрезвычайным последствиям. По данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору с 2013 по 2019 гг. на объектах газораспределения и газопотребления произошло 110 аварий, из которых 34 – разрушения газопроводов или технических устройств со взрывом и (или) пожаром [8] (рис.1).



Рис.1. Количество аварий на объектах газораспределения и газопотребления с 2013 по 2019 гг. Источник: Составлено авторами.

Определение размеров взрывоопасных зон при аварии осуществляется в целях оценки пожарной опасности технологических процессов по различным нормативным методикам, которые обладают рядом ограничений [9].

Численное моделирование аварийных ситуаций на газовых трубопроводах позволяет оценить геометрические размеры взрывоопасной зоны и, как следствие, предусматривать

необходимые мероприятия противопожарной защиты, что является актуальной задачей с точки зрения пожарной безопасности и экологии.

Авария на газопроводе может произойти по различным причинам: в результате механических и коррозионных повреждений трубопровода, нарушения строительно-монтажных работ и т.д. При этом происходит утечка транспортируемого горючего газа в открытое пространство. В результате постепенного истечения газа из газопровода или мгновенного выброса газа (пара) из технологического оборудования формируются газовые облака, которые при определенных концентрациях горючего газа могут привести к крупному пожару или взрыву. Таким образом, формирование взрывоопасной зоны при аварии на газопроводе является серьезной угрозой для окружающей среды и населения близлежащих территорий (рис.2).



Рис.2. Последствия разрушения газопровода 27 ПАО «Мосэнерго»

Моделирование образования взрывоопасных зон при аварии газового трубопровода в открытом пространстве является важным элементом оценки и предотвращения возможных опасностей, связанных с утечкой газа.

Компьютерное моделирование основано на математических моделях, позволяющих рассчитать распределение и концентрацию горючих газов в окружающей среде после утечки. При моделировании учитываются различные параметры, которые могут повлиять на размеры взрывоопасной зоны. К ним относятся свойства горючего газа, скорость утечки, параметры газопровода и окружающей среды, а также могут задаваться различные препятствия на пути распространения газа.

Использование нормативных методов по определению размеров взрывоопасных зон позволяет оценить геометрические размеры (радиус и высоту) газового облака, возникшего в результате мгновенного выброса горючего газа, что не в полной мере отражает физическую картину протекания аварийной ситуации.

В целях определения максимальных размеров взрывоопасных зон при утечке горючего газа из трубопровода в открытое пространство возможно применение различных программных продуктов, позволяющих производить расчеты по распространению газа и формированию взрывоопасных зон. В рамках рассмотрения данной статьи было проведено моделирование утечки метана из газопровода в программном комплексе Ansys Fluent (рис. 3).

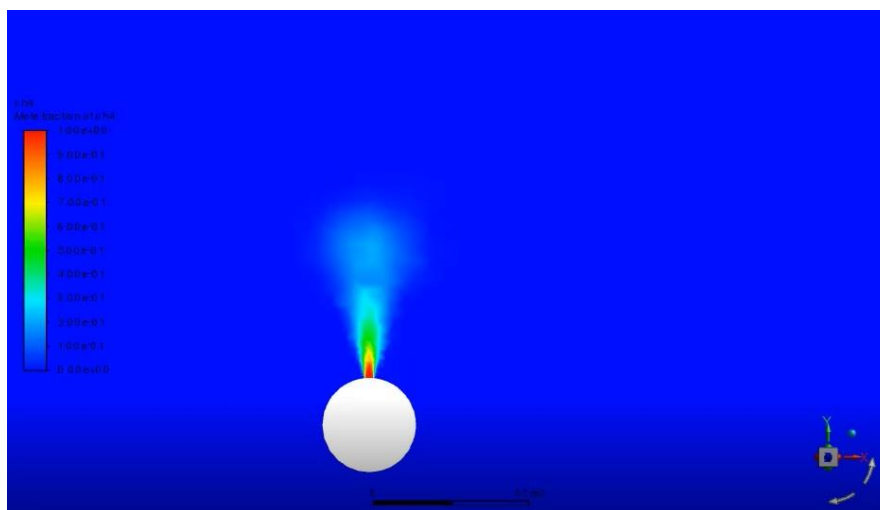


Рис.3. Моделирование утечки метана из газопровода.

Источник: Составлено авторами.

Моделированием распространения горючих газов в открытом пространстве занимались различные исследователи [1, 3-5]. Однако ранее не рассматривались вопросы применения компьютерного моделирования в целях определения взрывоопасных зон при аварийных ситуациях, связанных с утечкой горючего газа в открытое пространство, с точки зрения пожарной безопасности.

Одним из основных преимуществ моделирования является относительная низкая стоимость по сравнению с проведением натурных экспериментов и испытаний, результаты моделирования образования взрывоопасных зон при аварии могут быть использованы для внесения изменений в расчетные методики нормативных документов по пожарной безопасности.

Необходимо отметить, что моделирование имеет и свои ограничения. Так, точность получаемых результатов зависит от качества введения исходных данных, расчетной сетки и выбора математической модели. Поэтому для достижения максимальной достоверности результатов необходимо проводить верификацию математических моделей, используемых в программных комплексах.

Проведенный анализ нормативных методик [2, 6, 7] позволяет сделать вывод, что в настоящее время определение размеров взрывоопасных зон при аварии является недостаточно корректным.

Применение компьютерного моделирования при определении размеров взрывоопасных зон в случае аварийной ситуации на газопроводе является перспективным направлением в области промышленной и пожарной безопасности. Благодаря моделированию утечек горючего газа из газопровода в открытое пространство возможно не только определить размеры взрывоопасных зон, но и оценить потенциальные угрозы, разработать эффективные меры безопасности.

Список литературы

1. Анализ зон поражения аммиаком с использованием CFD и интегральной моделей. / Е.В. Старовойтова, А.Д. Галеев, Р.Р. Сафина, Е.Л. Киляков // В сборнике: Интенсификация теплообменных процессов, промышленная безопасность и экология. Материалы VI Всероссийской студенческой научно-технической конференции, Казань. – 2022. – С. 539-543.
2. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов.
3. Использование Fluent для прогнозирования последствий проливов сжиженного природного газа / Е.В. Старовойтова, А.Д. Галеев // В сборнике: инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2019 (МНТК «ИМТОМ - 2019»). Материалы X Международной научно-технической конференции, Казань. – 2019. – С. 467-471.

4. Моделирование рассеивания паровоздушного облака при истечении сжиженного природного газа (СПГ) в атмосферу / А.А. Шестакова, А.Д. Галеев, Е.В. Старовойтова, С.И. Поникаров, Л.Н. Мухамадиева // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 3. – С. 723-733.
5. Оценка доли горючего вещества во взрывоопасных пределах с помощью программы Ansys Fluent / Е.В. Старовойтова, А.Д. Галеев, С.А. Артемьев, С.И. Поникаров // Вестник Технологического университета. – 2017. – № 19. – С. 85-87.
6. Приказ МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
7. Приказ Ростехнадзора от 02 ноября 2022 г. № 385 «Об утверждении руководства по безопасности «Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ»».
8. Реестр аварий и несчастных случаев по данным информационного бюллетеня и сайта Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору – URL: <https://www.safety.ru/accidents/#/> (дата обращения: 20.10.2023).
9. Сравнительный анализ методик определения максимальных размеров взрывоопасных зон / Т.Н. Бобырева, М.А. Грохотов, А.А. Волошенко А. А., А.Н. Фещенко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предупреждение, ликвидация. – 2023. – № 3. – С. 25–31.

Моделирование построения и работы эргатической интегрированной системы безопасности

Калач Андрей Владимирович
доктор химических наук, профессор

Воронежский государственный технический университет

Соловьев Александр Семенович
Щербин Алексей Николаевич

Воронежский институт ФСИН России

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы моделирования интегрированной системы безопасности. Моделирование и построение такой системы ведется с позиций системного подхода. Показано, что оценка защищенности объекта осуществляется на основе модели определения общего уровня опасности, модели нарушителя и модели организационного построения системы безопасности. Зная требуемую защищенность объекта в зависимости от свойств самого объекта и характеристик нарушителя можно определить элементный состав и внутреннюю структуру системы безопасности, а, следовательно, и разрабатывать математическую модель всей системы охраны.

Ключевые слова: моделирование, безопасность, объект, интегрированная система

В современном мире остро стоит вопрос организации антитеррористической деятельности вообще и охраны критически важной для жизнедеятельности населения структуры, в частности. Атака на объекты топливного, энергетического комплексов или химического производства может привести к катастрофическим последствиям с массовой гибелью людей, экономическими потерями, длительным отрицательным воздействием на экологию. Создание на объекте интегрированной системы безопасности является необходимой и комплексной задачей, которая включает исследование доступности, определение категории опасности, выбор технических средств и организационных мер, оценку экономической целесообразности. Следует отметить, что исследования в области безопасности отвергают чисто технократический подход. Эффективное функционирование интегрированной системы безопасности невозможно без участия человека [1].

Для построения столь сложной комплексной системы предпочтительно использовать методы математического моделирования, что позволяет повысить надежность и снизить стоимость системы безопасности.

Моделирование систем обеспечения безопасности любого объекта начинается с анализа соотношения между свойствами самого объекта и видами возможных попыток нанесения ему ущерба, между системами охраны и способами их преодоления как изнутри, так и снаружи. Можно по-разному классифицировать объекты охраны, используя для этого различные критерии и характеристики, однако для объектов критической инфраструктуры и топливо-энергетического комплекса федеральным законом и постановлением правительства определены три категории опасности: менее важные, средней важности и важные. Соответственно – третья категория, вторая категория и первая категория [2,3].

Таким образом, современная интегрированная система безопасности представляет собой совокупность разнородных элементов охраны, которые связаны между собой сложным образом. Для моделирования, построения и обеспечения функционирования такой системы необходимо использовать системный подход, который будет учитывать взаимосвязи элементов, степень защищенности и уровень угроз. Применение системного подхода предполагает выполнение ряда

последовательных действий. Во-первых, необходимо оценить влияние внешних условий (климатических, географических, социальных) на безопасность объекта. Во-вторых, выбрать элементный состав системы охраны с учетом внешних условий. Определить внутреннюю структуру системы и задать внешние и внутренние связи и меры воздействия [4].

На основе полученных результатов создать модель системы безопасности объекта, проверить ее работоспособность, надежность и экономичность.

Оценка возможных внешних и внутренних воздействий обязательно должна учитывать возможные действия нарушителя, совершающего попытку пересечения средств ограждения (попытку проникновения) на объект. Для этого необходимо создать модель нарушителя.

Предполагаемая классификация нарушителей представлена на рис. 1.

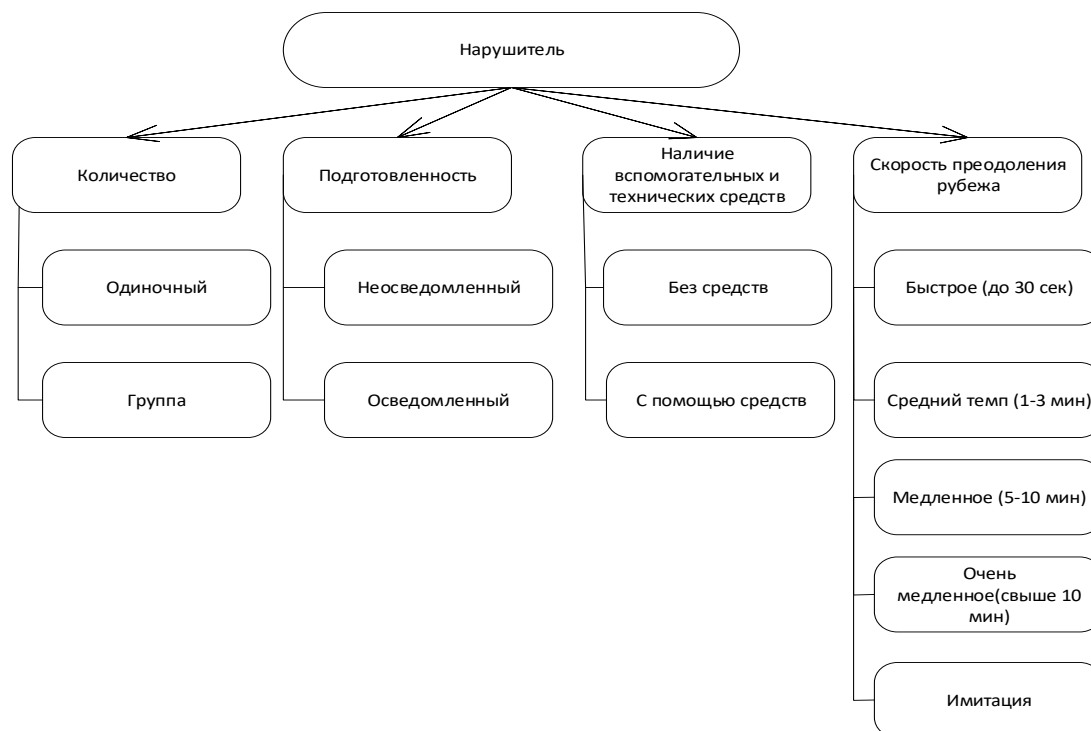


Рис.1. Классификация нарушителей

Заметим, что при проектировании сигнализации периметра подразумевается модель так называемого «нормального» одиночного неосведомленного нарушителя, который может иметь при себе обычные средства для преодоления СО, за определенный промежуток времени [5].

К числу опасных, с точки зрения пересечения СО, являются:

1. группа нарушителей, пересекают рубежи и создают поток тревог по периметру объекта;
2. нарушитель со специальными подручными средствами, преодолевает охраняемый рубеж без разрушения заграждения;
3. подготовленный нарушитель, выявляет тип СО, изучает соответствующую документацию, определяет способы преодоления охраняемого рубежа, преодолевает охраняемый рубеж с максимальной эффективностью;
4. очень медленное пересечение СО, возникающие полезные сигналы либо находятся за пределами диапазона регистрируемых частот, либо воспринимаются, как помеховые;
5. постепенное и осторожное разрушение полотна заграждения, для последующего проникновения сквозь повреждение.

Таким образом, современный комплекс охраны объекта представляет собой гармоничное сочетание квалифицированного технического персонала с грамотно используемыми современными техническими средствами.

Проведем декомпозицию интегральной системы безопасности охраняемого объекта с учетом присутствия персонала (Рис. 2). Первичный уровень предполагает разработку трех моделей, которые служат основой для оценки защищенности объекта охраны. Во-первых,

необходимо разработать модель определения уровня опасности на объекте. Во-вторых, создается модель нарушителя. В совокупности обе эти модели дают нам степень защищенности объекта, на основе которой вырабатываются данные, по оценке категории опасности объекта. Модель организации функционирования системы безопасности привносит в процесс моделирования человеческий фактор и делает систему эргатической. В совокупности все три модели позволяют оценить защищенность объекта, провести категорирование и сформировать общее заключение экспертизы.

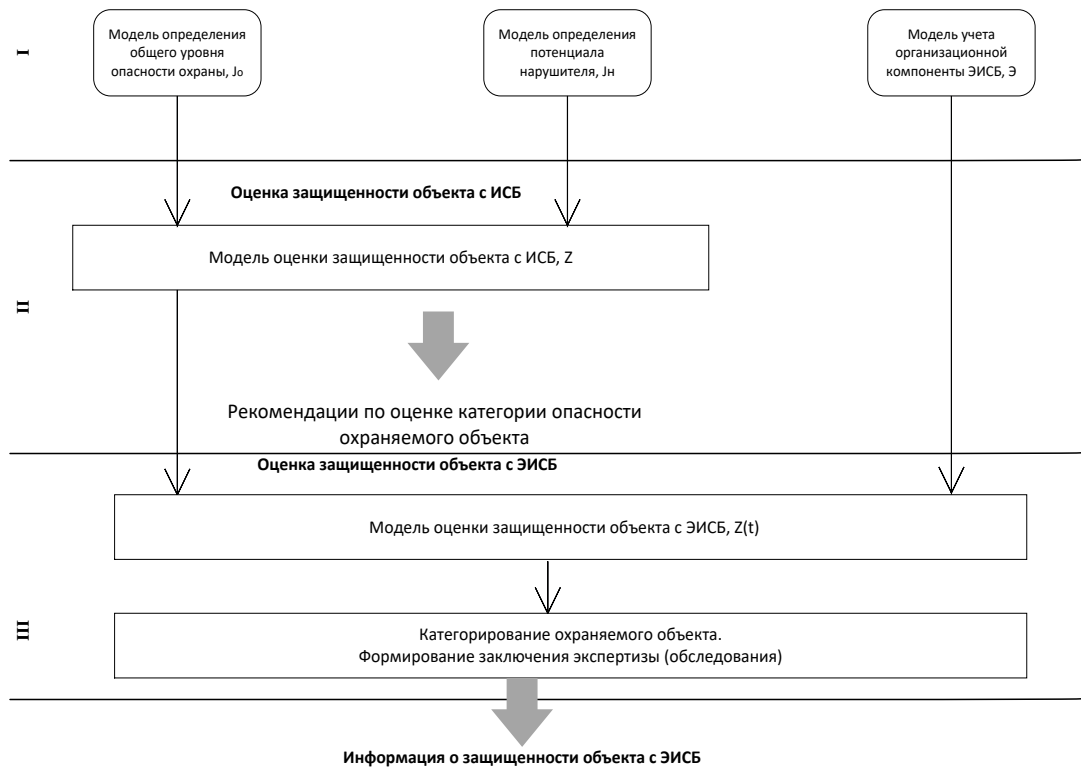


Рис.2. Структурная схема функционирования системы обеспечения защищенности охраняемого объекта

Переходя от качественных характеристик к количественным, следует учесть, что уровень опасности объекта неразрывно связан с уровнем подготовки нарушителя. В зависимости от этих двух моделей строится модель организации и управления персоналом, которая, в свою очередь, по-разному влияет на безопасность объектов различных категорий. Точно это учесть невозможно и поэтому необходимо использовать метод экспертной оценки. В конечном итоге получаем модель оценки защищенности объекта с эргатической интегрированной системой безопасности.

Введем следующие обозначения:

$R_{н.о.}$ – величина опасности незаконного преодоления рубежей охраны;

ΔR – снижение качества функционирования системы безопасности до все еще приемлемого уровня;

F_n – возможные события;

$P(F_n)$ – вероятность того или иного события;

$Z_{н.о.}$ – уровень защищенности охраняемого объекта.

При нормальном функционировании системы безопасности максимально вероятно равенство опасности объекта J_0 и потенциала нарушителя J_H (событие F_1). Противоположным событием (F_2) является неравенство этих потенциалов:

$$F_1: J_0 = J_H; F_2: J_0 \neq J_H$$

При этом вероятность равенства характеристик больше, чем вероятность их неравенства:

$$P(F_1) \geq P(F_2); \text{ при } J_o \in (0;1] \text{ и } J_H \in (0;1]$$

Следующее возможное событие F_3 и при этом маловероятное – попытка преодоления системы охраны крайне незначительного объекта абсолютно подготовленным нарушителем. Вероятность такого события близка к нулю.

$$F_3 : J_o \rightarrow 0; J_H = 1$$

$$P(F_3) \cong 0, \text{ при } J_o \in (0;1] \text{ и } J_H \in (0;1]$$

Также крайне маловероятно событие F_4 – когда абсолютно неподготовленный нарушитель пытается проникнуть на объект особой важности.

Такая ситуация описывается следующим образом:

$$F_4 : J_o = 1; J_H \rightarrow 0;$$

$$P(F_4) \cong 0, \text{ при } J_o \in (0;1] \text{ и } J_H \in (0;1].$$

С учетом представленной математической модели уровень опасности преодоления рубежей охраны $R_{H.O}$ запишем в виде:

$$R_{H.O} = \begin{cases} \frac{J_H}{J_o}, \text{ при } J_H \in (0;0,5], J_o \in (0;1], J_H \leq J_o; \\ \frac{J_o}{J_H}, \text{ при } J_H \in (0;1], J_o \in (0;0,5), J_H \geq J_o; \\ \frac{1-J_H}{1-J_o}, \text{ при } J_H \in (0,5;1], J_o \in (0;1), J_H \geq J_o; \\ \frac{1-J_o}{1-J_H}, \text{ при } J_H \in (0;1), J_o \in (0,5;1), J_H \leq J_o. \end{cases} \quad (1)$$

Степень защиты объекта охраны определяется соотношением между показателями опасности объекта и степенью подготовленности нарушителя, зависит от величины обратной снижению качества функционирования системы безопасности до все еще приемлемого уровня $(1-\Delta R)$ и может быть математически выражена следующим соотношением:

$$Z_{H.O.} = \begin{cases} \frac{J_o}{J_H} - \Delta R \leq 1, \text{ при } J_H \in (0;0,5], J_o \in (0;1], J_H \leq J_o; \\ (1-\Delta R) \square \frac{J_o}{J_H}, \text{ при } J_H \in (0;1], J_o \in (0;0,5), J_H \geq J_o; \\ (1-\Delta R) \square \frac{1-J_H}{1-J_o}, \text{ при } J_H \in (0,5;1), J_o \in (0;1), J_H \geq J_o; \\ \frac{1-J_H}{1-J_o} - \Delta R \leq 1, \text{ при } J_H \in (0;1), J_o \in (0,5;1), J_H \leq J_o. \end{cases} \quad (2)$$

По определению величина риска может быть вычислена по формуле:

$$R = P(A) \sqcup U \quad (3)$$

где $P(A)$ – вероятность незаконного преодоления системы охраны объекта, U – ущерб.

С другой стороны, используя величину защищенности объекта, рассчитать риск можно следующим образом:

$$R = (1 - Z_{H.O})U \quad (4)$$

Теория риска, анализа риска и управления рисками предполагает использование нескольких разновидностей риска.

Для моделирования функционирования системы безопасности представляют интерес понятия блокируемого риска, управляемого риска и остаточного риска (Рис. 3) [6].

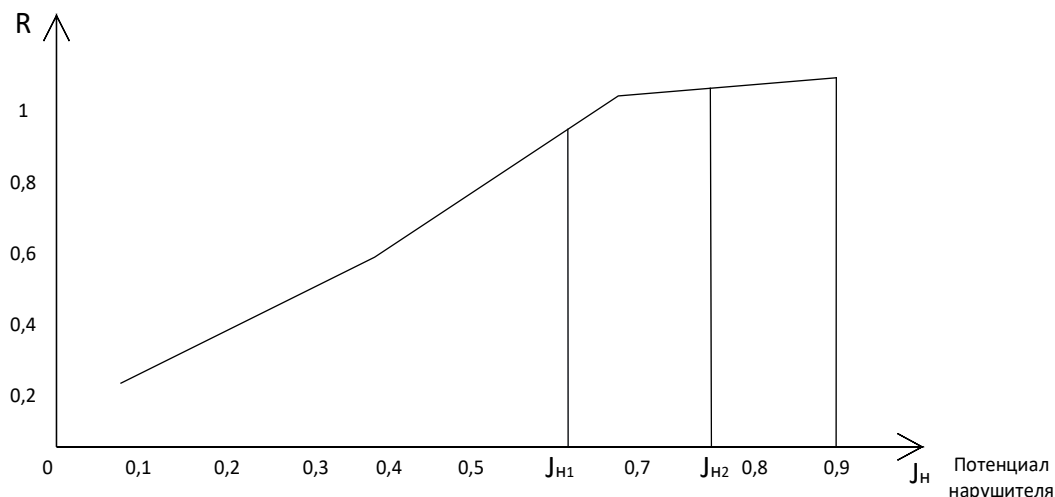


Рис.3. Области блокируемого, управляемого и остаточного рисков

Очевидно, что снижение эффективности работы системы безопасности, при сохранении соответствия требованиям нормативных документов (ΔR) доля блокируемого и остаточного риска будет уменьшаться. Уменьшение остаточного риска не столь важна, а уменьшение блокируемого риска означает уменьшение возможностей системы безопасности. Таким образом, расчет на стандартные возможности нарушителя в соответствии с нормативными документами не является гарантией безопасности объекта.

Соотношение между общим уровнем опасности охраны (J_o) и потенциалом нарушителя (J_H) определяет условную опасность нарушения системы охраны объекта ($R_{H.O}$) в соответствии с формулой (1). Если принять $J_o=0,7$, а недопустимый риск $(1-\Delta R)=0,8$, то графически связь между J_o , J_H и $R_{H.O}$ будет иметь вид, представленный на рис. 4.

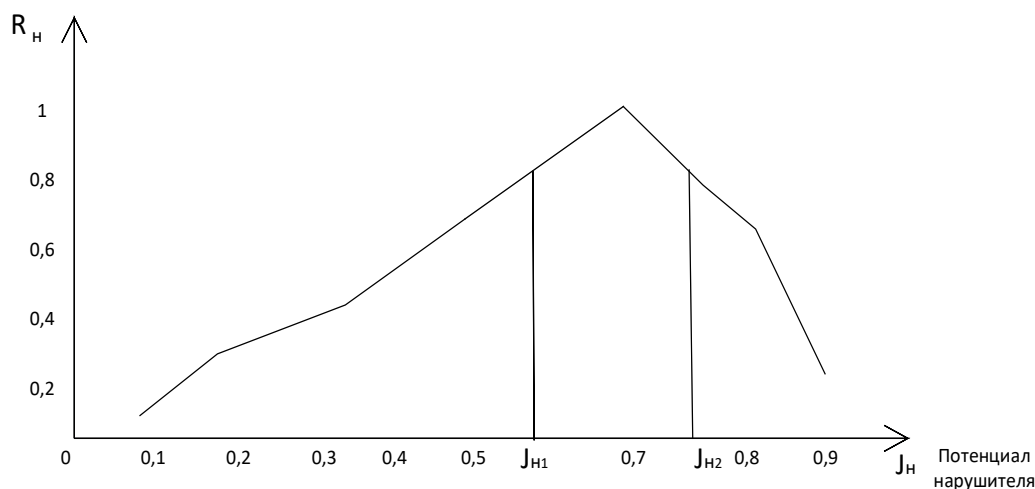


Рис.4. Графическая интерпретация соотношения между J_o , J_H и $R_{H.O}$ при $J_o=0,7$

Таким образом, область значений показателя J_H для систем безопасности может быть представлена соотношением:

$$J_{H1} \leq J_H \leq J_{H2} \quad (5)$$

И тогда с учетом формул (1) и (2) для $J_o=0,7$ (рисунок 4) можно записать:

$$1 - \frac{1 - J_o}{R_{H.O}} \leq J_H \leq J_o + 1 - R_{H.O} (1 - J_o) \quad \text{или} \quad 0,67 \leq J_H \leq 0,76 \quad (6)$$

Подобным образом при заданном уровне условной опасности ($R_{H.O}$), общего уровня опасности охраняемого объекта (J_o) и потенциала нарушителя (J_H) можно рассчитать защищенность объекта ($Z_{H.O}$). Зная требуемую защищенность объекта в зависимости от свойств самого объекта и характеристик нарушителя можно определить элементный состав и внутреннюю структуру системы безопасности, а, следовательно, и разрабатывать математическую модель всей системы охраны.

Список литературы

1. Попов, Э.В., Фоминых И.Б., Кисель Е.Б., Шапот М.Д. Статические и динамические экспертные системы. М.: Финансы и статистика, 1996.
2. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации: федеральный закон от 26 июля 2017 г. № 187-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>.
3. Об утверждении Положения об исходных данных для проведения категорирования объекта топливно-энергетического комплекса, порядке его проведения и критериях категорирования: постановление Правительства Российской Федерации от 5 мая 2012 г. № 459 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://base.garant.ru/70173868>.
4. Саати Т. Л., Керис К. П. Аналитическое планирование. Организация систем/Пер. с англ. под ред. И. А. Ушакова. М.: Радио и связь, 1991. 244 с.
5. Р. Мокшин, А. Соловьев, А. Ситников. Совершенствование методики обоснования выбора и оценки эффективности инженерно-технических средств охраны и надзора. Вестник Воронежского института ФСИН России, 2022. №3. С. 121 – 126.
6. ГОСТ Р 53114 – 2008 Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения.

Анализ причин и условий возникновения пожаров на объектах жилого сектора по Красноярскому краю

Пичугин Александр Анатольевич

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В данной статье проведен анализ причин и условий возникновения пожаров на объектах жилого сектора по Красноярскому краю, основанный на статистических данных ГУ МЧС России по Красноярскому краю. Выявлены проблемы отчетности «статистики пожаров», установлены причины, предложены рекомендации.

Ключевые слова: пожары, жилой сектор, Красноярский край, статистика, причины

Введение: Красноярский край входит в десятку субъектов РФ по наибольшему числу жителей. В крае на 01 января 2023 года проживает 1196913 жителей[1].

Сегодня в городе 23 993 дома, из них 5447 - многоквартирных, общей площадью жилых помещений – более 27,63 млн. кв. м., 2351 индивидуальных жилых домов, 1162 дачных и садовых общества [2].

Несмотря на политические и экономические факторы последних лет, рынок недвижимости Красноярского края продолжает развиваться. Для улучшения уровня жизни людей строится новое жилье и происходит реновация старого.

По результатам аналитических обзоров на территории Красноярского края на январь 2023 года выявлен 121 строящийся застройщиками дом. В указанных домах строится 30 173 жилые единицы (квартир, блоков, апартаментов), совокупная площадь которых составляет 1 669 667 м².

Основной объем текущего жилищного строительства застройщиками приходится на многоквартирные дома. В таких домах находится 99,1% строящихся жилых единиц. На дома с апартаментами приходится 0,9% строящихся жилых единиц. Строительство домов блокированной застройки на территории Красноярского края не выявлено.

Застройщики жилья в Красноярском крае осуществляют строительство в 6 территориальных образованиях: Красноярск (96,4%), Сосновоборск (1,9%), Березовский (0,6%), Емельяновский (0,6%), Дивногорск (0,4%), Минусинск (0,2%). Как следует, наибольший объем жилищного строительства застройщиками приходится на город Красноярск (96,4% совокупной площади жилых единиц) [3].

Насколько динамично продвигается строительство жилого сектора, настолько динамично МЧС информирует о возникновении пожаров в Красноярском крае. Причины пожаров в Красноярском крае могут быть различными, возможно, они связаны с невнимательностью, неправильным ведением пожарной охраны, нарушением правил пожарной безопасности и несоблюдением норм. Многие пожары можно предотвратить, если люди будут соблюдать основные правила безопасности и проявлять осторожность в повседневной жизни. Действительно, можно предполагать, что данная ситуация возникает в связи с тем, что увеличилось количество жителей, ведь в 2020 году население составляло 1 093 771 жителей, в 2021 году – 1 187 771 жителей, в 2023 году - 1196913. За три года динамика населения города Красноярска составила 103142 человека (+9,43%).

Пожарная безопасность является одной из важнейших проблем, требующей постоянного внимания и решения. Власти Красноярского края и экстренные службы активно работают над повышением мер пожарной безопасности путем проведения проверок и рейдов в жилых домах и общественных местах, а также проведения информационной работы и обучающих мероприятий.

Материалы и методы: цель настоящего исследования – установить возможные причины и условия возникновения пожаров на объектах жилого сектора по Красноярскому краю.

Методы исследования – анализ статистических данных МЧС России и Красноярского края.

Проблема исследования состоит в том, что с 2008 года в Российской Федерации ведется статистический учет пожаров и их последствий в программном комплексе Автоматизированной аналитической системы поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России [4].

Статистические отчеты обрабатываются и публикуются в виде анализа обстановки с пожарами и их последствиями. Анализ обстановки с пожарами на территории Российской Федерации полнее, чем у субъектов. В «Анализе 2023 года за 12 месяцев 2022 года» [5] на основании статистических данных определено, что в вечернее, ночное и утреннее время, то есть с 20:00 до 06:00 на пожарах погибает наибольшее количество людей, приведена статистика по группам объектов и группам причин, распределение погибших по способу гибели, социальному положению и т.д.

К сожалению, статистика причин возникновения пожаров в субъектах Российской Федерации значительно отстает, поэтому достоверно и полно по Красноярскому краю известны данные отчетности только за 2019 год.

Результаты: за весь текущий период с 01 января по 31 декабря 2019 года в Красноярском крае было зарегистрировано 12 477 пожаров[7]. Опираясь на данные ГУ МЧС России по Красноярскому краю, в городах за 2019 год возникало 6434 пожара, в сельских населенных пунктах – 3650 пожаров, 825 пожаров полыхали в населенных пунктах городского типа и 1563 вне территорий населенного пункта. Графически данные показаны на рисунке 1.

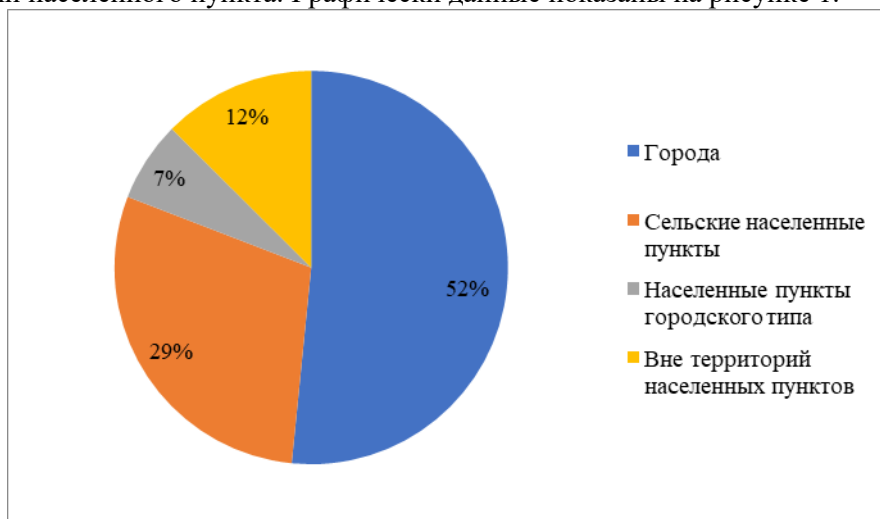


Рис.1. Разбиение по видам населенного пункта. Источник: [7].

Как видно из рисунка 1, большинство пожаров случалось в городах (52%), в сельских населенных пунктах пожаров случалось меньше (29%), третье место занимают территории вне населенных пунктов (12%), самая малая часть пожаров выпала на населенные пункты городского типа.

Всего на территории Красноярского края расположены 1763 населенных пункта[8], в первую десятку по пожарам составили районы (рис 2):

Емельяновский район, Красноярск (Советский район), Ачинск, Канск, Красноярск (Ленинский район), Красноярск (Октябрьский район), Березовский район, Красноярск (Свердловский район), Лесосибирск, Ново-Енисейск.

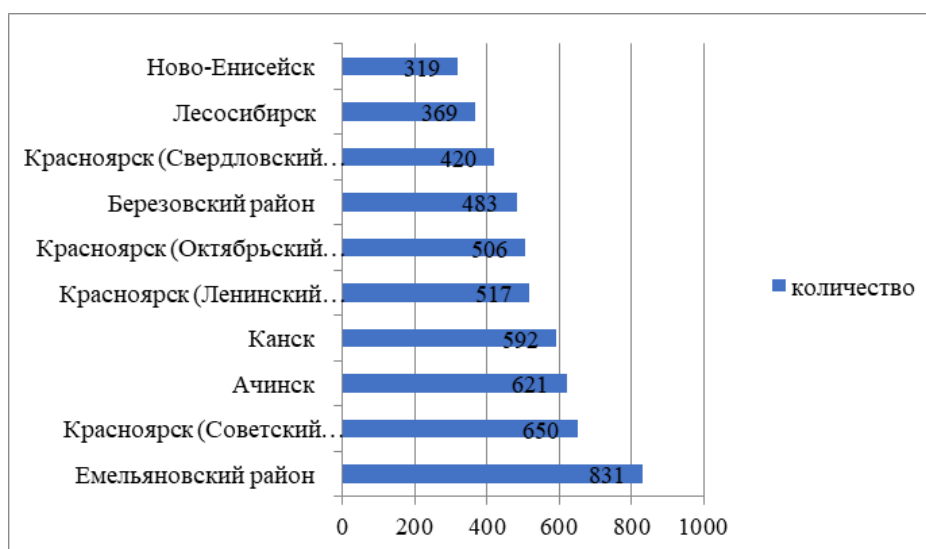


Рис.2. Разбиение по районам. Источник: [7].

На территориях районов-лидеров по пожарам, они случались преимущественно в весеннее время (таблица 1.)

Таблица 1. Тепловая карта по количеству пожаров по сезонам

Таблица 1. Тепловая карта по количеству пожаров по сезонам					
Район	Зима	Весна	Лето	Осень	Всего
Емельяновский район	95	414	170	152	831
Красноярск (Советский район)	145	263	117	125	650
Ачинск	76	326	99	120	621
Канск	80	246	166	100	592
Красноярск (Ленинский район)	73	252	83	109	517
Красноярск (Октябрьский район)	104	219	80	103	506
Березовский район	64	281	68	70	483
Красноярск (Свердловский район)	90	168	78	84	420
Лесосибирск	70	136	88	75	369
Ново-Енисейск	25	206	29	59	319
Источник: [7].					

Данные таблицы 1 показывают, что 8 из 10 районов – города, в которых практически отсутствует печное отопление, сложно пояснить причины возникновения пожаров в городах в весенний период.

Следуя данным отчета [7], основными причинами пожаров на 31 декабря 2019 года стали «Прочие причины, связанные с неосторожным обращением с огнем», что составило 61% от общего числа пожаров (рис.3).

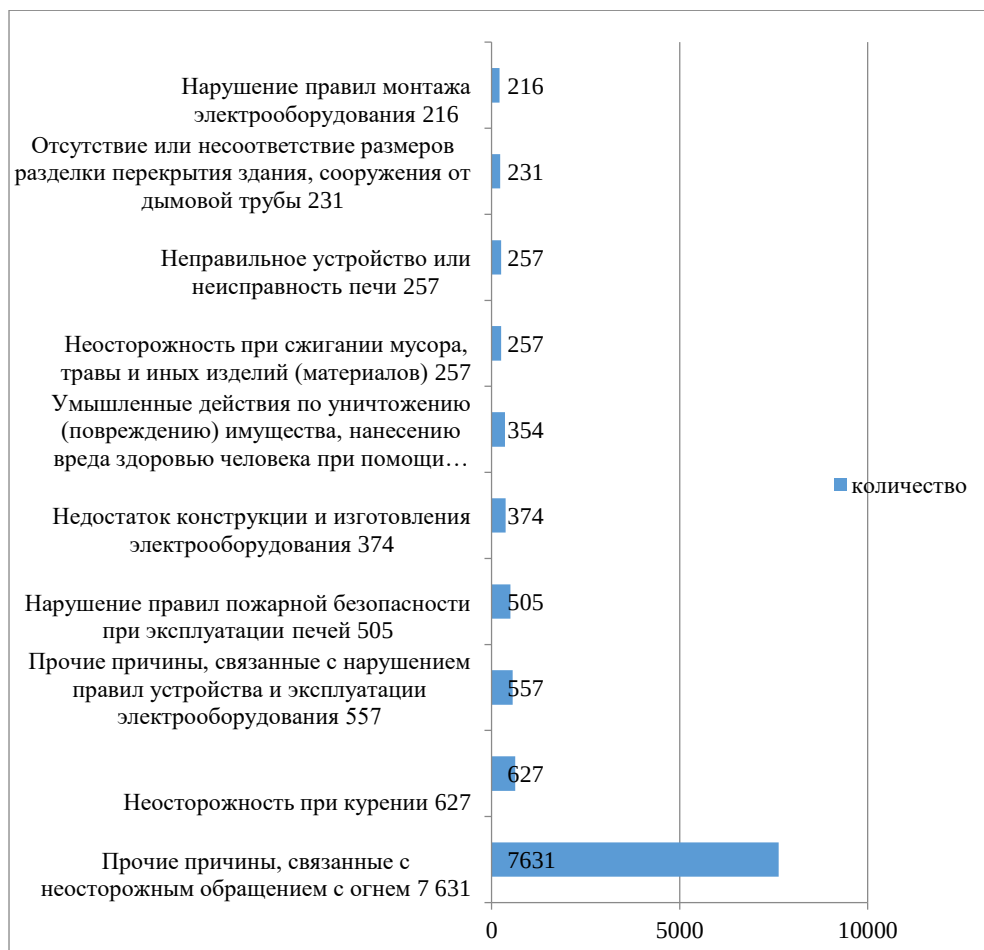


Рис.3. Причины пожара. Источник: [7].

При анализе объектов пожара лидирует сухая трава (3281 пожара), далее следует возгорание мусора вне жилой зоны и предприятия (2030 пожаров) и горение мусора на территории жилой зоны (1096 пожаров). Данные графически показаны на рис. 4.



Рис.4. Объекты пожаров. Источник: [7].

Располагая информацией по повышенной активности природных ЧС[9], ГУ МЧС России по Красноярскому краю с апреля 2019 по сентябрь 2019 введен особый противопожарный режим, таким образом, власти региона приняли необходимые меры по ликвидации ЧС и защите жителей.

Анализ места возникновения пожаров по данным ГУ МЧС России по Красноярскому краю так же показал лидирующие источники возникновения пожаров (рис.5): пустырь (4361 пожара), прочие места на открытой территории (1643 пожара).

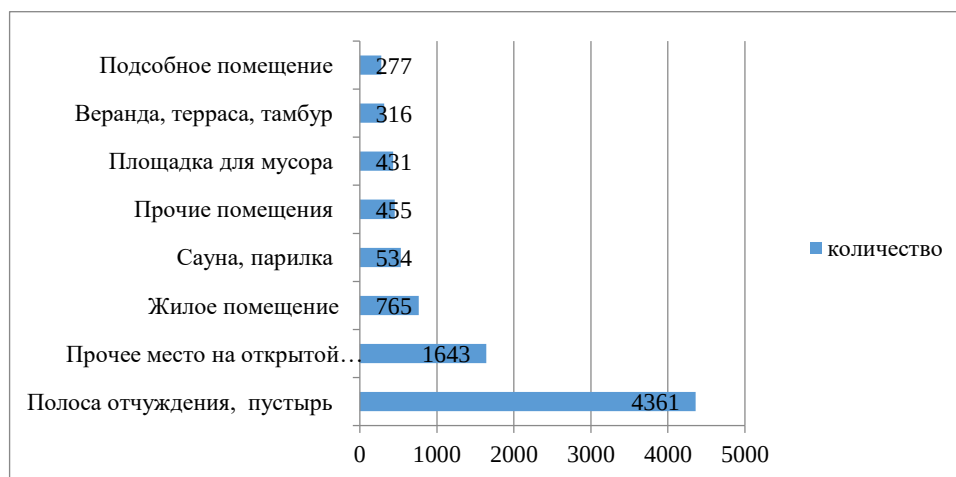


Рис.5. Место возникновения пожара. Источник: [7].

Дискуссия: Анализ причин пожаров в 2019 году показал, что большинство пожаров случилось в городах (52%), в сельских населенных пунктах пожаров случилось меньше (29%), третье место занимают территории вне населенных пунктов (12%), самая малая часть пожаров выпала на населенные пункты городского типа. На территориях районов-лидеров по пожарам, они случались преимущественно в весеннее время. учитывая, что 8 из 10 районов – города, в которых практически отсутствует печное отопление, сложно пояснить причины возникновения пожаров в городах в весенний период. основными причинами пожаров на 31 декабря 2019 года стали «Прочие причины, связанные с неосторожным обращением с огнем», что составило 61% от общего числа пожаров.

При анализе объектов пожара лидирует сухая трава (3281 пожара), далее следует возгорание мусора вне жилой зоны и предприятия (2030 пожаров) и горение мусора на территории жилой зоны (1096 пожаров). Анализ места возникновения пожаров по данным ГУ МЧС России по Красноярскому краю так же показал лидирующие источники возникновения пожаров: пустырь (4361 пожара), прочие места на открытой территории (1643 пожара).

Закключение: Проведенный анализ причин и условий возникновения пожаров на объектах жилого сектора по Красноярскому краю показал, что отчетность субъектов Российской Федерации в «статистике пожаров» значительно отстает от отчетности «статистики пожаров» Российской Федерации, что невозможно называть оперативными данными.

Выявленные причины и условия возникновения пожаров на объектах жилого сектора по Красноярскому краю по отчетности 2019 года уже не может иметь актуальность для принятия решений пожарной безопасности в 2023 году.

Необходимо отметить, что Красноярский край активно развивает инфраструктуру по предотвращению чрезвычайных ситуаций. Открытие новых пожарных депо, ремонт инженерных систем и модернизация спасательной техники – это лишь часть мер, принятых региональными властями. Однако на наш взгляд, этого недостаточно.

Намного удобнее принимать решения по факту возникающих природных условий, которые необходимо оперативно указывать в «Анализе обстановки с пожарами и их последствиями» для определенного региона, указывать их причины в статистических отчетах.

Список литературы

1. Население города Красноярск// Википедия. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Красноярск#Население>(дата обращения: 25.10.2023).
2. Статистика и показатели. — URL: <https://rosinfostat.ru/naselenie-krasnoyarska-2020/>(дата обращения: 25.10.2023).
3. Строительство жилья профессиональными застройщиками: Аналитический обзор. — Красноярский край, 2023. — 80 с.
4. Шаймитов, А.В. Модуль учета пожаров и их последствий как один из основных модулей автоматизированной аналитической системы поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России / А. В. Шаймитов. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 38 (485). — С. 236-237. — URL: <https://moluch.ru/archive/485/105892/> (дата обращения: 25.10.2023).
5. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 12 месяцев 2022 г.— Москва, 2023. — 17 с.
6. Анализ пожарной обстановки по данным главного управления МЧС России по Красноярскому краю за 1 полугодие 2022 года. — Красноярск, 2022. — 10 с.
7. Отчет по статистике пожаров в Красноярском крае за 2019 год // ГУ МЧС России по Красноярскому краю. — URL: https://fire-report-2019.netlify.app/#Общие_данные(дата обращения: 25.10.2023).
8. Административно-территориальное деление Красноярского края// Википедия. — URL: https://web.archive.org/web/20151015095047/https://ru.wikipedia.org/wiki/Административно-территориальное_деление_Красноярского_края(дата обращения: 25.10.2023).
9. Прогноз пожароопасной обстановки на 2019 г. (по состоянию на 21 октября) // ГУ МЧС России по Красноярскому краю. — URL: <https://24.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/operativnaya-informaciya/prognozy/2006875>(дата обращения: 25.10.2023).

Проблема гидравлического расчета крупных насосно-рукавных систем

Беляев Антон Николаевич

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Рассмотрены распространённые варианты построения насосно-рукавных систем с целью тушения пожаров, проведен обзор методик расчета и особенностей каждого из вариантов построения насосно-рукавных систем, указаны их достоинства и недостатки. Приведены справочные данные используемые при расчетах насосно-рукавных систем. В заключении сделан вывод о неточности применяемых методик, указано что основным их достоинством является быстрота расчетов. Отмечается необходимость разработки новых методик расчета насосно-рукавных систем с использованием цифровых технологий.

Ключевые слова: пожарная техника, насосно-рукавные системы, насосы, пожарные рукава, пожарные стволы, расчеты

Введение: Задача подачи требуемого количества огнетушащих веществ в зону горения является одной из важнейших задач при тушении пожаров. Успешное решение этой задачи – это одно из условий локализации пожара.

Насосно-рукавные системы применяются для транспортирования и подачи огнетушащих веществ к месту пожара, система состоит из пожарных насосов, пожарных рукавов, рукавной арматуры и гидравлического оборудования [5].

Целью расчета НРС как правило является вычисление потерь напора в рукавных линиях. Зная значения падения давления в каждом из участков НРС можно определить, как требуемый для подачи воды напор на насосе мобильного средства пожаротушения (далее - СМП), так и определить предельные расстояния подачи огнетушащих веществ (далее – ОТВ) [1].

Основными задачами, решаемыми при расчете, являются:

- ☐ Определение максимального расстояния подачи воды при заданных параметрах (Q , H_n , $H_{ст}$, $H_{ств}$, A);
- ☐ Определение максимально возможного расхода при заданных параметрах (L , H_n , $H_{ст}$, $H_{ств}$, A);
- ☐ Определение напора на насосе мобильного средства пожаротушения (далее – МСП), при известном напоре на приборах подачи огнетушащих веществ (далее – ОТВ), известном расходе, и заданной НРС;
- ☐ Определение расхода воды из пожарных стволов при заданном напоре и заданной схеме НРС;
- ☐ Определение предельной длины рукавных линий по расчетному расходу воды и напору насоса.

Виды насосно-рукавных систем: К месту пожара вода подается от наружных источников противопожарного водоснабжения (далее ИНПВ). При требуемом давлении в водопроводной сети подача воды возможна непосредственно от пожарных гидрантов.

Во время тушения пожаров в зависимости от характера его развития и требованиями обеспечения быстрого и надежного тушения, используются НРС приведенные на рис.1 [1]:

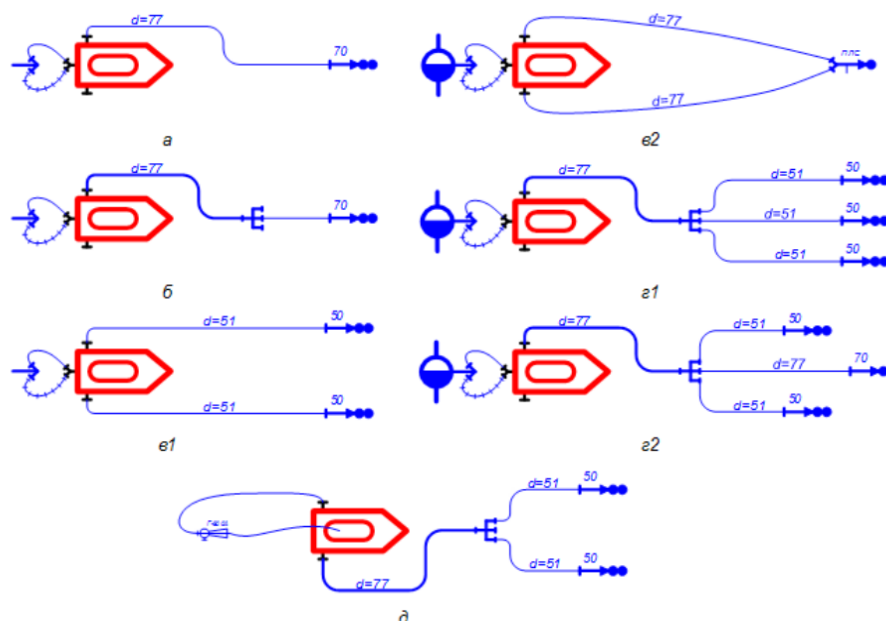


Рис.1. Виды насосно-рукавных систем: а – последовательное (простое) соединение, б – последовательное соединение через рукавное разветвление, в1 – параллельное соединение к нескольким приборам подачи ОТВ, в2 – параллельное соединение к одному прибору подачи, г1 – смешанное соединение с равноценными рабочими линиями, г2 – смешанное соединение с различными рабочими линиями, д – НРС на основе гидроэлеваторной схемы забора воды.

В различных ситуациях используются разные схемы насосно-рукавных систем к примеру: если большой объем ОТВ не требуется, то для решения такой задачи потребуется лишь одна рабочая линия, состоящая из одного или более напорных рукавов с установкой одного пожарного ствола, такая насосно-рукавная система называется простой или последовательной. Потерю напора в такой ситуации можно рассчитать следующим образом:

$$h_p = n \cdot S_p \cdot Q^2 \quad (1)$$

где, S_p – гидравлическое сопротивление одного пожарного рукава длиной 20м, (с/л)м²,
 Q – расход воды через сечение рукава (л/с),
 n – количество рукавов, ед.

Гидравлическое сопротивление одного пожарного рукава S_p , зависит от его диаметра и представлено в таблице 1.

Таким образом, зная потери напора в напорной рукавной линии, можно вычислить требуемый напор на насосе МСП:

$$H_n = H_{ств} + n \cdot S_p \cdot Q^2 \pm z \pm h_{ств} \quad (2)$$

где, $H_{ств}$ – требуемый напор перед насадком пожарного ствола, м.

z – перепад высот местности, м,

$h_{ств}$ – подъем ствола над уровнем земли, м.

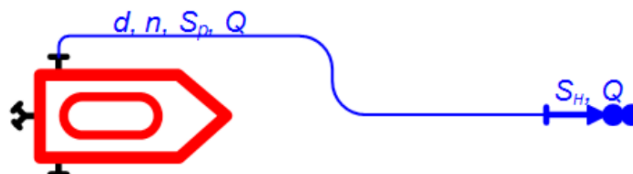


Рис.1. Последовательное соединение

Преимущество последовательной схемы построения НРС заключается в скорости развертывания и простоте расчетов параметров НРС, но стоит отметить, что такой вид НРС подходит для боевых задач, требующих небольшой объем ОТВ для ликвидации пожара.

Если же для решения боевых задач требуется больший объем воды, то имеет смысл от одного автомобиля проложить несколько параллельных линий, с различными приборами подачи ОТВ (Рис. 2) - такое соединение называется параллельным [5]. Параллельное соединение может использоваться для подключения лафетного ствола для подачи значительного количества воды на большое расстояние. В общем виде расчет параллельных НРС, проложенный к различным приборам подачи ОТВ сводится к решению предыдущей задачи [1].

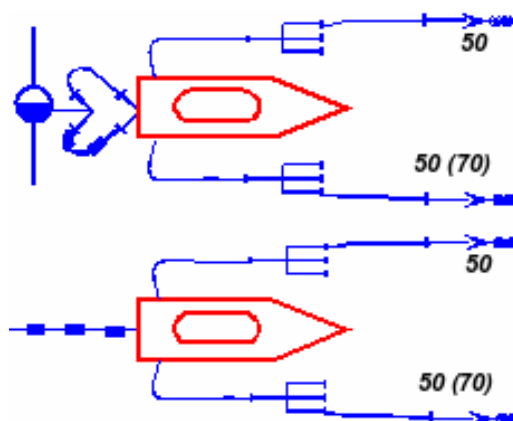


Рис.2. Параллельное соединение

Для забора воды в конкретной обстановке можно использовать пожарные гидранты, пожарные водоемы, естественные водоисточники и другие наружные источники противопожарного водоснабжения (далее - ИНППВ), но в случаях отсутствия ИНППВ в непосредственной близости расчет НРС может сильно усложниться в связи с потребностью подвоза или перекачкой воды между двумя или более автоцистернами (Рис. 3), что так же приводит к потере напора в НРС [8]. Важно отметить, что и напорные рукава, имеют гидравлическое сопротивление, данные представлены в таблице 1.

Параллельная схема подключения насосно-рукавной системы имеет схожие достоинства и недостатки с последовательной НРС, но при условии, что тип, количество напорных рукавов и пожарные стволы в параллельных магистральных линиях разные расчет данной НРС будет труднее. Но если параметры каждой линии идентичны, то тогда требуемый расход воды в потребителе разделяется на количество рукавных линий и в дальнейшем расчет сводится к решению задачи по определению потерь напора для одной рукавной линии [1].

На сегодняшний день существует общепринятая методика расчёта насосно-рукавных систем, описанная в перечне учебников [5,6,7,8], но стоит обратить внимание, что она подходит только для расчета простых схем НРС и может подойти в основном только для тушения пожаров малых площадей, что касается пожаров с большой площадью, данный метод подходит не всегда.

Таблица 1. Гидравлическое сопротивление одного напорного рукава длиной 20м.

Вид рукава	Диаметр рукава, мм					
	51	66	77	89	110	150
Прорезиненный	0,13	0,034	0,015	0,0038	0,002	0,00046
Не прорезиненный	0,24	0,077	0,03	-	-	-

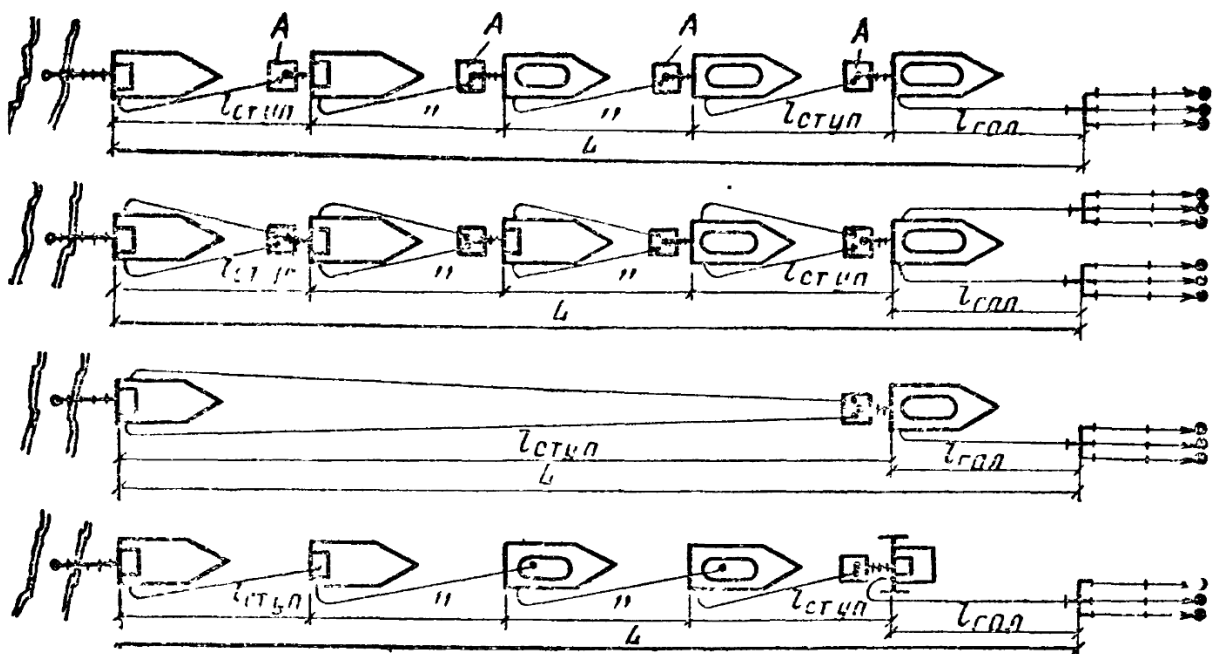


Рис.3 Схема перекачки воды по способу насоса через промежуточную емкость и комбинированным способом

С расчётом вышеперечисленных НРС проблем не возникнет, но, если требуется рассчитать НРС при смешанном соединении, в случае, когда в одной системе задействованы элементы более простых видов при котором характеристики отдельных элементов имеют различные параметры (от количества рукавов до расхода воды через сечения) данный расчёт привести к единому решению практически невозможно. [1]

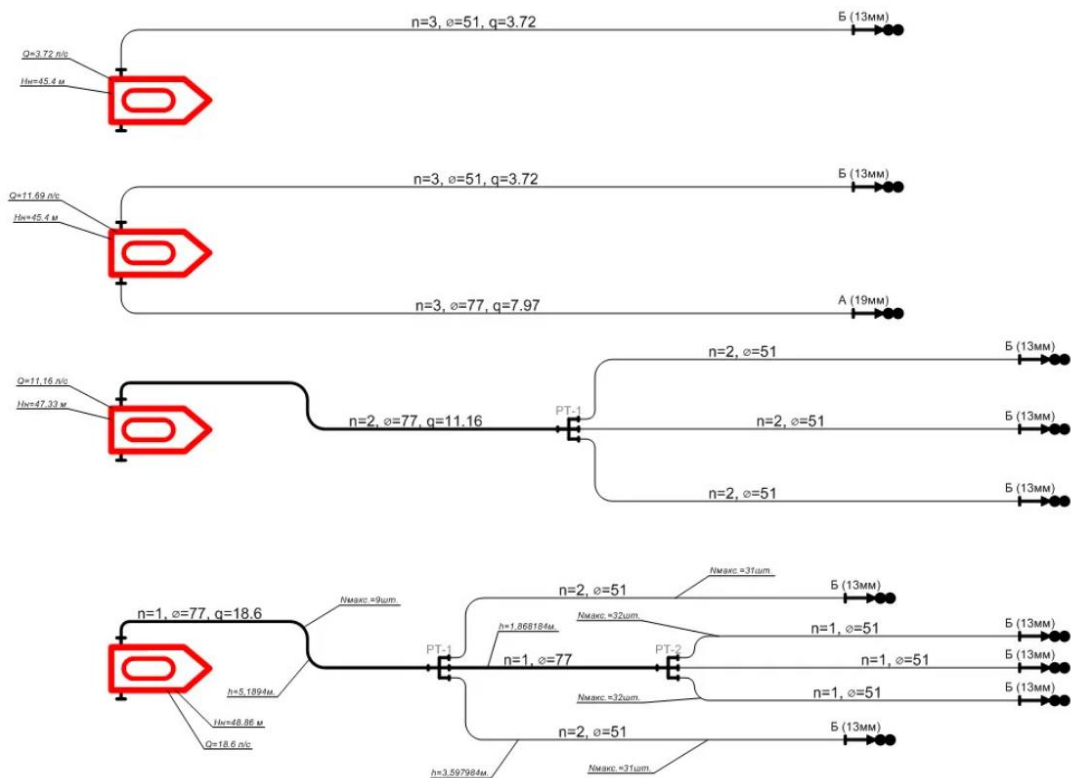


Рис.4. Сложная схема НРС

Анализ схем расстановки сил и средств при тушении крупных пожаров показывает, что на реальных пожарах именно такие схемы (смешанные) оказываются наиболее распространёнными [1,2] (Рис. 4). Стоит отметить недостатки смешанной НРС. При изменении расхода одного из стволов в НРС ведет к изменению расхода всей насосно-рукавной системы в целом, что ведет к циклическому вычислению при изменившихся параметрах отдельного участка НРС. К преимуществам данной схемы НРС можно отнести высокую производительность, возможность подключения сразу нескольких пожарных стволов, тушение пожаров большой площади [1,2].

Предложения: Сегодня существуют сервисы и программное обеспечение использующие нейронные сети, в основе которых лежит стремление имитировать нервную систему человека, в том числе ее способность исправлять ошибки и самообучаться. В отличие от живого организма, компьютерная нейронная сеть не передает сигнал от мозга к другим органам, а учится решать только ту задачу, которую перед ней поставили. В настоящее время в ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная Академия ГПС МЧС России реализовано программное обеспечение для расчета насосно-рукавных систем, такое как автоматизированная информационно-графическая система (АИГС) «ГраФиС-Тактик» [9]. Данное программное обеспечение позволяет осуществлять расчет параметров НРС, что облегчает работу сотрудников ГПС МЧС России и дает базу для обучения личного состава, но не позволяет определить наиболее эффективное расположение сил и средств для тушения пожаров. Для большей эффективности и быстроты принятия решений при тушении пожара требуется создать ПО предназначенное для определения наиболее результативного определения сил и средств, требуемых для успешной ликвидации пожаров.

Закключение: Методики для расчета НРС, использующиеся в настоящее время [5,6,7,8] подходят для большого спектра боевых задач и незаменимы. Но так же очевидно, что точный расчет смешанных рукавных систем по данным методикам невозможен. Поскольку при тушении реальных пожаров важна быстрота принимаемых решений, данные методы могут использоваться, но по итогу результат расчетов будет далек от истинных значений.

Очевидно, что для более эффективной, точной и быстрой работы подразделений пожарной охраны требуется разработать программное обеспечение с привлечением специалистов в области информационных технологий и программного обеспечения.

Список литературы

1. Малютин, О.С. Проблема гидравлического расчета насосно-рукавных систем в пожарной тактике / Малютин О.С., Васильев С.А. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2018, №4. -С.67-72.- Режим доступа: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2018/v4/N11_67-72.pdf, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
2. Свод правил СП 5.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" (утв. приказом МЧС РФ от 25 марта 2009 г. N
3. Теребнёв В.В. Расчет параметров развития и тушения пожаров (Методика. Примеры. Задания) – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2012. – 460с.
4. Абросимов Ю.Г., Жучков В.В., Мышак Ю.А., Пименов А.А., Карасёв Ю.Л., Фоменко В.Д. Противопожарное водоснабжение: Учебник. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2008.-310 с.
5. Малый В.П, Масаев В.Н., Вдовин О.В., Муховиков Д.В. Противопожарное водоснабжение. Насосно-рукавные системы: учебное пособие для слушателей, курсантов и студентов Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России / - Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. 2017.- 131 с.
6. Противопожарное водоснабжение: учебник для пожарно-технических училищ. Качалов А.А. и др. –М.: Стройиздат, 1985.

7. Клименти Н.Ю. Методики расчета сил и средств для тушения пожаров: Методические указания для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Пожарная тактика» / Клименти Н.Ю. ВолгГАСУ, 2013.- 28с.

8. Терещнев, В. В., & Атаманов, Т. Н. (2011). Расчет параметров насосно-рукавных систем. Пожаровзрывобезопасность, 20 (10), 48-56.

9. Малютин, О.С. Прямой и обратный методы расчета насосно-рукавных систем / Малютин О.С., Васильев С.А., Осавелюк П.А. // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2019, №3.-С.54-60.

Исследование железобетонных конструкций после термического воздействия

Сысоева Татьяна Павловна¹
кандидат технических наук, доцент

Калач Андрей Владимирович²
доктор химических наук, профессор

Лобова Софья Федоровна¹
Федоров Андрей Сергеевич¹

¹Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
²Воронежский государственный технический университет

Аннотация. В статье даны рекомендации по применению ультразвукового метода, для выявления зон термических поражений на бетонных и железобетонных конструкциях. Рассмотрены особенности данного метода, выявленные в процессе практического применения в рамках пожарно-технической экспертизы.

Ключевые слова: ультразвуковые волны, дефектоскопия, пожар, экспертиза, бетонные конструкции

Введение

На базе исследовательского центра экспертизы пожаров предусмотрено обучение экспертов судебно-экспертных учреждений по 9 программам дополнительного профессионального образования, в которые входят 8 специализаций (рис. 1). Из них 1 специализация «Реконструкция процесса возникновения и развития пожара» включает в себя ответы на вопросы где находился очаг пожара и какова его причина. Со 2 по 6 специализации это лабораторные методы исследования, которые помогают при ответе на вопросы по 1 специализации. 8 специализация - это работа с нормативными требованиями в области пожарной безопасности. И 7 специализация включает в себя использование полевых приборов на месте происшествия, в перечень таких приборов и входит ультразвуковой дефектоскоп.



Рис.1. Виды специализаций судебной пожарно-технической экспертизы
«Составлено авторами»

На территории Российской Федерации большими темпами и объемами ведется строительство современных жилых кварталов, которые в свою очередь обуславливают необходимость строительства инфраструктуры в этих районах. Все современное строительство основано на железобетонных и бетонных конструкциях. Лучшее и безопаснее материала пока

не создали для строительства сооружений разных предназначений. Пожары происходят на объектах разного назначения и функционала, выполненный из различных строительных материалов. Немного облегчает работу пожарно-технического эксперта наличие конструкций из бетона и железобетона. Они сохраняют в себе максимально значимую криминалистическую информацию, которую он может получить с помощью ультразвукового дефектоскопа. Применение данного прибора поможет эксперту при ответах на вопросы, каковы были пути распространения горения и где располагался очаг пожара.

Теловой нагрев оказывает существенное влияние на степень разрушения бетонных конструкций, а именно чем больше сторон конструкции подвергаются нагреву, тем разрушения быстрее и сильнее, чем при одностороннем нагреве. Также не стоит забывать, что многие колонны, ригели и фермы могут служить несущими конструкциями сооружения и в связи с этим могут испытывать дополнительную статическую нагрузку, что приведет к более интенсивным разрушениям в процессе теплового нагрева.

Метод исследования

Благодаря большой чувствительности ультразвуковых волн можно определять механические неоднородности в твердых телах [1]. Что и послужило толчком в открытие ультразвуковой дефектоскопии. Данный метод носит неразрушающий характер применения и зарекомендовал себя как один из лучших в исследовании бетонных конструкциях.

Все исследовательские пожарные лаборатории МЧС России оснащены ультразвуковыми дефектоскопами.

Суть данного метода заключается в определении скорости распространения в бетоне ультразвуковых волн [1].

Сам прибор состоит из блока и двух датчиков преобразователей (рис.2). Один датчик является излучателем, второй приемником. В данном методе мы и замеряем время прохождения поверхностной ультразвуковой волны от одного датчика до другого [1,2].



Рис.2. Ультразвуковой дефектоскоп «УЗ-01-ЭП» с датчиками «Составлено авторами»

В начале работы происходит самодиагностика работоспособности прибора, на экране прибора это отображается в виде зондирующего импульса [2]. Для того, чтобы УЗ-сигнал достиг приемника преобразователя, должен пройти некоторый промежуток времени, в этот промежуток на экране отображается только шум, который имеет место в соединительных проводах, измерительном преобразователе и собственно самом приборе [2,3].

Время прохождения УЗ-волны, фиксируемое прибором, соответствует моменту первого пересечения сигналом линии строба.

Результаты

В ходе практического применения ультразвукового дефектоскопа, были выявлены особенности его применения (рис. 3) на месте происшествия применительно к бетонным и железобетонным конструкциям. Принимая во внимание данные рекомендации, пожарно-

технический эксперт сократит время на работу с данным прибором, а качество полученных результатов не будет вызывать сомнений.

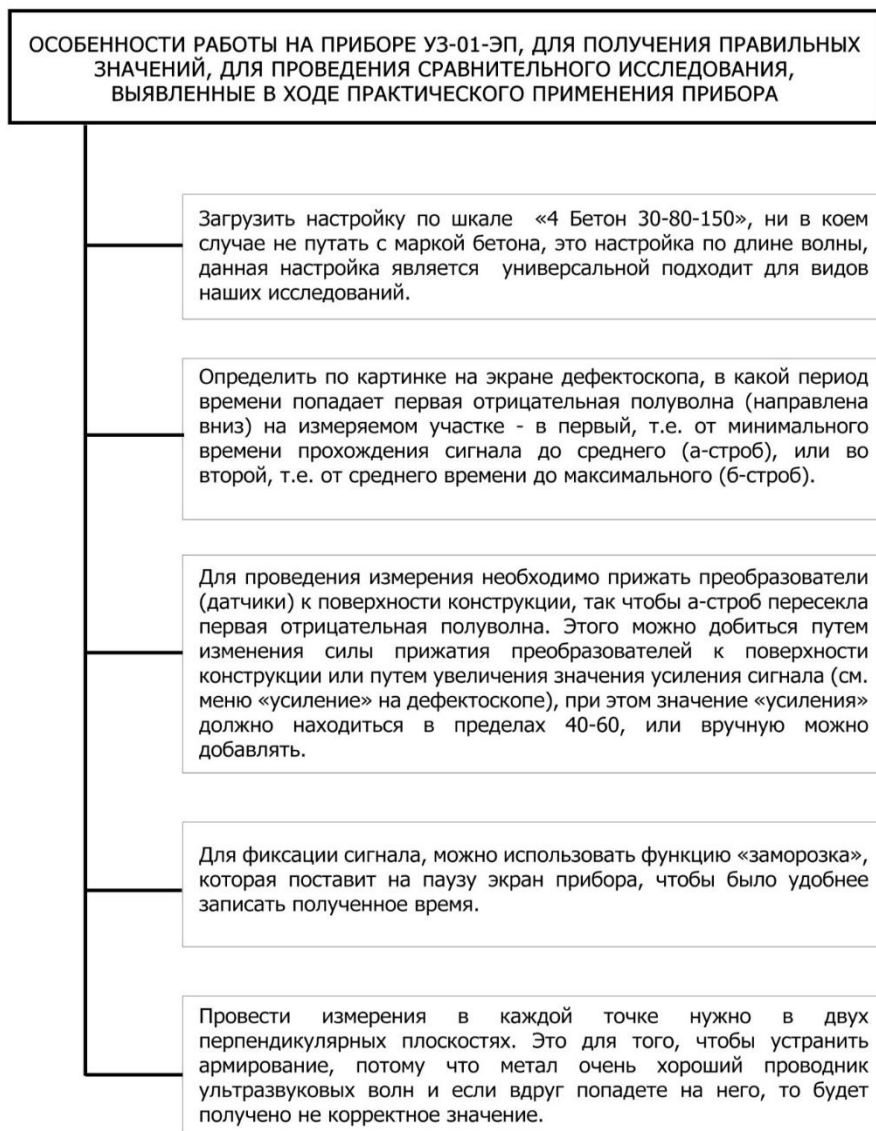


Рис.3. Особенности работы на ультразвуковом дефектоскопе «УЗ-01-ЭП» «Составлено авторами»

В том случае, если полученные значения в двух плоскостях сильно отличаются, то мы принимаем за результат большее значение, а меньшее считаем влияние металла.

Дискуссия

Объем выполняемых работ пожарно-техническим экспертом нарастает с каждым годом, при неизменной штатной численности, что в свою очередь сказывается на нежелании применять трудоемкие и сложные исследования, так как описание полученных результатов прохождения ультразвуковой волны занимает много времени.

В случае малых помещений в которых произошел пожар это не так сказывается на качестве исследований, а если это большие помещения, что обязывает эксперта выбирать шага измерений и расположение измерительных точек с их документальной фиксацией. С незначительной и не сложной доработкой возможно использование строительных лазерных уровней для получения «лазерной сетки» (рис. 4).

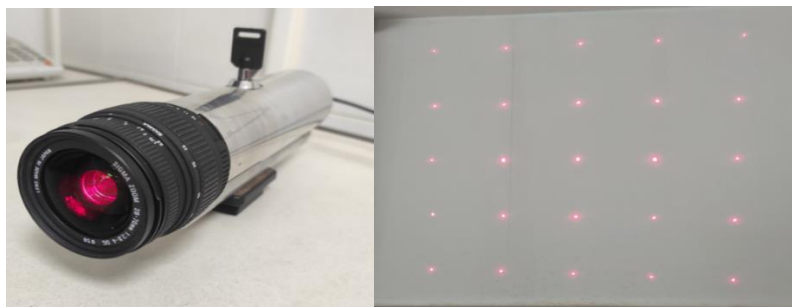


Рис. 4. «Лазерная сетка» «Составлено авторами»

Так же следует учитывать, что УЗ-волна по-разному ведет себя в различных марках бетона. При использовании ультразвукового зондирования специалист, проводящий измерения должен быть как минимум уверен в однородности бетонных конструкций, для получения корректных значений [4].

Заключение

«Молодые» эксперты при использовании ультразвукового дефектоскопа сталкиваются с проблемой наличия в бетонных конструкциях металла. Данный прибор устраняет возникшую проблему и можно при наличии опыта различить полученный сигнал.

В связи с тем, что бетонные конструкции на протяжении длительного времени сохраняют в своей структуре термические изменения и не имеют способности к восстановлению, рассматриваемый метод можно применять через значительный промежуток времени после ликвидации пожара. И даже в том случае, если был проведен косметический ремонт.

Установление точки (площади, участка) наибольшего термического воздействия на бетонные конструкции помогает эксперту в установлении места возникновения пожара (очага) при помощи полученных значений и построения карты распределения физических параметров. Данные карты рекомендуется строить в программах Microsoft Excel или Mathsoft Axum. Между ними есть существенная разница, Microsoft Excel не русифицирована и может строить точки только с одинаковым шагом. А в программе Mathsoft Axum возможно построение точек с разными заданными шагами (расстояние), но данная программа не русифицирована. Каждый специалист индивидуально может выбрать, в какой из программ ему произвести построение карты распределения физических параметров.

Применение инструментальных методов исследования мест возникновения пожаров, в том числе ультразвуковых дефектоскопов, в дальнейшем облегчит «жизнь» эксперту в случае возникшей необходимости участия в судебных заседаниях в качестве эксперта (специалиста), особенно это актуально при рассмотрении дел, вызвавших широкий общественный резонанс с массовой гибелью людей или огромного причиненного материального ущерба.

Список литературы

1. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров: Сборник методических рекомендаций / Под редакцией И.Д. Чешко и А.Н. Соколовой. – СПб.: СПб филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2008. - 279 с.
2. Соколова А.Н., Чешко И.Д. Инструментальные методы экспертных исследований места пожара // Пожарная безопасность. 2012. № 4. С. 86-89.
3. Волосач А.В., Горовых О.Г. к вопросу применения к газосиликатным блокам методик исследования железобетонных конструкций для определения очага пожара // В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность. Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию МЧС России. Под общей редакцией И.А. Малого. 2015. С. 8-11.
4. Воронцова А.А., Калашников Д.В., Липский А.А., Ратов Н.А., Эсатов О.А., Гаранин Е.С. оценка влияния температурного воздействия на строительные конструкции объектов защиты для целей расследования причин пожаров // В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны. 2017. С. 35-40.

Системный анализ структуры информационного потока при оперативном управлении подразделениями пожарной охраны

Гилёк Сергей Александрович¹

Ступина Алёна Александровна^{1,2}

доктор технических наук, профессор

Мартинovich Николай Викторович¹

кандидат технических наук

Изупов Никита Сергеевич¹

¹*Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

²*Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева*

Аннотация: Рассмотрен вопрос о необходимости формирования новых подходов в управлении организационными системами, которые учитывают динамичное развитие общества и внедрение инновационных технологий. Это позволит эффективно адаптироваться к изменениям и трансформироваться в условиях реального времени и интенсивного потока информации. Предложен путь совершенствовать имеющуюся систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, используя системный подход, повышая уровень формализации протекающих процессов и управляющих воздействий.

Ключевые слова: РСЧС, ЧС, организационные системы, управление в ЧС, инновационные технологии в МЧС России

Формирование новых подходов в управлении, анализ динамично изменяющихся процессов, появления новых ранее не учитываемых параметров с учетом изменения общества в целом, появление новых инструментов и технологий нового технологического уклада позволяет адекватно эволюционным изменениям трансформировать не только процессы, но и организационные структуры различных исследуемых систем и создать условия для полноценной реализации потенциала существующих и внедрения новых перспективных технологий управления организационными системами.

Важно отметить, что сегодня теория управления является динамичной и постоянно развивающейся областью знаний. Новые идеи и методы появляются в результате изменений в экономической и социальной среде, а также благодаря развитию технологий. Таким образом, для успешного управления организацией в современных условиях необходимо постоянно совершенствовать свои знания и умения в области теории управления, учитывать возможность применения технологий нового класса.

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 (далее - РСЧС). Единая система объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, привлекаемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Классификация потенциальных источников риска, происшествий и чрезвычайных ситуации по характеру, по масштабам последствий, количеству привлекаемых сил и средств в Российской Федерации определена широким спектром как федеральных нормативных правовых актов, так и нормативными актами МЧС России. Далее в исследовании для удобства все оперативные события, происшествия, пожары и возможные чрезвычайные ситуации объединим обобщающим термином - инцидент.

Исходя из целей государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций функционирования системы условно возможно разделить на две основных подсистемы, функционирующие в различных режимах: подсистема предупреждения

и подсистема ликвидации чрезвычайных ситуаций (реагирования). Подсистема предупреждения функционирует в повседневном режиме в условиях отсутствия инцидентов и критических ограничений времени и включает в том числе плановые мероприятия, обеспечивающие готовность к реагированию. Подсистема реагирования функционирует при возникновении инцидента т.е. реализации инициирующего события приводящего к развитию ситуации в полноценную аварию, происшествие, чрезвычайную ситуацию и характеризуется возникающими ограничениями времени и возрастающим потоком информации.

В работах [39-41] отмечается, что в отличие от традиционных систем управления, которые рассматривают решения задач управления в достаточно длительном времени, системы реагирующими на происшествия и чрезвычайные ситуации, функционируют в условиях реального времени и интенсивного потока информации представленным широким спектром разнородных данных.

Приведенный в работах [45-47] анализ нормативной базы системы предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации, как важного элемента национальной безопасности, позволяет сделать вывод, о том что подразделений пожарной охраны не только юридически являются основными силами обеспечивающие защиту людей от техногенных чрезвычайных ситуаций в т.ч. пожаров, но и фактически в подавляющем большинстве случаев являются первыми прибывающими и участвующими в спасении людей и ликвидации последствий разных инцидентов и происшествий, при этом решают широкий спектр не специфических оперативных задач.

В работе [48] выделяет следующие характерные особенности сложной системы: наличие большого числа взаимно связанных и взаимодействующих между собой элементов; сложность функций, выполняемых системой, и направлений на достижение заданных целей функционирования; возможность разбиения системы на подсистемы, цели функционирования которых подчинены общей цели системы; наличие управления, разветвленной информационной сети и интенсивных потоков информации; наличие взаимодействия с внешней средой и функционирования в условиях случайных факторов.

Все вышеперечисленные характеристики сложной системы в полной мере возможно соотнести с системой управления подразделениями пожарной охраны. Подразделение пожарной охраны является специфическим объектом управления основной задачей которого является непосредственно реагирование на возникающие инциденты, а также решения задач повседневного управления создающих условия наиболее быстрого и эффективного реагирования на возникающие инциденты. Одной из основных задач пожарной охраны согласно [43] является спасение людей и имущества при пожарах, оказание первой помощи, а также организация и осуществление тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.

Постановление Правительства РФ от 08.11.2013 № 1007 «О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [42] относит 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 чрезвычайных ситуаций в составе подразделений пожарной охраны.

Приведенный в работах [45-47] анализ нормативной базы системы предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации, как важного элемента национальной безопасности, позволяет сделать вывод, о том что подразделений пожарной охраны не только юридически являются основными силами обеспечивающие защиту людей от техногенных чрезвычайных ситуаций в т.ч. пожаров, но и фактически в подавляющем большинстве случаев являются первыми прибывающими и участвующими в спасении людей и ликвидации последствий разных инцидентов и происшествий, при этом решают широкий спектр не специфических оперативных задач.

Особенностью функционирования системы управления подразделениями пожарной охраны является высокий уровень формализации процессов и управляющих воздействий,

определенных нормативными документами, приказами и рекомендациями по направлениям деятельности [45]. Основные положения деятельности подразделения пожарной охраны при реагировании на инциденты определены в боевом уставе подразделений пожарной охраны [58].

Необходимо отметить, что порядок действий и содержания мероприятий при реагировании на пожары и чрезвычайные ситуации предусматривает три основных этапа, содержащие набор определенных действий и алгоритмов:

Действия, проводимые до прибытия к месту инцидента;

Действия, проводимые на месте;

Действия, проводимые после ликвидации.

Согласно положениям боевого устава [58], реагирование на инциденты, связанные с пожарами и инциденты, связанные с чрезвычайными ситуациями нормативно разделены и содержатся в разных разделах документа тем не менее анализ их содержания показывает существенную схожесть проводимых мероприятий, что позволяет обобщить при анализе предусмотренные мероприятия (рис. 1).

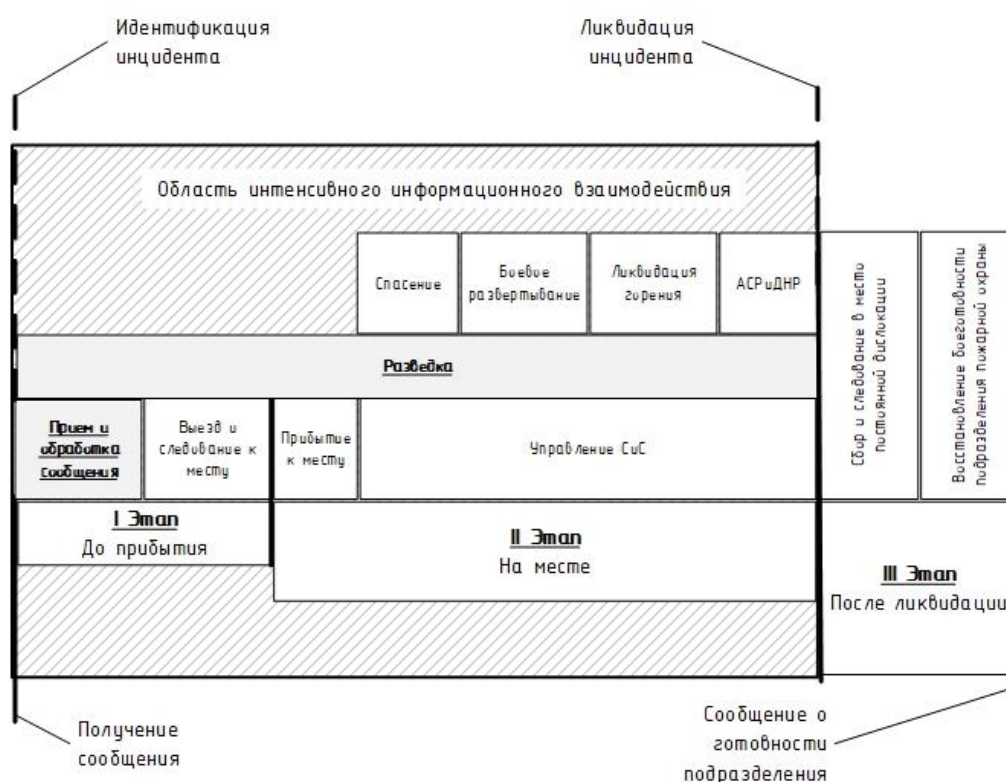


Рис.1. Основные этапы и основные мероприятия подразделений пожарной охраны при реагировании на инцидент (АСРиДНР - аварийно-спасательные и другие неотложные работы; CuC- силы и средства) [составлено авторами]

Интенсивный информационный поток для оперативных целей возникает с момента поступления сообщения об инциденте в орган повседневного управления икратно увеличивается до момента ликвидации инцидента. При поступлении сообщения об инциденте органу повседневного управления (диспетчеру гарнизона, диспетчеру единой дежурно-диспетчерской службы муниципальных образований), информация немедленно передается диспетчеру подразделения пожарной охраны для направления к месту пожара сил и средств, предусмотренных заранее разработанными планирующими документами (расписанием выезда сил и средств, планами привлечения сил и средств, планами действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации). На данном этапе на основе первичной поступившей информации принимается первое управленческое решение о направлении сил и средств к месту возникновения инцидента.

Момент получения сообщения является инициирующим событием реализации специфического основополагающего мероприятия, определенного нормативно установленным алгоритмом: Разведка. Под разведкой в деятельности подразделений пожарной охраны следует понимать комплекс мер по сбору и передачи органам управления и силам объективных данных (информации) об инциденте, доступных силах и средствах, объектах и окружающей обстановке в зоне инцидента.

Специфика реагирования подразделениями пожарной охраны, определённая приказом МЧС России [58], позволяет представить систему возникающих информационных потоков при реагировании на инциденты подразделениями пожарной охраны в следующем графоаналитическом виде (Рис. 2)

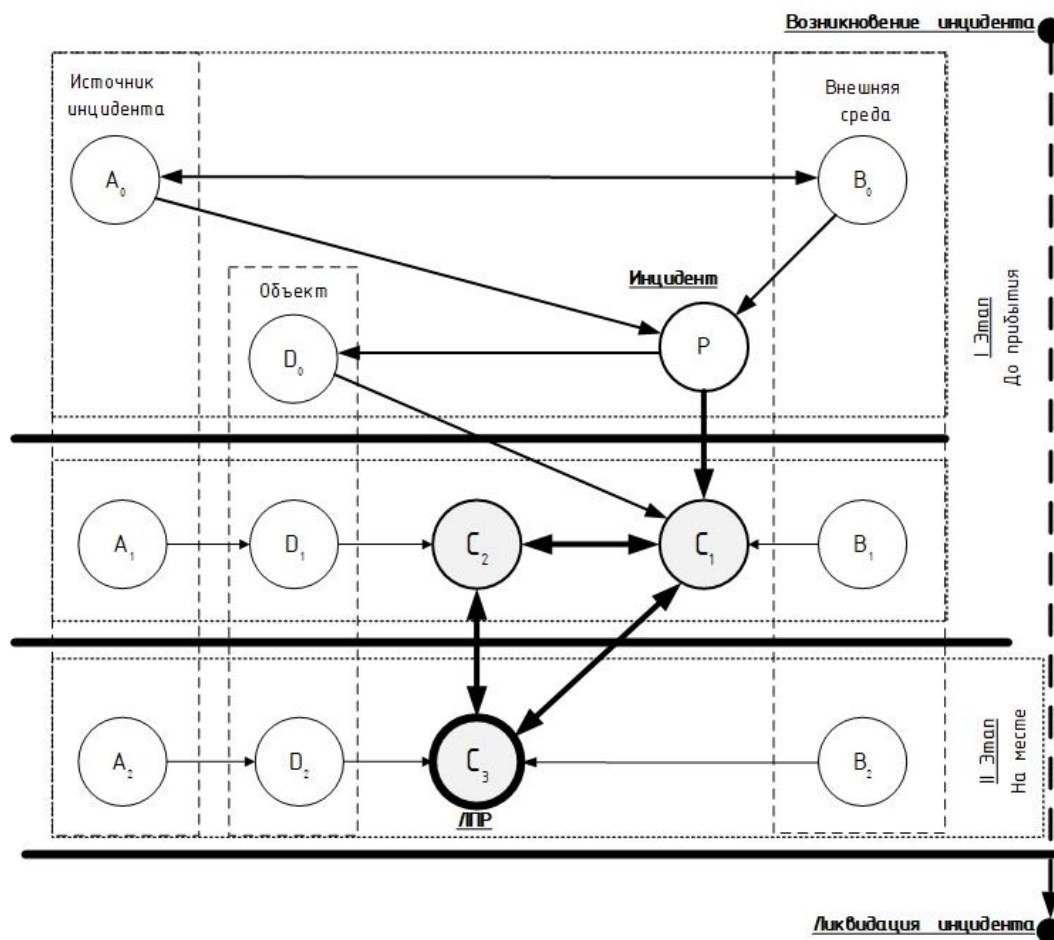


Рис.5 Информационный поток в системе управления реагирования на инциденты подразделениями пожарной охраны [составлено авторами]

На рис.2 показано, что основное информационное взаимодействие происходит в отношениях, возникающих между элементами C_n (C_1 , C_2 , C_3), фактически являющимся структурами, принимающими решения о привлекаемом количестве сил и средств, тактики действий и обеспечивающими реализацию цели управления на основе поступающей информации об инциденте $P_n = \langle A_n, B_n \rangle$ и данных об объекте D_n в конкретный момент времени т.е реализации установленного мероприятия «разведка».

Исходя из нормативно определённого алгоритма первоначально структурами C_n являются следующие элементы управления: C_1 - орган повседневного управления (диспетчер гарнизона, диспетчер единой дежурно-диспетчерской службы муниципальных образований); C_2 - диспетчер подразделения пожарной охраны; C_3 - руководитель тушения пожара (ликвидации чрезвычайной ситуации), штаб тушения пожара (ликвидации чрезвычайной ситуации).

Элементы структуры управления подразделениями пожарной (C_n) в зависимости от уровня инцидента могут меняться в соответствии с уровнем инцидента. Так при чрезвычайной ситуации

федерального уровня решения задач элементом (C_1) будет являться национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС России (НЦУКС), а элементами (C_2) и (C_3) соответственно центр управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) субъекта и федеральный штаб ликвидации чрезвычайной ситуации.

Концептуализация информационных ресурсов для решения задачи обеспечения безопасности населения и территории от различных чрезвычайных ситуаций с использованием различных моделей встречается в [54, 55, 56], так в работе [57] приведен пример построения в общем виде онтологии информационных ресурсов для решения задач управления при защите территорий от затопления. Необходимо отметить что несмотря на тот факт, что представленная модель несомненно позволяет реализовать на ее основе ситуационное и аналитическое моделирование для задач управления при защите территорий от затопления, по нашему мнению, принятые в модели обобщения не учитывают специфику деятельности подразделений пожарной охраны и возникающие в результате этой деятельности информационные потоки.

Сопоставление формируемого информационного взаимодействия с определяемыми нормативно этапами при реагировании на инцидент (рис. 1) позволяет группировать поступающую информацию по следующим уровням:

Первичная (нулевая) информация (A_0, B_0, D_0) информация формирующая сущность инцидента, получаемая от средств технического мониторинга, автоматической сигнализации, устно от заявителя органом повседневного управления. На основе данной информации в первую очередь происходит общая идентификация инцидента и принимается решения о привлечении (направлении к месту вызова) сил и средств.

Первичная оперативная информация (A_1, B_1, D_1) обработанная (интерпретируемая) диспетчером ($C_1; C_2$) нулевая информация (A_0, B_0, D_0), информация документов оперативного планирования, информация справочной документации, а также информация, получаемая от служб жизнеобеспечения, оперативно-тактические особенности организаций, уровень загазованности, радиационную обстановку, предполагаемые изменения метеоусловий и т.д. На основе данной информации в первую очередь происходит общая идентификация возможных угроз и предварительного масштаба инцидента и принимается решения о первоначальном количестве и виде сил и средств.

Оперативная информация по прибытию к месту вызова (A_2, B_2, D_2) получаемая РТП на месте инцидента путем: обследования объекта, участков местности; опроса осведомленных лиц; изучения документации и сведений, представляемые должностными лицами организаций, обладающими информацией о планировке, особенностях технологических процессов производства, а также планы и карточки тушения пожаров. На основе данной информации в первую очередь на месте вызова происходит верификация первоначальной поступившей информации, уточнение возможных угроз и масштаба инцидента и принимается решения о достаточности сил и средств, тактики действий подразделений.

При организации работы на месте инцидента цикл информационного взаимодействия на оперативных уровнях (A_1, B_1, D_1) и (A_2, B_2, D_2) продолжается на всем временном промежутке до ликвидации инцидента и формирует совместно с данными о привлекаемых силах и средствах, организованных работах (C_3) информационный объем в конкретный момент времени (t) определяемый в терминах пожарной охраны, как оперативная обстановка.

Проведенная в представленной модели описания системы управления и обработки информации формализация информационного потока, возникающего при реагировании на инциденты подразделениями пожарной охраны позволяет структурировать возникающие в процессе ликвидации инцидента между элементами информационное взаимодействие. В отличии от известных моделей приведенная классификация потоков по уровням реагирования и нормативно определенным этапам ликвидации инцидента позволяет обосновывать выбор рациональной архитектуры и программного компонента для мультисервисных комплексов обеспечивающих информационную поддержку принятия управленческих решений в подразделениях пожарной охраны.

Список литературы

1. Мачуева Д.А. Современные методы анализа и оценки социально-экономических систем / Мачуева Д.А. // Инженерный вестник Дона. – 2016.– № 4(43). – С. 99.
2. Bertalanffy Ludwig Von (1950), An Outline of General System Theory, British Journal for the Philosophy of Science T. Vol. 1 (No. 2).
3. Bertalanffy Ludwig Von The Theory of Open Systems in Physics and Biology // Science 13 January 1950 111: 23-29 [DOI: 10.1126/science.111.2872.23] (in Articles)
4. Bertalanffy, Ludwig Von. (1974). Perspectives on General System Theory. Edited by Edgar Taschdjian. George Braziller, New York
5. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем — обзор проблем и результатов / Берталанфи Л. фон. // Системные исследования. Ежегодник. — М.: «Наука», 1969. — 203с.
6. Анохин П.К. Принципиальные вопросы теории функциональных систем / Анохин П.К. // Философские аспекты теории функциональных систем. — М.: Наука, 1978. — С. 49-106.
7. Анохин П.К. Узловые вопросы теории функциональных систем. — М.: Наука, 1980. — 197 с.
8. Блауберг, И.В., Садовский, В.Н., Юдин, Э.Г. Системные исследования и общая теория систем. Системные исследования. Методологические проблемы. АН СССР, Институт истории естествознания и техники. — М.: «Наука», 1969. — С. 204.
9. Блауберг И.В. Системный подход: предпосылки, проблемы, трудности. — М.: «Знание», 1969. — С. 50.
10. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода, — М.: «Наука», 1973. — С. 273.
11. Акоф Р.Л. Системы, организации и междисциплинарные исследования. В кн.: Исследования по общей теории систем. Сборник переводов. — М.: «Прогресс», 1969, С. 143-164.
12. Акоф Р.Л. Общая теория систем и исследование систем как противоположные концепции науки о системах. В кн.: Общая теория систем. пер. с англ. В. Я. Алтаева и Э. Л. Наппельбаума. — М.: «Мир», 1966, С. 66-80;
13. Уёмов А.И. Системный подход и общая теория систем. — М.: «Мысль», 1978. — 272 с.
14. Уёмов А.И. Системы и системные параметры. // Проблемы формального анализа систем. — М.: «Высшая школа», 1968. — С. 15-34.
15. Уёмов А.И. Логический анализ системного подхода к объектам и его место среди других методов исследования. В кн.: Системные исследования. Ежегодник. — М.: «Наука», 1969. — С. 80-96.
16. Уёмов А.И. Берталанфи Л. фон Параметрическая общая теория систем. В кн.: Системный подход в современной науке. — М.: «Прогресс-Традиция», 2004. С. 37—52.
17. Садовский В.Н. Основания общей теории систем: логико-методологический анализ. — М.: «Наука», 1974. — С. 154.
18. Садовский В. Н. Смена парадигм системного мышления. В кн.: Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. 1992-1994. — М., 1996. — С. 64-78.
19. Садовский В.Н. Общая теория систем как метатеория. XIII международный конгресс по истории науки. М.: «Наука», 1971. — С. 29.
20. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. — М.: «Наука», 1987. — 304 с.
21. Колмогоров А.Н. Автоматы и жизнь // Возможное и невозможное в кибернетике / Сост. В. Д. Пекелис; под ред. А. И. Берга и Э. Я. Кольмана. — М.: «Наука», 1964. — 624 с. — С. 10-29.
22. Колмогоров А.Н. О понятии алгоритма // Успехи математических наук. — Российская академия наук, 1953. — Т. 5, № 4 (56). — С. 175-176.
23. Ляпунов А.А. Об управляющих системах живой природы // Проблемы кибернетики, сб. № 10. Государственное издательство физико-математической литературы: 1963. — С. 179-193;

24. Ляпунов А.А. Связь между строением и происхождением управляющих систем. В кн.: Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. — М.: «Наука», 1973. — С. 251-257.
25. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений. В кн.: «Математика сегодня». — М.: «Знание», 1974. — С. 231. — С. 175-181.
26. Месарович М. Общая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Такаха; Пер. с англ. Э. Л. Наппельбаума; под ред. В. С. Емельянова. — М.: «Мир», 1978. — С. 231.
27. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем. Пер. с англ. Под ред. И.Ф. Шахнова. Предисл. чл.-кор. АН СССР Г. С. Поспелова. М.: «Мир», 1973. — С. 344.
28. Кальман, Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем Архивная копия от 19 сентября 2016 на Wayback Machine. Пер. с англ. Наппельбаума, Э. Л. Под ред. Цыпкина, Я. З. М.: «Мир», 1971. — С. 254.
29. Norbert Wiener. Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. (Hermann & Cie Editeurs, Paris, The Technology Press, Cambridge, Mass., John Wiley & Sons Inc., New York, 1948)
30. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. / Пер. с англ. И.В. Соловьева и Г.Н. Поварова под ред. Г.Н. Поварова. — 2-е издание. — М.: «Наука», Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. — 344 с
31. Нейман Дж. Вычислительная машина и мозг. — Нью-Хейвен: Yale University Press, 1958. — 97 с.
32. Нейман Дж. Математические основы квантовой механики. — М.: Наука, 1964. — 121 с.
33. Turing A. On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem (англ.) // Proceedings of the London Mathematical Society — London Mathematical Society, 1937. — Vol. s2-42, Iss. 1. — P. 230—265. — ISSN 0024-6115; 1460-244X; 0024-6115 — doi:10.1112/PLMS/S2-42.1.230
34. Turing, Alan (October 1950), «Computing Machinery and Intelligence», Mind LIX (236): 433—460, doi: 10.1093/mind/LIX.236.433, ISSN 0026-4423, retrieved 2008-08-18
35. Шестакова И.Г. Новая темпоральность цифровой цивилизации: будущее уже наступило / И.Г. Шестакова // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Гуманитарные и общественные науки. — 2019. — Т. 10, № 2. — С. 20-29. — DOI 10.18721/JHSS.10202.
36. Глазьев С.Ю. Перспективы становления в мире нового VI технологического уклада / С.Ю. Глазьев // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). — 2010. — № 2. — С. 4-10.
37. Шваб К. Четвертая промышленная революция. Технологии четвертой промышленной революции / К. Шваб, Н. Дэвис — М.: «Эксмо», 2018. — 320с.
38. 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. 95с. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7_37.
38. 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.
39. Кульба В.В., Шульц В.Л., Шелков А.Б., Чернов И.В. Методы и механизмы планирования и управления в условиях чрезвычайных ситуаций // Тренды и управление. — 2013. — № 2. — С. 134-155
40. Архипова Н.И., Кульба В.В., Косяченко С.А., Чанхиева Ф.Ю., Шелков А.Б. Организационное управление. — М.: Изд - во РГГУ, 2007. — 480с.
41. Информационное обеспечение систем организационного управления (теоретические основы). В 3 - х частях. Часть 1. Методологические основы организационного управления. / Под ред. Е.А. Микрина и В.В. Кульбы. — М.: Изд — во физ. — мат. лит., 2011, —356с.

42. О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Постановление Правительства РФ от 08.11.2013 № 1007 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70504674/> (дата обращения: 01.11.2023)
43. О пожарной безопасности Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/10103955/> (дата обращения: 01.10.2023)
44. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей Федеральный закон от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7746/ (дата обращения: 01.11.2023).
45. Мартинович Н.В. Системный анализ и моделирование структуры управления деятельностью подразделений пожарной охраны / Н.В. Мартинович, А.В. Калач, С.А. Гилек. – Иваново: Издательско-полиграфический комплекс «ПресСто», 2023. – 210 с. – ISBN 978-5-605-05710-9.
46. Мартинович Н. В. Алгоритм поддержки управления подразделением пожарной охраны / Н.В. Мартинович // Вестник Воронежского института ФСИН России. — 2021. — № 4. — С. 93-98.
47. 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.
48. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. — М.: Наука, —1978, —25с.
49. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. — М.: «Высш.шк», 2004. — 616с.
50. Хартли Р. Передача информации// Теория информации и ее приложения. — М.: 1959. —174с.
51. Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике: Сб. статей. - М.: Иностран. лит. 1963. —25с.
52. Денисов А.А. Теоретические основы кибернетики: Информационное поле. —Л.: ЛПИ, 1975. — 40 с.
53. Денисов А.А. Основы теории информационных цепей: Конспект лекций. — Л.: ЛПИ, 1977. — 408с.
54. Проектирование систем поддержки управления природно-техногенной безопасностью территорий с использованием онтологий / А. В. Калач, В.В. Ничепорчук, Е.В. Калач, И.А. Кубасов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. — 2021. — № 3. — С. 95-105. — DOI 10.17308/sait.2021.3/3739.
55. Ничепорчук В.В. Архитектура территориальной системы мониторинга чрезвычайной ситуации / В.В. Ничепорчук, А.И. Ноженкова // Информатизация и связь — 2018. —№2 — С.35-41.
56. Комраков А.А. Использование онтологий для описания структуры массивов информационного обмена/ А.А. Комраков // Современные информационные технологии и ИТ-образование —2019. —Т.15, №1. —С.182-189. DOI: 10.25559//SITITO.15.201901.182-189.
57. Калач А.В. Поддержка принятия управленческих решений при защите территорий от затоплений / А. В. Калач, В.В. Ничепорчук, А.Н. Батуро // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. — 2021. — № 1. — С. 74-86. — DOI 10.17308/sait.2021.1/3372.
58. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/542610435> (дата обращения 01.11.2023).

К вопросу об исследовании физико-химических свойств веществ и материалов, хранящихся на объектах складского назначения

Макарова Татьяна Петровна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Развитие методов оценки пожарной опасности веществ и материалов представляет определенную актуальность, что позволит не только расширить знания и представления о пожарной безопасности, как отрасли науки, так и исследовать пожароопасные физико-химические свойства современных веществ и материалов, состав которых постоянно изменяется и совершенствуется. Целью статьи является оценка возможности совместного хранения некоторых современных материалов, в зависимости от их пожароопасных физико-химических свойств в условиях закрытого объема, с использованием разработанных автором метода и лабораторной установки. В качестве исследуемых материалов выбраны хвойная древесина, резина и пенополиэтилен. В результате проведенной работы, выявлено, что совместное хранение веществ их различных групп, согласно разработанной автором классификацией, предлагается минимизировать, так как пожароопасные физико-химические свойства оказывают влияние на формирование повышенной температуры газового слоя и в случае вскрытия проема, складывается высокая вероятность образования смесей, способных к воспламенению и дальнейшему развитию горения.

Ключевые слова: пожарная опасность, складские объекты, испытания веществ и материалов, закрытый объем

В настоящее время наблюдается рост складских объектов [1], что связано с развитием не только традиционных видов торговли, но и интернет-магазинов, осуществляющих свою деятельность online. Пожароопасность складских площадей сохраняется, что отражено в статистических данных [2]. Пожары на складах характеризуются большой площадью и быстрым распространением пламени, так как на таких объектах осуществляется хранение значительных объемов продукции, представленной современными веществами и материалами, пожарная опасность которых малоизучена. Так же встречаются случаи нарушения правил совместного хранения. В [3] указано, что вещества и материалы в складских помещениях необходимо хранить с учетом их пожароопасных физико-химических свойств. Требования о запрете хранения веществ касаются: совместного хранения каучуков или материалов, полученных путем вулканизации каучуков с другими веществами, легковоспламеняющихся жидкостей с другими горючими веществами, а также веществ и материалов, которые при взаимодействии друг с другом могут воспламеняться, взрываться и образовывать горючие и токсичные газы (смеси) [4]. Последнее из вышеперечисленных требований позволяет минимизировать риски самовоспламенения хранящейся продукции. Однако основные причины пожаров на складах заключены в поджогах, неосторожном обращении с огнем и нарушении правил устройства и эксплуатации электрооборудования [2]. Соответственно остаются недостаточно раскрытыми пожароопасных физико-химические свойства веществ, в образовании условий для дальнейшего распространения горения, после их воспламенения от источника зажигания. К тому же по причине использования плотных ограждающих строительных конструкций, плохо пропускающих воздух, возникший пожар протекает в режиме ограниченного воздухообмена и при вскрытии проемов или разрушения конструкций поток воздуха приводит к повторному воспламенению горючих веществ с высокой интенсивностью. Поэтому исследование пожароопасных физико-химических свойств веществ и материалов предполагается проводить в условиях, минимизирующих воздухообмен.

В [5] определены основные показатели пожарной опасности веществ и материалов, определяемых экспериментальными и расчетными методами. Экспериментальные методы ограничены областью применения и не предполагают возможность исследования в условиях, ограничивающих воздухообмен. Исключением являются два метода: метод определения коэффициента дымообразующей способности, позволяющим определять снижение оптической плотности дыма в условно герметичном объеме [6] и метод определения токсичных продуктов горения с единицы массы горючего [7], позволяющих оценивать токсичность современных материалов. Но в рамках настоящего исследования предполагается акцентировать внимание, не на отдельных свойствах или токсичности, а на оценке пожароопасных свойства веществ и материалов при их горении в закрытом объеме. Изучением параметров горения веществ в закрытом объеме занимаются зарубежные ученые [8-10]. Однако отсутствуют исчерпывающие данные о методе, позволяющего исследовать пожарную опасность при горении веществ в закрытом объеме.

Поэтому разработка метода и проведение экспериментов по исследованию пожароопасных физико-химических свойств, в связи сохраняющейся пожароопасностью современной продукции, обращающейся в закрытых складских объемах.

Целью настоящей статьи является оценка возможности совместного хранения некоторых современных материалов, в зависимости от их пожароопасных физико-химических свойств в условиях ограниченного воздухообмена. Для достижения цели необходимо решить три задачи:

- 1) разработать лабораторные условия для проведения экспериментов;
- 2) провести серию экспериментов современных материалов;
- 3) дать заключение о возможности хранения исследуемых веществ в закрытом объеме складского помещения.

В качестве объектов исследования были выбраны хвойная древесина и некоторые современные материалы: резина термоморозокислотощелочестойкая (далее ТМКЩ) и пенополиэтилен (буто-мат). Для разработки методики были использованы общенаучные методы, такие как анализ, синтез, аналогия и др. Для создания лабораторной установки были применены теоретические методы: абстрагирование, обобщение. Проведение исследований проводилось путём экспериментального метода.

Серия экспериментов проводилась в разработанной автором лабораторной установке, схема которой представлена на рисунке 1. Размеры установки: 0,5м x 0,5м x 0,5м, внутренняя отделка выполнена вермикулитовыми плитами для минимизации тепловпотерь. Все стыки и швы установки уплотнены негорючими шнурами различных диаметров для минимизации воздухообмена с окружающей средой. Разработанная установка обладает комплексностью и оснащена несколькими приборами контроля. Также был разработан комплексный метод контроля, позволяющий исследовать параметры газовой среды при горении веществ и материалов в закрытом объеме, с использованием лабораторной установки (рис 1)

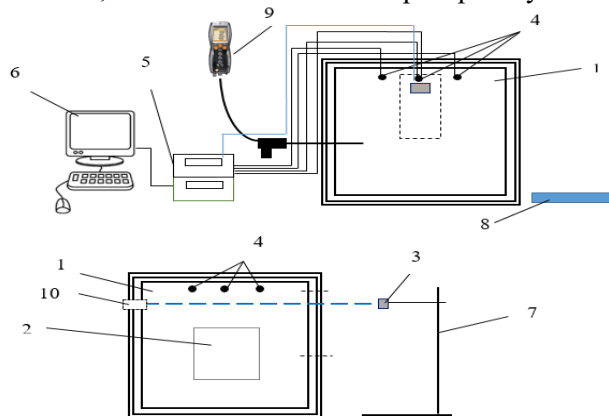


Рис.1. Схема разработанной установки.

1-испытательная камера; 2-смотровое окно; 3-источник ИК-излучения; 4-термопары;
5-приемно-контрольное устройство; 6-ПК; 7-штатив лабораторный; 8 – устройство для измерения
массы; 9 – прибор для измерения концентрации кислорода, 10 – приемник ИК-излучения.

Пожарная опасность процессов, протекающих в закрытом объеме заключена в свойствах газовой среды, состоящей из продуктов полного и неполного сгорания. В [8] были исследованы наиболее опасные участки газовой среды при горении горючей жидкости в закрытом объеме и было выявлено, что наиболее опасный слой – верхний. Этот слой характеризуется низкой концентрацией кислорода, повышенной температурой и наличием пожароопасных продуктов неполного сгорания. В рамках настоящей статьи предполагается акцентировать внимание именно на параметр изменения температуры газового слоя, образующегося при горении исследуемых веществ в закрытом объеме.

Ниже представлены среднеарифметические значения, полученные по результатам серии экспериментов по испытанию горения резины ТМКЦ и пенополиэтилена в закрытом объеме (рисунок 2, 3). Смешанные образцы представляли собой комбинацию древесины 70% и 30% резины ТМКЦ (рисунок 2), древесины 70% и пенополиэтилена 30% (рисунок 3). Согласно приведенным данным горение резины и пенополиэтилена способствует большему приросту температуры газового слоя при их горении в закрытом объеме. И несмотря на то, что смешанные образцы состоят преимущественно из древесины, величину прироста температуры газового слоя определяет вещество горения которого сопровождается большим выделением тепла.

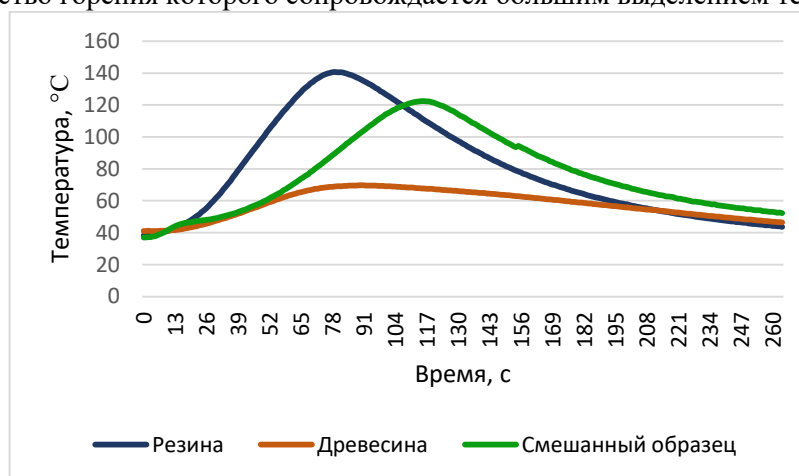


Рис.2. Совмещенный график изменения температур газового слоя при горении древесины, резины и смешанного образца

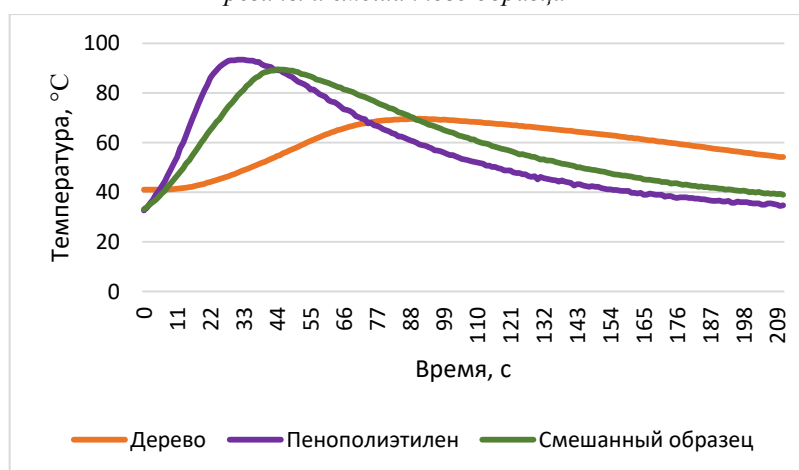


Рис.3. Совмещенный график изменения температур газового слоя при горении древесины, пенополиэтилена и смешанного образца

Полученные графики изменения температур совпадают с графиком, теоретически обоснованным в [11]. Следует отметить, что пиковые значения температур будут отличаться в зависимости от исследуемого вещества, как и скорость нарастания температуры газового слоя.

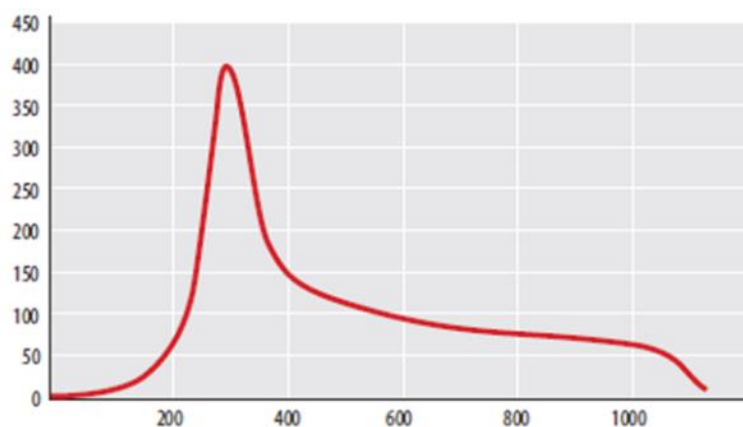


Рис.4. График зависимости температуры от времени в закрытом помещении [11].

Основным ограничением полученных значений является то, что они распространяются только для объема лабораторной установки и описывают изменение температуры только верхнего слоя, состоящего из продуктов горения веществ в закрытом объеме.

В результате проведенного исследования по испытанию смешанных образцов, удалось подтвердить необходимость ограничения совместного хранения веществ и материалов, которые в силу своих пожароопасных физико-химических свойств, способны привести к наиболее опасному сценарию развития пожара и горения в закрытом пространстве складского объекта. Для чего был разработан метод и разделение веществ и материалов по группам опасности, которые предполагается уточнить в ходе дальнейших исследований.

Список литературы

1. Аристов В. М., Аристов А. М. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА СКЛАДСКИХ УСЛУГ В РЕГИОНАХ РОССИИ //Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2021. – №. 3 (129). – С. 98-101.Saunders DS (1976) The biological clock of insects. Sci Am 234(2):114–121.
2. Гончаренко В. С. и др. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году. – 2023.
3. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 №1479.
4. ГОСТ 19433-89 Межгосударственный стандарт «Грузы опасные. Классификация и маркировка».
5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ.
6. ГОСТ 12.1.044-89 «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов».
7. Пузач С. В., Акперов Р.Г. Экспериментальное определение удельного коэффициента образования монооксида углерода при пожаре в помещении //Пожаровзрывобезопасность. –2016 – Т. 25 – №. 5 – С. 18-25.
8. Zhang J. et al. Smoke filling in closed compartments with elevated fire sources //Fire safety journal. – 2012. – Т. 54. – С. 14-23.
9. Zhang, J., et al., Impacts of Elevation on Pool Fire Behavior in a Closed Compartment: A Study Based upon a Distinct Stratification Phenomenon, Journal of Fire Science, 31 (2013), 2, pp. 173-188.
10. Bailey, J. L., et al., Methanol Pan Fires in an Enclosed Space: Effect of Pressure and Oxygen Concentration, Report No. NRL/MR/6180-93-7310, Naval Research Laboratory, Washington DC, USA, 1993.
11. Bengtsson L. G., Hardestam P. Enclosure fires. – Karlstad, Sweden : Swedish Rescue Services Agency, 2001. – S. 192.

Мониторинг лесных и степных пожаров методом детекции мелкодисперсных частиц в воздухе

Куттыбаев Ерлан Маратович

Академия гражданской защиты им. Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан

Аннотация. Статья посвящена проблеме развития систем мониторинга пожарной безопасности лесных объектов. Для обеспечения процесса проектирования системы раннего информирования дежурно-диспетчерских служб ведомства уполномоченного органа в области лесного хозяйства и животного мира, при необходимости строительства пунктов управления, либо модернизации существующих систем мониторинга необходимо исходить из анализа применяемых традиционных средств наблюдения и современных технологий. Автор в статье описывает и предлагает свой вариант технико-технологического решения, которое может составить некоторую основу для решения задач по альтернативе обнаружения очагов возгорания на стадии задымления в рассматриваемых субъектах природы.

Ключевые слова: система мониторинга, стихийный, пожар, лесной, воздух, чкастицы

Лесные и степные пожары являются мощным природным и антропогенным фактором, существенно изменяющим функционирование и состояние природных объектов. Такие пожары наносят урон экологии, экономике, а часто и человеческие жизни оказываются под угрозой. Пожары являются национальной проблемой, а ущерб, наносимый реальному сектору экономики, исчисляется десятками миллионов долларов в год. Лесные и степные пожары наносят огромный урон экологии, для восстановления экосистемы требуется несколько десятков лет. В случае, когда промышленные объекты находятся в непосредственной близости, ущерб от пожара может быть колоссальным.

Но наибольшую опасность представляет угроза населенным пунктам, когда стихийный пожар может стать причиной смерти людей. Причиной пожара могут быть природные явления: грозовые разряды и молнии. Но чаще, причиной является сам человек, начиная от простого туристического отдыха и заканчивая сельскохозяйственными палами. Следует заметить, что реальный экономический ущерб от лесного или степного пожара складывается не только из урона нанесенного лесу, промышленным и другим объектам, но и из затрат, связанных непосредственно с тушением. В этом случае становится очевидным, что важно не только обнаружить пожар, но и определить его точное местоположение и сделать это как можно раньше.

Наиболее традиционный метод обнаружения пожаров – это визуальное обнаружение людьми со специализированных конструкций – вышек, либо с естественных высот рельефа местности. Настоящий метод используется более ста лет с небольшими усовершенствованиями, связанными с использованием средств связи (рации, сотовая связь и др.) и оптическими устройствами визуального контроля (бинокли, подзорные трубы и др). Основными недостатком данного способа обнаружения является необходимость постоянного использования человеческого труда, ограниченное количество егерей и высокие затраты, связанные с необходимостью использования спецтранспорта. Более того, многие районы РК имеют плохую автомобильную и пешую доступность, что создает предпосылки к позднему обнаружению очагов пожаров и развитию катастрофических пожаров особенно в отдаленных районах.

Следующим методом обнаружения пожаров является наблюдение в результате облёта местности. Пилот на летательном аппарате (легкий самолет, вертолет) с определенной периодичностью облетают пожароопасную территорию, при визуальном обнаружении пожара штурман определяет его координаты и передает в центр контроля информацию об обнаруженном пожаре. Основным преимуществом данного метода является возможность мониторинга любой даже самой удаленной и дикой территории. Основным недостатком является очень высокая

стоимость летного часа, измеряемая в миллионах в час. Кроме того, необходим специально обученный персонал (штурманы), которые непосредственно и определяют маршрут полета, визуально обнаруживают места возгорания и определяют координаты. Возникают трудности для ведения непрерывного мониторинга большой территории, что может являться причиной позднего обнаружения пожара.

Помимо традиционных способов обнаружения пожаров широко применяется спутниковый мониторинг. Специализированные спутники, находящиеся на негеостационарных орбитах, производят снимки земной поверхности в ИК-диапазоне (с последующей передачей на наземную станцию). На основе разности температуры поверхности земли и температуры пожара, возможно, определить его местоположение. В качестве недостатков спутникового мониторинга необходимо отметить большую площадь минимально обнаруживаемого очага возгорания, которая колеблется от 1-го до 50 га, невысокую периодичность получения данных (несколько раз в сутки) и сильное влияние погодных условий. В условиях ветреной погоды задержка (4-6 часов) обнаружения даже небольшого пожара может привести к серьезным последствиям и увеличить стоимость его ликвидации. Современное развитие систем управления и техники позволяет тушить пожары достаточно эффективно на ранней стадии в любой точке. Тушение пожара на ранней стадии делает возможным воздействие на него «точечными» средствами с максимальной эффективностью.

Каждый год в мире тратится финансовых средств на тушение действующих пожаров намного больше, чем требовалось бы на их предотвращение при соблюдении технологии раннего обнаружения и подавления.

Предлагаем остановиться на описании системы Система AirKaz FireFinder, представляющей собой сеть независимых станций измерения концентрации продуктов горения в воздухе, устанавливаемых на расстоянии 1-5 км друг от друга в зависимости от особенностей рельефа местности. Каждая станция снабжена солнечной панелью, батареей резервного питания и радиointерфейсом, позволяющим организовать самостоятельную замкнутую сеть устройств, объединяющихся по технологии mesh в единый измерительный комплекс, способный покрывать как небольшие участки, так и площади в 10-500 квадратных километров. У сети отсутствует необходимость во внешнем питании для станций. Связь с внешним миром осуществляется через единственный шлюз. Это делает систему удобной для развертывания в отдаленных и незаселенных районах. Детектирование возгорания травы, деревьев и прочих горючих веществ осуществляется путем детекции наличия в воздухе мелкодисперсных частиц PM1.0/PM2.5, которые являются продуктами горения и тления любых видов горючих веществ и их наличие является достоверным индикатором пожара. Данный способ детектирования позволяет

с высокой точностью определить место начинающегося возгорания по первому появившемуся дыму еще задолго до развития мощного открытого огня и передать на диспетчерский пульт предполагаемый район появления дыма.

Таким образом, егерская или противопожарная бригада имеет возможность оперативно прибыть на место и ликвидировать очаг зарождающегося пожара задолго до того, как огонь выйдет из-под контроля.

Каждая станция автоматически передает оперативную обстановку на диспетчерский пульт с периодичностью в 5-10 минут, таким образом обеспечивается принцип непрерывности и оперативности наблюдения, что позволяет значительно сократить срок для реагирования специальных служб.

Дополнительной функцией системы является возможность передачи с места установки станции тревожного сигнала по нажатию кнопки. Этот сигнал незамедлительно отображается на пульте диспетчера вместе с координатами станции. Эта функция может быть полезна для потерявшихся в лесу, в степи либо в горах туристов, а также для людей, терпящих бедствие во время таких природных явлений, как град, буран или аномальная жара. Места установки станции могут быть отмечены особой раскраской, флагом и проблесковым маячком, что поможет заблудившимся найти ее.

Каждая станция имеет антивандальное исполнение, защищена от любых погодных явлений и устанавливается на высоте 3-8 метров над уровнем земли. Тревожная кнопка выводится в место, где ею легко можно будет воспользоваться и снабжается индикатором, позволяющим понять, что сигнал принят оператором и помощь уже отправлена. Основные преимущества системы:

- Использование автономного электропитания, что исключает необходимость прокладки инфраструктуры
- Применение собственного уникального способа радиообмена между станциями, что позволяет создавать сети мониторинга с любым количеством станций по технологии mesh
- Независимость от внешних сетей передачи данных, что позволят покрывать сетью мониторинга отдаленные районы, лишенные покрытия традиционных операторов мобильной связи
- Автоматизированное определение местоположения очага возгорания, один оператор способен контролировать большие площади за счет полной автоматизации процесса
- Возможность интеграции в систему данных спутникового мониторинга, метеоданных, данных с любых информационных систем
- Многопользовательский доступ к системе
- Использование станций мониторинга в качестве системы спасения для туристов, рыбаков, охотников, заблудившихся, либо попавших в неблагоприятные метеословия.

Инициативной группой или разработчиками данного метода проводились опытные замеры состояния воздуха в г.Алматы. В этом исследовании исследуются пространственные и временные закономерности PM10, PM2.5, NO2, SO2 и CO в Алматы, крупнейшем городе Казахстана, в период с 2013 по 2018 год. По данным, которые были использованы в этом исследовании, наблюдалось серьезное ухудшение качества воздуха. Среднегодовые концентрации PM2.5, PM10 и NO2 превысили годовые пределы ВОЗ в 5,3, 3,9 и 3,2 раза соответственно. Максимальные уровни наблюдались зимой, а минимальные - летом. Разница между зимой и летом была более заметной для PM2,5, чем для других загрязняющих веществ. Зимние пики загрязнения демонстрируют высокий вклад крупномасштабного и мелкомасштабного сжигания угля для отопления, который может усугубляться более слабыми ветрами и возможными более частыми тепловыми инверсиями. Наблюдалась отрицательная корреляция между высотой над уровнем моря и уровнями SO2, PM2.5 и PM10, в то время как для NO2 и CO корреляции не наблюдалось, что указывает на то, что первая группа могла быть в основном обусловлена точечными источниками, расположенными преимущественно на более низких высотах (например, электростанции), а вторая группа в основном происходила из неточечных источников. источники, равномерно распределенные по городу (например, транспорт). Необходимы срочные меры по сокращению выбросов от угольной электростанции и бытовых отопительных печей [2]. В крупном городе в воздухе всегда есть частицы PM2.5. Это факт. И мы в любом случае вдыхаем их. Это тоже факт. Вопрос в том, какую среднесуточную дозу PM2.5 получает организм. Если на улице воздух грязный, но дома мы защищаемся бризерами или очистителями, то мы снижаем количество частиц, вдыхаемых за день, даем организму передышку. Если он успевает очиститься от мусора и восстановиться, вероятность перечисленных выше проблем со здоровьем будет существенно меньше[3].

Создание высокотехнологичной автоматизированной информационно-управляющей системы АРМ Диспетчер в территориально-распределенной системе (ДЧС) и его функционирование, то есть информационно-коммуникационного фундамента, должно развиваться на едином комплексе мер функционального, нормативно-методологического, организационного и технологического характера.

Вывод: таким образом, в настоящее время теоретические положения и практические рекомендации могут составить некоторую основу для решения создания метода, определяющего правила модернизации системы мониторинга и раннего оповещения, где в основу должны войти обязательные нормы по проектированию данных систем всех уровней управления и требования к органу управления в области связи и всем операторам связи, организационно входящим

в службу связи гражданской защиты на всех уровнях государственной системы гражданской защиты (ГСГЗ)[2].

Список литературы

1. Kerimray, A., Azbanbayev, E., Kenessov, B., Plotitsyn, P., Alimbayeva, D. and Karaca, F. (2020). Spatiotemporal Variations and Contributing Factors of Air Pollutants in Almaty, Kazakhstan. (Пространственно-временные вариации и способствующие факторы загрязнителей воздуха в Алматы), Казахстан Aerosol Air Qual. Res. 20: 1340–1352. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2019.09.0464>
2. Булегенов Е.П., Куттыбаев Е.М. Тимиргали А. Некоторые вопросы по модернизации системы оповещения гражданской защиты// Наука и образование в гражданской защите АГЗ МЧС Республики Казахстан. – 2022. – № 2 (46). – 0,35 п.л.
3. <http://tion.rut> Частицы PM2.5: что это, откуда и почему об этом все говорят, 30 августа 2016г. <https://habr.com/ru/users/TIONofficial/>

Моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера

Акимов Валерий Александрович
доктор технических наук, профессор

Иванова Екатерина Олеговна

*Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам
гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России*

Аннотация. Статья содержит описание моделей прогнозирования некоторых чрезвычайных ситуаций техногенного характера, таких как: отключение электроэнергии, сброс жидких технологических отходов в гидросферу, выброс опасных химических веществ в окружающую среду, разлив нефти и нефтепродуктов. Рассмотрены прогнозно-аналитические решения по техногенным угрозам для урбанизированных территорий, в математическую основу которых положены байесовские классификаторы. Результатом работы является формализованное описание моделей для прогнозирования последствий отключения электроэнергии, сброса жидких технологических отходов в гидросферу, выброса опасных химических веществ в окружающую среду, разлива нефти и нефтепродуктов. Научная новизна разработанных моделей заключается в едином научном подходе к их созданию, а именно, в применении метода статистической обработки, основанного на теореме Байеса. Байесовская вероятность на сегодняшний день развивается как основной метод прогнозирования с точки зрения построения и обучения нейронных сетей, в отличие от частотной вероятности – когда вероятность определяется относительной частотой появления случайного события при достаточно длительных наблюдениях. Для научного прогнозирования кризисных ситуаций и происшествий с использованием метода Байеса и байесовских сетей требуется большое количество актуальных данных для моделирования стихийных бедствий, что характерно для часто повторяющихся негативных событий. Ввиду отсутствия статистических данных методы Байеса не применимы для прогнозирования катастрофических чрезвычайных ситуаций техногенного характера, происходящих редко, но со значительным ущербом.

Ключевые слова: прогнозная и аналитическая модель, метод Байеса, вероятностная оценка угроз, прогнозирование последствий отключения электроэнергии, сброс жидких технологических отходов, прогнозирование выбросов химически опасных веществ, прогнозирование последствий разлива нефти и нефтепродуктов

Прогнозирование последствий отключения электроснабжения

Общие требования к организации и порядку прогнозирования последствий отключения электроснабжения (ОЭ) на контролируемых территориях (КТ) установлены в [1]. Согласно данному стандарту прогнозная аналитическая модель ПАМ-ОЭ предназначена для автоматизации деятельности должностных лиц единой дежурно-диспетчерской службы при планировании действий по реагированию на массовые прекращения передачи электрической энергии потребителям в результате повреждений электросетевых объектов.

Прогнозирование последствий сбросов жидких технологических отходов в гидросферу

Общие требования к организации и порядку прогнозирования последствий сбросов жидких технологических отходов (ЖТО), таких как фенол, формальдегид, аммиак и хром

в гидросферу с использованием прогнозной аналитической модели (ПАМ), в качестве математической основы моделирования которой используются байесовские классификаторы, установлены в [2]. Согласно данному стандарту прогнозная аналитическая модель «Сброс жидких технологических отходов в гидросферу» (ПАМ-СО) предназначена для автоматизации деятельности должностных лиц единой дежурно-диспетчерской службы и обеспечивает осуществление вероятностной оценки загрязнения водного объекта (ВО) при сбросе ЖТО в гидросферу, а также определение общего показателя качества воды на участке ВО, вблизи водозаборов, в границах контролируемой территории (КТ) в течение ближайших суток.

Прогнозирование последствий выбросов опасных химических веществ

Общие требования к организации и порядку прогнозирования последствий выбросов опасных химических веществ (ОХВ) на контролируемой территории (КТ) с использованием прогнозной и аналитической модели (ПАМ), в качестве математической основы моделирования которой используются байесовские классификаторы, установлены в [3]. Согласно данному стандарту прогнозная аналитическая модель ПАМ-ОХВ предназначена для автоматизации деятельности должностных лиц единой дежурно-диспетчерской службы и обеспечивает осуществление вероятностной оценки распространения выброса ОХВ в окружающую среду.

Прогнозирование последствий разлива нефти и нефтепродуктов

Общие требования к организации и порядку прогнозирования последствий разливов нефти и нефтепродуктов (РНН) из стационарных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов (НН) на контролируемых территориях (КТ) с использованием прогнозной и аналитической модели прогнозирования РНН (ПАМ-РНН), в качестве математической основы моделирования которой используют байесовские классификаторы, установлены в [4]. Согласно данному стандарту ПАМ-РНН предназначена для автоматизации деятельности должностных лиц единой дежурно-диспетчерской службы муниципальных образований при прогнозировании класса угрозы «РНН» по кризисным ситуациям и/или происшествиям (КСП), связанным с угрозой РНН на КТ из резервуаров хранения НН, расположенных на суше, а также при уточнении результатов развития РНН на КТ по полученным оперативным данным.

В [5] в качестве математической основы моделирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера, предложены методы статистической обработки данных, основанные на теореме Байеса.

Во втором разделе представлено: обоснование используемого методологического аппарата; описание методов и приемов, используемых для сбора и анализа оригинальных данных; описание возможных методологических ограничений и их влияние на обоснованность полученных результатов.

Третий раздел содержит изложение результатов исследования.

В четвертом разделе интерпретированы полученные в ходе исследования результаты в контексте того, что ранее уже было опубликовано по проблеме прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера, таких как: отключение электроэнергии, сброс жидких технологических отходов в гидросферу, выброс опасных химических веществ в окружающую среду, разлив нефти и нефтепродуктов.

Пятый раздел содержит краткую формулировку результатов исследования.

С использованием ПАМ-ОЭ «осуществляется выявление потребителей, последствия прекращения передачи электрической энергии которым из-за повреждения объектов электросетевого хозяйства сетевых организаций или оборудования объектов по производству электрической энергии, несут наибольший ущерб жизнедеятельности населения».

Для этого в ПАМ-ОЭ для каждого обесточенного потребителя электрической энергии определяется индекс приоритета восстановления электроснабжения, который учитывает следующие факторы [6]: отнесение потребителя электрической энергии к потребителям, ограничение режима потребления электрической энергии которых может привести к экономическим, экологическим или социальным последствиям; степень участия потребителя

электрической энергии в обеспечении жизнедеятельности населения; численность людей в зданиях потребителя электрической энергии; расчетное время, в течение которого потребитель может функционировать при отключении основного электроснабжения, если у него имеется независимый источник питания; время года и день недели, в которые произошло обесточивание потребителей электрической энергии.

Основными входными данными ПАМ-ОЭ являются: характеристики потребителей электрической энергии, расположенных на территории муниципального образования; характеристики массовых повреждений электросетевых объектов на территории муниципального образования.

Основными входными данными для формирования базового обучающего множества ПАМ-СО являются следующие группы параметров [7]: параметры систем (постов) мониторинга сбросов ЖТО, расположенных в непосредственной близости от источников сбросов ЖТО промышленных объектов; параметры систем (постов) мониторинга сбросов ЖТО, расположенных на КТ; характеристики источников сброса ЖТО; характеристики участков ВО в пределах от источников сбросов ЖТО до объектов водозаборов; характеристики гидрологической обстановки.

Согласно [8] к входным данным для формирования базового обучающего множества ПАМ-ОХВ относятся следующие группы параметров: параметры систем (постов) мониторинга выбросов ОХВ, расположенных по периметру промышленных объектов, на которых имеются источники выбросов ОХВ; параметры систем (постов) мониторинга выбросов ОХВ, расположенных на КТ; характеристики метеорологической обстановки; характеристики источников выброса ОХВ и параметров выбросов ОХВ.

Основными наборами данных для формирования базового обучающего множества ПАМ-РНН являются [9]: данные, характеризующие РНН на КТ; основные параметры и техническое состояние объекта хранения НН; метеорологическая обстановка на КТ; данные, характеризующие хранимые в резервуаре НН; данные, характеризующие местность, на которой произошел РНН.

Данными, характеризующими потребителей электрической энергии, ограничение режима функционирования которых может привести к экономическим, экологическим или социальным последствиям, являются: условный номер потребителя; наименование потребителя; географические координаты местоположения потребителя, град.; категория потребителя электрической энергии; статус наличия у потребителя автономного резервного источника питания; расчетное время, при котором потребитель может функционировать при отключении основного электроснабжения, ч; условный номер трансформаторной подстанции (ТП), от которой осуществляется электроснабжение потребителя; географические координаты места расположения ТП, от которой осуществляется электроснабжение потребителя, град.

К данным, характеризующим потребителей электрической энергии, не попадающих под категории потребителей, ограничение режима которых может привести к экономическим, экологическим или социальным последствиям, относятся: условный номер потребителя; наименование потребителя; географические координаты местоположения потребителя, град.; вид потребителя; расчетное количество жителей, чел.; статус наличия у потребителя автономного резервного источника питания; расчетное время, при котором потребитель может функционировать при отключении основного электроснабжения, ч; условный номер ТП, от которой осуществляется электроснабжение потребителя; географические координаты места расположения ТП, от которой осуществляется электроснабжение потребителя, град.

К данным, характеризующим массовые повреждения электросетевых объектов, относятся: время и дата массовых повреждений электросетевых объектов; перечень условных номеров, отключенных ТП, осуществляющих электроснабжение потребителей.

Порядок расчета индекса приоритета восстановления электроснабжения представлен в [10].

К параметрам системы (поста) мониторинга сбросов ЖТО, расположенной в непосредственной близости от источника сброса ЖТО промышленного объекта, относятся:

дата и время наблюдения сброса ЖТО; координаты расположения системы (поста) мониторинга сбросов ЖТО (широта, долгота), град; расстояние от системы (поста) мониторинга сбросов ЖТО до источника сброса ЖТО, м; наименование вещества, входящего в состав ЖТО; концентрация вещества, входящего в состав ЖТО, полученная из системы (поста) мониторинга сбросов ЖТО, по состоянию за 3 ч до даты и времени наблюдения, мг/дм³.

К параметрам системы (поста) мониторинга сбросов ЖТО, расположенных на КТ, относятся: дата и время наблюдения сброса ЖТО; координаты расположения системы (поста) мониторинга сбросов ЖТО (широта, долгота), град; расстояние от системы (поста) мониторинга сбросов ЖТО до источника сброса ЖТО, м; наименование вещества, входящего в состав ЖТО; концентрация вещества, входящего в состав ЖТО, полученная из системы (поста) мониторинга сбросов ЖТО, по состоянию на дату и время наблюдения, мг/дм³; концентрация вещества, входящего в состав ЖТО, полученная из системы (поста) мониторинга сбросов ЖТО, по состоянию за 3 ч до даты и времени наблюдения, мг/дм³; значение показателя химического потребления кислорода (ХПК), мг/дм³; значение показателя биохимического потребления кислорода (БПК), мг/дм³.

Входными данными, характеризующими источник сброса ЖТО, являются: наименование источника сброса ЖТО; координаты расположения источника сброса ЖТО (широта, долгота), град.; диаметр трубы выпуска, м; разрешенный объем сброса, м³; наименование вещества, входящего в состав ЖТО.

К входным данным, характеризующим участок ВО в пределах от источника сброса ЖТО до объектов водозабора, относятся: наименование участка ВО; координаты начала и конца участка ВО, град; средняя глубина участка ВО, м; средняя ширина участка ВО, м; гидрографическая длина водотока участка ВО, км; уклон русла на участке ВО, град; площадь акватории участка ВО, м²; направление течения на участке ВО, град; характер ложа на участке ВО; число дней после ледостава, дней; гидравлический радиус русла участка ВО, м.

Входными данными, характеризующими гидрологическую обстановку, являются: дата и время наблюдения; координаты расположения гидропоста, град; скорость течения (потока) на участке ВО, м/с; расход потока воды на участке ВО, м³/км; состояние поверхности акватории на участке ВО; толщина льда на участке ВО, см; направление течения на участке ВО, град; температура воды на участке ВО, °С.

Для формирования обучающего множества указанные наборы данных подлежат обработке, после чего на базе уже обработанных данных осуществляют сборку обучающих примеров модели. Обработка заключается в группировке входных данных с использованием справочников ПАМ-СО и методов статистической обработки, а также в подготовке расчетных параметров и параметров (ответов) гипотез модели.

Расчетными параметрами, подлежащими обработке с использованием байесовского классификатора, в ПАМ-СО являются: расчетная масса вещества, входящего в состав ЖТО, сброшенного в ВО; расчетная концентрация вещества, входящего в состав ЖТО, в месте размещения системы (поста) мониторинга сбросов ЖТО, расположенной на КТ, по состоянию на дату и время наблюдения, мг/дм³.

Порядок определения расчетных параметров приведен в ПНСТ 770-2022.

В ПАМ-СО необходимо подготавливать следующие обучающие множества отдельно для каждого наблюдаемого вещества, входящего в состав ЖТО [11]: для наблюдений сброса фенола, для наблюдений сброса формальдегида, для наблюдений сброса аммиака, для наблюдений сброса хрома.

В ПАМ-СО вероятностной оценке с использованием байесовского классификатора подлежат гипотезы: для прогнозирования концентраций веществ, входящих в состав ЖТО; для прогнозирования снижения показателей ХПК и БПК.

После обучения ПАМ-СО следует процесс прогнозирования событий, соответствующих гипотезам, — формирование прогнозов наблюдений на новых значениях наблюдаемых параметров.

К параметрам системы (поста) мониторинга выбросов ОХВ, расположенной по периметру промышленного объекта, на котором имеются источники выбросов ОХВ, относятся: дата и время наблюдения выброса ОХВ; координаты расположения системы (поста) мониторинга выбросов ОХВ (широта, долгота), град.; расстояние от системы (поста) мониторинга выбросов ОХВ до источника выброса ОХВ, м; наименование ОХВ; концентрация ОХВ, полученная из системы (поста) мониторинга выбросов ОХВ, по состоянию за 3 ч до даты и времени наблюдения, мг/м³.

К параметрам системы (поста) мониторинга выбросов ОХВ, расположенной на КТ, относятся: дата и время наблюдения выброса ОХВ; координаты расположения системы (поста) мониторинга выбросов ОХВ (широта, долгота), град.; расстояние от системы (поста) мониторинга выбросов ОХВ до источника выброса ОХВ, м; наименование ОХВ; концентрация ОХВ, полученная из системы (поста) мониторинга выбросов ОХВ, по состоянию на дату и время наблюдения, мг/м³; концентрация ОХВ, полученная из системы (поста) мониторинга выбросов ОХВ, по состоянию за 3 ч до даты и времени наблюдения, мг/м³.

Входными данными, характеризующими метеорологическую обстановку, являются: наименование источника метеоданных; координаты расположения источника метеоданных (широта, долгота), град.; дата и время наблюдения; температура воздуха, °С; атмосферное давление, мм. рт. ст.; относительная влажность, %; направление ветра, градус; скорость ветра, м/с; количество осадков, мм; облачность, %.

К входным данным, характеризующим источник выброса ОХВ и параметры выброса ОХВ, относятся: наименование источника выброса ОХВ; координаты расположения источника выброса ОХВ (широта, долгота), град.; высота источника выброса ОХВ, м; диаметр устья трубы источника выброса ОХВ, м; мощность выброса, по состоянию за 3 ч до даты и времени наблюдения, г/с; наименование ОХВ.

Для формирования обучающего множества указанные наборы данных подлежат обработке, после чего на базе уже обработанных данных осуществляется сборка обучающих примеров модели. Обработка заключается в группировке входных данных с использованием справочников ПАМ-ОХВ и методов статистической обработки, а также в подготовке расчетных параметров и параметров (ответов) гипотез модели.

Расчетными параметрами, подлежащими обработке с использованием байесовского классификатора, в ПАМ-ОХВ являются [12, 13]: расчетная мощность выброса, г/с; расчетная концентрация ОХВ в месте размещения системы (поста) мониторинга выбросов ОХВ, расположенной на КТ, по состоянию на дату и время наблюдения, мг/м³.

Порядок определения расчетных параметров приведен в ПНСТ 771-2022.

В результате сбора и последующей обработки входных данных должно быть подготовлено базовое обучающее множество, представляющее собой наборы упорядоченных данных, предназначенных для обработки с применением байесовского классификатора.

На этапе предварительного обучения ПАМ-ОХВ подготавливают наборы данных, необходимые для сборки базовых обучающих множеств, в объеме, обеспечивающем функциональные возможности ПАМ-ОХВ.

После обучения ПАМ-ОХВ начинается процесс прогнозирования событий, соответствующих гипотезам, - формирование прогнозов наблюдений на новых значениях наблюдаемых параметров. Порядок сбора новых значений, наблюдаемых входных данных и их обработки при формировании каждого прогноза наблюдения должен в обязательном порядке соответствовать аналогичным процессам при обучении ПАМ-ОХВ.

К входным данным, характеризующим основные параметры РНН на КТ из резервуара хранения НН, относятся [14]: дата и время наблюдения РНН; координаты источника РНН; тип разлившихся НН; удаление места РНН до ближайшего водного объекта (ВО), км; удаление места РНН до ближайшего КП, км; начальная высота столба жидкости в резервуаре, м; высота расположения аварийного отверстия РНН, м; площадь аварийного отверстия РНН, м²; продолжительность истечения НН, ч; направление РНН на местности, град; радиус разлива НН на участке местности, м; масса НН, вылившаяся на участок местности, т; площадь территории,

загрязненная НН, м^2 ; статус регистрации факта загрязнения ВО при РНН; статус регистрации факта пожара при РНН; статус регистрации факта взрыва при РНН.

Данными, характеризующими объект хранения НН на КТ, являются [15]: тип резервуара; номинальная вместимость резервуара, м^3 ; объем НН в резервуаре на момент РНН, м^3 ; температура хранения НН в резервуаре, $^{\circ}\text{C}$; количество резервуаров в группе обвалования, ед.; объем площадки обвалования, м^2 ; минимальное расстояние от стенки резервуара до обвалования, м; площадь основания резервуара, м^2 ; конструктивные особенности резервуара; тип покрытия обвалования резервуара; производительность приема-раздачи НН.

К данным, характеризующим техническое состояние резервуара хранения НН, относятся: дата ввода в эксплуатацию резервуара, год; назначенный срок эксплуатации резервуара, лет; тип проводимого крайнего ремонта; дата проведения последнего осмотрового ремонта; дата проведения последнего текущего ремонта; дата проведения последнего среднего ремонта; дата проведения последнего капитального ремонта; назначенный межремонтный срок проведения осмотрового ремонта, лет; назначенный межремонтный срок проведения текущего ремонта, лет; назначенный межремонтный срок проведения среднего ремонта, лет; назначенный межремонтный срок проведения капитального ремонта, лет; дата проведения последнего технического освидетельствования; дата проведения последней частичной диагностики; дата проведения последней полной диагностики; назначенные регламентные сроки по проведению технического освидетельствования, лет; назначенные регламентные сроки по проведению частичной диагностики, лет; назначенные регламентные сроки по проведению полной диагностики, лет; сведения, характеризующие общее техническое состояние резервуара (на момент освидетельствования); систематичность проведения технических освидетельствований; скорость коррозии, мм/год.

Данными, характеризующими метеорологическую обстановку на КТ в стандартный срок наблюдения в течение суток, являются: дата и время наблюдения метеопараметров; наименование (идентификационный номер) метеостанции; географические координаты расположения метеостанции (долгота и широта), град; температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; атмосферное давление, мм. рт. ст.; относительная влажность воздуха, %; направление ветра, град; скорость ветра, м/с; количество осадков, мм; атмосферная видимость, км.

Входными данными, характеризующими метеорологическую обстановку на КТ за сутки, являются: дата и время формирования метеоданных; наименование (идентификационный номер) метеостанции; географические координаты расположения метеостанции; преобладающая температура воздуха ночью, $^{\circ}\text{C}$; преобладающая температура воздуха днем, $^{\circ}\text{C}$; максимальная температура воздуха ночью, $^{\circ}\text{C}$; максимальная температура воздуха днем, $^{\circ}\text{C}$; количество осадков, мм; атмосферная видимость.

Данными, характеризующими хранимые в резервуаре НН, являются: тип НН; плотность хранимых НН, $\text{т}/\text{м}^3$; кинематическая вязкость хранимых НН, $\text{м}^2/\text{с}$.

К данным, характеризующим местность, на которой возможен РНН, относятся: направление естественного уклона местности относительно точки расположения резервуара, град; продольный уклон местности на участке РНН, град.; тип грунта местности (за обвалованием); температура поверхности грунта, $^{\circ}\text{C}$; влажность грунта; состояние поверхности почвы на участке местности; статус наличия ВО на местности предполагаемого РНН; направление расположения ВО относительно точки расположения резервуара, град.

На базе сформированных входных данных подготавливают необходимые наборы данных для обучающего множества ПАМ-РНН.

Для формирования обучающего множества указанные наборы данных подлежат обработке, после чего на базе уже обработанных данных осуществляют сборку обучающих примеров моделей. Обработка заключается в группировке входных данных с использованием справочников ПАМ-РНН и методов статистической обработки, а также в подготовке параметров (ответов) гипотез моделей.

На этапе предварительного обучения ПАМ-РНН должны быть подготовлены наборы данных, необходимые для сборки обучающего множества, в объеме, обеспечивающем

функциональные возможности МКП и МСП ПАМ-РНН. В процессе опытной эксплуатации данное обучающее множество подлежит актуализации и наращиванию на базе достоверных данных для обеспечения качества прогнозов.

При выборе байесовского классификатора необходимо учитывать, что алгоритм классификации должен быть оптимизирован для обработки большого объема входных и выходных данных.

После обучения ПАМ-РНН следует процесс прогнозирования событий, соответствующих гипотезам МСП и МКП, на новых значениях наблюдаемых параметров.

Научная новизна разработанных моделей прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера, таких как: отключение электроэнергии, сброс жидких технологических отходов в гидросферу, выброс опасных химических веществ в окружающую среду, разлив нефти и нефтепродуктов, заключается в едином научном подходе к их созданию, а именно, в применении метода статистической обработки, основанного на теореме Байеса.

Для научного прогнозирования кризисных ситуаций и происшествий с использованием метода Байеса и байесовских сетей требуется большое количество актуальных данных для моделирования техногенных аварий, что характерно для часто повторяющихся чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

Заключение

Таким образом, данная статья содержит описание моделей прогнозирования некоторых чрезвычайных ситуаций техногенного характера, таких как: отключение электроэнергии, сброс жидких технологических отходов в гидросферу, выброс опасных химических веществ в окружающую среду, разлив нефти и нефтепродуктов.

Список литературы

1. ПНСТ 767—2022. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. Общие требования.
2. ПНСТ 770-2022. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ СБРОСА ЖИДКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ГИДРОСФЕРУ. Общие требования.
3. ПНСТ 771-2022. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ВЫБРОСА ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. Общие требования.
4. ПНСТ 775-2022. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗЛИВА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ. Общие требования.
5. Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка "Безопасный город" / В.А. Акимов, А.В. Мишурный, О. В. Якимюк [и др.]. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2022. – 315 с. – ISBN 978-5-93970-278-2. – EDN MGXNYI.
6. Акимов, В. А. Определение индекса приоритета восстановления электроснабжения / В.А. Акимов, Е.О. Иванова, Ю.А. Шишков // Применение математических методов к решению задач МЧС России: Сборник трудов секции № 14 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 14-17. – EDN HXCFJH.
7. Акимов, В.А. АПК "Безопасный город": исходные данные для прогнозирования последствий выброса химически опасных веществ в окружающую среду / В.А. Акимов, Е.О. Иванова, А.В. Мишурный // Гражданская защита, 2022. № 7 (563). С. 63-65.

8. Приказ Минстроя России № 305/пр от 4 июня 2020 г. «Об утверждении методических рекомендаций о порядке мониторинга и контроля устранения аварий и инцидентов на объектах жилищно-коммунального хозяйства».

9. Акимов, В.А. АПК "Безопасный город": исходные данные для прогнозирования последствий разлива нефти и нефтепродуктов в гидросферу / В.А. Акимов, Е.О. Иванова, А.В. Мишурный // Гражданская защита, 2022. № 9 (565). С. 35-38.

10. Акимов, В.А. Аварии на системах электроснабжения: определение индекса приоритета восстановления электроснабжения / В.А. Акимов, А.В. Мишурный // Технологии гражданской безопасности. – 2022. – Т. 19, № 4(74). – С. 44-47. – EDN RWBXUK.

11. Акимов, В.А. Математическая модель для прогнозирования последствий сброса жидких технологических отходов в гидросферу / В.А. Акимов, С.В. Колеганов, А.В. Мишурный // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20, № 1(75). – С. 71-73. – EDN BPEHQV.

12. Акимов, В.А. Математические модели прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера / В.А. Акимов, Е.О. Иванова, Ю.А. Шишков // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны в Год 90-летия со дня образования Академии ГПС МЧС России. В 5-ти частях, Москва, 01 марта 2023 года. Том Часть II. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 126-133. – EDN UIZLCO.

13. Акимов, В.А. Научное прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного характера / В.А. Акимов, Е.О. Иванова // Россия в XXI веке в условиях глобальных вызовов: проблемы управления рисками и обеспечения безопасности социально-экономических и социально-политических систем и природно-техногенных комплексов : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 26–27 апреля 2022 года / Российская академия наук, Международный независимый эколого-политологический университет, Государственный университет управления. Том Выпуск 1. – Москва: Государственный университет управления, 2022. – С. 119-123. – EDN GGYOIS.

14. Воробьев, Ю.Л. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; Ин-т риска и безопасности. – Изд. 2-е, стер. – Москва: Ин-т риска и безопасности, 2007. – 375 с. – ISBN 978-5-89635-055-2. – EDN QKQRCD.

15. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты / Н.В. Абросимов, А.И. Агеев, Е.О. Адамов [и др.]. – Москва: Международный гуманитарный общественный фонд "Знание" им. академика К.В. Фролова, 2018. – 1016 с. – ISBN 978-5-87633-173-1. – EDN YSJJCP.

Осциллятор Aroon при анализе индивидуального пожарного риска

Кайбичев Игорь Аннолинарьевич

Уральский институт ГПС МЧС России

Аннотация. Рассмотрено применение популярного инструмента технического анализа фондового рынка осциллятора Aroon для прогнозирования обстановки с пожарным риском. Прогноз обстановки с помощью осциллятора Aroon по имеющимся историческим данным для индивидуального пожарного риска при скользящем временном окне в 4 года совпал с фактом в 68,00 % случаев, а при расширении окна до 14 лет количество совпадений уменьшилось до 53,33 %.

Ключевые слова: индивидуальный пожарный риск, осциллятор Aroon

Понятие индивидуального пожарного риска было введено Брушлинским [1,2], закреплено в [3]. Аппроксимация значений индивидуального пожарного риска в Российской Федерации за 1993-2015 годы полиномом шестой степени выполнена с помощью регрессионного анализа [4].

Рассмотрим возможность применения для анализа индивидуального пожарного риска одного из известных инструментов технического анализа фондового рынка [5-7] – осциллятора Aroon [8,9].

Объект исследования – данные за 1993 – 2021 годы (Рис. 1). Количество жителей (млн. чел.) обозначим за X_1 , количество погибших при пожарах (тыс. чел.) – X_2 , индивидуальный пожарный риск – R_3 .

График индивидуального пожарного риска (Рис. 2) имеет много общего с графиком цены акции или облигации на фондовом рынке. Значения индивидуального пожарного риска представлены с интервалом один год. На фондовом рынке цены на акции или облигации на графиках отображают с интервалом 1 минута, также применяют период 5 минут, 15 минут, 30 минут, 1 час, 4 часа, 1 день, 1 месяц, 1 год.

Для оценки перспектив роста или падения цен на акции или облигации применяют технический анализ [5-7].

При этом в качестве инструментов используют индикаторы и осцилляторы [7,8]. Индикаторы ориентированы на определение наличия направленного движения цены (тренда). Осцилляторы предназначены для работы в ситуации отсутствия тренда на рынке.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Год	X_1	X_2	R_3	Год	X_1	X_2	R_3
2	1993	148,6	13,7	9,2	2008	142,0	15,1	10,6
3	1994	148,4	15,7	10,6	2009	141,9	13,8	9,7
4	1995	148,5	14,8	10,0	2010	142,9	12,9	9,0
5	1996	148,3	15,8	10,7	2011	142,9	11,9	8,3
6	1997	148,0	13,7	9,3	2012	143,1	11,6	8,1
7	1998	147,8	13,6	9,2	2013	143,3	10,6	7,4
8	1999	147,5	14,8	10,0	2014	143,7	10,0	7,0
9	2000	147,0	16,8	11,4	2015	146,3	9,3	6,4
10	2001	146,3	18,2	12,4	2016	146,5	8,7	5,9
11	2002	145,2	19,9	13,7	2017	146,8	7,8	5,3
12	2003	145,0	18,8	13,0	2018	146,9	7,9	5,4
13	2004	144,2	18,3	12,7	2019	146,8	8,6	5,9
14	2005	143,5	18,1	12,6	2020	146,7	8,3	5,7
15	2006	142,8	17,1	12,0	2021	147,2	8,5	5,8
16	2007	142,2	15,9	11,2				

Рис.1. Статистические данные.Источник [1]

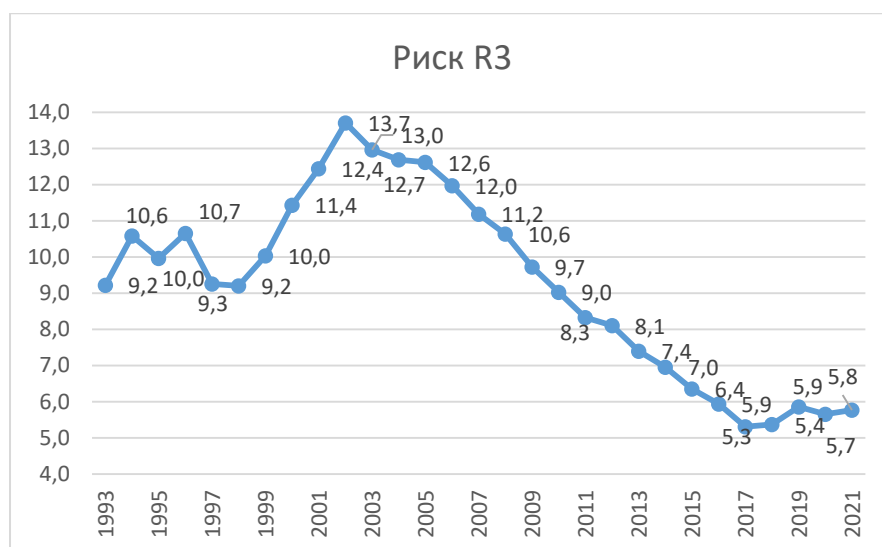


Рис. 2. Индивидуальный пожарный риск. Составлено автором.

В качестве метода исследования рассмотрим осциллятор Aroon.

В основе схемы расчета осциллятора Aroon [9] лежит следующий алгоритм. На первом этапе нужно выбрать размер скользящего временного окна в n периодов. Для определенности положим $n = 4$. На втором этапе с помощью программы Microsoft Excel внутри данного временного окна (Рис. 3) определим максимум (выделен красным) и минимум (выделен синим).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1993	9,2	4						
2	1994	10,6	2						
3	1995	10,0	3 H	L					
4	1996	10,7	1	0	3				

Рис. 3. Окно в 4 периода. Составлено автором.

С помощью функции РАНГ определим ранги значений риска получить травму при пожаре в рассматриваемом диапазоне 1993 – 1996 годов.

Максимум внутри временного окна расположен в конце (1996 год), после него нет временных периодов. Поэтому, количество периодов после максимума $H = 0$. Минимум (данные 1993 года) расположен в начале временного окна, до конца окна (1996 год) есть 3 периода (1994, 1995, 1996 годы). Поэтому, количество периодов после минимума $L = 3$.

Третий этап состоит из двух операций. В первой производится расчет показателей AroonUp и AroonDown

$$\text{AroonUp} = 100 * (n - H) / n \quad (1)$$

$$\text{AroonDown} = 100 * (n - L) / n \quad (2)$$

Показатель AroonUp дает число периодов (в процентном виде), прошедших после максимума в скользящем временном окне от общего количества периодов n . В нашем случае $H = 0$ и показатель AroonUp = 100.

Показатель AroonDown рассчитывает число периодов (в процентном виде), прошедших после достижения минимума за последние n периодов, от общего количества периодов n . В нашем случае $L = 3$ и показатель AroonDown = 25.

Вторая операция рассчитывает значение осциллятора Aroon

$$\text{Aroon} = \text{Aroon Up} - \text{Aroon Down} \quad (3)$$

В нашей ситуации Aroon = 75. Положительное значение осциллятора дает прогноз роста риска получить травму при пожаре в 1997 году. Этот прогноз не совпал с фактической обстановкой (Рис. 1).

Следующее действие алгоритма состоит в сдвиге скользящего временного окна на 1 период.

Рассчитали показатели AroonUp, AroonDown и Aroon (Рис. 4).

	A	B	C	D
1	Год	AroonUp	AroonDown	Aroon
2	1996	100	25	75
3	1997	75	100	-25
4	1998	50	100	-50
5	1999	25	75	-50
6	2000	100	50	50
7	2001	100	25	75
8	2002	100	25	75
9	2003	75	25	50
10	2004	50	25	25
11	2005	25	100	-75
12	2006	25	100	-75
13	2007	25	100	-75
14	2008	25	100	-75
15	2009	25	100	-75
16	2010	25	100	-75
17	2011	25	100	-75
18	2012	25	100	-75
19	2013	25	100	-75
20	2014	25	100	-75
21	2015	25	100	-75
22	2016	25	100	-75
23	2017	25	100	-75
24	2018	25	75	-50
25	2019	25	50	-25
26	2020	75	25	50
27	2021	50	25	25

Рис.4. Значения осциллятора Aroon (окно 4 года).
Составлено автором

Прогноз обстановки на следующий год основан на значении осциллятора Aroon для текущего года. При положительном значении осциллятора Aroon для следующего года предполагали рост, при отрицательном – спад (Рис. 5).

Для 25 годов (1997-2021) мы можем сравнить прогноз с фактом. В итоге прогноз обстановки для индивидуального пожарного риска с помощью осциллятора Aroon совпал с фактами в 17 случаях (1998, 2001, 2002, 2006-2017, 2020, 2021 года), что составляет 68,00 %.

	A	B	C	D
1	Год	Aroon	Прогноз	Факт
2	1996	75		
3	1997	-25	Рост	Спад
4	1998	-50	Спад	Спад
5	1999	-50	Спад	Рост
6	2000	50	Спад	Рост
7	2001	75	Рост	Рост
8	2002	75	Рост	Рост
9	2003	50	Рост	Спад
10	2004	25	Рост	Спад
11	2005	-75	Рост	Спад
12	2006	-75	Спад	Спад
13	2007	-75	Спад	Спад
14	2008	-75	Спад	Спад
15	2009	-75	Спад	Спад
16	2010	-75	Спад	Спад
17	2011	-75	Спад	Спад
18	2012	-75	Спад	Спад
19	2013	-75	Спад	Спад
20	2014	-75	Спад	Спад
21	2015	-75	Спад	Спад
22	2016	-75	Спад	Спад
23	2017	-75	Спад	Спад
24	2018	-50	Спад	Рост
25	2019	-25	Спад	Рост
26	2020	50	Спад	Спад
27	2021	25	Рост	Рост
28	2022		Рост	

Рис.5. Сравнение прогноза с фактом (окно 4 года). Составлено автором.

Выбор периода временного окна $n = 4$ произволен. В практике работы трейдеров на фондовом рынке часто используется скользящее окно в 14 периодов ($n = 14$). Для этого размера скользящего временного окна расчет показателей AroonUp и AroonDawn (Рис. 6) выполнен по ранее описанному алгоритму.

Прогноз можно выполнить для 2007-2022 годов. Для 15 годов (2007-2021) есть возможность сравнить прогноз с фактической ситуацией (Рис. 7).

	A	B	C	D
1	Год	AroonUp	AroonDawn	Aroon
2	2006	71,43	42,86	28,57
3	2007	64,29	35,71	28,58
4	2008	57,14	28,57	28,57
5	2009	50	21,43	28,57
6	2010	42,86	100	-57,14
7	2011	35,71	100	-64,29
8	2012	28,57	100	-71,43
9	2013	21,43	100	-78,57
10	2014	14,29	100	-85,71
11	2015	7,14	100	-92,86
12	2016	7,14	100	-92,86
13	2017	7,14	100	-92,86
14	2018	7,14	92,86	-85,72
15	2019	7,14	85,71	-78,57
16	2020	7,14	78,57	-71,43
17	2021	7,14	71,43	-64,29

Рис. 6. Значения осциллятора Aroon(окно 14 лет). Составлено автором

	A	B	C	D
1	Год	Agoon	Прогноз	Факт
2	2006	28,57		
3	2007	28,58	Рост	Спад
4	2008	28,57	Рост	Спад
5	2009	28,57	Рост	Спад
6	2010	-57,14	Рост	Спад
7	2011	-64,29	Спад	Спад
8	2012	-71,43	Спад	Спад
9	2013	-78,57	Спад	Спад
10	2014	-85,71	Спад	Спад
11	2015	-92,86	Спад	Спад
12	2016	-92,86	Спад	Спад
13	2017	-92,86	Спад	Спад
14	2018	-85,72	Спад	Рост
15	2019	-78,57	Спад	Рост
16	2020	-71,43	Спад	Спад
17	2021	-64,29	Спад	Рост
18	2022		Спад	

Рис. 7. Сравнение прогноза с фактом (окно 14 лет). Составлено автором

Совпадение прогноза с фактом наблюдается в 8 ситуациях (2011 - 2017, 2020 года), что составляет 53,33 %.

Прогноз обстановки с помощью осциллятора Agoon по имеющимся историческим данным для индивидуального пожарного риска при скользящем временном окне в 4 года совпал с фактом в 68,00 % случаев, а при расширении окна до 14 лет количество совпадений уменьшилось до 53,33 %.

В итоге показана возможность использования одного из популярных индикаторов фондового рынка – осциллятора Agoon для анализа индивидуального пожарного риска. Полученные результаты могут быть использованы при прогнозировании показателей индивидуального пожарного риска.

Представленное исследование дает метод анализа статистических данных, который дополняет ранее известные исследования [11-13].

Список литературы

1. Пожарные риски. Динамика, управление, прогнозирование / Под ред. Н.Н. Брушлинского, Ю.Н. Шебеко. – М.: ФГУ ВНИИПО, 2007. – 370 с.
2. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Роль статистики пожаров в оценке пожарных рисков // Проблемы безопасности в ЧС. 2012. № 1. С. 112–124.
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. М.: ФГУ ВНИИПО, 2009. – 157 с.
4. Тимофеева С.С., Хамидуллина Е.А., Гармышев В.В. Анализ, оценка, прогноз гибели и травмирования людей при пожарах в Российской Федерации // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, 2018. № 2. С. 1 - 9.
5. Мэрфи Д.Дж. Технический анализ фьючерсных рынков: Теория и практика. - М.: Сокол, 1996- 479 с.
6. Швагер Дж. Технический анализ. Полный курс. – М.: Альпина Паблишер, 2001. – 768 с.
7. Achelis S. B. Technical analysis from A to Z. NY: McGraw-Hill, 2001. 267 p.
8. Colby, R.W. The encyclopedia of technical market indicators. NY: McGraw-Hill, 2003. 177 p.
9. Chande T.S. The Time Price Oscillator // Technical Analysis of Stocks & Commodities, 1995, v. 13, N 9. P. 360-374.
10. Кайбичев И.А. Оценка ситуации с пожарами в Российской Федерации с помощью индикатора линейной регрессии // Исторические аспекты, актуальные проблемы и перспективы развития Государственной системы гражданской защиты: сборник тезисов и докладов

Международной научно-практической конференции адъюнктов, магистрантов, курсантов и студентов, 4 марта 2022 г. – Кокшетау, ГУ «АГЗ имени М. Габдуллина МЧС Республики Казахстан». 2022. С. 31-36.

11. Раимбеков К.Ж., Нарбаев К.А., Кусаинов А.Б., Осипов Р.Д. Анализ пожарной обстановки в Республике Казахстан // Вестник Кокшетауского технического института, 2019, № 2 (34). – с. 30—39.

12. Берденова Д.К. Статистические методы прогнозирования лесных пожаров в Республике Казахстан // Вестник Кокшетауского технического института, 2018, № 4 (34). – с. 76—82.

13. Бутузов С.Ю., Ражников С.В., Рыженко А.А., Аманкешұлы Д. Применение искусственных нейронных сетей для оценки эффективности функционирования системы оповещения и информирования населения Российской Федерации при чрезвычайных ситуациях и пожарах // Вестник Кокшетауского технического института, 2019, № 4 (36). – с. 4—12.

Моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера

Акимов Валерий Александрович
доктор технических наук, профессор

Иванова Екатерина Олеговна

Олтян Ирина Юрьевна
кандидат технических наук

*Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам
гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России*

Аннотация. Статья содержит описание модели прогнозирования чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера, источником которых являются эпидемии респираторных вирусных заболеваний людей. Рассмотрены прогнозно-аналитические решения по биолого-социальным угрозам для урбанизированных территорий, в математическую основу которых положены байесовские классификаторы. Результатом работы является формализованное описание моделей для прогнозирования последствий массовых заболеваний людей. Научная новизна разработанных моделей заключается в едином научном подходе к их созданию, а именно, в применении метода статистической обработки, основанного на теореме Байеса. Байесовская вероятность на сегодняшний день развивается как основной метод прогнозирования с точки зрения построения и обучения нейронных сетей, в отличие от частотной вероятности – когда вероятность определяется относительной частотой появления случайного события при достаточно длительных наблюдениях. Для научного прогнозирования кризисных ситуаций и происшествий с использованием метода Байеса и байесовских сетей требуется большое количество актуальных данных для моделирования состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи в период распространения эпидемии респираторных вирусных заболеваний, что характерно для часто повторяющихся негативных событий. Ввиду отсутствия статистических данных методы Байеса не применимы для прогнозирования чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера, происходящих редко, но со значительным ущербом.

Ключевые слова: прогнозная аналитическая модель, метод Байеса, вероятностная оценка угроз, прогнозирование эпидемий вирусных респираторных заболеваний, респираторная вирусная инфекция.

Общие требования к организации и порядку прогнозирования состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи в период распространения эпидемий респираторных вирусных заболеваний (ЭРВЗ) на контролируемой территории (КТ) с использованием прогнозной аналитической модели (ПАМ) в составе аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» (АПК «Безопасный город»), в качестве математической основы моделирования которой используются байесовские классификаторы, установлены в [1].

Согласно данному стандарту модель ПАМ-ЭРВЗ предназначена для автоматизации деятельности должностных лиц единой дежурно-диспетчерской службы. Прогнозирование с использованием ПАМ-ЭРВЗ осуществляется с целью повышения эффективности принимаемых управленческих решений по обеспечению ресурсами системы оказания медицинской помощи.

Процесс разработки и применения ПАМ-ЭРВЗ включает следующие этапы: обучение ПАМ-ЭРВЗ; опытная эксплуатация ПАМ-ЭРВЗ на тестовых данных; промышленная эксплуатация ПАМ-ЭРВЗ на реальных данных.

Во втором разделе данной статьи представлено: обоснование используемого методологического аппарата; описание методов и приемов, используемых для сбора и анализа оригинальных данных; описание возможных методологических ограничений и их влияние на обоснованность полученных результатов.

Третий раздел содержит изложение результатов исследования.

В четвертом разделе интерпретированы полученные в ходе исследования результаты в контексте того, что ранее уже было опубликовано по проблеме прогнозирования чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера, источником которых являются эпидемии респираторных вирусных заболеваний людей.

Пятый раздел содержит краткую формулировку результатов исследования.

Основными входными данными для формирования базового обучающего множества ПАМ-ЭРВЗ являются следующие группы параметров [2]: входные данные, характеризующие населенный пункт (НП); входные данные, характеризующие социально-экономические показатели НП; входные данные, характеризующие состав и численность населения НП; входные данные, характеризующие демографические показатели НП; входные данные, характеризующие симптомы и протекание респираторного вирусного заболевания (РВЗ); входные данные, характеризующие уровень обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП; входные данные, характеризующие эпидемиологическую обстановку в НП; результаты прогнозирования и моделирования распространения ЭРВЗ в НП.

Входными данными, характеризующими НП, являются: сведения об административном территориальном образовании НП; площадь НП, м²; плотность населения в НП, чел./км²; плотность застройки территории НП; количество жилых зданий в НП, ед.; количество административных зданий в НП, ед.; количество производственных зданий в НП, ед.; количество объектов инфраструктуры в НП, ед.; плотность автомобильных дорог, км/1000 км²; плотность железнодорожной сети, км/1000 км²; авиационная подвижность населения, полетов, 1 чел./год.

К входным данным, характеризующим социально-экономические показатели НП, относятся: численность экономически активного населения, чел.; уровень занятых трудовой деятельностью, %; потребительские расходы в среднем на душу населения, руб./месяц; среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, руб./месяц; уровень безработицы, %; уровень занятости населения в трудоспособном возрасте, %; среднедушевые денежные доходы населения в месяц, руб./месяц; покупательная способность денежных доходов населения, кг/месяц; численность населения, имеющего среднедушевые денежные доходы ниже величины прожиточного минимума и дефицит денежного дохода, чел.

Входными данными, характеризующими состав и численность населения в НП, являются: состав численности населения по возрастным группам и пассажиропоток по всем видам транспорта, млн пассажиро-километров.

К входным данным, характеризующим демографические показатели НП, относятся: коэффициент рождаемости, ед. на 1000 чел.; показатель смертности по причине болезней органов дыхания, ед. на 1000 чел.; показатель смертности по причине болезней системы кровообращения, ед. на 1000 чел.; показатель смертности по причине новообразований, ед. на 1000 чел.; естественный прирост (убыль) населения в НП, %; миграционный прирост (убыль) населения в НП, %.

Входными данными, характеризующими симптомы и протекание РВЗ, являются: тип РВЗ; базовое репродуктивное число; продолжительность инкубационного периода, дней; длительность протекания заболевания при легкой форме, дней; длительность протекания заболевания при средней форме, дней; длительность протекания заболевания при тяжелой форме, дней; показатель вирулентности РВЗ; индекс контагиозности РВЗ; группа патогенности РВЗ.

К входным данным, характеризующим уровень обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП, относятся: количество медицинских учреждений с инфекционными отделениями, ед.; количество отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), выделенных под инфицированных больных в медицинских учреждениях, ед.; количество коек для госпитализированных инфекционных больных, ед.; количество кислородных концентраторов, ед.; количество коек в ОРИТ, ед.; количество аппаратов искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ), ед.; количество бригад скорой помощи, обслуживающих НП, ед.; показатель обеспеченности медицинских учреждений старшим медицинским персоналом, чел. на койку; показатель обеспеченности медицинских учреждений средним медицинским персоналом, чел. на койку.

Входными данными, характеризующими эпидемиологическую обстановку в НП, являются: дата наблюдения; тип РВЗ; численность населения, прошедшего тестирование на выявление РВЗ, чел.; численность полностью вакцинированных от РВЗ, чел.; численность ревакцинированных от РВЗ, чел.; общая численность зараженных, чел.; общая численность госпитализированных инфекционных больных, чел.; общая численность госпитализированных, инфицированных РВЗ, с необходимостью кислородного обеспечения, чел.; общая численность госпитализированных инфекционных больных с необходимостью подключения к аппаратам ИВЛ, чел.; общая численность госпитализированных инфекционных больных в ОРИТ, чел.; общая численность выздоровевших от РВЗ с начала ЭРВЗ, чел.; общая численность умерших от РВЗ с начала ЭРВЗ, чел.; численность умерших по причине болезней органов дыхания за месяц, чел.; численность умерших по причине болезней системы кровообращения за месяц, чел.; численность умерших по причине новообразований за месяц, чел.; индекс самоизоляции населения; перечень введенных ограничительных мер в НП от РВЗ; период действия ограничительных мер, дней.

К входным данным, характеризующим прогноз распространения ЭРВЗ в НП, относятся: расчетная общая численность госпитализированных инфекционных больных, чел.; расчетная общая численность госпитализированных, инфицированных РВЗ, с необходимостью кислородного обеспечения, чел.; расчетная общая численность госпитализированных инфекционных больных с необходимостью подключения к аппаратам ИВЛ, чел.

К показателям обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории в период распространения эпидемии относятся [3]: показатель обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных; показатель обеспеченности кислородными концентраторами; показатель обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии; показатель обеспеченности аппаратами искусственной вентиляции легких (далее – ИВЛ); показатель обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом; показатель обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом.

К показателям смертности в период распространения эпидемии и в условиях её отсутствия относятся [4]: показатель смертности по причинам болезней органов дыхания в период распространения эпидемии; показатель смертности по причинам болезней системы кровообращения в период распространения эпидемии; показатель смертности по причинам новообразований в период распространения эпидемии; общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения эпидемии (в условиях её отсутствия).

Показатель обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных ($I_{иб}$) определяется по формуле [5]:

$$I_{иб} = \frac{K_{к.ил}}{K_{ги}}, \quad (1)$$

где:

$K_{к.ил}$ — количество коек для госпитализированных инфекционных больных, ед.;

$K_{ги}$ — общая численность госпитализированных инфекционных больных, чел.

Показатель обеспеченности кислородными концентраторами ($I_{\text{кк}}$) определяется по формуле:

$$I_{\text{кк}} = \frac{K_{\text{к.кк}}}{K_{\text{кк}}}, \quad (2)$$

где:

$K_{\text{к.кк}}$ — количество кислородных концентраторов, ед.;

$K_{\text{кк}}$ — общая численность госпитализированных, с необходимостью кислородного обеспечения, чел.

Показатель обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии ($I_{\text{ит}}$) определяется по формуле:

$$I_{\text{ит}} = \frac{K_{\text{к.ит}}}{K_{\text{тб}}}, \quad (3)$$

где:

$K_{\text{к.ит}}$ — количество коек в отделении реанимации и интенсивной терапии (далее – ОриИТ), ед.;

$K_{\text{тб}}$ — общая численность госпитализированных инфекционных больных в ОриИТ, чел.

Показатель обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами) ($I_{\text{ивл}}$) определяется по формуле:

$$I_{\text{ивл}} = \frac{K_{\text{а.ивл}}}{K_{\text{ивл}}}, \quad (4)$$

где:

$K_{\text{а.ивл}}$ — количество аппаратов ИВЛ (или аналогичных аппаратов), ед.;

$K_{\text{ивл}}$ — общая численность госпитализированных инфекционных больных с необходимостью подключения к аппаратам ИВЛ (или аналогичным аппаратам), чел.

Показатель обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом ($I_{\text{стмп}}$) определяется по формуле:

$$I_{\text{стмп}} = \frac{K_{\text{стмп}}}{K_{\text{ги}}}, \quad (5)$$

где:

$K_{\text{стмп}}$ — показатель старшего медицинского персонала, чел.;

$K_{\text{ги}}$ — общая численность госпитализированных инфекционных больных, чел.

Показатель обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом ($I_{\text{срмп}}$, ед. на 1000 чел.) определяется по формуле:

$$I_{\text{срмп}} = \frac{K_{\text{срмп}}}{K_{\text{ги}}}, \quad (6)$$

где:

$K_{\text{срмп}}$ — показатель среднего медицинского персонала, чел.;

$K_{\text{ги}}$ — общая численность госпитализированных инфекционных больных, чел.

Показатель смертности по причине болезней органов дыхания ($I_{\text{сод}}$, ед. на 1000 чел.) определяется по формуле [6]:

$$I_{\text{сод}} = \frac{K_{\text{сод}}}{K_{\text{нп}}} \cdot 1000, \quad (7)$$

где:

$K_{\text{сод}}$ — численность умерших по причине болезней органов дыхания за месяц, чел.;

$K_{\text{нп}}$ — численность населения НП, чел.

Показатель смертности по причине болезней системы кровообращения ($I_{сбк}$, ед. на 1000 чел.) определяется по формуле:

$$I_{сбк} = \frac{K_{сбк}}{K_{нп}} \cdot 1000, \quad (8)$$

где:

$K_{сбк}$ — численность умерших по причине болезней системы кровообращения за месяц, чел.;

$K_{нп}$ — численность населения НП, чел.

Показатель смертности по причине новообразований ($I_{сн}$) определяется по формуле:

$$I_{сн} = \frac{K_{сн}}{K_{нп}} \cdot 1000, \quad (9)$$

где:

$K_{сн}$ — численность умерших по причине новообразований за месяц, чел.;

$K_{нп}$ — численность населения НП, чел.

Общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения эпидемии определяется по формуле [7]:

$$I_{см} = I_{сод} + I_{сбк} + I_{сн}, \quad (10)$$

где:

$I_{сод}$ — показатель смертности по причине болезней органов дыхания, ед. на 1000 чел.;

$I_{сбк}$ — показатель смертности по причине болезней системы кровообращения, ед. на 1000 чел.;

$I_{сн}$ — показатель смертности по причине новообразований, ед. на 1000 чел.

Дискуссия

Научная новизна разработанных моделей прогнозирования чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера, источником которых являются эпидемии респираторных вирусных заболеваний людей, заключается в едином научном подходе к их созданию, а именно, в применении метода статистической обработки, основанного на теореме Байеса.

Для научного прогнозирования кризисных ситуаций и происшествий с использованием метода Байеса и байесовских сетей требуется большое количество актуальных данных для моделирования последствий массовых заболеваний людей, что характерно для часто повторяющихся чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера.

Таким образом, данная статья содержит описание моделей прогнозирования чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера, источником которых являются эпидемии респираторных вирусных заболеваний людей.

Математические модели эпидемий и пандемий с использованием эпидемиологической модели SIR представлены в [8].

Список литературы

1. ПНСТ 764-2022. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ МАССОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛЮДЕЙ. Общие требования.
2. Акимов, В. А. Математические модели прогнозирования последствий массовых заболеваний людей / В. А. Акимов, Е. О. Иванова, О. А. Дерендяева // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В Год 90-летия со дня

образования Академии ГПС МЧС России: в 5 частях, Москва, 01 марта 2023 года. Том Часть V. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 227-233. – EDN TLQAQX.

3. Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка "Безопасный город" / В.А. Акимов, А.В. Мишурный, О.В. Якимюк [и др.]. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2022. – 315 с. – ISBN 978-5-93970-278-2. – EDN MGXNYI.

4. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ и обеспечение защищенности от чрезвычайных ситуаций / В.А. Акимов, А.А. Антюхов, Е.В. Арефьева [и др.]; Совет Безопасности Российской Федерации, Российская академия наук, МЧС России, Ростехнадзор, Российский научный фонд, ГК «Ростех», ГК «Росатом», ПАО «НК «Роснефть», ОАО «РЖД», ПАО «Транснефть», ПАО «Газпром». – Москва: МГОФ «Знание», 2021. – 500 с. – ISBN 978-5-87633-199-1. – EDN FXIJPZ.

5. Акимов, В. А. Математические модели эпидемий и пандемий как источников чрезвычайных ситуаций биолого-социального характера / В.А. Акимов, М.В. Бедило, Е.О. Иванова // Технологии гражданской безопасности. – 2022. – Т. 19. – № 3(73). – С. 10-14. – EDN IPFEND.

6. Йейтс, К. Математика жизни и смерти. – М.: «Бомбора», 2020. – 350 с.

7. Акимов, В. А. Исследование чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера современными научными методами / В.А. Акимов, М.В. Бедило, С. П. Суцев. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2021. – 179 с. – ISBN 978-5-93970-249-2. – EDN WUKXKC.

8. Акимов, В. А. Моделирование биолого-социальных чрезвычайных ситуаций с использованием эпидемиологической модели SIR / В. А. Акимов, С. Л. Диденко, И. Ю. Олтян // Технологии гражданской безопасности. 2020. – Т. 17, № 4(66). – С. 4-8. – DOI 10.54234/CST.19968493.2020.17.4.66.1.4. – EDN SOUIOI.

Оценка пожарного риска в зданиях торгового назначения

Доброхотов Петр Сергеевич

Пожаркова Ирина Николаевна
кандидат технических наук, доцент

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. Статья посвящена исследованию обновленной методики оценки расчетных величин индивидуального пожарного риска на примере здания торгового назначения. Представлено обоснование актуальности решаемой задачи, а также статистика погибших в результате пожаров, произошедших в зданиях торгового назначения на территории Российской Федерации за последние 6 лет. Описаны основные характеристики исследуемого здания, модели, выбранные для проведения моделирования динамики распространения опасных факторов пожара и эвакуации, а также их программные реализации. По результатам проведенного расчета определены вероятности эвакуации для различных групп эвакуируемого контингента, а также соответствующие величины индивидуального пожарного риска на исследуемом объекте.

Ключевые слова: оценка пожарного риска, анализ пожарной опасности, здания торгового назначения, опасные факторы пожара, эвакуация

Основу решения задачи оценки и снижения пожарного риска на объектах торгового назначения составляет анализ их пожарной опасности, построение полей опасных факторов пожара (ОФП) при различных сценариях, а также определение последствий их воздействия на людей. При этом, основная цель такого анализа заключается в формировании комплекса превентивных мероприятий, которые позволяют обеспечить допустимый уровень пожарного риска для людей, находящихся в здании [1,2].

Анализ статистики пожаров [3,4], возникающих в зданиях торгового назначения за последние шесть лет показывает, что их количество держится на высоком уровне. Согласно представленным на рис.1 данным, количество погибших также не имеет тенденции к снижению.

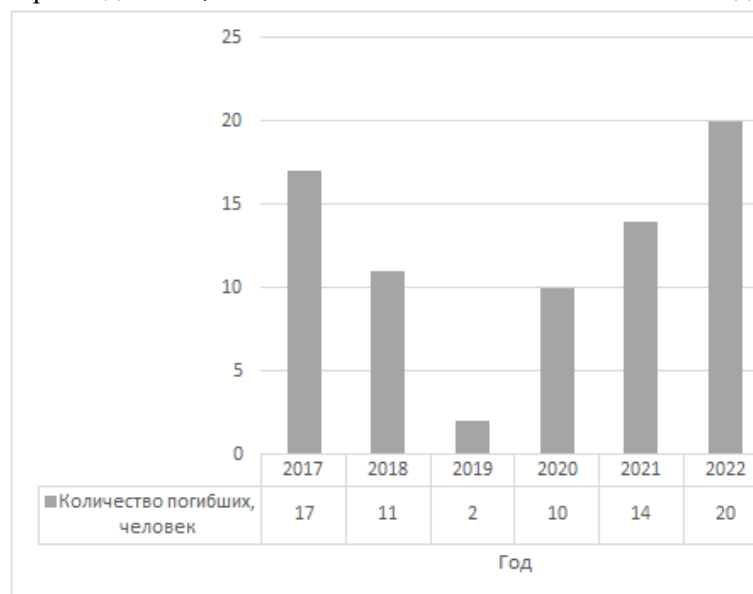


Рис.1. Количество погибших в результате пожаров, произошедших в зданиях торгового назначения на территории Российской Федерации.
Источник: Составлено авторами.

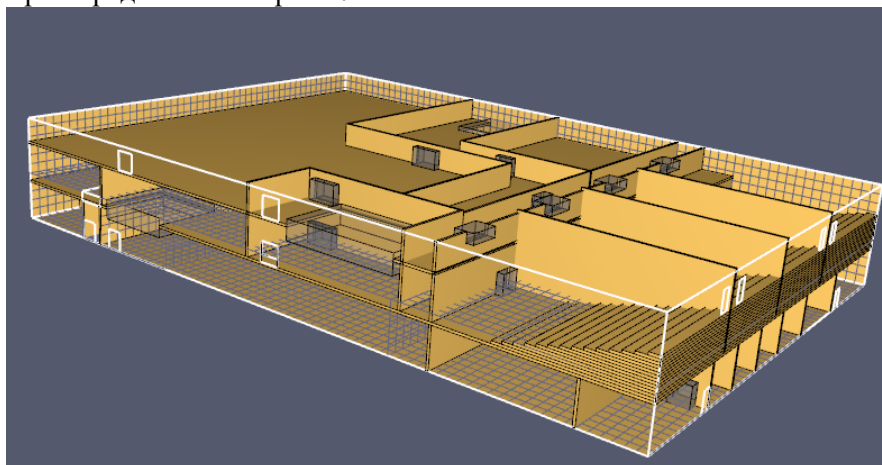
Поэтому задача оценки пожарного риска, который характеризуется последствиями реализации пожарной опасности для материальных ценностей и людей, на объектах торгового назначения имеет высокую актуальность. В данном исследовании решение указанной задачи производится на примере здания торгового центра, которое имеет следующие характеристики:

- здание трехэтажное, 3 степени огнестойкости, класс функциональной пожарной опасности (ФПО) Ф3.1, со встроенными помещениями различных классов ФПО, в том числе, Ф3.2 и Ф2.1;
- одновременно в здании в дневное время может находиться до 1100 человек;
- эвакуационные выходы имеются на каждом этаже;
- здание оборудовано автоматической пожарной сигнализацией, системой оповещения и управления эвакуацией, эвакуационным освещением, часть помещений оборудована автоматическими установками пожаротушения.

Оценка пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности с 1 сентября 2023 года осуществляется в соответствии с методикой, утвержденной Приказом МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140 [1].

На основании проведенного анализа расчетных методик и моделей, утвержденных нормативными правовыми актами МЧС России для моделирования распространения опасных факторов пожара в исследуемом здании торгового центра была выбрана полевая модель и ее программная реализация «Pyrosim» [5,6], а для моделирования эвакуации была выбрана индивидуально-поточная модель и ее программная реализация «Pathfinder» [7,8].

Для исследования динамики развития пожара был произведен выбор сценариев, согласно [1], а также в программном комплексе «Pyrosim» была построена расчетная модель здания, фрагмент которой представлен на рис.2.



*Рис.2. Модель здания торгового центра.
Источник: Составлено авторами.*

При проведении моделирования эвакуации количество человек в здании было принято равным максимально возможному значению – 1100. При этом, время начала эвакуации в помещениях, в которых отсутствовал очаг пожара, согласно методике [1] рассчитывалось по формуле, учитывающей время достижения порогового значения срабатывания пожарного извещателя, определяемое по результатам моделирования динамики развития пожара. Кроме того, состав и размещение эвакуируемого контингента для здания класса функциональной опасности 3.1 также определялись с учетом обновленной методики оценки пожарного риска [1].

Согласно результатам проведенного моделирования, наиболее опасным сценарием является возгорание в торговом зале первого этажа (помещение 1, рис.3), при котором блокируются эвакуационные пути из соседних помещений, а наиболее опасными факторами пожара из всех рассмотренных является концентрация хлороводорода и снижение видимости в дыму. Минимальное время блокирования составляет 97 секунд и наблюдается в контрольной

точке (точка №4, рис.3), которая располагается в коридоре рядом со входом в торговый зал (помещение 1) и через которую проходят люди, эвакуирующиеся из помещения 2 (рис. 3).

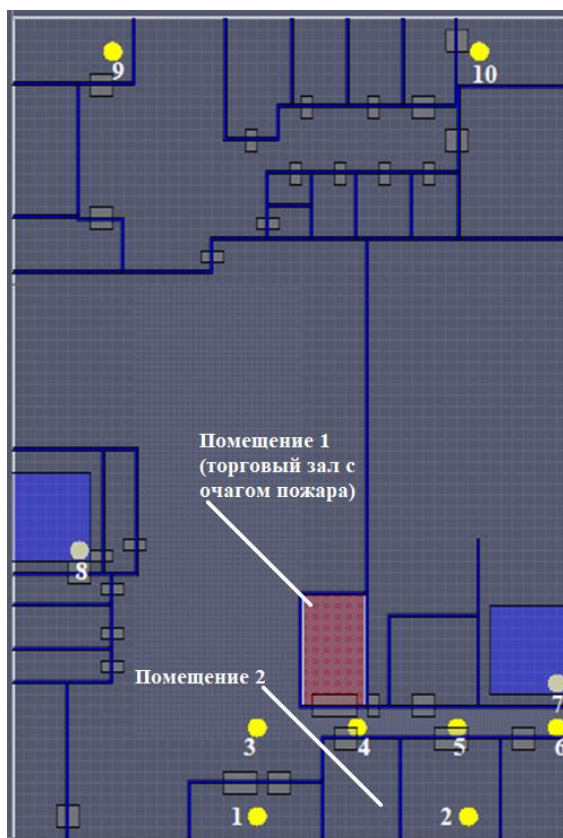


Рис.3. Модель первого этажа здания торгового центра с указанием основных контрольных точек.
Источник: Составлено авторами.

Согласно проведенному моделированию общее время эвакуации составляет 206 секунд. На рис.4 представлены соответствующие результаты расчета вероятности эвакуации для различных групп эвакуируемого контингента. В таблицу включены только те контрольные точки, в которых для одной из групп эвакуируемого контингента [1] вероятность эвакуации меньше 0.999.

Табл.1. Результаты расчета вероятности эвакуации

№ точки	Время блокирования, с	Расчетное время эвакуации, с				Вероятность эвакуации			
		M0-5	M2	M3	M4	M0-5	M2	M3	M4
3	204	41	67	23	50	0.999	0.969	0.999	0.999
4	97	34	51	11	40	0.444	0.272	0.676	0.384
5	155	20	36	-	23	0.999	0.888	-	0.999
6	121	7	19	-	11	0.908	0.787	-	0.868

Источник: Составлено авторами.

В коридоре напротив входа в торговый зал с очагом пожара (точка 4, рис.3) через 150 с после начала пожара имеется контакт эвакуирующегося человека (представитель группы M2) с хлороводородом, концентрация которого превышает предельно допустимое значение, что соответствует минимальной вероятности эвакуации равной 0,272. Соответствующая визуализация результатов моделирования представлена на рис. 4.

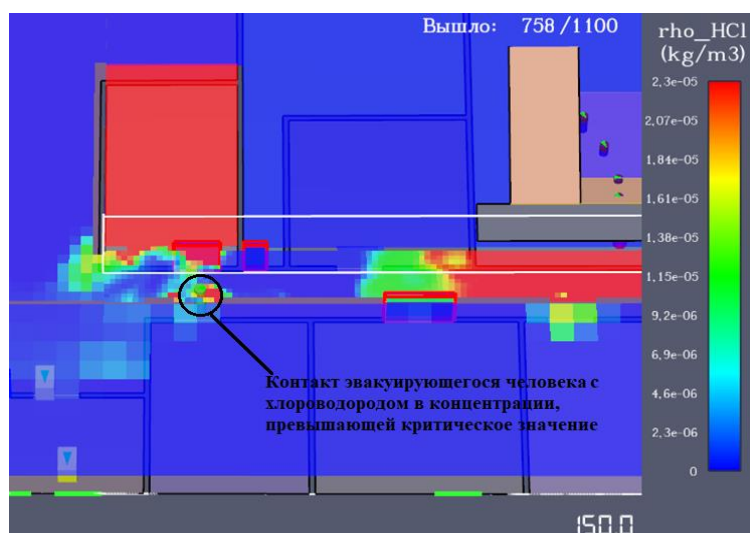


Рис.4. Визуализация контакта эвакуирующегося человека с ОФП.
Источник: Составлено авторами.

На основании полученных результатов был выполнен расчет величин индивидуального пожарного риска на объекте (табл.2). При этом, учитывалось несоответствие системы противодымной защиты в исследуемом здании торгового центра требованиям нормативных документов по пожарной безопасности.

Табл.2. Результаты расчета индивидуального пожарного риска

Группа эвакуируемого контингента	Вероятность эвакуации	Расчетная величина индивидуального пожарного риска, год ⁻¹
M0-5	0.444	$2.6 \cdot 10^{-4}$
M2	0.272	$3.3 \cdot 10^{-4}$
M3	0.676	$1.5 \cdot 10^{-4}$
M4	0.384	$2.8 \cdot 10^{-4}$

Источник: Составлено авторами

Как видно, максимальная среди всех групп эвакуируемого контингента расчетная величина ($3.3 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹) существенно превышает нормативное значение равное 10^{-6} год⁻¹ [9], следовательно, пожарный риск не отвечает требованиям.

На основе полученных результатов математического моделирования в программных комплексах Pyrosim и Pathfinder можно сделать вывод о невыполнении условий безопасной эвакуации для всех групп эвакуируемого контингента для наихудшего сценария пожара при максимальном количестве человек в здании. Критические значения быстрее всего достигаются по концентрации хлороводорода и дальности видимости, что приводит к блокированию эвакуационных путей. При пожаре в торговом зале первого этажа имеется контакт людей с ОФП, значения которых превышают предельно допустимые, в коридоре и холле возле главного входа в здание. Полученная расчетная величина индивидуального пожарного риска значительно превышает нормативное значение. Поэтому требуется разработка мер по его снижению для исследуемого здания торгового назначения.

Список литературы

1. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности Приказ МЧС России от 14 ноября 2022 г. № 1140.
2. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382.

3. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: Статистический сборник. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022, – 114 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информационно-аналитический сборник. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023, – 80 с.
5. Пожаркова И. Н. Имитационное моделирование развертывания противопожарного экрана при оценке эффективности его защитных свойств // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2022. – № 10. – С. 45-51.
6. Ярош А.С. Анализ математических моделей развития опасных факторов пожара в системе зданий и сооружений / А.С. Ярош, М.Н. Чалаташвили, А.Н. Кроль, Е.А. Попова, В.В. Романова, А.В. Сачков // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2019. – №. 1. – С. 50-56.
7. Юртаев Е. А., Вытовтов А. В., Русских Д. В. Особенности отечественной методики расчета эвакуации людей индивидуально-поточным методом, реализуемой при помощи зарубежных программ //Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2018. – №. 2. – С. 14-19.
8. Бакиров И. К., Файзулина М. М. Индивидуально-поточная модель эвакуации, как эффективный метод вероятностного подхода при оценке рисков пожарной опасности в зданиях //Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2016. – №. 1-2 (5). – С. 15-17.
9. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями).

Использование беспилотных воздушных судов с искусственным интеллектом для поиска пострадавших в МЧС России

Попов Илья Константинович

Сацук Иван Владимирович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В данной статье проанализировано состояние использования беспилотных воздушных судов с применением искусственного интеллекта для поиска пострадавших в различных чрезвычайных ситуациях на данный момент в системе МЧС России. В ходе проведенного исследования выявлены множественные преимущества, такие как способность облететь большую площадь территории, на которой произошла чрезвычайная ситуация, не подвергая опасности людей; эффективность по сокращению времени поиска; хорошее качество фотографий, которое позволяет рассмотреть объекты даже небольших размеров. Но также существуют значительные недостатки работы данной системы, которые затрудняют ее использование. К ним можно отнести: значительное снижение качества поиска при использовании беспилотных летательных аппаратов искусственного интеллекта; несвоевременное оказание первой помощи, которое наносит серьезные последствия для жизни и здоровья пострадавших из-за длительного режима постобработки у беспилотного воздушного судна даже с использованием искусственного интеллекта. Для решения возникших проблем предлагается разработка программы, позволяющей найти пострадавших в режиме реального времени и значительно сократить их количество, а также снизить ущерб их здоровью. В статье отмечена целесообразность обучения искусственного интеллекта по материалам, собранным с реальных чрезвычайных ситуаций и пожаров, во взаимодействии с Главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации и поисково-спасательными организациями. В данной статье отмечаются существенные преимущества работы беспилотных воздушных судов с применением искусственного интеллекта над стандартными программами управления в поиске пострадавших, а также необходимость нахождения четкого компромисса между высотой полета транспортного средства и качеством результатов.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, поиск людей, нейросеть

На данный момент в МЧС России все большее значение уделяется использованию беспилотных летательных аппаратов. Они помогают получить подробную информацию о чрезвычайных ситуациях, производить поиск объектов и наблюдение за ними, а также аэрофото и видеосъемку с дальнейшей топографической привязкой. [3]

В настоящее время в системе МЧС России на обеспечении реагирующих подразделений находится 1591 единица беспилотных авиационных систем. В этот состав также входит: 1554 единицы вертолетного (мультироторного) типа (из них 0132 единицы имеют тепловизоры) и 37 единиц самолетного типа. [2]

Поиск пострадавших на пожарах и в зонах чрезвычайных ситуаций является одним из важнейших мероприятий в системе МЧС России. Согласно статистическим данным МВД России [7], ежегодно в России по различным причинам теряются более 180 тыс. человек, при этом заявки на поиск в спасательные организации, такие как «ЛизаАлерт», статистика которой указана на рисунке 1, подаются в среднем на 20 процентов от общего числа потерявшихся,

а успешность поиска составляет 73 процента, что обуславливает необходимость совершенствования технических средств и программного обеспечения для поиска людей. [4]

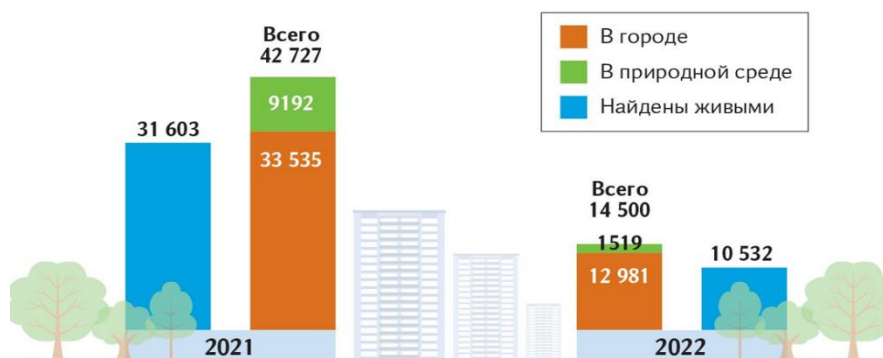


Рис.1. Статистика потерявшихся на территории России. Источник: [7].

Важно отметить то, что использование новейших моделей беспилотных авиационных систем (далее - БАС) и технологий их применения позволяет раскрыть потенциал современных беспилотных технологий и добиться снижения количества пострадавших и ущерба их здоровью, являясь незаменимым инструментом в поиске и обнаружении людей на различных объектах, ведь от скорости их нахождения зависит жизни и здоровье пострадавших. [6]

За последние годы уровень внедрения беспилотных БАС возрос благодаря более высокой доступности и надежности. Они сыграли решающую роль в различных гражданских приложениях, начиная от наблюдения и заканчивая оказанием помощи группам быстрого реагирования [10]. Многие приложения для сканирования с воздуха направлены на построение модели окружающей среды, будь то инфраструктура [12] или картографирование заданной области с помощью фотограмметрии [8]. Однако целью сканирования данной области очень часто является поиск конкретных объектов или людей, находящихся в опасности [9]. В этих случаях основная цель полета миссия состоит не обязательно в том, чтобы создать точное цифровое представление окружающей среды, но и в том, чтобы максимально увеличить вероятность нахождения интересующих людей или объектов. В частности, беспилотные летательные аппараты показали высокую эффективность в оказании помощи в поиске.

Для более удобной работы с беспилотными воздушными судами (их классификация представлена на рисунке 2) созданы специальные мобильные пункты. Они позволяют осуществлять получение, запись и отображение видео- и телеметрической информации, которая передается с борта беспилотного летательного аппарата.



Рис.2. Классификация беспилотных авиационных систем. Источник: [5].

Принцип работы исследуемой системы достаточно прост: оператор запускает летательный аппарат в автоматическом режиме (при необходимости можно перевести на ручное управление, изменить маршрут и высоту полета, а также отменить полетное задание).

Во время работы беспилотный летательный аппарат всегда должен быть заряжен. Через полчаса после взлета он возвращается. В этот момент оператор заменяет SD-карту и вставляет заряженную батарею. Далее беспилотный летательный аппарат снова запускается, и SD-карта со снимками вставляется в компьютер. Нейросеть эти снимки проверяет в офлайн-режиме или через Интернет. Первые данные с карты памяти начинают обрабатываться через 30-35 минут. Далее программа выдает местонахождение пострадавшего на карте.

К основным преимуществам работы БАС следует отнести их способность облететь до 100 квадратных километров территории на которой произошла чрезвычайная ситуация, не подвергая опасности людей. При проведении поисково-спасательных работ с использованием беспилотных воздушных судов (далее – БВС), чаще всего они направляются в поля с высокой травой, в бурелом, непроходимый лес или акваторию.

Еще одним преимуществом является их эффективность по сокращению времени поиска. Так, например, поле 500*500 м с высокой травой группа из пяти человек пройдет за 5–8 часов (если там не будет болота и прочих опасностей), а БВС выполнит эту задачу за 8 минут.

Также нельзя не отметить качество фотоснимков, которое позволяет достаточно хорошо рассмотреть объекты даже малых размеров.

В настоящее время широко используются два варианта поиска пострадавших с применением беспилотных летательных аппаратов: без использования искусственного интеллекта и с ним. В первом случае обычно используются стандартные программы управления квадрокоптерами, позволяющие отображать информацию от установленных на БВС камер на экран телефона или планшета.

Отсутствие нейросети создает существенные проблемы. Одним из главных минусов считается, что полученные с беспилотного летательного аппарата снимки участники поисково-спасательных работ должны осматривать самостоятельно. Снимков всегда много, и времени на их обработку уходит достаточно (примерно 5-7 часов). Уже после первых трех часов осмотра глаза начинают уставать и можно упустить что-то важное. Именно поэтому искусственный интеллект значительно упрощает работу спасателям. Но и использование нейросети также имеет свои недостатки. Стоит отметить, что один аккумулятор тратит весь свой заряд за 30-45 минут. Поэтому необходимо планировать маршруты со скорым возвращением и заменять аккумулятор. А также, использование БВС усложняет то, что перед запуском необходимо получить разрешение на полет, а это занимает довольно много времени.

На сегодняшний день отсутствует методика воздушного поиска и соответствующих алгоритмов планирования траектории для минимизации времени полета при одновременном обеспечении высокой вероятности повторного обнаружения интересных объектов.

Автоматически генерируемые алгоритмы планирования траектории для аэрофотосъемки в настоящее время уже стандартизированы и обычно включены во многие пакеты программного обеспечения с открытым исходным кодом и коммерческие пакеты программного обеспечения [11]. Однако эти алгоритмы в основном учитывают траектории планирования в двумерном пространстве на определенной высоте. При аэрофотосъемке для миссий поиска людей наблюдается четкая компромисс между высотой полета транспортного средства и качеством результатов. Хотя полеты на больших высотах приводят к лучшему охвату территории и сокращению времени полета, неопределенность результатов обычно высока для большинства доступных алгоритмов обнаружения объектов и аппаратного обеспечения камер. И наоборот, результаты обнаружения при полетах на более низких высотах часто имеют более высокое качество. Однако непрерывный полет на таких высотах отнимает много времени из-за более длительного времени, необходимого для покрытия обширных территорий. Гибридный подход, сочетающий большую высоту для картографирования и сканирования местности и низкую высоту для проверки обнаруженного объекта был бы более оптимальным выбором для приложений поиска людей.

Существенная проблема с проверкой эффективности этих стратегий заключается в том, что эксперименты с реальными беспилотными летательными аппаратами в сценариях поиска сложно организовать по техническим и законодательным причинам. Кроме того, существует большое количество параметров, которые могут повлиять на работу, а также множество различных доступных сценариев поисковых работ. В таких ситуациях имитационные эксперименты неоценимы и могут дать представление о производительности проектируемых систем, экономя огромное количество времени и затрат.

Использование программ с искусственным интеллектом значительно упрощает работу спасателям, однако существующие программы анализа изображений работают уже после приземления БВС и извлечения карты памяти в режиме постобработки, а позднее обнаружение, особенно в зонах ЧС, и не своевременное оказание первой помощи может повлечь серьезные последствия для жизни и здоровья пострадавших.

Главной целью данного исследования является предоставление решения проблем, возникших при использовании беспилотных летательных аппаратов с искусственным интеллектом в поиске пострадавших при чрезвычайных ситуациях. Для этого использовались различные качественные и количественные методы.

Метод анализа позволил исследовать основные проблемы, которые возникают при работе с беспилотными авиационными системами. Также метод сравнения был наиболее важным в данном исследовании, так как он помог оценить возможности использования беспилотников с искусственным интеллектом и без него. Отследить результаты работы системы, о которой говорится далее, помог метод наблюдения. Сформировать выводы о данном исследовании на основе изучения различных источников позволил метод индукции.

Для решения существующих проблем необходима разработка программы, которая позволила бы осуществлять простоту запуска дрона с помощью алгоритмов искусственного интеллекта, оперативно получать сведения на данных объектах комбинации, анализировать и проводить алгоритмы искусственного интеллекта, что позволит значительно снизить продолжительность поиска, так как искусственный интеллект никогда не устает существенно решений человеческих факторов. Внедрение разработки программы позволит упростить задачу поиска людей.

Программу искусственного интеллекта планируется основать на архитектуре множества нейронных сетей на базе алгоритмов YOLO включающий в себя несколько архитектур различной сложности. В зависимости от архитектуры модель будет обладать определенным числом параметров из чего формируется скорость и качество обучения, предназначенная для обнаружения объектов на изображении YOLO (You Only Look Once), которая разделяет полученные с беспилотного воздушного судна изображения на квадратные области [1]. Затем искусственный интеллект классифицирует эти области на наличие какого-либо объекта, а также предоставляет классификацию самого объекта, как показано на рисунке 3.

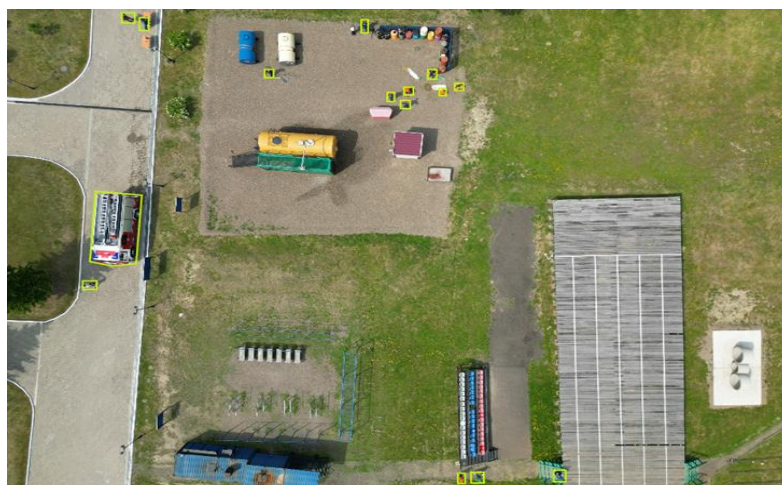


Рис.3. Пример работы обучающихся в виде разметок Дата-сет. Источник: Составлено авторами.

К преимуществам разработанной для нужд МЧС России программы должны относиться:

1. Простота запуска дрона и формирования полетного задания. Оператору должно быть достаточно 4 раза нажать на экран телефона, обозначив зону поиска и после нажатия на команду «начать поиск». При этом БВС должен самостоятельно осуществляет облет заданной зоны, обнаружение людей и топографическую привязку человека на местности.

2. Оперативно получать сведения о найденных объектах и их координатах с помощью алгоритмов искусственного интеллекта.

3. Обнаруживать объекты с гораздо большей высоты и с более высокой скоростью полёта, чем человек, что кратно ускорит обнаружение объектов.

В рамках реализации предложенных мероприятий в настоящее время в Академии во взаимодействии со структурными подразделениями Главного управления МЧС России по Красноярскому краю и поисково-спасательными организациями по сбору дата сетов для обучения искусственного интеллекта. Сотрудники Академии обучены проводить разметку дата-сет и обучают этому курсантов и студентов. В рамках совершенствования качества распознавания пострадавших были размечены более 4000 фотографий в этой программе, что позволило с вероятностью 34-89% успешно определить человека на анализируемом изображении при помощи искусственного интеллекта. В перспективе данная разработка получит усовершенствование, что приведет к более быстрому поиску людей и сохранению их жизней.

Внедрение в систему МЧС России данного программного обеспечения позволит значительно упростить задачу поиска пострадавших беспилотными воздушными судами.

Анализируя различные источники по проблеме исследования, можно сделать вывод о том, что беспилотные летательные аппараты без искусственного интеллекта уступают современным новейшим разработкам. Это необходимая мера, так как скорость нахождения пострадавших и спасение их жизни и здоровья является важным.

Данная статья показывает огромные преимущества использования беспилотных летательных аппаратов с искусственным интеллектом в поиске пострадавших в чрезвычайных ситуациях.

Благодаря развитию методов искусственного интеллекта такое направление как визуальная навигация позволяет всесторонне исследовать различные условия эксплуатации роботизированных систем.

Внедрение в систему МЧС России данного программного обеспечения позволит значительно упростить задачу поиска пострадавших беспилотными воздушными судами.

Список литературы

1. Беляев, П. Ю. Анализ методов обработки изображений в сложных условиях посредством искусственных нейронных сетей / П. Ю. Беляев, Е. А. Неверов, И. А. Зикратов // Региональная информатика и информационная безопасность: Сборник трудов Юбилейной XVIII Санкт-Петербургской международной конференции, Санкт-Петербург, 26–28 октября 2022 года. Том Выпуск 11. – Санкт-Петербург: Региональная общественная организация "Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления", 2022. – С. 569-571. – EDN IDQBVL.

2. Беспилотные летательные аппараты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/tehnika/aviacionnaya-tehnika/bespilotnye-letatelnye-apparaty>. (Дата обращения: 10.10.2023)

3. Группировка беспилотной авиации в МЧС России: задачи и применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/2928>. (Дата обращения: 10.10.2023)

4. Заблудившиеся души: почему в российских городах теряется всё больше людей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iz.ru/1343415/veronika-kulakova/zabludivshiesia-dushi-pochemu-v-rossiiskikh-gorodakh-teriaetsia-vse-bolshe-liudei>. (Дата обращения: 10.10.2023)

5. Основные направления применения беспилотных авиационных в системе МЧС России [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://aviacenter.org/d/166600/d/osnovnyye_napravleniya_primeneniya_bespilotnykh_aviatsionnykh_sistem_v_mchs_rossii.pdf . (Дата обращения : 10.10.2023)

6. Перспективы и развитие подразделений эксплуатации беспилотных авиационных систем в системе МЧС России / А.В. Жемчужников, И.В. Харламов, Д.В. Долгов, С.В. Саратов // Аллея науки. – 2022. – Т. 1, № 9(72). – С. 125-128. – EDN CDTETL

7. Что делать и куда обращаться, если пропал человек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/5194033> . (Дата обращения : 10.10.2023)

8. B Krsak, P Blistan, A Paulikova, P Puskarova, L'ml Kovanic, J Palkova, and V Zeliznakova. Use of low-cost uav photogrammetry to analyze the accuracy of a digital elevation model in a case study. Measurement, 91:276–287, 2016.

9. Jorge Pena Queralta, Jenni Raitoharju, Tuan Nguyen Gia, Nikolaos Passalis, and Tomi Westerlund. Autosos: Towards multi-uav systems supporting mar-itime search and rescue with lightweight ai and edge computing. arXiv preprint arXiv:2005.03409, 2020.

10. Hazim Shakhatreh, Ahmad H Sawalmeh, Ala Al-Fuqaha, Zuochao Dou, Eyad Almaita, Issa Khalil, Noor Shamsiah Othman, Abdallah Khreishah, and Mohsen Guizani. Unmanned aerial vehicles (uavs): A survey on civil applications and key research challenges. IEEE Access, 7:48572–48634, 2019.

11. Taua M Cabreira, Lisane B Brisolara, and Ferreira Jr Paulo R. Survey on coverage path planning with unmanned aerial vehicles. Drones, 3(1):4, 2019

12. Yan Li and Chunlu Liu. Applications of multirotor drone technologies in construction management. International Journal of Construction Management, 19(5):401– 412, 2019

Современные информационные технологии, как инструмент осуществления противопожарной пропаганды и информационно-разъяснительной работы в области пожарной безопасности среди населения

Трояк Евгений Юрьевич
кандидат педагогических наук

Баир Алена Борисовна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье рассмотрены причины осуществления Главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации противопожарной пропаганды и информирования населения мерам пожарной безопасности в сети Интернет, в том числе социальных сетях и мессенджерах.

Ключевые слова: интернет-пространство, медиакommunikация, социальные сети, противопожарная пропаганда, информационно-разъяснительная работа, пожарная безопасность

Настоящая работа рассматривает причины выбора интернет-пространства, как «площадки» для проведения противопожарной пропаганды и информирования населения о мерах пожарной безопасности Главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации.

Возможности сети Интернет позволяют охватить большое количество граждан в целях доведения оперативной обстановки с пожарами и их последствиями на территории субъектов и самих мер по предупреждению пожаров. Размещаемые в интернет-пространстве противопожарные материалы имеют разные формы и виды, начиная со статьи и заканчивая социальным видеороликом, которые находят свою аудиторию среди населения.

Информация как инструмент противопожарной пропаганды и информирования населения о мерах пожарной безопасности.

Задолго до появления печатных газет, радио, телевидения и глобальной сети Интернет передаваемая информация от человека к человеку играла весомую роль в социальном обществе. С «развитием средств передачи информации – от обычной почтовой связи, телефона, телеграфа, радио до цифровой телефонии спутниковой связи и технических средств объединения компьютерных систем в локальные и глобальные сети» [2, с.10], информация приобрела более высокий статус. Сегодня информация как знание через современные технологии проникает во все сферы человеческой жизнедеятельности.

В настоящее время очень развиты информационные и коммуникационные технологии, а вместе с ними и медиакommunikация. Медиакommunikация – это процесс передачи информации и коммуникации с использованием средств массовой информации, таких как телевидение, радио, печатные издания, интернет и социальные сети. Она включает в себя передачу, прием и обмен информацией между различными участниками коммуникации, такими как журналисты, редакторы, читатели, зрители и слушатели [3]. Посредством неё общество может анализировать и обсуждать информацию о происходящих событиях в мире, стране, городе.

С 2002 года, в период реализации в стране федеральной целевой программы «Электронная Россия», государственные органы начали активно осваивать информационные и коммуникационные технологии, в том числе сеть Интернет.

Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, и его территориальные структурные подразделения (Главное управления МЧС России по субъектам Российской Федерации) не стали

исключением и также создали свои официальные сайты, а позже открыли аккаунты в социальных сетях.

По данным опросов ФОМ (Фонд общественного мнения), новости и информацию 42% населения узнают из новостных сайтов в Интернете (2 место), 28% населения – из социальных сетей и мессенджеров (3 место). Телевидение остаётся источником новостей и информации номер 1, его выбрали 55% населения [1].

Также ФОМ выяснил, что источникам информации, которым наиболее доверяет население нашей страны, являются телевидение (40%, 1 место), новостные сайты в Интернете (24%, 2 место) и социальные сети. мессенджеры (17%, 3 место) [1].

Проводимые опросы ФОМ показывают, что сеть Интернет забирает себе внимание граждан с каждым годом всё больше и больше.

При этом отмечается, что с развитием интернет-пространства печатные издания, особенно муниципальные печатные издания, сократили количество выпускаемых тиражей, а то и вовсе прекратили свою печатную деятельность. На их место пришли электронные журналы и газеты информационные медиагентства и другие электронные площадки. Радио также теряет свою аудиторию слушателей.

В целях охвата большего количества внимания граждан и достижения целей в области пожарной безопасности Главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации противопожарную пропаганду и информационно-разъяснительную работу среди населения осуществляют преимущественно через телевидение и сеть Интернет.

Ведь интернет-пространство с его огромными возможностями и потенциалом стали частью медиакommunikации. Социальные сети, мессенджеры позволяют быстро и эффективно распространить информацию, что очень удобно для проведения противопожарной пропаганды и информирования населения о мерах пожарной безопасности. Особенно это важно в случае резонансных ситуаций с пожарами, доведения оперативной информации до граждан, разъяснения обязательных требований пожарной безопасности в период введения особого противопожарного режима на территории региона или муниципального образования.

При этом, традиционные методы и формы проведения противопожарной пропаганды и информирования населения о мерах пожарной безопасности Главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации остаются неизменными:

- профилактические мероприятия в жилом секторе, где осуществляют информационно-разъяснительную работу среди населения о соблюдении требований пожарной безопасности в сезонные риски возникновения пожаров;

- профилактические мероприятия с несовершеннолетними на объектах образования, объектах социального значения, в лагерях отдыха и оздоровления детей, в ходе которых разъясняют последствия шалости детей с огнём;

- противопожарные инструктажи и беседы с персоналом объектов защиты в ходе контрольных (надзорных) и профилактических мероприятий;

- распространение агитационных материалов (буклетов, памяток, листовок) на противопожарную тему;

- сходы граждан и встречи с населением, родительским сообществом и преподавательским составом, на которых доводят информацию о сложившейся оперативной обстановке с пожарами и их последствиями, сезонных рисков возникновения пожаров и мерах по их недопущению;

- круглые столы, семинары с приглашением членов бизнес-сообщества, представителей общественных организаций и советов, на которых осуществляют разъяснительную работу по соблюдению обязательных требований пожарной безопасности на объектах защиты, доводят обобщенную правоприменительную практику с типовыми массовыми нарушениями обязательных требований, и другие мероприятия.

При всём разнообразии вышеуказанных мероприятий они носят ограниченный характер информируемого круга лиц, например, на одном мероприятии охват составит 350 человек, при том как в сети Интернет этот же доводимый информационный материал могут прочесть и увидеть более 1000 человек за сутки.

Важную роль при осуществлении противопожарной пропаганды и информирования населения о мерах пожарной безопасности играет представляемый вниманию граждан материал.

Информация, представленная в виде социального видеоролика на противопожарную тему, больше откликнется и обратит внимание граждан, чем сухой доклад на сходе граждан. Наглядные яркие памятки о соблюдении требований пожарной безопасности в периоды сезонных рисков возникновения пожаров, размещенные в социальных сетях и мессенджерах, больше обратят внимание граждан, чем врученные бумажные агитационные материалы в ходе профилактических мероприятий с населением. Это связано с тем, что в настоящее время граждане часто «сидят» в сети Интернет.

Министерству Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, и органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления важен результат в виде снижения количества происшествий, пожаров, гибели и травмирования людей на пожарах и водных объектах, в целях которых и разрабатывается комплекс мероприятий, направленный на их предупреждение. В числе мероприятий немаловажное место занимает информационно-разъяснительная работа в области пожарной безопасности.

Субъектовые органы исполнительной власти и территориальные органы федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации информационно-разъяснительную работу осуществляют в соответствии с федеральными законами и нормативно-правовыми актами. Для этого органами государственной власти организовано информационное взаимодействие с гражданами и организациями: созданы сайты, страницы в социальных сетях, приложения для прямого взаимодействия с гражданами, то есть, использованы ресурсы информационных и коммуникационных технологий.

Главные управления МЧС России по субъектам Российской Федерации в ходе информационного взаимодействия с гражданами и организациями решают такие задачи, как непосредственное осуществление противопожарной пропаганды и информирования населения о мерах пожарной безопасности и привлечение их к участию в принятии решений вопросов по обеспечению пожарной безопасности.

В интернет-пространстве объектом внимания граждан и организаций является массовая информация в области пожарной безопасности.

Однако результат информационного взаимодействия не всегда оправдывает ожидания, как самих органов государственной власти, так и граждан, организаций.

Фактически информационно-разъяснительная работа в интернет-пространстве Главными управлениями МЧС России по субъектам Российской Федерации осуществляется самостоятельно, однородно и шаблонно. Материал не всегда заинтересовывает внимание граждан своим содержанием. Размещаемые материалы в сети Интернет настолько разнообразны, что люди привыкли к тому, что блогеры и органы государственной власти «борются» за их внимание.

Несмотря на это, МЧС России активно продолжает осуществлять противопожарную пропаганду и информационно-разъяснительную работу посредством медиакommunikации.

Данная работа кратко показала, что сайты и социальные сети являются основными площадками для проведения противопожарной пропаганды и размещения информационно-разъяснительных материалов Главных управлений МЧС России по субъектам Российской Федерации. С каждым годом качество и количество размещаемых информационных материалов в области пожарной безопасности становится только лучше и больше.

Список литературы

1. Новостная информация и телевидение // URL:<https://fom.ru/SMI-i-internet/14902> (дата обращения: 10.10.2023).
2. Основы информационных технологий: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлениям: «Автоматизация технологических процессов и производств», по направлению

подготовки бакалавра «Автоматизация и управление»; «Управление в технических системах» /Е.Я. Князева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново, 2012. - 15 с.

3. Тагир. Медиакоммуникация в эпоху цифровых технологий: новые вызовы и возможности // URL: <https://nauchniestati.ru/spravka/mediakommunikaciya-v-21-veke> (дата обращения: 09.10.2023).

Оценка коэффициента дымообразования образцов напольных покрытий после искусственного состаривания

Трояк Евгений Юрьевич

кандидат педагогических наук

Рыбаков Дмитрий Сергеевич

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В данной работе изучен анализ рынка производства напольных покрытий, рассмотрены состав и структура разных видов линолеума. Проведено состаривание напольных покрытий путем внедрения материалов в искусственно созданный экстремальный температурно-влажностный режим. Выполнены испытания экспериментального определения коэффициента дымообразования напольных покрытий «До» и «После» искусственного состаривания. Дана оценка полученным коэффициентам дымообразования образцов напольных покрытий после искусственного состаривания, а также сделаны выводы. Новизна данной работы заключается в альтернативном варианте искусственного старения напольных покрытий.

Ключевые слова: напольные покрытия, полимеры, состаривание, пожароопасные свойства, линолеум

Изучение анализа рынка производств напольных покрытий. Цель и задачи работы

Анализ рынка производства напольных покрытий в России в 2017-2021 гг. показал, что в структуре выпуска напольных покрытий, среди всех видов преобладает линолеум, в среднем на него приходится 41,2% от всего производства. На втором месте находится напольная керамическая плитка – на нее приходится порядка 28,6% от российского производства в исследуемый период. На ламинат приходилось в среднем 26,6%. Доля выпуска паркета и паркетной доски увеличилась с 1,4% в 2017 г до 4,5% в 2021 г. [1] Анализ показал, что несомненный лидер среди напольных материалов по востребованности у населения России является линолеум. Линолеум – это материал для пола на основе ПВХ, который представляет собой гибкую разновидность покрытия, чей состав включает поливинилхлорид и ряд иных компонентов синтетического происхождения. Обладает влагостойкостью, прочностью и эластичностью, устойчив к воздействию щелочей и кислот. Напольные покрытия на основе ПВХ являются доступными по ценовой категории, а также при отсутствии термических воздействий экологически безопасны. [2] В период длительной эксплуатации напольные покрытия в большинстве случаев встречаются с определенными факторами влияния: ультрафиолет, влага, механический износ и т.д. Вследствие этого возникает вопрос – Как же все-таки меняется коэффициент дымообразования напольных покрытий после их старения?

Целью исследования является проведение процесса интенсивного старения напольных покрытий, путем внедрения образцов линолеума ПВХ в искусственно созданный температурно-влажностный режим, а также сравнение коэффициента дымообразования образцов напольных покрытий «До» и «После» искусственного состаривания.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд важных задач:

- Изучить анализ рынка производства напольных покрытий;
- Рассмотреть состав и структуру напольных покрытий (линолеум);
- Изучить процесс интенсивного старения напольных отделочных материалов;
- Провести испытания экспериментального определения коэффициента дымообразования напольных покрытий «До» и «После» искусственного состаривания;
- Дать оценку и сделать выводы после проведения всех экспериментов.

Изучение современных видов напольных покрытий (линолеум)

Линолеум — это напольное покрытие, состоящее преимущественно из натурального сырья. Линолеум не дорогой материал, легко укладывается, важно и то, что после укладки сохраняет свои размеры. Линолеум легко очищается от пыли, поэтому пригоден для людей с нарушениями дыхательной системы и аллергией. [3]

Линолеум, по химическому составу можно разделить на две разновидности: натуральный линолеум и линолеум ПВХ.

Натуральный линолеум производится из льняного масла, древесной смолы, древесной муки, порошка известняка, цветных и белых пигментов, джутовой ткани (рис. 1).

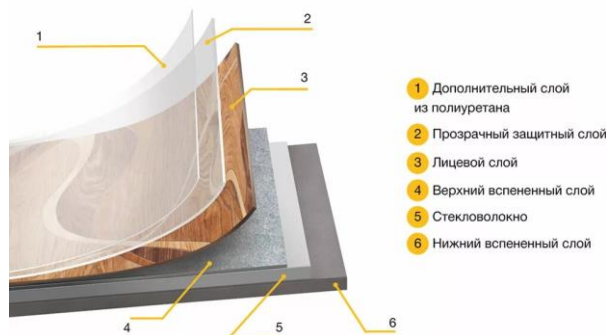


Рис.1. Структура линолеума натурального

Он долговечен, экологически чист, декоративен, огнестоек и не способствует распространению пламени в случае пожара. Благодаря льняному маслу линолеум обладает бактерицидными свойствами и не накапливает электростатический заряд. Натуральный линолеум не выгорает, не меняет цвет и структуру со временем, устойчив к неконцентрированным кислотам, этиловому спирту, жирам, но разрушается при длительном воздействии щелочи. [4]

Основа поливинилхлоридного линолеума - стекловолокно. Кроме того, такой линолеум пропитывается пастой ПВХ, а на его поверхность при помощи больших печатных цилиндров с гравировкой наносится рисунок. Используется до 6 красок. С изнанки на стекловолокнистую основу линолеума наносят подложку. Она может быть джутовой, тканевой, полиэфирной или из вспененного ПВХ (рис. 2). [5]



Рис.2. Линолеум ПВХ. Составлено авторами

В данной работе исследованию подлежит линолеум фирмы Tarkett, модель – IDYLLE NOVA. Его технические характеристики представлены в таблице 1.

Табл.1. Характеристики линолеума Tarkett

Класс применения для общественных помещений:	32
Класс применения для жилых помещений:	23
Дополнительный защитный слой, лак:	Extreme Protection
Общая толщина:	3,70 мм
Толщина защитного слоя, мм. (ГОСТ 11529 п.2.2.3 - толщина лицевого защитного прозрачного слоя):	0,5
Вес 1 кв.м., кг (ГОСТ 11529-2016):	2,5
Класс пожарной опасности (ФЗ-123):	КМ 5

Метод искусственного старения напольных материалов

Старение напольных материалов — это сложный комплекс химических и физических процессов, происходящих под влиянием окружающей среды за продолжительный промежуток времени, приводящий к изменениям их свойств. Часто вместо термина «старение» употребляют термин «деструкция».

В статье научного журнала «Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна» предложен искусственный метод состаривания отделочных ПВХ материалов (ламинат и плитка ПВХ), заключающийся в циклическом изменении температурно-влажностного режима среды. [6]

На основании изученного опыта нами предложен эксперимент искусственного состаривания линолеума ПВХ, заключающийся в циклическом изменении температурно-влажностного режима, который будет происходить в последовательном изменении условий, воздействующих на образец (рис. 3)

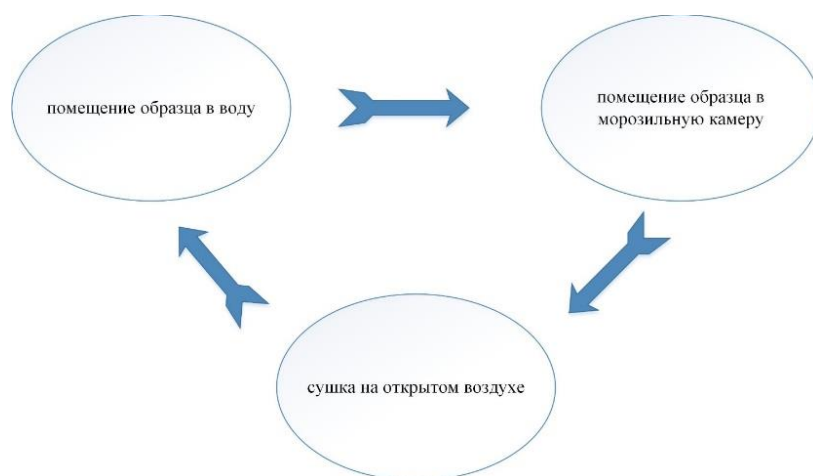


Рис.3. Предложенный метод искусственного состаривания линолеума ПВХ.
Составлено авторами

Для эксперимента был подготовлен образец линолеума *Tarkett IDYLLE NOVA*. Над образцом были проведены следующие опыты в нескольких циклах. Погружение образцов в воду по циклам на: 4ч., 8ч., 16ч. (рис. 4).



Рис.4. Первый этап искусственного состаривания линолеума. Составлено авторами

Образец линолеума был помещен в емкость с водой, которая имела температуру 20-25 градусов Цельсия. Данный эксперимент показывает влияние влаги на напольные покрытия. После проведения данного опыта будет видно, происходят ли визуальные изменения напольных покрытий от двух атомов водорода и одного - кислорода, которые соединены между собой ковалентной связью.

Размещение образца в морозильной камере по циклам на: 4ч., 8ч., 16 ч. (рис. 5).



*Рис.5. Второй этап искусственного состаривания линолеума.
«Составлено авторами»*

Образец напольного покрытия был размещен в морозильной камере с установленной в ней температурой минус 15 градусов Цельсия по определенным циклам.

Воздействие ультрафиолета на образец по циклам: 4ч., 8ч., 16 ч. (рис.6).



*Рис.6. Третий этап искусственного состаривания линолеума.
«Составлено авторами»*

После проведения экспериментов с воздействием на образец влаги и низких температур мы переходим к сушке на открытом воздухе, путем воздействия прямых ультрафиолетовых лучей на линолеум. Напольное покрытие находится под открытым солнцем при температуре воздуха 25-27 градусов Цельсия.

Метод экспериментального определения коэффициента дымообразования напольных покрытий.

Коэффициент дымообразования - показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, образующегося при пламенном горении или термоокислительной деструкции (тлении) определенного количества твердого вещества (материала) в условиях специальных испытаний.

Табл.2. Классификация материалов по дымообразующей способности

Группы по дымообразующей способности	Коэффициент дымообразования, м ² /кг
Д1 (с малой дымообразующей способностью)	Не более 50
Д2 (с умеренной дымообразующей способностью)	От 50 до 500
Д3 (с высокой дымообразующей способностью)	Свыше 500

Испытание экспериментального определения коэффициента дымообразования твердых веществ и материалов. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения». Определение оптической плотности дыма, образующегося при горении или тлении известного количества испытуемого вещества или материала, распределенного в заданном объеме [7].

В процессе подготавливают 10-15 образцов материала размером 40х40 и толщиной 10 мм. Испытания осуществляется в режиме тления (без инициирующего пламени).

Результаты коэффициента дымообразования вычисляют по формуле (1):

$$D_m = \frac{V}{L_m} \ln \frac{T_0}{T_{\min}},$$

где - вместимость камеры измерения, м³;

- длина пути луча света в задымленной среде, м;

- масса образца, кг;

$T_0, T_{\min}$ - соответственно значения начального и конечного светопропускания, %.

Проводится на установке для испытаний на дымообразующей способности твердых веществ и материалов (ГОСТ 12.1.044-89 п 4.18.1) в специально отведенном месте (в лаборатории). Установка для испытаний изображена на рисунке 10.



Рис.7. Установка для определения коэффициента дымообразования. Составлено авторами
1 – Камера сгорания; 2 – Держатель образца; 3 – Окно из кварцевого стекла; 4,7 – Клапаны продувки;
5 – Приемник света; 6 – Камера измерений; 8 – Кварцевое стекло; 9 – Источник света;
10 – Предохранительная мембрана; 11 – Вентилятор; 12 – Направляющий козырек;
13 – Запальная горелка; 14 – Вкладыши; 15 – Электронагревательная панель.

Для проведения испытаний проводится следующий алгоритм действий:

Контролируется плотность падающего теплового потока с помощью теплоприемника. Включается источник и приемник света. Устанавливается начальное значение светопропускания, соответствующее верхнему пределу измерений регистрирующего прибора и принимаемому за 100%.

Подготовленный образец помещается в лодочку из нержавеющей стали. Открывается дверца камеры и без задержки устанавливается лодочка с образцом в держатель, после чего дверца закрывается.

Испытание прекращается при достижении минимального значения светопропускания. По окончании испытания лодочка с остатками образца вынимается из камеры сгорания (рис. 8). Установка вентилируется в течение 3-5 мин, но не менее чем требуется для достижения исходного значения светопропускания в камере измерений.

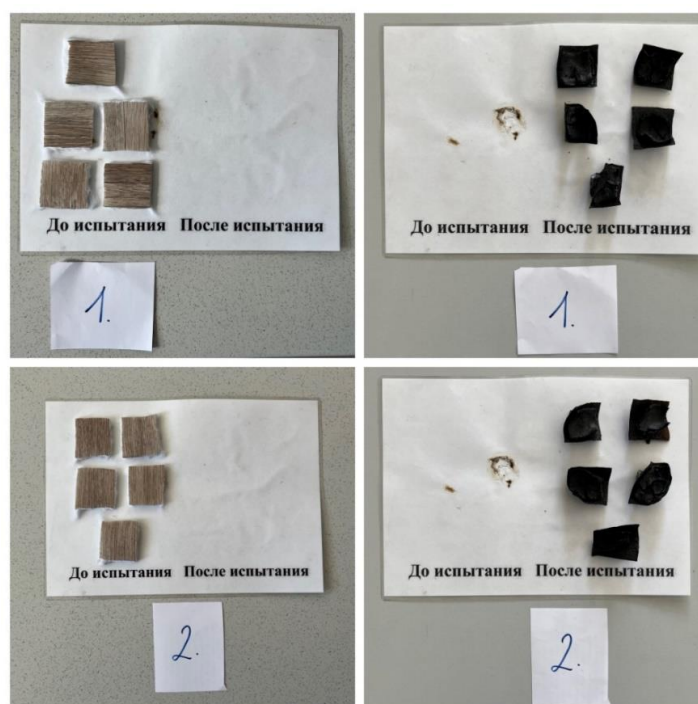


Рис. 8. Образец № 1 (оригинал) и Образец № 2 (искусственно состаренный): До и После проведения испытаний. Составлено авторами

Все полученные данные заносятся в таблицу для анализа. В таблице фиксируется вес образцов и соответственно значение начального и конечного светопропускания.

Табл.3. Полученные данные образцов «Оригинал» (образцы не были внедрены в искусственно созданный экстремальный температурно-влажностный режим, имеют состояние нового материала), после испытаний экспериментального определения коэффициента дымообразования

Образцы	Вес, грамм	Начальное значение светопропускания	Конечное значение светопропускания	Арифметическое значение по расчетам
Режим тления				
1	3.410	0.844	0.076	451.93
2	3, 617	0.828	0.045	516.45
3	3.727	0.825	0.051	480.28
4	3.620	0.852	0.098	410.658
5	3.675	0.831	0.049	495.85

$(451.93+516.45+480.28+410.658+495.85)\div 5=471.033$ – коэффициент дымообразования как среднее арифметическое по результатам пяти испытаний.

Табл.4. Полученные данные образцов «Искусственно состаренные» (образцы были внедрены в искусственно созданный экстремальный температурно-влажностный режим по циклам на: 4ч., 8ч., 16 ч.), после испытаний экспериментального определения коэффициента дымообразования

Образцы	Вес, грамм	Начальное значение светопропускания	Конечное значение светопропускания	Арифметическое значение по расчетам
Режим тления				
1	3.500	0.841	0.041	546,74
2	3.897	0.828	0.037	512.97
3	4.163	0.832	0.028	524.42
4	3,981	0.831	0.033	521.54
5	3.893	0.833	0.033	533.33

$(546,74+512,97+524,42+521,54+533,33)\div 5=527,8$ – коэффициент дымообразования как среднее арифметическое по результатам пяти испытаний.

По результатам полученных по окончании проведения лабораторных испытаний на метод дымообразующей способности напольных покрытий по расчетам и оценке получили следующие результаты:

- образцы «Оригинал» относятся к материалам с умеренной дымообразующей способности (Д2), коэффициент дымообразования от 50 до 500 м²/кг.
- образцы «Искусственно состаренные» относятся к материалам с высокой дымообразующей способности (Д3), коэффициент дымообразования свыше 500 м²/кг.

Как показали результаты, изменение коэффициента дымообразования после внедрения образцов в искусственно созданный экстремальный температурно-влажностный режим (искусственного состаривания) произошло. Показатели плотности дыма, образующегося при тлении напольных покрытий увеличились, а это значит, что окружающая среда при возникновении пожара станет еще более опасной для человека.

Хотелось бы выразить признательность за помощь в проведении исследования преподавателю кафедры контрольно-надзорной деятельности ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России Макаровой Татьяне Петровне.

Список литературы

1. Анализ рынка напольных покрытий в России в 2017-2021 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://businessstat.ru>
2. Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Журнал СПГУТД. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prouniver.ru>
3. Напольные покрытия. Напольные покрытия. Стекланные полы. Образцы стекланных полов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myuniversity.ru>
4. Наливные полы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myuniversity.ru>
5. Полы Виды и применение. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stud24.ru>
6. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции Енисейская арктика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sibsau.ru/files/40546/>
7. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

Внедрение инноваций и эффективность предлагаемых решений по применению компрессионной пены для тушения пожаров и проведения аварийно спасательных работ

Чижов Сергей Александрович

Главное управление МЧС России по Красноярскому краю

Аннотация. В данной статье исследуется проблема роста пожарных рисков, связанных с применением воды и ВМП для тушения пожаров на объектах энергетики. Для преодоления этих рисков предлагаю использование передовых технологий и методы в области пожаротушения. Особое внимание уделяется применению пожарных автомобилей с установкой НАТИСК при тушении пожаров на объектах энергетики. Описывается преимущества использования компрессионной пены для тушения пожаров, направленных на минимизацию времени тушения пожара.

Ключевые слова: тушение пожаров, защитные мероприятия, натиск, объекты энергетики

Статистика показывает то, что каждый год в пепел и прах превращается очень большое количество ценностей, по стране ежечасно вспыхивает более 12 пожаров и в огне гибнет один и более человек, в том числе и дети, более 27 человек получают ожоги и травмы. Статистика показывает, что количество пожаров в России из года в год не уменьшается, а масштабы их разрушений только растут.

Пожар является причиной одновременной гибели большого количества числа людей, по количеству жертв уступает лишь опасным природным явлениям, как извержения вулканов, цунами, наводнения, землетрясения и тайфуны. Перовое место среди техногенных причин занимает пожар и взрыв.

Пожарная обстановка в России остается довольно напряженной и сложной. Пожар может возникнуть абсолютно во всех сферах деятельности людей – на транспорте, предприятиях промышленности и сельского хозяйства, в общественных зданиях и жилых домах.

Проанализировав статистику пожаров за период с 2018 по 2022 год, наблюдается тенденция снижения количества пожаров с 154307 до 135127 тысяч в год, главной причиной стабильно остается неосторожное обращение с огнем. В 2022 году главной причиной пожаров стало неосторожное обращение с огнем, второе место – неисправность производственного оборудования. Сводные данные показаны на рис.1.

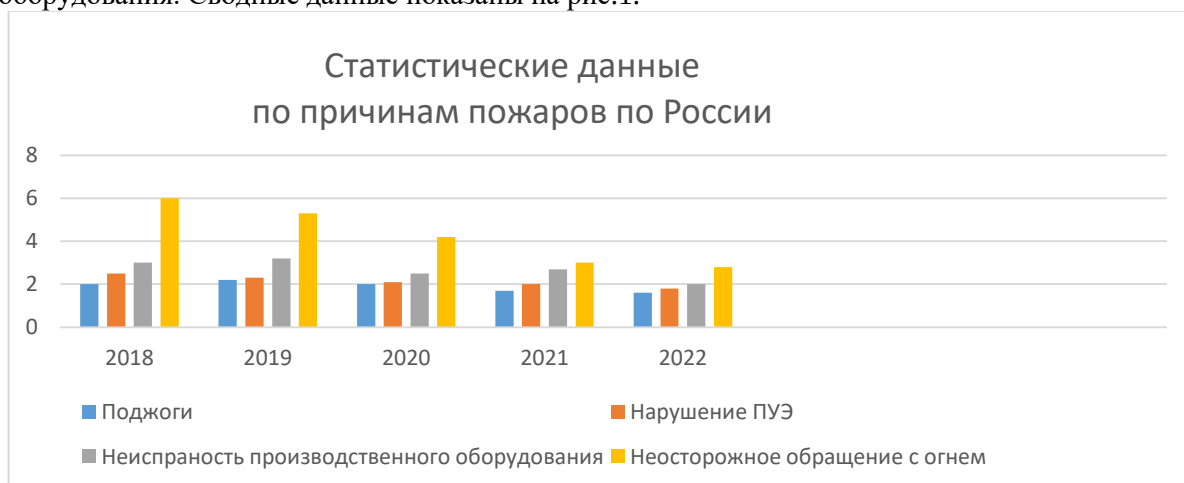


Рис.1. Статистические данные по причинам пожаров по России

На основании данных диаграмм, наблюдается снижение числа пожаров на объектах промышленности. Уменьшение материального ущерба не всегда происходит с уменьшением числа пожаров, что хорошо видно на рис.2

На объектах энергетики в Российской Федерации ситуация не лучше, чем по стране в целом. В 67% от всех пожаров, которые произошли на предприятиях энергетики, произошли в основном турбогенераторном цехе. Ущерб от пожаров на предприятиях энергетики составляет сотни миллионов рублей.

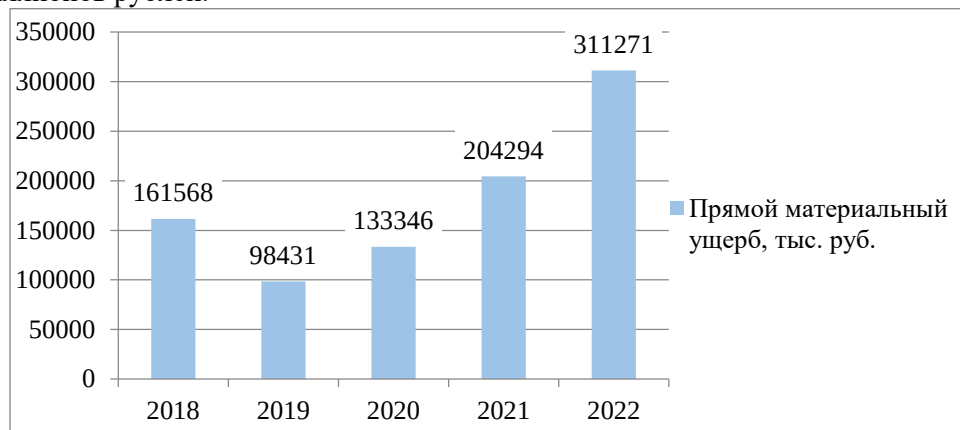


Рис.2. Статистические данные по материальному ущербу от пожаров на объектах промышленности за период с 2018 – 2022 гг.

С целью повышения эффективности работы пожарно-спасательных подразделений и формирований по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ рекомендуется:

Компрессионная пена - огнетушащее вещество, получаемое в установке пожаротушения НАТИСК, путем принудительного вспенивания сжатым воздухом раствора, состоящего из воды и небольшого количества пенообразователя. Ингредиенты в установке пожаротушения НАТИСК дозируются в строго определенных пропорциях. На вид компрессионная пена состоящую из мелких пузырьков одинакового размера, представляет собой плотную однородную структуру белого цвета. Подача сжатого воздуха осуществляется из заранее заправленных баллонов или воздушным компрессором. Готовая компрессионная пена подается под давлением 7...10 атмосфер по обычным напорным рукавам.

Тушащие свойства и физические параметры пены - изменяются посредством изменения соотношения ингредиентов. Компрессионная пена может вырабатываться - сырая (тяжелая) пена с соотношением от 1:5 (вода: воздух) и сухая (легкая) пена с соотношением до 1:20.

Пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожара использовать 2 автоцистерны, которые оснащены установками для получения компрессионной пены НАТИСК.

При помощи установки НАТИСК работа по тушению может вестись с расстояния до 30 метров через ручные стволы, по рукавным линиям осуществляется подача уже готовой компрессионной пены.

У компрессионной пены НАТИСК низкий вес из-за небольшого количества воды и важные для пожарного дополнительные свойства:

- с помощью нормального давления возможность подачи компрессионной пены по сухотрубу на высоту до 250 метров, в связи с низким весом, по сравнению с водой;
- при открытии ручного ствола и подаче тушащего вещества низкая отдача и легкость удержания пожарного ствола;
- улучшение видимости при тушении, низкое парообразование, снижение риска ожогового травматизма пожарных и повышение точности;
- заполненный компрессионной пеной рукав имеет низкий вес, что облегчает простоту маневрирования.
- выполнять работы при низких температурах (до -60°C);

- резко снизить температурное воздействие и моментально сбить пламя, это позволит сократить время тушения пожара в 5-7 раз по сравнению с обычной водой;
- значительно сократить время от подачи первого ствола до этапа полной ликвидации пожара;
- безопасно и быстро продвигаться ствольщику в решающем направлении;
- предотвращение повторного возгорания и тления;
- за счет сокращения времени работы ствола происходит сокращение расхода воды в 5-15 раз;
- снижение риска невыполнения боевой задачи;
- снижение вторичного ущерба от тушения пожаров (нет проливов воды!);
- за счет уменьшения времени локализации пожара происходит снижение прямого ущерба от пожара;
- в условиях ограниченного пространства свободно маневрировать при применении менее габаритных автомобилей;
- за счет применения более легких автомобилей сокращается время прибытия к месту пожара;
- увеличение эффективности тяжелых автомобилей при необходимости их эксплуатации;
- снижение эксплуатационных расходов за счет применения менее тяжелой техники.

По диапазону применения область применения компрессионной пены NATISK превышает традиционно используемые и наиболее распространенные в российской пожарной охране огнетушащие вещества: воду, пену (низкой, средней кратности).

Вывод

В случае внедрения нового пожарно-технического вооружения на данном предприятии, а также при возникновении типичного пожара, ущерб будет гораздо меньше если на данном предприятии будут применяться пожарные автомобили с установкой НАТИСК. Это позволит снизить выброс вредных веществ, сократить материальный ущерб, нанесенный пожаром и время, затраченное на тушение возможного пожара и время ликвидации, а также уменьшить количество личного состава привлекаемого на тушение пожара.

Список литературы

- 1 Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ Приказ МЧС России № 444 от 16 октября 2017 г. «».
- 2 3. ГОСТ Р 53961-2010 Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний, <https://www.holt-trade.ru/userfiles/file/gosti/GOST-R-53961-2010-Tehnika-pozharnaya-Gidranti-pozharnye-podzemnye.pdf>;
- 3 2.Малый В.П. Противопожарное водоснабжение. Внутренний противопожарный водопровод: учебное пособие для слушателей, курсантов и студентов Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России / – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – 223 с.

Анализ средств для прогнозирования возможной химической обстановки на территории Кемеровской области – Кузбасса

Емельянова Алеся Игоревна
Пономарев Василий Викторович
доктор педагогических наук, профессор

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье проведен анализ возможных рисков для населения, связанных с авариями на химически опасных объектах. Показаны основные направления совершенствования системы управления рисками ЧС на основе прогнозирования возможной химической обстановки. По результатам проведенного анализа сделан вывод о целесообразности применения органами управления научных методик и программных комплексов для прогнозирования возможной химической обстановки, что позволяет повысить качество и оперативность разрабатываемых моделей, сценариев и других документов.

Ключевые слова: АХОВ, ХОО, ЧС, химическая обстановка, химическая авария

Анализ чрезвычайных ситуаций (ЧС), произошедших на территории Российской Федерации, показывает, что аварии на химически опасных объектах несут значительные риски для безопасности населения и экономики страны.

Количество опасных производственных объектов (ОПО) химического комплекса на территории Российской Федерации составляет более 3 тысяч, в том числе [1]:

- химически опасные производственные объекты;
- хлорные объекты системы водоподготовки;
- объекты целлюлозно-бумажных производств;
- аммиачно-холодильные установки;
- объекты производства и потребления продуктов разделения воздуха, криогенно-вакуумной техники, обращения углекислоты;
- спиртовые производства;
- маслоэкстракционные производства;
- склады и базы хранения и отгрузки химически опасных и взрывоопасных веществ;
- другие производства, связанные с обращением или хранением токсичных, взрывопожароопасных, а также других веществ, которые могут образовывать пылевоздушные или парогазовые опасные смеси.

В связи с этим, проводимые исследования в области совершенствования системы управления рисками ЧС на основе прогнозирования возможной химической обстановки в настоящее время обладают высокой актуальностью.

В перечень химически опасных объектов (ХОО) на территории Кемеровской области – Кузбасса входят 18 организаций [2], в том числе 6 из них находятся в областном центре. Наиболее крупными ХОО являются КАО «Азот» и ООО «Химпром».

На КАО «Азот» сосредоточено наибольшее количество АХОВ, предприятие ориентировано на выпуск аммиачной селитры сельскохозяйственного и промышленного использования, а также азотных удобрений, относится к числу основных заводов химического производства страны. КАО «Азот» является пятым крупным предприятием по выпуску азотных удобрений и вторым крупным предприятием по выпуску капролактама в России. На сегодняшний день промышленного потенциала предприятия достаточно для изготовления более 1,2 млн т аммиака, 1,3 млн т аммиачной селитры, 1 млн т азотной кислоты, 600 тыс. т карбамида, 360 тыс. т сульфата аммония, 125 тыс. т капролактама и 200 тыс. т карбамидно-

аммиачной смеси в год. В декабре 2021 г. на заводе закончена программа по технологическому обновлению выпуска минеральных удобрений: запущены новые мощности по получению водорода из природного газа, азотной кислоты и новый участок нейтрализации и выпарки при изготовлении аммиачной селитры [3].

На ООО «Химпром» осуществляется органический синтез, хлорное производство, выпуск полиэфиров, хлора и его соединений. Для Западно-Сибирского региона завод производит хлор, соду каустическую и соляную кислоту. Широкий перечень АХОВ доставляется в другие города России и страны СНГ [4].

Помимо рассмотренных предприятий в перечень ХОО на территории Кемеровской области - Кузбасса входят ОАО «Кемеровский хладокомбинат», ООО «Аграрная группа Кемеровский мясокомбинат», ФГКУ комбинат «Малахит» и ОАО «Кемеровский молочный комбинат», расположенные на территории г. Кемерово. На остальных предприятиях, расположенных в г. Новокузнецк, г. Прокопьевск, г. Междуреченск, г. Осинники, г. Калтан и г. Ленинск-Кузнецкий, а также Прокопьевском и Ленинск-Кузнецком муниципальных районах значительный объем запасов АХОВ приходится на аммиак и хлор.

Прогнозирование ЧС – это исследовательский процесс, в результате которого получают данные о параметрах возможной оперативной обстановки с целью использования для разработки и обоснования практических мероприятий по снижению человеческих потерь, материального ущерба и ущерба окружающей среде.

На основе анализа рисков и прогнозирования возможной химической обстановки может быть сформирован примерный перечень предупредительных мероприятий с учетом особенностей территории для которой разрабатывается прогноз ЧС.

К настоящему времени создан арсенал методов прогноза рисков ЧС. По назначению их можно разделить на два вида:

методы прогнозирования возникновения ЧС;

методы прогнозирования последствий ЧС.

Для краткосрочного прогнозирования (дни, часы) используется вероятностный подход, опирающийся на оперативную информацию, получаемую от сети наблюдения и лабораторного контроля (СНЛК).

Разработанные методики, которые используются для разработки планирующей документации, позволяют оценить масштабы возможного химического заражения аварийно химически опасными веществами (АХОВ). В зависимости от физических свойств и агрегатного состояния АХОВ, расположенных в емкостях, хранилищах и технологическом оборудовании, рассчитываются размеры зон возможного химического заражения по первичному и вторичному облаку, а также оценивается время испарения [5].

Таким образом, к основным исходным данным для прогнозирования масштабов возможного химического заражения АХОВ относятся: вид и количество АХОВ, выброшенных в атмосферу, а также характер их разлива на подстилающей поверхности («свободно», «в поддон» или «в обваловку»); и метеорологические условия.

Методикой для расчета сил и средств, необходимых для локализации и обезвреживания источника химического заражения предусмотрены 7 основных способов локализации и обезвреживания разлива АХОВ [6]:

1. Постановка водяных (жидкостных) завес.
2. Разбавление (водой).
3. Обезвреживание (специальными растворами).
4. Локализация твердыми сыпучими материалами (песок).
5. Обвалование, т. е. создание насыпи по периметру границы разлива.
6. Сбор жидкой фазы АХОВ в «прямоук-ловушку».
7. Засыпка жидкой фазы АХОВ грунтом и сорбирующими материалами.

Расчет сил и средств производится по каждому способу локализации и обезвреживания в отдельности.

Одним из направлений дальнейшего совершенствования прогнозирования возможной химической обстановки на территории Кемеровской области - Кузбасса является использование современных программно-аппаратных комплексов. В связи с этим, проведен анализ отдельных программно-аппаратных комплексов для прогнозирования возможной химической обстановки, применяемых на территории Кемеровской области - Кузбасса, в том числе:

«Комплекс прогнозирования чрезвычайных ситуаций» (в составе ГИС «Оператор» и ГИС «Панорама»);

«Аппаратно-программный комплекс»;

«Автоматизированная система контроля аварийных ситуаций на ХОО»;

«КАМИ-ЧС-Прогноз».

С применением рассмотренных программных комплексов для прогнозирования возможной химической обстановки органами управления осуществляются автоматизированные расчеты всех необходимых параметров и показателей.

Используемые в настоящее время программно-аппаратные комплексы для прогнозирования возможной химической обстановки позволяют учитывать значительно больше факторов по сравнению с классическими методиками. Использование геоинформационной поддержки позволяет наносить обстановку на картографическую основу.

Программно-аппаратные комплексы позволяют создавать и использовать многокритериальные модели, используя целые наборы исходных данных и быстро менять их в зависимости от складывающейся обстановки, что невозможно было бы осуществить вручную с использованием таблиц и формул. Это позволяет специалистам органов управления значительно повысить качество анализа развития возможной химической обстановки, а также предоставляет возможность осуществлять оперативное моделирование сразу по нескольким (или по множеству) различным сценариям.

Проведенный анализ показал, что наиболее перспективными направлениями для совершенствования прогнозирования возможной химической обстановки является укомплектование органов управления, и прежде всего центров мониторинга и прогнозирования ЧС в субъектах Российской Федерации, соответствующими научными методиками и программно-аппаратными комплексами; а также организация и проведение научных исследований в данной области.

На территории Кемеровской области - Кузбасса присутствуют значительные запасы АХОВ, что обуславливает необходимость прогнозирования ЧС с учетом специфики данного региона. Внедрение программно-аппаратных комплексов в деятельность органов управления позволяет обеспечить совершенствование системы управления рисками ЧС на основе прогнозирования возможной химической обстановки.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2022 году». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2023-05-19/f632a8be1f2ec57b78712234d5cfc06b.pdf>

2. Постановление Правительства Кемеровской области - Кузбасса от 06.08.2020 № 471 «О внесении изменений в постановление Коллегии Администрации Кемеровской области от 30.11.2015 № 387 «Об обеспечении населения Кемеровской области - Кузбасса средствами индивидуальной защиты».

3. КАО «Азот»: ключевое звено кузбасской агросистемы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://glavportal.com/materials/kao-azot-klyuchevoe-zveno-kuzbasskoj-agrosistemy>

4. Предприятие-производитель ООО «Химпром», г. Кемерово. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://extream.ru/Predpriyatие_proizvoditel__O_KOMPANII_10.htm

5. Свод правил СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне», приложение Б.

6. Методические рекомендации МЧС России по ликвидации последствий радиационных и химических аварий, 2004 г., под общей редакцией В.А. Владимирова, часть 2, приложение 44.

Закономерности и факторы взаимосвязи окружающей среды с состоянием здоровья населения: аналитический аспект

Пономарёв Василий Викторович
доктор педагогических наук, профессор

Жернаков Дмитрий Владимирович
кандидат педагогических наук, доцент

Уколов Алексей Валерьевич
кандидат педагогических наук, доцент

Лесковский Антон Александрович

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В работе представлен анализ экологической ситуации окружающей среды в Сибирском регионе и влияние её на состояние здоровья населения. Показаны основные виды заболеваний среди населения, проживающего в таких крупных промышленных городах Сибири как Красноярск, Кемерово, Иркутск, Хабаровск, Владивосток и др. Выделена четкая взаимосвязь состояния окружающей среды и здоровья населения. Представлена медицинская характеристика групп здоровья населения, описана теоретическая модель снижения неблагоприятных условий окружающей среды на здоровье населения, формирование экологической культуры в стране. Дано общее теоретическое обоснование взаимосвязи окружающей среды и человека.

Ключевые слова: окружающая среда, закономерности и факторы, население, здоровье, устойчивое обитание, безопасность, экологическая культура

В настоящее время состояние здоровья населения является важным показателем корректного взаимодействия окружающей среды и человека. Высокие темпы внедрения человека в окружающую среду, расширения антропогенного воздействия на экологическую среду обитания, несоблюдение законов развития и восстановления природы приводят к разрушению баланса в экологической цепочке (человек ↔ природа), а также к различным техногенным и природным катастрофам, что негативно сказывается на функционировании человеческой цивилизации и прежде всего на состоянии здоровья людей [1-4].

По определению ВОЗ, здоровье – это состояние полного физического, духовного и социального благополучия людей. На формирование здоровья населения в настоящее время огромное влияние оказывают условия окружающей среды. Здоровье населения в современной практике рассматривается как критерий функционирования антропоэкологической системы, а возникающие болезни человека – индикаторы состояния окружающей среды. Качество функционирования окружающей среды является важным критерием и показателем сохранения и укрепления здоровья населения. Как правило условия жизнедеятельности человека оцениваются качественным состоянием окружающей среды и корреляции этого состояния с показателями здоровья. Взаимоотношения человека с окружающей средой основываются на адаптированности его к условиям среды, где человек рассматривается как полноправный компонент (элемент) экосистемы и находится под влиянием основных законов развития: закона совокупности действия факторов, закона неравномерности воздействия (иерархические связи) и закона оптимальности (условия определяют уровень развития) [1-4].

Согласно первому закону здоровье человека зависит не от отдельных лимитирующих факторов, а от комплекса факторов окружающей среды. Второй закон (иерархичности) соотносится с воздействием на человека глобальных процессов (климат, растительность,

географические широты и т.д.), региональных процессов (природная зона, горная система и др.) и локальных процессов (местные условия окружающей среды, экология и др.). Третий закон определяется соотношением оптимальности и саморегуляции окружающей среды, где положительные и отрицательные связи формируют стабильные и оптимальные условия жизнедеятельности человека. Воздействие глобальных и региональных процессов на здоровье человека определяется устойчивой реакцией организма человека на изменяющиеся факторы среды. Локальные процессы окружающей среды способствуют неустойчивой реакции функционирования здоровья человека, где наблюдается временное динамичное приспособление организма к изменяющейся (пульсирующей) среде проживания [1-4].

Важным составляющим фактором формирования и развития окружающей среды (экосистемы) во взаимосвязи с человеком является закон саморегуляции, когда природа и человек приобретают определенную стабильность и стремятся к сохранению этого состояния. В связи с чем все усилия человечества должны быть направлены на оптимизацию деятельности с учетом состояния и развития окружающей среды, что будет способствовать корректному функционированию закона саморегуляции между человеком и природой.

Проблема оценки взаимодействия человека и окружающей среды имеет комплексный характер и требует разработки современных методологических и методических подходов, создания математических моделей оценки взаимосвязи различных факторов среды проживания, предвидение чрезвычайных ситуаций, формирование банка данных о динамике состоянии экосистемы планеты.

В таблице 1 представлены характерные заболевания населения, проживающего в крупных городах Сибири. У населения наблюдается наибольший процент заболеваний органов дыхания, затем пищеварения, кровообращения и т.д. Всё это требует выработки системы защиты населения от воздействия неблагоприятной окружающей среды.

Таблица 1. Виды заболеваний населения, проживающего в крупных промышленных городах Сибири (Красноярск, Улан-Уде, Хабаровск, Иркутск, Кемерово, Владивосток и др.), составлено авторами

№ п/п	Виды заболеваний	Заболевание населения в %
1.	Болезни органов дыхания	46,2
2.	Болезни органов пищеварения	11,9
3.	Болезни системы кровообращения	9,3
4.	Болезни нервной системы	8,2
5.	Болезни кожи	5,3
6.	Болезни мочеполовой системы	4,7
7.	Болезни костно-мышечной системы	4,0
8.	Психические расстройства	3,7
9.	Инфекционные заболевания	2,9
10.	Болезни эндокринной системы, нарушение обмена веществ	2,2
11.	Новообразования	1,0
12.	Болезни крови	0,4
13.	Врожденные аномалии	0,2
	Всего:	100

В таблице 1 представлены характерные заболевания населения, проживающего в крупных городах Сибири. У населения наблюдается наибольший процент заболеваний органов дыхания, затем пищеварения, кровообращения и т.д. Всё это требует выработки системы защиты населения от воздействия неблагоприятной окружающей среды.

В практике медицинской диспансеризации определены четыре группы населения по состоянию здоровья:

первая группа – здоровые, все физиологические показатели находятся в устойчивой норме в соответствии с показателями возрастно-половой группы, контрольные наблюдения рекомендуются один раз в год;

вторая группа – практически здоровые люди, у которых физиологические показатели находятся на нижней границе нормы, выраженной картины заболеваний нет, контрольные наблюдения рекомендуются два раза в год;

третья группа – у данной группы населения более 50 % физиологических показателей находятся на нижней границе нормы, субъективные проявления болезни не резко выражены, стадия заболеваний начальная, осложнений нет, контрольные наблюдения от 2 до 4 раз в год;

четвертая группа – больные в стадии декомпенсации, функциональные резервы отсутствуют, стабильная нетрудоспособность, потребность в лечебных процедурах, более половины физиологических показателей ниже нормы, медицинский контроль проводится по индивидуальному плану.

На рис.1 представлена модель-пирамида сохранения и защиты окружающей среды и человека.



Рис.1. Модель-пирамида сохранения и защиты окружающей среды и человека (составлено авторами)

Данная модель-пирамида представлена основными блоками государственной системы формирования экологической культуры в стране; мониторинг; сохранение и защита окружающей среды и здоровья человека; формирование устойчивого гомеостаза в системе: человек ↔ природа.

Показанные группы здоровья населения позволяют системно подходить к профилактике и укреплению здоровья населения, проживающего в неблагоприятной окружающей среде.

Таким образом, зная закономерности и факторы функционирования окружающей среды, человечество должно их учитывать, адаптироваться к данным экологическим условиям проживания, не вредить природе, её биологической составляющей, а развиваться в единой природной цепочке эволюции, что будет способствовать прежде всего сохранению здоровья человека и дальнейшему гармоничному развитию цивилизации.

Список литературы

1. Кикун П.Ф., Гельцер Б.И. Экологические проблемы здоровья. Владивосток: Дальнаука, 2010. 228 с.
2. Беляев Е.Н., Чибураев В.И., Фокин М.В. Социально-гигиенический мониторинг в решении стратегических задач среды обитания и здоровья населения // Гигиена и санитария, 2007. № 3. С. 9-12.

3. Большаков А.М., Черепов Е.М., Акимова Е.И. О комплексной гигиенической оценке состояния окружающей среды и её влияния на здоровье населения // Гигиена и санитария, 2005. № 2. С. 47-49.

4. Луценко Е.В., Потылицина Н.М. Теоретические основы безопасности человека: учебное пособие для студентов педагогических вузов / Е.В. Луценко, Н.М. Потылицина; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева

Анализ направлений обеспечения радиационной безопасности населения и контроля радиационной обстановки

Стрекозов Василий Иванович
доктор военных наук, профессор

Военная академия РВСН имени Петра Великого

Аннотация. В статье представлен анализ возможных рисков для населения, связанных с использованием источников ионизирующего излучения. Показаны основные направления, средства и методы контроля радиационной обстановки. По результатам проведенного анализа сделан вывод о необходимости применения комплексного подхода при планировании и выполнении мероприятий, связанных с обеспечением радиационной безопасности и контролем радиационной обстановки.

Ключевые слова: радиация, радиационный контроль, ионизирующее излучение, гамма-излучение

Явление радиоактивности сопровождается ионизирующим излучением, которое создается при радиоактивных распадах (ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе) и представляет собой высокоэнергетические потоки фотонов, нейтронов, альфа- и бета- частиц. Поток энергии ионизирующего излучения при взаимодействии с окружающей средой создает ионы разных знаков, т. е. таким образом передает энергию и электрический заряд. Например, вблизи радиоактивного источника ионизируется (заряжается) воздух. Поэтому радиоактивные вещества называют «источники ионизирующего излучения» (ИИИ).

Естественные (природные) радиоактивные элементы присутствуют в различных количествах абсолютно во всех существующих средах и материалах, в любом организме, в том числе и в самом человеке. Поэтому человечество в своем историческом развитии всегда подвергалось воздействию ионизирующего излучения.

К природным ИИИ относятся:

радиоактивные элементы (или «радионуклиды»);

термоядерные реакции на Солнце;

ядерные реакции;

излучение из космоса.

Искусственными (техногенными) ИИИ являются:

искусственно созданные (техногенные) радионуклиды;

ядерные реакторы;

ядерное оружие;

радиологическое оружие (например, «грязная бомба»);

ускорители элементарных частиц, в том числе рентгеновский аппарат.

Радиационный фон – это суммарное излучение от всех природных и техногенных ИИИ, основными из которых при нормальных условиях являются космические лучи и излучение от Земной коры.

Наибольшее количество стационарных пунктов наблюдения (ПН) по радиационному мониторингу окружающей среды принадлежит федеральной службе по гидрометеорологии – Росгидромет (рис. 1), а также государственной корпорации «Росатом» (рис. 2). Стационарные ПН могут входить в состав соответствующих федеральных, ведомственных или территориальных автоматизированных систем радиационного контроля (АСКРО) и передавать в режиме реального времени измерения следующих основных параметров (в зависимости от технического оснащения):

- мощность дозы (эквивалентной, поглощенной) γ -излучения;
- локальные метеоусловия;

- спектральный состав γ -излучения;
- объемные активности α - и β -излучающих радионуклидов в приземном слое воздуха;
- объемную активность радионуклидов в воде.

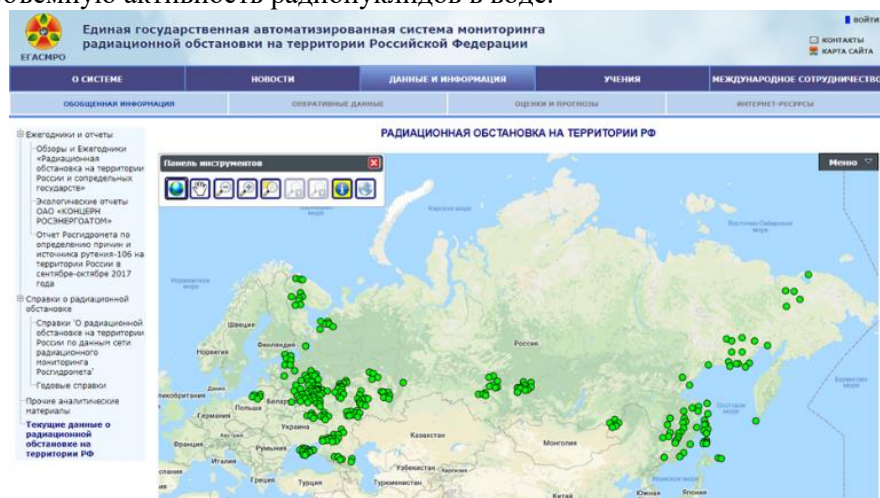


Рис.1. Единая государственная автоматизированная система мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСМО) [1]

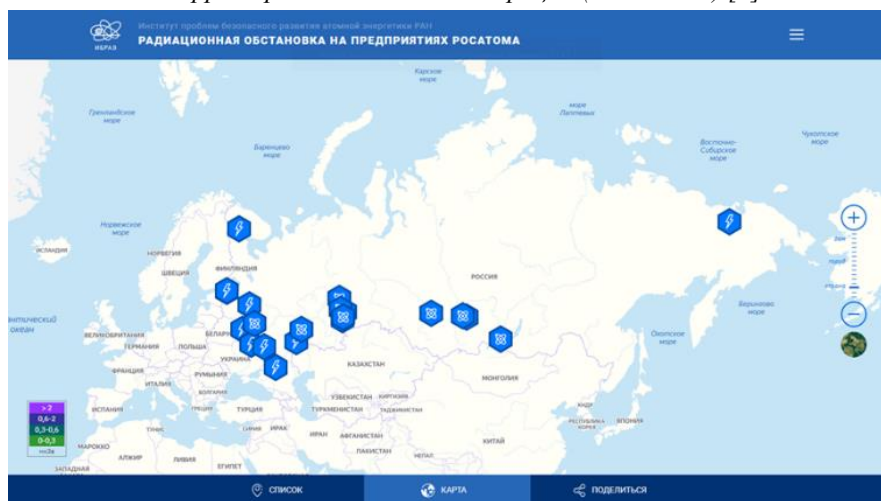


Рис.2. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» [2]

В соответствии с руководящими документами [3–6] предел эффективной дозы для населения в Российской Федерации от облучения всеми видами ИИИ установлен в диапазоне от 1 до 5 мЗв в за год.

Для дозиметрического контроля в зонах возможного радиоактивного загрязнения используются индивидуальные дозиметры (устройства, предназначенные для ношения, как правило, в кармане одежды либо на поясном ремне с целью измерить полученную дозу облучения).

Радиометры позволяют измерять активность ИИИ и плотность потока альфа- и бета-излучений.

Дозиметры-радиометры предназначены для измерения мощности дозы. Различают гамма-дозиметры, нейтронные дозиметры, смешанные (гамма-, бета- дозиметры). При измерении мощности дозы функции радиометра и дозиметра совпадают.

С использованием спектрометрического оборудования определяется вид и изотопный состав радиоактивного источника путем измерения и анализа его спектральных характеристик.

Основными направлениями применения динамического радиационного контроля являются: поточный радиационный контроль транспорта, обследование участков местности,

водного пространства, акваторий и воздушного пространства с использованием стационарных и передвижных средств радиационного контроля.

Таким образом, в целях дальнейшего совершенствования мероприятий по обеспечению радиационной безопасности населения и контролю радиационной обстановки, необходимо взаимосвязано рассматривать риски для населения, обусловленные нарушениями технологических процессов на объектах атомной промышленности, последствиями чрезвычайных ситуаций, ухудшением радиоэкологической обстановки, угрозами террористического и военного характера.

Стоит отметить, что вопросы контроля радиационной обстановки и обеспечения радиационной безопасности в Российской Федерации входят в компетенцию многих федеральных органов исполнительной власти и госкорпораций (Росатом, Роскосмос, Ростехнадзор, Роспотребнадзор, Минприроды России, Росгидромет, Минтранс России, Минстрой России, Минэнерго России, ФСБ России, Минобороны России, МЧС России, Минздрав России, ФМБА).

Исходя из этого, возможность применения сил и средств различной ведомственной принадлежности и подчиненности должна учитываться при формировании составов и координации совместных действий всех групп радиационной разведки на территории соответствующих муниципальных образований и субъектов РФ.

Все рассмотренные направления по обеспечению радиационной безопасности населения и контролю радиационной обстановки имеют важное значение для системы комплексной защиты населения, т. к. при ухудшении возможной радиационной обстановки величины прогнозируемых доз, которые могут быть получены персоналом и населением за определенное время облучения, являются основой для планирования защитных мероприятий.

Список литературы

1. Веб-система сбора данных со стационарных пунктов наблюдения в составе единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации (ЕГАСМРО) Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://egasmro.ru/ru/>.
2. Веб-система сбора данных со стационарных пунктов наблюдения в составе автоматизированной системы контроля радиационной обстановки государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.russianatom.ru/>.
3. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».
4. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 26.04.2010 № 40 «Об утверждении свода правил СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)».
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 23.12.2010 № 167 «Об утверждении СанПиН 2.6.6.2796-10 «Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002)».

Организационно-методические мероприятия формирования культуры гражданской обороны у населения

Пономарёв Василий Викторович
доктор педагогических наук, профессор

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Аннотация. В статье предложена структура и содержание организационно-методических мероприятий формирования культуры гражданской обороны населения. На этапе детского сада и школы для формирования начальных основ гражданской обороны предлагается объединять все знания в рамках комплексной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и «Ноксология». Закреплять полученные теоретические знания у детей и подростков предлагается через различные активные практические мероприятия, например, комплексную спартакиаду «Гражданская оборона».

Ключевые слова гражданская оборона, гражданская защита, ЧС, подготовка населения, безопасность жизнедеятельности, ноксология

Гражданская оборона с момента зарождения человечества является важнейшей защитной формой и потребностью человека. Как социально-общественная и государственная форма, гражданская оборона выступает практико-прикладной направленностью сохранения жизни людей и предотвращения от разрушений материального мира [1-3].

Важнейшими целями развития цивилизации на различных этапах её функционирования являются достижения более высокого уровня защиты населения и материальных ценностей от различных экологических, техногенных, природных, военных, ядерных и других угроз человечеству [1-3].

Обеспечение всесторонней гражданской защиты человека, общества, государства и в целом всей планеты Земля является базовой целью современной гражданской обороны, как универсальной защитной формы сохранения человеческой цивилизации [1-3].

Состояние оптимальной гражданской защиты населения и материальных ценностей достигается с помощью определенных организационных мер, форм, средств и т.д., выполняемых совместно с государством и обществом для системного контроля и защиты от внешних и внутренних угроз [1-3].

Гражданская оборона представляет собой систему стратегического обеспечения жизнедеятельности государства, направленная на защиту населения и экономики страны от различных чрезвычайных ситуаций, военных угроз, разрушений и техногенных катастроф, а также предвидения, оповещения и оперативного проведения спасательных работ в районах бедствий [4;5].

Важной составляющей в государственной системе функционирования гражданской обороны является формирование у населения культуры гражданской защиты, которая предполагает формирование теоретических знаний и практических умений поведения человека в различных чрезвычайных ситуациях, способствующих оптимальному алгоритму выполнения защитных действий для сохранения и спасения собственной жизни.

В настоящее время важное значение приобретает формирование культуры гражданской обороны у населения как необходимого условия безопасности жизнедеятельности человека

В связи с чем мы даем авторское определение: культура гражданской обороны – это прикладная культура безопасного поведения, которая формируется на протяжении всей жизни человека, и чем ранее идёт её формирование, тем устойчивее безопасность человека в различных сферах жизнедеятельности.

Культура гражданской обороны человека формируется поэтапно [4;5]:

1-й этап – детский сад, школа – начальные основы гражданской обороны;

2-й этап – высшая школа, получение профессионального образования – углубленные основы формирования гражданской обороны;

3-й этап – трудовая и общественная деятельность, служба в вооруженных силах страны – закрепление и совершенствование основ гражданской обороны;

4-й этап – завершение трудовой деятельности, поддержание основ гражданской обороны, передача опыта ГО и безопасной жизнедеятельности молодому поколению.

На рисунке представлены этапы формирования культуры гражданской обороны человека.



Рисунок. Этапы формирования культуры гражданской обороны человека (составлено автором)

Важное значение для формирования культуры гражданской обороны человека имеет 1-й этап, когда в детском саду и в школе формируются начальные основы гражданской обороны. Начальные основы гражданской обороны у детей и подростков должны формироваться на всех учебных предметах школьного образования. Объединять все эти знания должна комплексная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» и естественно-научная дисциплина о материальных опасностях и потенциальных угрозах для человека – ноксология. Закреплять полученные теоретические знания гражданской обороны детей и подростков необходимо через различные активные практические и соревновательные формы, например, комплексную спартакиаду «Гражданская оборона» [4;5].

Цель данной спартакиады – это формирование начальной культуры гражданской обороны детей и подростков.

Задачи спартакиады:

1. Закрепление теоретических знаний о гражданской обороне у детей и подростков через соревновательно-практические мероприятия.

2. Выявление уровня подготовленности к гражданской обороне детей и подростков.

3. Формирование повседневной культуры основ гражданской обороны у детей и подростков.

4. Обращение внимания государства и общества на важность данных образовательно-практических мероприятий, на формирование культуры гражданской обороны детей и подростков на начальных этапах их жизненного пути.

5. Выявление лучших образовательных учреждений, где поступательно и эффективно формируют культуру гражданской обороны у детей и подростков.

6. Спартакиаду необходимо проводить в конце учебного года (апрель-май).

Программа спартакиады включает следующие соревновательные виды: пожарная безопасность, безопасность на воде, первая помощь, туризм, гражданская оборона, ГТО, теория по безопасности жизнедеятельности, творческое представление команд и ЗОЖ.

Представленная программа спартакиады может быть расширена за счет включения гражданского населения, которая будет способствовать системному формированию практических знаний и умений у взрослого населения безопасного поведения в различных чрезвычайных ситуациях.

Таким образом, вышеуказанная структура и содержание организационно-методических мероприятий формирования культуры гражданской обороны населения позволяют эффективно формировать теоретические и практические знания у общества для безопасного поведения в различных чрезвычайных ситуациях.

Список литературы

1. Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. / В.А. Седнев, С.И. Воронов, И.А. Лысенко и др. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. – 196 с.
2. Гражданская оборона и защита от чрезвычайных ситуаций: учебное пособие / Е.П. Мазурин, Р.И. Айзман. – Москва: КНОРУС, 2018. – 398 с.
3. Гражданская оборона / Издание 2-е, переработанное. МЧС России. – М.: АГЗ МЧС России, 2018. – 400 с.
4. Управление безопасностью экономики и территорий: учебник. – 5-е изд., перераб. / В. А. Седнев. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. – 299 с.
5. Пономарев, В. В. Подготовка волонтеров в вузах МЧС для оказания необходимой помощи населению в различных чрезвычайных ситуациях / В. В. Пономарев, С. П. Бояринова, Л. Н. Стеблянский // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 21 апреля 2023 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирская пожарно-спасательная академия» Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий», 2023. – С. 359-361.
6. Пономарев, В. В. Подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях по месту жительства / В. В. Пономарев, С. П. Бояринова, Л. Н. Стеблянский // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 21 апреля 2023 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирская пожарно-спасательная академия» Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий», 2023. – С. 376-378.