



МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы  
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,  
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

## **Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности**

### **Часть 1**

**Сборник материалов  
Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием, посвященной 30-летию МЧС России  
(14–16 декабря 2020 г.)**

Екатеринбург  
2021

**Редакционная коллегия:**

Корнилов А. А., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела Уральского института ГПС МЧС России, канд. техн. наук, доцент.

Демченко О. Ю., старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела Уральского института ГПС МЧС России, канд. психол. наук, доцент.

Беззапонная О. В., ведущий научный сотрудник адъюнктуры Уральского института ГПС МЧС России, канд. техн. наук, доцент.

Контобойцева М. Г., ученый секретарь Уральского института ГПС МЧС России, канд. пед. наук, доцент.

Шавалеев М. Р., старший преподаватель кафедры пожаротушения и аварийно-спасательных работ Уральского института ГПС МЧС России, канд. хим. наук

Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 30-летию МЧС России (14–16 декабря 2020 г.) / ред. колл. А. А. Корнилов, О. Ю. Демченко, О. В. Беззапонная [и др.]. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021.

Ч. 1. – 2021. – 205 с.

ISBN 978-5-91774-095-9 (Ч. 1)

ISBN 978-5-91774-093-5

В сборник включены материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности», состоявшейся 14–16 декабря в рамках Дней науки на базе ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России».

Сборник предназначен для научных работников, аспирантов, студентов, курсантов, практических работников и специалистов в области пожарной безопасности.

ISBN 978-5-91774-095-9 (Ч. 1)

ISBN 978-5-91774-093-5

© ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России», 2021

## Оглавление

<i>Анпилогов С. А., Труфанов П. А.</i> Условия формирования мотивации на осознанный выбор профессий в рамках концепции «Инженеры будущего» на примере работы военно-патриотического клуба «Комбат» МАОУ «Академический лицей» г. Магнитогорска .....	6
<i>Балобанов А. А., Колеров Д. А., Семина Н. Н.</i> Анализ источников возникновения чрезвычайных ситуаций на производственных объектах .....	11
<i>Блохин А. А.</i> К вопросу о выборе сценариев развития пожара .....	15
<i>Волкова К. М.</i> Проведение синтеза цифрового автомата для автоматизированной системы пожаротушения .....	19
<i>Горожанкина Д. В., Шуравин А. Г.</i> Исследование деятельности администрации городского округа Ревда по предупреждению чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий .....	27
<i>Гришина Е. В., Романова И. Н.</i> Специфика английской терминологии в области безопасности жизнедеятельности .....	38
<i>Донцов С. А.</i> Использование методов биотестирования для оценки экологической безопасности противопожарных минерализованных полос .....	41
<i>Елькин А. А., Ложскарев А. И.</i> Язык как фактор социокультурной безопасности и геополитического влияния .....	45
<i>Зайкин Р. Г., Галишев М. А.</i> Обнаружение техногенного нефтяного загрязнения на фоне органического вещества почв .....	49
<i>Кайбичев И. А., Задорина Д. Е.</i> Расчет условной вероятности возникновения пожара в зависимости от возраста виновника .....	52
<i>Калач А. В., Порхачев М. Ю., Паршина А. П.</i> Компьютерная модель решения задачи «Нахождение значения точки температурного поля кондуктивной свободной конвекции при граничных условиях первого рода» .....	55
<i>Калач А. В., Порхачев М. Ю., Хвостов А. А., Попов Н. Н.</i> Компьютерная модель решения задачи оптимизации мазутопровода по технико-экономическим показателям .....	57
<i>Киселев В. В.</i> Разработка пожарной роботизированной движущейся установки ...	59
<i>Косынова Е. Н., Комраков П. В.</i> Анализ возможности проведения спасательных работ и особенности высокоэтажного современного строения объектов .....	63
<i>Котов Г. В.</i> Повышение эффективности водяных завес с применением предварительного рассеивания компактного потока опасного химического вещества .....	67
<i>Кром А. А.</i> Актуальные проблемы подготовки спасателей для выполнения аварийно-спасательных работ в колодцах, в условиях малочисленности подразделения: пути и способы решения проблемы .....	70
<i>Кузьмин А. А., Кузьмина Т. А.</i> Компетентностно-деятельностная модель дистанционного практического занятия .....	75

<b>Легкова И. А.</b> Применение современных компьютерных программ при подготовке личного состава МЧС России .....	79
<b>Ложкина О. В.</b> Применение инновационных полимерных веществ и материалов в условиях угроз биологического-социального характера .....	82
<b>Ложкин В. Н.</b> Моделирование распространения РМ <sub>10</sub> и СО от локального источника горения торфа .....	86
<b>Ложкин В. Н.</b> О гипотезе «микро-взрывного» диффузионного горения капельных водно-топливных эмульсий (КВТЭ) в дизеле .....	88
<b>Майстренко Е. В., Карама Е. А., Костылева А. А.</b> Сравнительный анализ нервно-психической устойчивости студентов и курсантов, обучающихся по направлению «пожарная безопасность» .....	91
<b>Макаркин С. В., Ситков М. А.</b> Подготовка участников тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ как задача государственной политики в области пожарной безопасности .....	94
<b>Максимова А. В., Кокшаров А. В.</b> Разработка вспучивающихся огнезащитных композиций на основе силиката натрия .....	100
<b>Мансуров Т. Х., Беззапонная О. В., Головина Е. В.</b> Исследование термоаналитических характеристик огнезащитных кабельных покрытий различной химической природы методами синхронного термического анализа ...	103
<b>Миньковский Д. А., Зарубин В. П.</b> Рассмотрение вопроса об использовании компьютерных программ при проектировании деталей пожарных насосов .....	108
<b>Мокроусова О. А., Смольников М. И., Моисеенко А. Ю., Романович А. М.</b> Обеспечение пожарной безопасности высотных зданий .....	112
<b>Мочалов А. М.</b> Определение остаточного ресурса пожарной техники методом неразрушающего контроля .....	115
<b>Найдёнов Д. С., Носков С. С., Полевой Е. В.</b> Методический аппарат для определения группировки робототехнических средств при проведении взрывотехнических работ .....	118
<b>Нехань Д. С.</b> Расчёт температурного поля в сечении полых железобетонных колонн, обогреваемых по всему наружному периметру .....	122
<b>Нехань Д. С., Полевода И. И.</b> Влияние неоднородности центрифугированных железобетонных конструкций на их прогрев при пожаре .....	127
<b>Носков С. С., Гудошников А. А., Ткаченко Д. О., Полевой Е. В.</b> Практическая подготовка специалистов по применению робототехнических средств специального назначения при ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера .....	132
<b>Осипенко С. И., Кокшаров А. В.</b> Исследование совместной подачи пены и растворов поверхностно-активных веществ .....	140
<b>Пучков П. В.</b> Разработка конструкции модульного стеллажа для сушки и хранения пожарных рукавов .....	144
<b>Стяжкин В. В., Шевелева И. Г.</b> Принципы восстановления работоспособности аккумуляторов в пожарных автомобилях .....	147

<i>Сурайкин Д. С., Назмутдинов И. И., Терентьев В. В.</i> Повышение эффективности работы при уборке напорных рукавных линий .....	150
<i>Сухотин С. С., Терентьев В. В.</i> Открытые вопросы при испытании гидравлического пожарного оборудования .....	153
<i>Титов С. А., Кобелев А. М., Барбин Н. М., Омельченко Д. В.</i> Пожары на атомных электростанциях .....	157
<i>Титов С. А., Тришин Е. Г., Ловков А. А., Зубарев И. А., Омельченко Д. В., Омельченко А. В.</i> Анализ требуемого количества пожарной насосно-рукавной технике в Уральском федеральном округе .....	160
<i>Топилкин П. С., Моторыгин Ю. Д.</i> Исследование пожарной безопасности изоляции электрической сети в автомобилях .....	164
<i>Топоров А. В.</i> Исследование магнитных характеристик комбинированных магнитожидкостных уплотнений .....	168
<i>Трояновский В. А., Сытдыков М. Р., Подмарков В. В.</i> Сравнительный анализ механизированного аварийно-спасательного оборудования и разработка предложений по их совершенствованию .....	171
<i>Тухватулин П. А., Шавалеев М. Р.</i> Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга ЧС на примере ГУ МЧС России по Алтайскому краю .....	176
<i>Фасахутдинов Я. А., Крудышев В. В., Фурин К. А.</i> Анализ состава пожарных автомобилей кунгурского пожарно-спасательного гарнизона и возникающих неисправностей .....	184
<i>Хабиров Т. Р., Зотов Л. В., Чернов Н. Э.</i> Анализ пожарной безопасности при перевозке генеральных грузов на морском транспорте .....	188
<i>Шидловский Г. Л., Терёхин С. Н., Вострых А. В.</i> Разработка системы характеристик качества интерфейсов специализированных программных продуктов МЧС России .....	192
<i>Ягудин А. Р., Кириллов В. С.</i> Сравнительный анализ возникающих неисправностей составных частей ДАСВ разных производителей, а также методы их устранения .....	196
<i>Якупов А. А., Перевалов А. С., Бервенова О. В.</i> Особенности пожаров в Российской Федерации, приводящие к детской смертности .....	201

*Анпилогов С. А., Труфанов П. А.*  
Академический лицей, Магнитогорск

**Условия формирования мотивации на осознанный выбор профессии в рамках концепции «Инженеры будущего» на примере работы военно-патриотического клуба «Комбат» МАОУ «Академический лицей» г. Магнитогорска**

В статье представлен комплексный анализ всего спектра детерминант, при которых формируется устойчивая мотивация осознанного выбора будущей профессии у обучающихся под влиянием концепции «Инженеры будущего» в рамках деятельности военно-патриотического клуба.

**Ключевые слова:** выбор профессии, военно-патриотический клуб, инженерная проектная деятельность, образовательные технологии.

*Anpilogov S. A., Trufanov P. A.*

***The conditions of formation of motivation to conscious choice of profession under the concept of «Engineers of the future» on the example of the military-patriotic club «Combat» MAOU «Academic lyceum» of Magnitogorsk***

The article presents a comprehensive analysis of the entire spectrum of determinants that form a stable motivation for a conscious choice of a future profession among students under the influence of the concept of «engineers of the future» within the framework of the military-patriotic club.

**Keywords:** choice of profession, military-patriotic club, engineering project activity, educational technologies.

Современные образовательные тенденции настоятельно требуют усиления научно-исследовательской и проектной активности среди школьников, по формированию мотивации на изучение различных предметных областей.

При этом взаимодействие между предметами различной направленности требует радикального пересмотра отношения к системе подготовки подрастающего поколения школьников в области естественных наук, инженерно-технического направления, патриотического воспитания и безопасности жизнедеятельности. Такие существенные изменения возможны только на основе комплексного подхода к формированию у обучающихся современного уровня культуры безопасности и личной ответственности за поддержание обороноспособности и целостности государства.

На сегодняшний день одним из актуальных вопросов является следующий: какой он – человек будущего? Какие специалисты нужны будут завтра? Исходя из того, что Президентом РФ В.В. Путиным и Правительством РФ было выбрано направление цифровизации общества и технического прогресса, концепция создания направления развития обучаемых лицей по направлению «Инженеры будущего» – это идея опережающей педагогики. Это система, которая формирует устойчивые компоненты конструктивного, творческого и креативного мышления, на основе академических и естественно-научных знаний. Может быть, умение анализировать любые проблемы, устанавливать

системные связи, выявлять противоречия, находить для них решения на уровне идеальных? Получается, что мы исследуем феномен творчества в прямом смысле, как созидание нового.

В современных условиях педагог, наращивающий темпы по подготовке к ОГЭ и ЕГЭ вправе рассчитывать на раскрытие творческого потенциала наших учеников. Следует отметить, что исследования психологов показали отсутствие прямой зависимости творческих способностей от интеллекта и суммы знаний. Интеллектуальная одаренность выступает в качестве необходимого, но недостаточного условия творческой активности личности. Главную роль в детерминации творческого поведения играют мотивации, ценности, личностные черты (А. Танненбаум, А. Олох, Д. Б. Богоявленская, А. Маслоу и другие) [1]. «Не понимаю, что такое с людьми: они учатся не через понимание, а каким-то другим способом – механическим запоминанием, что ли. Из-за этого их знания очень шатки!» – это недоумение нобелевского лауреата Ричарда Фейнмана, одного из основателей квантовой электродинамики. И сказал он это в середине XX века, задолго до «эры ЕГЭ» в России, а значит это общая, глобальная озабоченность профессионального сообщества падением конкурентоспособности систем образования.

Проблема осмыслиения поставленной задачи: формирование инженерного мышления в рамках внедрения ФГОС на примере работы военно-патриотического клуба «КОМБАТ» МАОУ «Академический лицей», поднимается в этой статье [2].

В современной школе активно внедряют инновационные элементы, направленные на формирование компетенций, т.е. способности применять умения и навыки в изменяющейся обстановке. Один из таких элементов – это проектно-исследовательская деятельность. Мы считаем, что выбор обучающимся направления исследования, что, кстати, во многом определяет его дальнейшую профессиональную ориентацию, зависит от нескольких важных факторов. Первый – это личность куратора или наставника (руководителя проекта). В педагогике известно, что для детей учитель во многом и есть олицетворение своего предмета и науки. Второе – наличие возможности актуализировать науку, т.е. способность куратора погрузить молодого исследователя в практически значимый для общества, страны контекст. Опыт нашей работы позволяет утверждать, что существует еще один фактор, который влияет на долговременный результат – будет ли обучающийся использовать полученный опыт, когда придет время выбирать направление подготовки после школы? И этот фактор психологи называют «социальным доказательством». Мы убедились, что дети, сплоченные в коллективах по интересам, работают гораздо более эффективно. Такими группами в нашем лицее являются коллективы лабораторий по областям знаний: «Прототипирования и 3D моделирования», «Профориентации в области правоохранительной деятельности и военного дела» и др. Деятельность военно-патриотических клубов также решает подобные задачи выбора направления для личного и группового исследования. Внутри таких команд происходят социально значимые действия, которые и приводят к долговременным результатам, один из которых – осознанный выбор профессий.

В своей работе мы оттолкнулись от давно известного принципа обучения, называемым методом «погружения в проблему». У того метода есть много противников, как и много союзников. В данном случае мы используем только те принципы, которые наиболее эффективно показали возможности применения подобного обучения на практике. По мнению разработчиков, указанного метода мы должны обеспечить единство принципов погружения в проблему. Во-первых, с целью обеспечения лучшего восприятия изучаемого материала и вовлечения в решение поставленной проблемы весь проект был поделен на несколько логических блоков. Каждый блок должен решать только одну сложную задачу из проекта, так как решение не может быть без изучения нового материала. Во-вторых, в проекте необходимо было создать повышенную мотивацию к изучаемой проблеме, таким образом, чтобы интерес к проекту не только не пропадал, но и постепенно нарастал. Это связано еще и с тем, что обучаемые погружаются в тему им не известную и решают задачи, находящиеся далеко от области школьной программы. А значит вынуждены идти на дополнительные нагрузки в изучении нового материала. В-третьих, очень важный момент, относящийся к вопросу психологического комфорта, направленный на создание благоприятного психологического климата для долговременного сотрудничества друг с другом всех участников проекта.

В самом начале реализации проекта «Безопасный город», мы заручились поддержкой офицеров командира ПСЧ-23 А.В. Казадаев и заместителя командира ПСЧ-23 А.В. Веремко. Это позволило решить сразу две главные задачи: вызвать интерес учащихся к проекту, и создать зону благоприятного психологического контроля, благодаря которой участники проекта стали более замотивированными. Встречи с офицерским составом позволили разработать не только план работы над проектом, но и получить профессиональную консультацию по сложным техническим и ситуационным вопросам. Есть, конечно же, в этих встречах и другой мотив, как правило общение с носителями профессиональных навыков позволяют не только получить знания, но и посмотреть на взаимоотношения внутри коллектива пожарной части, это личное общение на очень разные темы и вопросы, это и есть погружение и в профессию, и в проблемы и задачи, связанные с реализацией проектов.

Каждый день нахождения в этой среде демонстрировал и реализовывал подход МЧС к соблюдению упомянутых постулатов времен Ньютона. Наших участников восхитили и поразили эти простые и с виду неказистые устройства, совсем непохожие на современные гаджеты. С помощью одних извлекают людей из груды металла и бетона, с помощью других осуществляют радиационный контроль местности и устанавливают связь. Одно стало ясно всем участникам, что в инженерной мысли при создании систем доминирует комплексность факторов при принятии решений. И стремление только к минимизации размеров и применению высоких технологий, к чему так привыкло «гаджет поколение» в конкретной боевой обстановке может свести на нет все усилия людей. На первый план, что и удивило наших курсантов, выходят другие критерии.

Сетевое взаимодействие с учебными заведениями высшего образования – еще одна возможность, которую предоставляет нам современное образование. Партнерство с Уральским институтом ГПС РФ в г. Екатеринбурге, – это

возможность посещать ВУЗ, знакомиться как с инфраструктурой, так и с курсантами. Но главное достижение за два года работы с институтом – большое желание обучающихся лицея участвовать в исследовательской деятельности, направленной на разработку идей и средств для спасения людей при катастрофах. Результатом стало выступление группы курсантов ВПК «Комбат» на днях науки института 16 декабря 2020. Этому выступлению предшествовала длительная и интересная работа: встречи с экспертами МЧС, мозговые штурмы, работа в группах, мастер-классы курсантов института на нашей территории.

Как еще можно почувствовать ритм ежедневной жизни спасателя-профессионала? Понять и провести через опыт многообразие механизмов, с помощью которых эти мужчины и женщины умудряются оказаться вовремя в любой точке на карте и решать задачи спасения людей. Спасти жизнь – это и есть приоритетный, экстремальный закон для любой «точки угрозы».

Благодаря сетевому взаимодействию с кадетским корпусом МЧС РФ г. Озерска в 2017-18 годах, мы участвовали в нескольких полевых сборах на базе учебно-спасательного центра МЧС РФ в пос. Новогорный. Пожалуй, такой опыт дает наибольшие результаты в области профессиональной ориентации на осознанный выбор профессий. Удивительно, но проживая и тренируясь на территории части, мы наблюдали, как формируются у наших курсантов кирпичики будущего фундамента по формированию инженерного мышления, своего рода ловкости ума, постоянного изобретательства, выхода за рамки шаблонов.

Таким образом, воспитанники клуба «Комбат» оказались в эпохе расцвета в советский период движения ТРИЗ, как особой культуры мышления для эффективного решения проблемных ситуаций перед субъектом. Вспомните, как большинство советских школьников посещало кружки моделирования, радиотехники и т.п. Развивался своего рода творческий инстинкт и как следствие прорыв в инженерных областях науки.

Позвольте проиллюстрировать формирование универсальных учебных действий, как методики формирования умения учиться на примере одного фрагмента военно-полевых сборов. Детям излагают проблему, связанную со спасением людей. К примеру, высотное здание и пожар на верхних этажах. Контекст: эвакуация человека, а также спасателя после него. Задается ограничение: отсутствует спецтехника. Ресурсы: бухта веревки длиной около 20 метров. Задача: Пройти по наружной стене здания дистанцию до безопасного выхода около 50 метров.

В рамках универсальных регулятивных действий в групповом взаимодействии (коммуникативные УУД) происходит выделение экстремальных принципов, основанных на теории ТРИЗ – функция выполняется, а затрат нет [3]. В рамках коммуникативных учебных действий слушатели отстаивают свою позицию, ориентируясь по подсказкам наставников на критерии, чтобы избежать запутанности и выдерживать диспут в рамках регулятивных действий. А это контроль и выделение приоритетов для следующего шага – сформулировать достижение результата как последовательность шагов в рамках познавательных УУД. На этой стадии выявляется главное противоречие между длиной веревки и дистанцией. Ведь до этого большинство детей сталкивались с системами

крепления: шнурки на ботинках или «бантик», а также иные элементарные знания. Однако эта информация вступает в противоречие с заданием и нужно выделить главный критерий в рамках ТРИЗ, чтобы двигаться дальше. И тут главный критерий выявляется. Помните, постулат идеального механизма с точки зрения изобретательства и экстремальных законов – функция выполняется, а механизма нет. Иначе говоря, отсутствует привлечение дополнительной энергии и ресурсов. Кто-то говорит: «Надо чтобы веревка работала, как волшебная палочка, сама привязывалась, развязывалась и оказывалась в руках спасателя».

Дальше происходит сужение фокуса внимания до осознания специальной волшебной задачи: научить веревку завязываться и развязываться на опоре самостоятельно. Предлагаются варианты: соединить веревку пополам и спускаться по ней, скрутить в трос (а это уже новый метапредметный уровень обсуждения, почему трос прочнее) и т.п.

Каждый вариант по петле обратной связи проводится через формат конструктивной критики по критериям: безопасность, скорость выполнения. В конечном итоге участники приходят к выводу, что следует разделить веревку на два сегмента: по одному сегменту – спускаться по стене, другой использовать для развязывания. Также возникает и осознание ограничений полученной в ходе мозгового штурма системы: изменение общей длины веревки в два раза. Одновременно формируется новый регулятивный контекст в виде постановки новых целей: перед выходом в окно, спрогнозировать и проложить план маршрута более детально с учетом новых обстоятельств.

Таким образом, нам, наставникам, остается только помочь ребятам с инструментарием – конкретным приемом, как ловкость рук, для создания нужной конструкции по исходным и установленным, заметьте, в ходе их обсуждения, критериям.

Понятно, что такого рода взаимодействие между преподавателями и участниками сборов вдохновляет обе стороны. Ребята сразу хотят выделить ключевые критерии в науке наутистике (методология закрепления материалов на опорах), особенно популярной в экстремальных обстоятельствах.

Вот откуда, на наш взгляд, должны появляться идеи для научно-исследовательской и проектной деятельности.

Подведем итог. Взаимодействие с инфраструктурой по линии МЧС РФ отразилось, как на способности курсантов принимать быстрые решения, работать в команде, так и на творческом самоопределении наших воспитанников. В контексте личностных универсальных учебных действий произошла нравственно-этическая ориентация на выбор деятельности, связанной с заботой о других людях. Это профессии, связанные как с «силовым» блоком, так и с медициной. А если говорить о феноменах взаимоотношений между детьми – так это отдельный пласт, который необходимо поисследовать отдельно.

Выдержки из эссе участников проекта «Безопасный город» подтверждают слова Джорджа Дьюи: «Теперь и я знаю, для чего нужно то, что я познаю, и где, и как я смогу это применить» [4].

Приводим выдержки из эссе: «Мне еще сильнее захотелось заступить в ряды МЧС. Ведь важна не сама служба, а умение чувствовать плечо товарища и понимание того, что товарищи всегда помогут тебе в трудную минуту»;

«телефон на один час в день – это не так уж и плохо, как я думал до того, как поехал на базу. Это способствует саморазвитию и появлению новых интересов»; «данная практика – уникальный опыт в моей жизни, и если вы не можете определиться, идти в армию или нет, то этот опыт вам очень поможет это сделать».

### **Литература**

1. Дружинин В. Н. Психология общих способностей. М., 2020. 349 с.
2. Федеральный образовательный стандарт, проектная исследовательская деятельность. URL: <https://fgos.ru/>.
3. Гин А. А. и др. Теория решения изобретательских задач. Томск, 2017. 64 с.
4. Цитаты Джоржа Дьюи. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.

УДК 614.0.06

*andrey.balobanov.92@mail.ru*

**Балобанов А. А., Колеров Д. А., Семина Н. Н.**  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

### ***Анализ источников возникновения чрезвычайных ситуаций на производственных объектах***

Выявление основных источников и угроз возникновения аварий на опасных производственных объектах позволит обеспечить безаварийный режим работы предприятий, что укажет основные направления работы по предотвращению возникновения аварий на опасных производственных объектах.

*Ключевые слова:* опасный производственный объект, риски, угрозы.

*Balobanov A. A., Kolerov D. A., Semina N. N.*

### ***Analysis of source of emergency situations at manufacturing facilities***

Identification of the main sources and threats of accidents at hazardous production facilities will ensure trouble-free operation of enterprises, which will indicate the main areas of work to prevent accidents at hazardous production facilities.

*Keywords:* hazardous manufacturing facilities, risks, threats.

Производство невозможно представить без промышленных производств, однако с ростом числа объектов промышленности увеличивается число аварий и масштаб последствий. Поражающими факторами, как правило, является выброс токсичных газов, ядовитых и взрывоопасных веществ, которые попадают в атмосферу и окружающую среду [1].

Основная цель анализа риска аварий - установление степени аварийной опасности опасных производственных объектов (ОПО) и (или) его составных частей для заблаговременного предупреждения угроз аварий жизни и здоровью человека, имуществу и окружающей среде. [4]

Для достижения поставленной цели был проведен анализ нормативных документов, регламентирующих оценку риска на опасных производственных объектах, классифицированы опасности, угрозы и риски возникновения аварийных ситуаций (табл. 1, рис. 1) [2].

Таблица 1

Классификация опасностей

По происхождению	По локализации	По последствиям	По наносимому ущербу	По сфере проявления
природные, техногенные, социальные, политические, военные.	связанные с атмосферой, литосферой, гидросферой, космосом.	травмы, заболевания, аварии, пожары, гибель.	социальный, технический, экологический.	бытовая, дорожно-транспортная, военная.

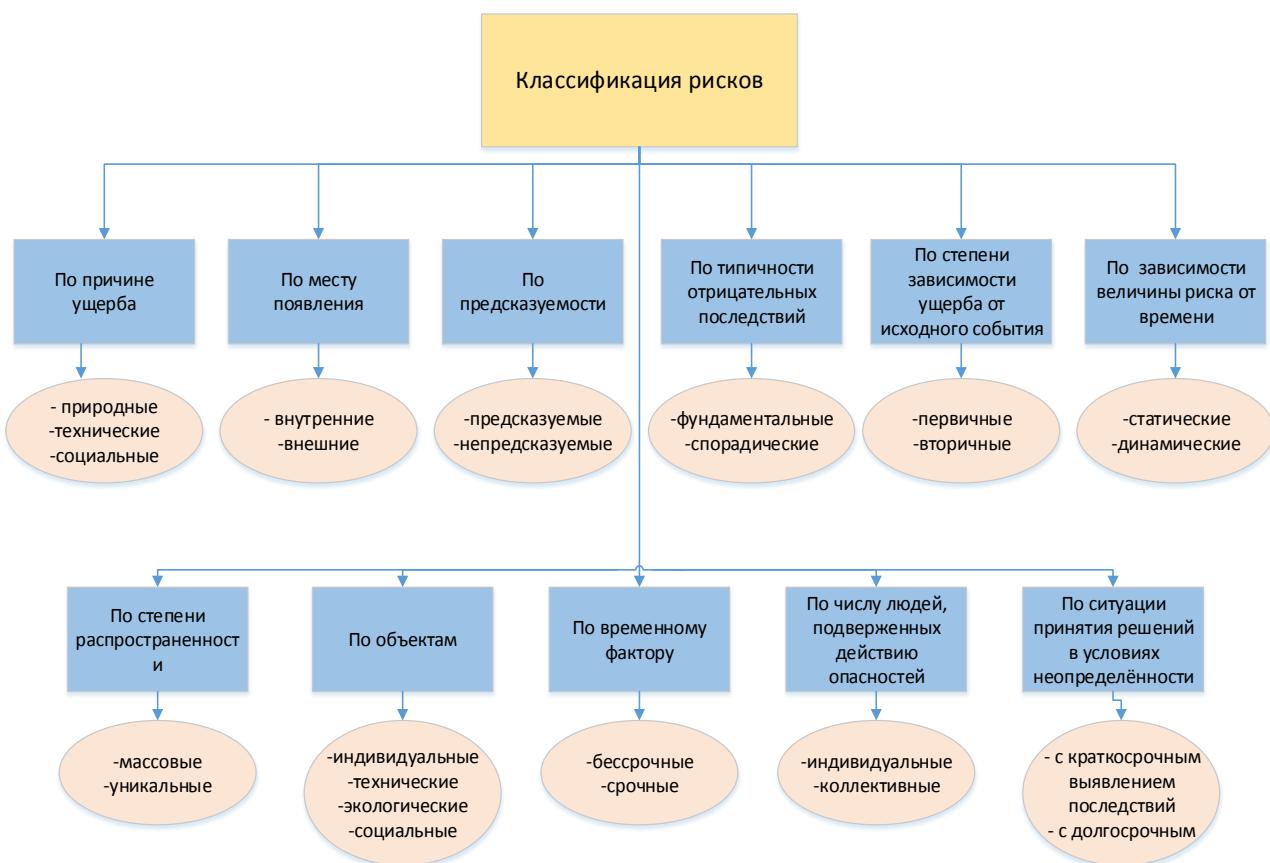


Рис. 1. Классификация рисков

Изучена структура ОПО (рис. 2), произведено категорирование потенциально опасных объектов и ОПО. Проанализированы и структурированы данные об аварийных ситуациях на ОПО со смертельным исходом за последние годы.

При изучении номенклатуры выявлены основные источники аварий:

а) технологические нарушения: отклонения технологических параметров, спонтанные реакции, разгерметизация элементов оборудования, отказы средств, неисправности систем обеспечения;

б) отказ системы административного управления и человеческий фактор;

в) внешние события: экстремальные погодные условия, землетрясения, воздействия других аварий, случаи вандализма, диверсии.

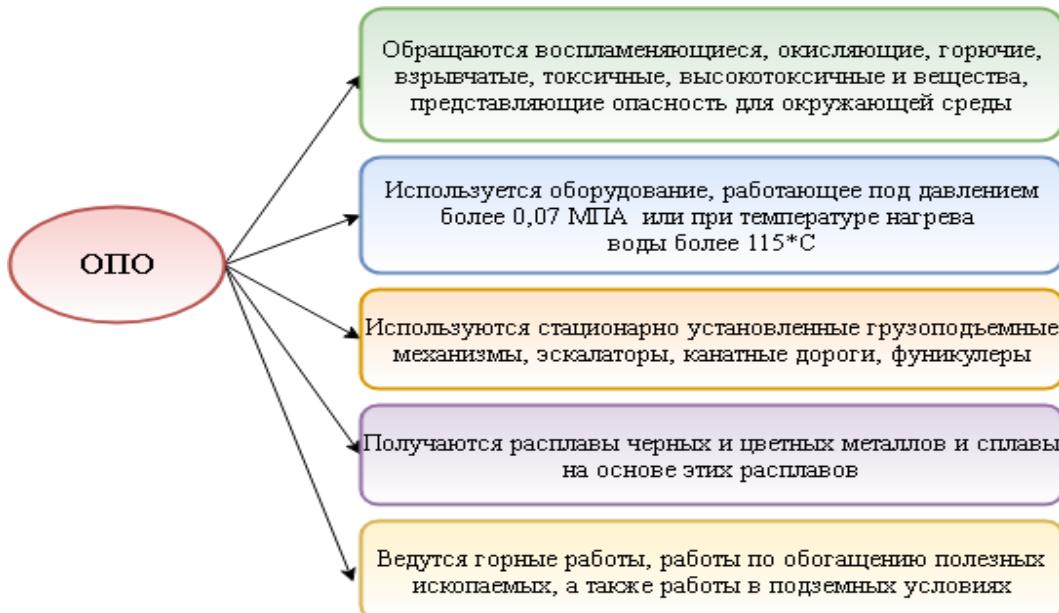


Рис. 2. Структура опасных производственных объектов

На основании доклада «Об итогах работы Ростехнадзора в 2019 году и задачах на 2020 год» были проанализированы и сведены в таблицу (табл. 2) данные об АС на ОПО со смертельными исходами.

Таблица 2

Аварии на ОПО со смертельными событиями

	2018 г.	2019 г.
Количество несчастных случаев на производстве со смертельным исходом	152	158

При проведении анализа данных была составлена диаграмма (рис. 3), на которой наглядно представлена динамика аварий на ОПО со смертельными исходами за 2018 и 2019 гг. По оси X - аварии в порядке, указанном на таблице 2, на оси Y-их количество.

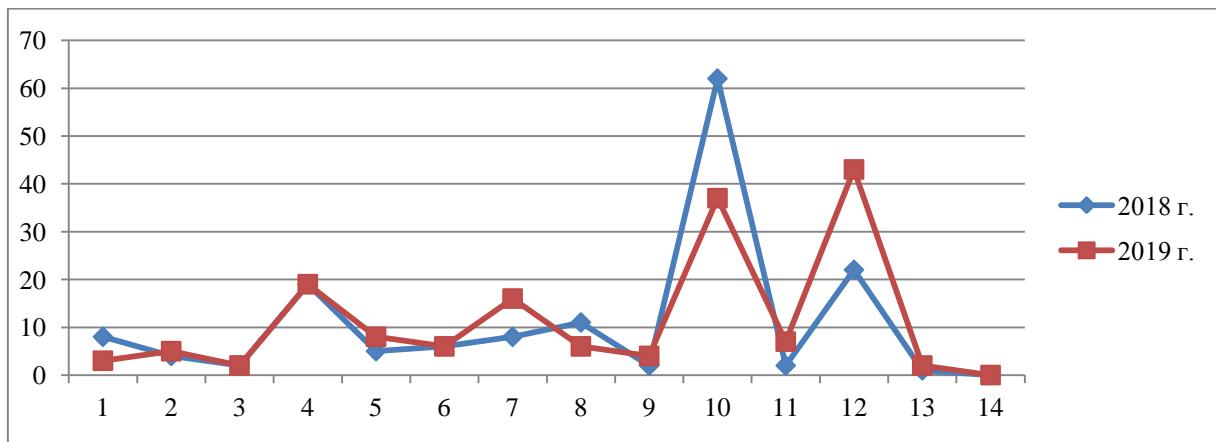


Рис. 3. Динамика аварий на ОПО за 2018 и 2019 гг.

Основываясь на представленных ранее статистических данных можно сделать вывод, что наибольшее количество аварий произошло на объектах, использующих подъемные сооружения. Количество аварий за период 2008-2019 гг., представлены на рисунках (рис. 4, 5).

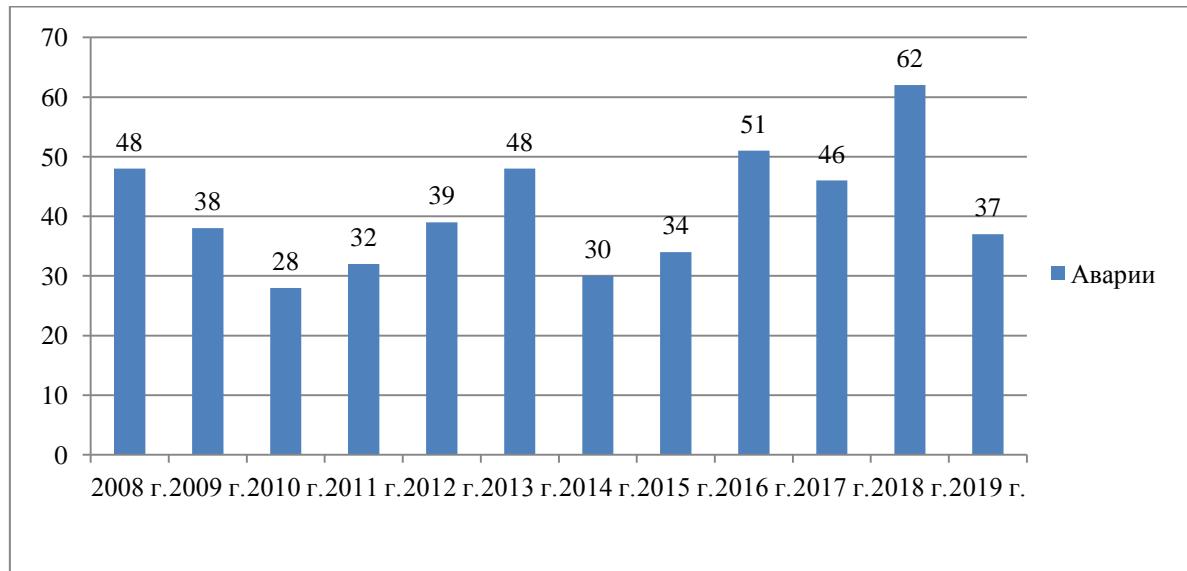


Рис. 4. Аварии на ОПО с подъемными сооружениями

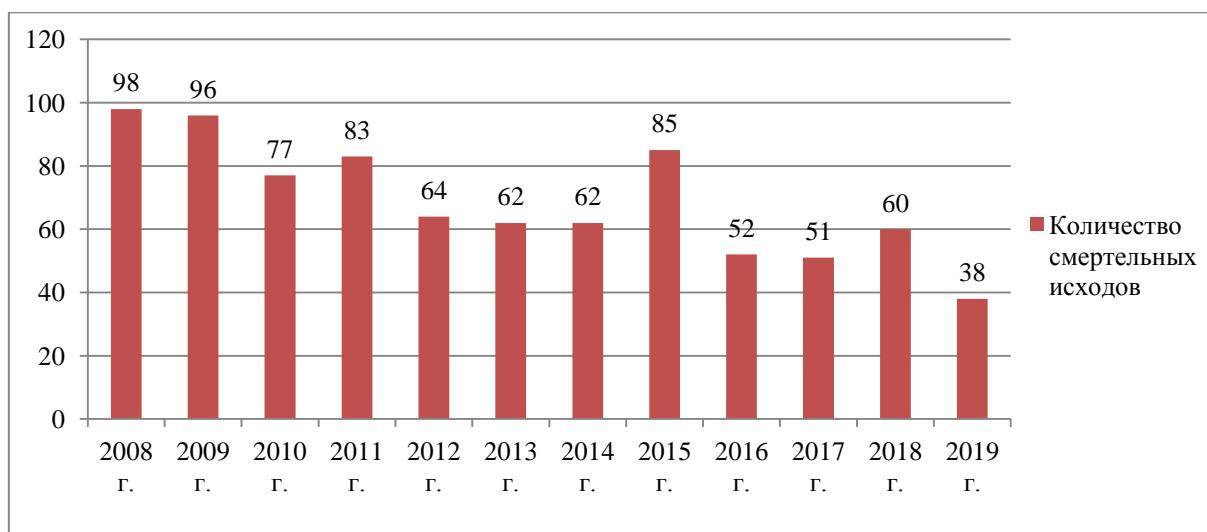


Рис. 5. Смертельные случаи на ОПО с подъемными сооружениями

Анализ несчастных случаев на производстве показал основные причины их возникновения:

1. Слабый контроль со стороны руководства за соблюдением требование промышленной безопасности, техникой безопасности при выполнении работ;
2. Отсутствие квалифицированных специалистов в области различных направлений деятельности ОПО, специалистов в области охраны труда;
3. Отсутствие соответствующих инструкций;
4. Некачественное и несвоевременное обслуживание и ремонт оборудование;
5. Нарушение техники безопасности работниками предприятия.

Для проведения анализа использовались методы «дерево отказов» и «дерево событий». В основе данных методов лежат логико-вероятностные модели причинно-следственных связей отказов системы и ее элементов.[3]

Для снижения вероятности возникновения аварий различного вида на опасных производственных объектах необходимо:

- Модернизировать оборудование и переработать инструкции, по правилам обеспечения безопасности на производстве, согласно последних требований.

- Повысить уровень стимулирования работников, с целью привлечения более квалифицированных кадров, организовать институт наставничества.
- Более качественно подходить к подбору управленческого звена.
- Модернизировать систему предупреждения возникновения аварий.
- Внедрять современные достижения науки и техники в производственных процессах, особенно для работ, связанных с повышенным риском [5].

После выполнения рекомендаций необходимо провести внутренний аудит снижения рисков возникновения различных аварий, с целью выявления «узких мест» для определения дальнейшего вектора совершенствования обеспечения безопасности на опасных производственных объектах.

### **Литература**

1. Антюхов В.И. Системный анализ и принятие решений. СПб., 2017. 389 с.
2. ГОСТ Р 12.3.047–2012. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
3. Приказ Ростехнадзора от 29.06.2016 № 272 «Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефтехимической и омываемой промышленности».
4. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах», утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.04.2016 № 144.
5. Требования по предупреждению чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах и объектах жизнеобеспечения, утв. приказом МЧС России от 28.02.2003 № 105.

УДК 614.841.3

*Blokhi-andrej@yandex.ru*

**Блохин А. А.**

*Академия гражданской защиты МЧС России, Химки*

### ***К вопросу о выборе сценариев развития пожара***

Приведена структурная схема определения сценария пожара, предлагаемая для анализа при подготовке к началу проведения расчетов индивидуального пожарного риска. Схема может использоваться для обучающихся в области пожарной безопасности.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, индивидуальный пожарный риск, структурная схема.

***Blokhin A. A.***

### ***On the question of choosing scenarios for the development of fire***

The article presents a structural diagram of the definition of a fire scenario, proposed for analysis in preparation for the beginning of the calculation of individual fire risk. The scheme can be used for teaching students, cadets and trainees studying in the specialty "Fire safety".

**Keywords:** fire safety, individual fire risk, structural diagram.

С момента своего появления на планете человечество борется с различными опасностями. Одной из таких опасностей является пожары.

Защита своего жилья и места обитания от пожаров является для человека достаточно сложной задачей, имеющей множество переменных. К решению

этой задачи применялись различные способы, методы и подходы. Одним из них является системный подход.

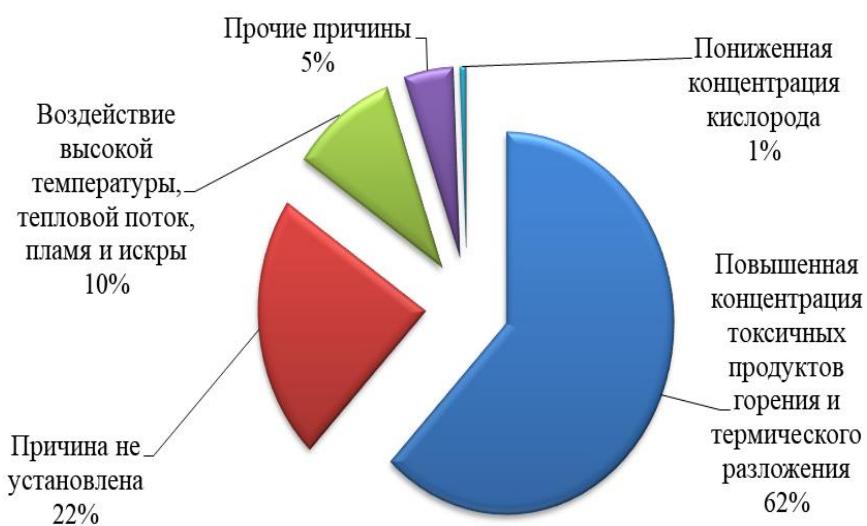
На текущем этапе развития технологий, нормативной базы и гражданского общества, становится возможным говорить об обеспечении безопасности как о системном процессе. Соответственно подсистемой управления безопасностью выступит управление пожарной безопасностью. В свою очередь, данную подсистему пожарной безопасности возможно рассмотреть как отдельную систему обеспечения пожарной безопасности.

В настоящее время данная система достаточно хорошо проработана, однако, на основании её функционирования за последние несколько лет возник ряд вопросов, требующих совершенствования [1,2]. Одним из таких вопросов является вопрос определения индивидуального пожарного риска. В настоящее время это один из двух способов обеспечения пожарной безопасности объекта защиты.

Указанный выше подход базируется на расчете риска гибели человека от опасных факторов пожара. Распределение процентов погибших от различных опасных факторов пожара представлено на рисунке (рис. 1).

Стоит отметить, что снижение видимости в дыму не может являться причиной смерти человека, однако приводит к невозможности процесса эвакуации и к смерти вследствие воздействия других опасных факторов пожара.

Таким образом, задача управления индивидуальным пожарным риском заключается в обеспечении беспрепятственной и своевременной эвакуации всех людей, находящихся в здании в случае возникновения пожара.



*Рис. 1. Распределение (%) погибших от различных опасных факторов пожара*

Однако, задача управления индивидуальным пожарным риском может быть решена корректно только в том случае, когда сам расчет риска проведен верно.

Одним из наиболее распространенных нарушений проведения расчета определения индивидуального пожарного риска является вопрос определения сценариев с наихудшими условиями пожара [ошибки]. Как правило, при определении места возгорания не учитываются возможные наихудшие

последствия. При моделировании последствий пожара очаг пожара располагают без учета мест расположения эвакуационных выходов. В таком случае время блокирования эвакуационных путей опасными факторами пожара, достигшими своих критических значений, оказывается завышенным. К такому же эффекту приводит использование открытых дверей помещений при расчете.

В результате сложившаяся ситуация, с учетом указанных в исследовании факторов [1] приводит к тому, что расчеты индивидуального риска не соответствуют действительности.

На основании вышенаписанного необходимо подробнее рассмотреть вопрос выбора наихудших сценариев пожара. В методике [3] приведены лишь общие рекомендации по их выбору. В пособии [4] эти рекомендации дополнены, но, тем не менее, основный способ определения – экспертный. При этом отсутствуют требования к экспертам. Между тем, для определения наихудших сценариев необходимо знать как типовые случаи, наиболее вероятные, так и наиболее масштабные случаи процесса протекания пожаров в зданиях классов функциональной пожарной опасности, перечисленных в п.1. [3]. Это необходимо, поскольку в зданиях различных классов содержится специфическая пожарная нагрузка, а также специфические нарушения, характерные для данных классов и существенно влияющие на распространения опасных факторов пожара.

Кроме того, поскольку сценарий пожара представляет собой не просто вариант распространения огня и опасных факторов в пустом здании, но в здании с находящимися в нем людьми, то эксперту необходимо знать маршруты эвакуации людей, с учетом их групп мобильности.

Таким образом, эксперту для определения наихудших сценариев пожара необходимо владеть следующей информацией:

- нормативно-правовая база;
- объемно-планировочные решения (размеры помещений, проемы, количество входов-выходов, в том числе эвакуационных, характеристики лестничных маршей и т.д.);
- характеристика наихудших сценариев (представлено в п. 7 [метод]);
- класс функциональной пожарной опасности (включая перечень типовых нарушений и типовых сценариев развития пожаров в зданиях данного класса);
- количество горючей нагрузки и её размещение на объекте;
- количество человек и их размещение в зданиях с учетом групп мобильности.

Таким образом, на основании вышеприведенного, автор предлагает следующую структурную схему определения наихудших сценариев развития пожара (рис. 2).

На основании данной структурной схемы представляются возможным дальнейшие направления развития:

- создание методических рекомендаций по выбору необходимых сценариев;
- развитие методики оценки индивидуального пожарного риска.



Рис. 2. Структурная схема определения наихудших сценариев развития пожара

С учетом изложенного выше, автору представляется возможным достичь того этапа развития риска ориентированного подхода, при котором расчетный индивидуальный пожарный риск.

### Литература

1. Аносова Е. Б. и др. Современные синтетические материалы как источник риска при чрезвычайных ситуациях // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2016. № 3 (30). С. 60-64.
2. Ушаков Д. В. и др. Основные ошибки при проведении расчётов пожарного риска для объектов общественного назначения // Сб. мат. Междунар. научно-практ. конф., посвящённой году гражданской обороны "Современные пожаробезопасные материалы и технологии". Иваново, 2017. С. 391-395.
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности. Приложение к Приказу МЧС России от 30.06.2009 г. № 382 (с изменениями, внесенными Приказом МЧС России от 12.12.2011 г. № 749 и Приказом МЧС России от 02.15.2015 №632).
4. Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности / Абашкин А. А. [и др.]. М., 2014. 226 с.

**Проведение синтеза цифрового автомата для автоматизированной системы пожаротушения**

Приводятся синтез модели цифрового автомата Мили автоматизированной системы пожаротушения. Объясняются этапы синтеза цифрового автомата и проведения минимизации функций управления моделью цифрового автомата. В статье описывается процесс создания и функционирования модели цифрового автомата одной из подсистем автоматизированной интегрированной системы противопожарной защиты (АИСППЗ) – система пожаротушения. Для проведения декомпозиционного синтеза модели цифрового автомата для АИСППЗ необходимо провести синтез ЦА для каждой подсистемы, например, пожаротушения.

*Ключевые слова:* цифровой автомат, граф, вершина графа, минимизация логической функции.

*Volkova K. M.*

***Conducting a synthesis of a digital automaton for an automated firefighting system***

The synthesis of Mili digital automata model of automated fire-fighting system is given. The stages of synthesis of digital automata and performing the minimization of control functions of the digital automata model are explained. The article describes the process of creation and functioning of the digital automata model of one of the subsystems of the automated integrated fire protection system (AISFPPS) - the fire extinguishing system. To conduct decompartmentalization synthesis of the digital automata model for AISFPPZ it is necessary to carry out synthesis of CA for each subsystem, for example, fire-fighting.

*Keywords:* digital automaton, graph, graph vertex, minimization of logic function.

Модель цифрового автомата (ЦА) автоматизированной системы пожаротушения с входными и выходными сигналами индуцирует однозначное отображение множества команд во входных сигналах (входном командном отображении) в множество команд в выходных сигналах. В статье рассмотрим этапы решения задачи синтеза автоматов по индуцируемым ими отображениям.

По разработанному алгоритму (рис. 1) при выборе состояний следует принимать во внимание такие рекомендации, как:

- соответствие задания и исходного;
- выбор следующего состояния осуществляется в соответствии с порядком возрастания после каждого блока ПРОЦЕСС;
- перед каждым блоком РЕШЕНИЕ, после каждой точки прымыкания линии, которая указывает направление перехода [1].

По разработанному алгоритму функционирования решили, что схема модели ЦА автоматизированной системы пожаротушения (АСПТ) будет включать в себя 14 состояний  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_{13}$ , где  $a_0$  – исходное состояние[2].

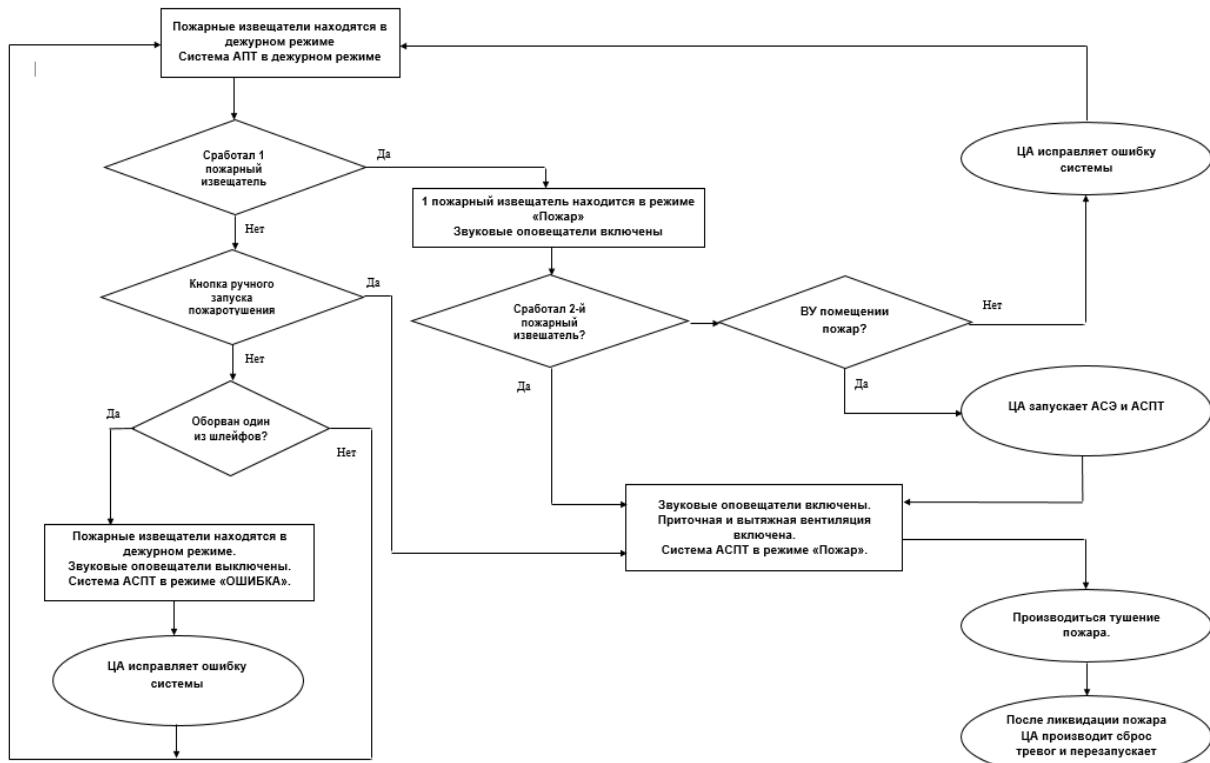


Рис. 1. Алгоритм функционирования системы автоматического пожаротушения на промышленном объекте

Все 14 состояний цифрового автомата будут закодированы четырехразрядными двоичными числами. Блок памяти, в данном случае, будет представлять из себя четырехразрядный параллельный регистр на D-триггерах, так как хранение каждого разряда двоичного кода будет использовать по одному триггеру[3].

Таблица 1

## Присвоение значений состояниям модели цифрового автомата автоматизированной системы пожаротушения

Состояние автомата	Расшифровка состояния
$a_0$	Пожарные извещатели находятся в дежурном режиме Система АПТ в дежурном режиме
$a_1$	1 пожарный извещатель находится в режиме «Пожар» Звуковые оповещатели включены
$a_2$	Пожарные извещатели находятся в дежурном режиме. Звуковые оповещатели выключены. Система АСПТ в режиме «ОШИБКА».
$a_3$	ЦА исправляет ошибку системы
$a_4$	Звуковые оповещатели включены. Приточная и вытяжная вентиляция включена. Система АСПТ в режиме «Пожар».
$a_5$	Производиться тушение пожара.
$a_6$	После ликвидации пожара ЦА производит сброс тревог и перезапускает АСПТ
$a_7$	ЦА запускает АСЭ и АСПТ

$a_8$	ЦА исправляет ошибку системы
$a_9$	Сработал 1 пожарный извещатель
$a_{10}$	Нажата кнопка ручного запуска пожаротушения
$a_{11}$	Оборван один из шлейфов
$a_{12}$	Сработал 2-й пожарный извещатель
$a_{13}$	В помещении пожар

*Таблица 2*  
Кодирование состояний модели цифрового автомата автоматизированной системы пожаротушения

Состояние автомата	Двоичный код			
	$Q_4$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$
$a_0$	0	0	0	0
$a_1$	0	0	0	1
$a_2$	0	0	1	0
$a_3$	0	0	1	1
$a_4$	0	1	0	0
$a_5$	0	1	0	1
$a_6$	0	1	1	0
$a_7$	0	1	1	1
$a_8$	1	0	0	0
$a_9$	1	0	0	1
$a_{10}$	1	0	1	0
$a_{11}$	1	0	1	1
$a_{12}$	1	1	0	0
$a_{13}$	1	1	0	1

*Таблица 3*  
Таблица переходов D-триггера модели цифрового автомата автоматизированной системы пожаротушения

Переход	D
$0 \rightarrow 0$	0
$0 \rightarrow 1$	1
$1 \rightarrow 0$	0
$1 \rightarrow 1$	1

Исходя из разработанного алгоритма функционирования цифрового автомата АСПТ строим граф[4]. Состояние устройства в графе будет прямопропорционально зависеть от значений вершин (вершин графа). Вершины графа модели ЦА АСПТ соединяются дугами, которые показывают направление перехода. Сверху на дугах прописываем условия перехода и выходные сигналы[5].

Читать граф следует так: автомат находится в исходном состоянии  $a_0$ , далее под сигнала с пожарного извещателя он изменяет свое состояние на  $a_1$ ,

при этом переходе должны быть сформированы выходные сигналы  $y_1, y_5, y_6$ . Затем следует переход в состояние  $a_2$  с формированием выходных сигналов  $y_1, y_3, y_6$ . Из состояния  $a_2$  переходим в  $a_3$ , затем в  $a_4$ . Из состояния  $a_4$  возможен переход в состояние  $a_5$ , либо  $a_8$  [5]. В состояние  $a_5$  автомат перейдет, если внешнее условие (обнаружен пожар)  $x_3$  равен 1 ( $x_3$ ) с выдачей управляющих сигналов  $y_1, y_3, y_4$ , а в состояние  $a_8$  автомат перейдет, если этот же сигнал равен 0 ( $\bar{x}_3$ ) и т.д.

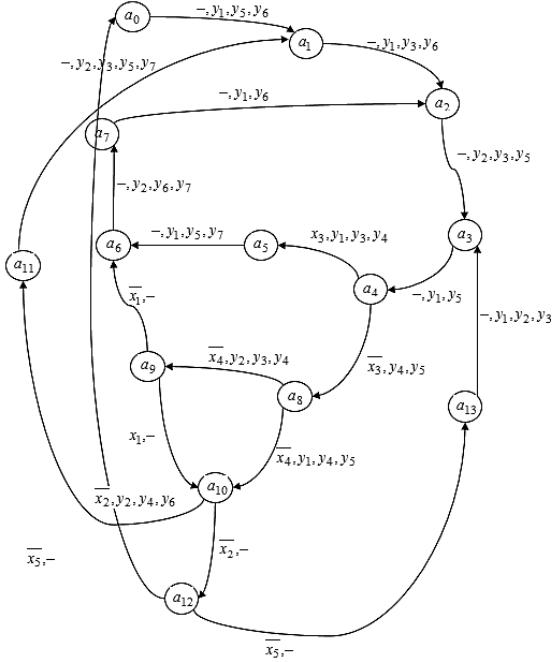


Рис. 2. Граф переходов цифрового автомата автоматизированной интегрированной системы пожаротушения

Построив граф, заполним таблицу функционирования вершин графа. По данной таблице можно записать функции для любого числа переменных. После необходимо ее внимательно проанализировать для того чтобы упростить (минимизировать), потому что табличный способ не дает возможности получить в совершенной дизъюнктивной нормальной форме (СДНФ) для выходных сигналов минимальной дизъюнктивной нормальной формы (МДНФ) или минимальной конъюнктивной нормальной формы (МКНФ) [6]. В этом случае будет достаточно к некоторым выражениям применить закон склеивания.

По графу перехода цифрового автомата автоматизированной интегрированной системы пожаротушения заполним таблицу 4. Пример заполнения первой строки: исходное состояние  $a_0$ , которое закодировано как «0000», переходит в состояние  $a_1$  с кодом «0001». Этот переход безусловный. Мы видим, что  $Q_4=0, Q_3=0, Q_2=0, Q_1=0$ , а в новом состоянии  $Q_4=0, Q_3=0, Q_2=0, Q_1=1$  [6]. По таблице переходов D-триггера, чтобы получить  $Q_4=0, Q_3=0, Q_2=0, Q_1=1$ , на вход  $D_1$  в столбце «Сигналы управления триггерами» нужно подать 1, а на остальные  $D_2, D_3, D_4$  подать 0, при этом переходе происходит формирование сигналов  $y_1, y_5, y_6$ . По аналогии заполняются все следующие строки.

По таблице функционирования графа цифрового автомата АИСПТ составим аналитические выражения в СДНФ для выходных сигналов  $y_1, y_2, y_3, \dots$ , а также сигналов управления триггерами  $D_4, D_3, D_2, D_1$ . Совершенную дизъюнктивную нормальную форму функции представляет собой дизъюнкцию элементарных конъюнкций [7].

Выходной сигнал  $y_1$  будет сформирован, если автомат находится в состоянии  $a_0$ , или в  $a_1$ , или в  $a_3$ , или  $a_5$ , или  $a_7$ , или  $a_{13}$ , или в состоянии  $a_4$  и признак  $x_3 = 1$ , или в состоянии  $a_8$  и признак  $x_4 = 0$ . Аналогично записываются функции для остальных выходных сигналов и сигналов управления триггерами.

Функционирование графа цифрового автомата АСПТ

$y_1 = a_0 \vee a_1 \vee a_3 \vee a_4 x_3 \vee a_5 \vee a_7 \vee a_8 \overline{x_4} \vee a_{13}$	(5)
$y_2 = a_2 \vee a_6 \vee a_8 x_4 \vee a_{10} \overline{x_2} \vee a_{11} \vee a_{13}$	(6)
$y_3 = a_1 \vee a_2 \vee a_4 x_3 \vee a_8 x_4 \vee a_{11} \vee a_{13}$	(7)
$y_4 = a_4 x_3 \vee a_4 \overline{x_3} \vee a_8 x_4 \vee a_8 \overline{x_4} \vee a_{10} \overline{x_2} = a_4 \vee a_8 \vee a_{10} \overline{x_2}$	(8)
$y_5 = a_0 \vee a_2 \vee a_3 \vee a_4 \overline{x_3} \vee a_5 \vee a_8 \overline{x_4} \vee a_{11}$	(9)
$y_6 = a_0 \vee a_1 \vee a_6 \vee a_7 \vee a_{10} \overline{x_2}$	(10)
$y_7 = a_5 \vee a_6 \vee a_{11}$	(11)
$D_1 = a_0 \vee a_2 \vee a_4 x_3 \vee a_6 \vee a_8 x_4 \vee a_{10} \overline{x_2} \vee a_{11} \vee a_{12} x_5 \vee a_{13}$	(12)
$D_2 = a_1 \vee a_2 \vee a_5 \vee a_6 \vee a_7 \vee a_8 \overline{x_4} \vee a_9 \overline{x_1} \vee a_9 x_1 \vee a_{10} \overline{x_2} \vee a_{13} = a_1 \vee a_2 \vee a_5 \vee a_6 \vee a_7 \vee a_8 \overline{x_4} \vee a_9 \vee a_{10} \overline{x_2} \vee a_{13}$	(13)
$D_3 = a_3 \vee a_4 x_3 \vee a_5 \vee a_6 \vee a_9 \overline{x_1} \vee a_{10} \overline{x_2} \vee a_{10} x_2 \vee a_{12} x_5 = a_3 \vee a_4 x_3 \vee a_5 \vee a_6 \vee a_9 \overline{x_1} \vee a_{10} \vee a_{12} x_5$	(14)
$D_4 = a_4 \overline{x_3} \vee a_8 x_4 \vee a_8 \overline{x_4} \vee a_9 x_1 \vee a_{10} \overline{x_2} \vee a_{10} x_2 \vee a_{12} x_5 = a_4 \overline{x_3} \vee a_8 \vee a_9 x_1 \vee a_{10} \vee a_{12} x_5$	(15)

Формулы (8), (13), (14) и (15) были упрощены с помощью закона склеивания. Используя законы двойного отрицания и формулы де Моргана, исходные выражения из базиса И, ИЛИ, НЕ преобразуем в базис И, НЕ.

$$y_1 = \overline{a_0} \wedge \overline{a_1} \wedge \overline{a_3} \wedge \overline{a_4}x_3 \wedge \overline{a_5} \wedge \overline{a_7} \wedge \overline{a_8}x_4 \wedge \overline{a_{13}}, \quad (16)$$

$$y_2 = \overline{a_2} \wedge \overline{a_6} \wedge \overline{a_8}x_4 \wedge \overline{a_{10}}x_2 \wedge \overline{a_{11}} \wedge \overline{a_{13}}. \quad (17)$$

По аналогии преобразуем все остальные формулы.

С помощью логического преобразователя Logic Converter из программы-симулятора MultiSIM проведем минимизацию логических функций, которые определяют каждый из управляющих сигналов триггеров КС 1 по данным Таблицы 4. Результаты минимизации логических функций приведены на рисунках (рисунки 3-15).

$$\begin{aligned} J1 &= \overline{Q_1}Q_2Q_3 \\ K1 &= \overline{Q_2}Q_3Q_4 + Q_2\overline{Q_3}\overline{Q_4} \\ J2 &= \overline{Q_1}Q_3 + \overline{Q_1}Q_3\overline{Q_4} \\ K2 &= \overline{Q_1}Q_3 + Q_1\overline{Q_3}\overline{Q_4} \\ J3 &= \overline{Q_1} + \overline{Q_2} \\ K3 &= \overline{Q_1} + \overline{Q_2} \\ J4 &= Q_1Q_2\overline{Q_3}\overline{Q_4} \\ K4 &= Q_1\overline{Q_2}Q_3 \end{aligned}$$

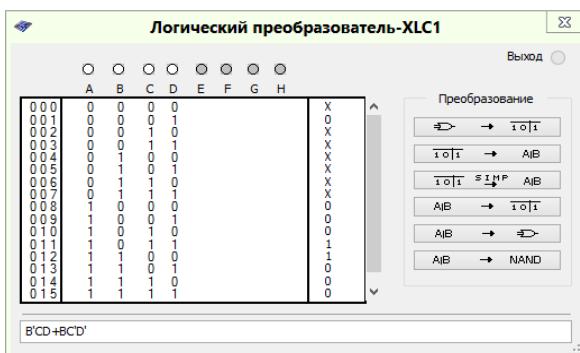


Рис. 3. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $K_1$

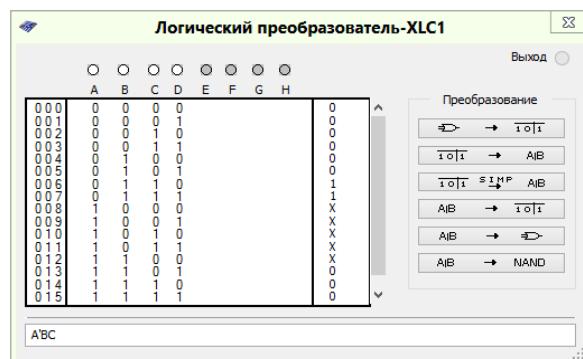


Рис. 4. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $J_1$

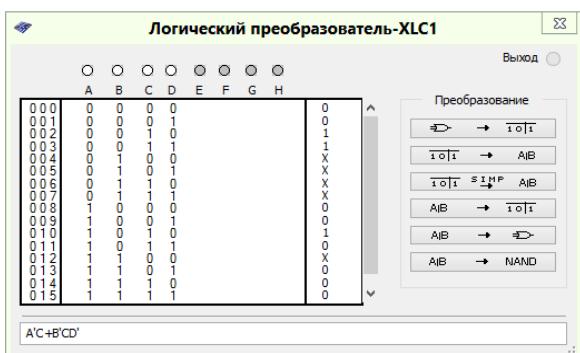


Рис. 5. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $J_2$

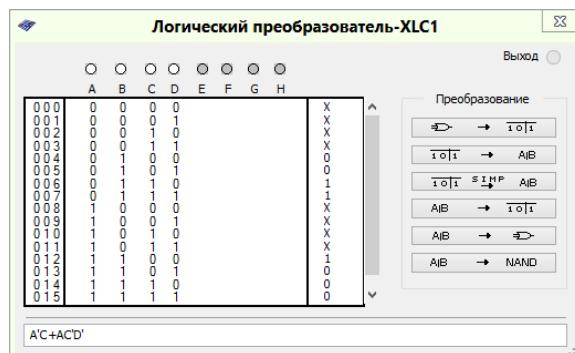


Рис. 6. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $K_2$

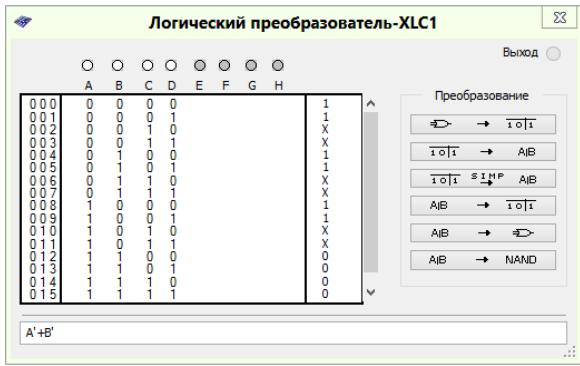


Рис. 7. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $J_3$

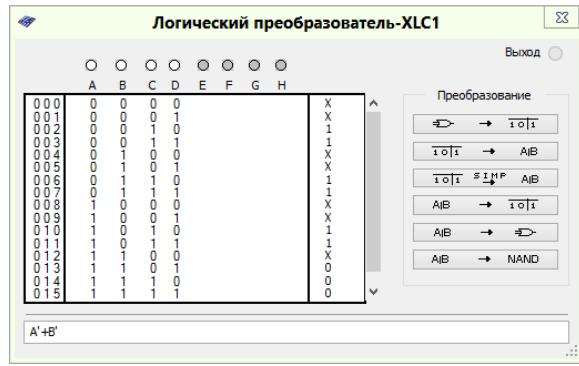


Рис. 8. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $K_3$

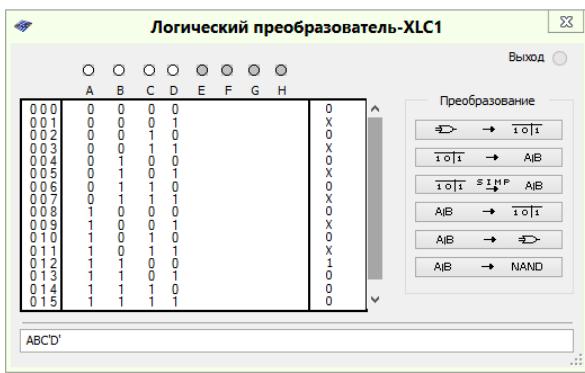


Рис. 9. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $J_4$

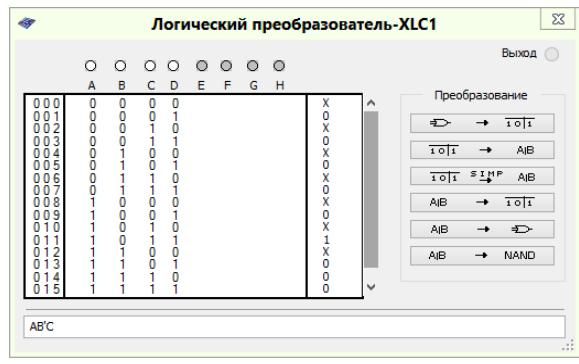


Рис. 10. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $K_4$

Теперь проведем минимизацию логических функций КС 2, используя также Logic Converter из программы-симулятора MultiSIM.

Результат минимизации логических функций (рисунки 11-15).

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= \overline{Q_1} \overline{Q_2} Q_3 \overline{Q_4} + Q_1 \overline{Q_2} \overline{Q_3} \overline{Q_4} \\
 Y_2 &= \overline{Q_1} Q_2 Q_3 \overline{Q_4} + Q_1 \overline{Q_2} \overline{Q_4} + Q_1 \overline{Q_3} \overline{Q_4} \\
 Y_3 &= \overline{Q_1} Q_2 \overline{Q_4} + Q_1 \overline{Q_3} \overline{Q_4} \\
 Y_4 &= \overline{Q_1} \overline{Q_2} \overline{Q_3} Q_4 + \overline{Q_1} Q_2 \overline{Q_4} + Q_1 \overline{Q_2} Q_3 \overline{Q_4} + Q_2 \overline{Q_3} \overline{Q_4} \\
 Y_5 &= \overline{Q_1} \overline{Q_3} Q_4 + Q_2 Q_3 Q_4 + Q_1 \overline{Q_2} Q_3 \overline{Q_4} + Q_1 Q_2 \overline{Q_3} \overline{Q_4}
 \end{aligned}$$

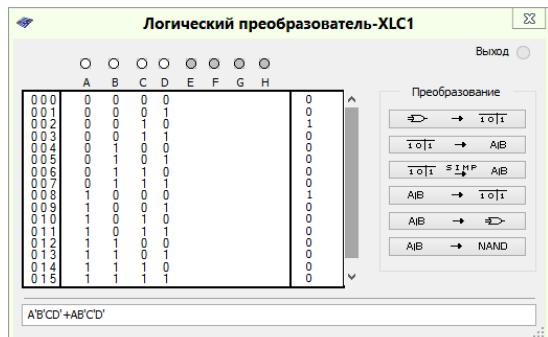


Рис. 11. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $Y_1$

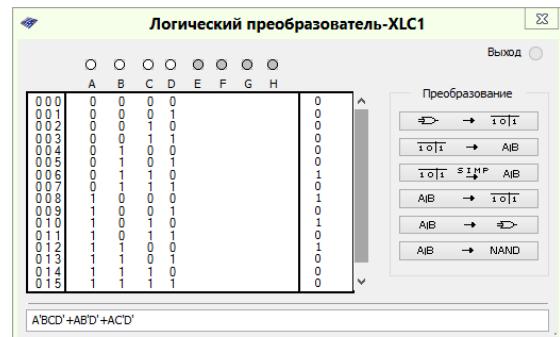


Рис. 12. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $Y_2$

Логический преобразователь-XLC1

Выход

Преобразование

	A	B	C	D	E	F	G	H	0
000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
001	0	0	0	0	1	0	0	0	0
002	0	0	0	1	0	0	0	0	0
003	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	0	0	1	0	0	1	0	0	1
005	0	0	1	0	0	1	0	0	0
006	0	0	1	1	0	0	1	0	1
007	0	0	1	1	0	0	0	0	0
008	0	1	0	0	0	0	1	0	1
009	1	0	0	0	0	0	0	0	0
010	1	0	0	1	0	0	0	0	0
011	1	0	1	1	0	0	0	0	0
012	1	1	0	0	0	0	1	0	1
013	1	1	1	0	0	0	0	0	0
014	1	1	1	1	0	0	0	0	0
015	1	1	1	1	1	0	0	0	0

$A'BD' + ACD'$

Рис. 13. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $Y_3$

Рис. 14. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $Y_4$

Логический преобразователь-XLC1

Выход (radio button selected)

	A	B	C	D	E	F	G	H	0
000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
001	0	0	0	1	0	0	0	0	1
002	0	0	1	0	0	0	0	0	0
003	0	0	1	1	0	0	0	0	0
004	0	1	0	0	0	0	0	0	0
005	0	1	0	0	0	0	0	0	1
006	0	1	1	0	0	0	0	0	0
007	1	0	0	0	0	0	0	0	0
008	1	0	0	0	0	0	0	0	0
009	1	0	0	0	1	0	0	0	1
010	1	0	1	0	0	0	0	0	1
011	1	0	1	1	0	0	0	0	0
012	1	1	0	0	0	0	0	0	1
013	1	1	0	1	0	0	0	0	0
014	1	1	1	0	0	0	0	0	0
015	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Преобразование

- $A \oplus B \rightarrow 1 \oplus 1$
- $1 \oplus 1 \rightarrow A \oplus B$
- $1 \oplus 1 \xrightarrow{\text{SIMP}} A \oplus B$
- $A \oplus B \rightarrow 1 \oplus 1$
- $A \oplus B \rightarrow \neg A \oplus B$
- $A \oplus B \rightarrow \text{NAND}$

$A'CD + B'C'D + AB'CD' + ABCD'$

Рис. 15. Минимизация логической функции для управления сигналами триггера  $Y_5$

Минимизированные логические функции для КС 1 и КС 2 будут использоваться при построении модели цифрового автомата автоматизированной интегрированной системы противопожарной защиты.

Для упрощения схемы ЦА анализируются минимизированные логические функции для КС 1 и КС 2 и определяются одинаковые логические функции. На основе функциональной схемы ЦА строится её принципиальная электрическая схема на выбранной серии цифровых интегральных схем.

## Литература

1. Топольский Н.Г. Проблемы и принципы создания интегрированных систем безопасности и жизнеобеспечения // Материалы четвертой международной конференции «Информатизация систем безопасности» - ИСБ-95. - М.: ВИПТШ МВД РФ. 1995. - С. 14-16.
  2. Пупков, К.А., Егупов Н.Д. Методы классической и современной теории автоматического управления. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
  3. Энциклопедия безопасности. URL: <http://protivpozhara.ru/tipologija/teorija/pozhary-i-vzryvy-na-vzryvopozharoopasnyx-obektax> - Против пожара.
  4. Юревич, Е.И. "Теория автоматического управления." СПб.: ВХБ-Петербург, 2007.
  5. Little, I.D.C. Models and Managers. The Concept of a Decision Calculus // Management Science. 1970. v. 16. № 8.
  6. Ларичев, О.И., Петровский А.В. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. – Т.21. М.: ВИНИТИ, 1987. С. 131-164.
  7. Edwards, J.S. Expert Systems in Management and Administration – Are they different from Decision Support Systems? // European Journal of Operational Research, 1992. V. 61. P. 114-121.

8. Топольский Н.Г., Тараканов Д.В. Моделирование динамики параметров мониторинга пожара в здании на основе клеточных автоматов // Системы безопасности – 2016: материалы 25-й Международной научно-технической конференции. – М., 2016. С. 585–588.
9. Шалыто А. А. Автоматное программирование // Компьютерные науки и информационные технологии: тезисы докладов Междунар. науч. конф. памяти проф. А. М. Богомолова. Саратов: Саратовский государственный университет, 2007.
10. Rogalski A. Infrared Detectors, Second Edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA, 2011.
11. Wu X., Gu Y., Yan F., et al. High Uniformity, Stability, and Reliability Large-Format InGaAs APD Arrays / Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO), Baltimore, Maryland, May 6, 2007, Single Photon Detectors (CMII, page CMII2).

УДК 614.849:352/354-1

dianagor@yandex.ru

**Горожанкина Д. В., Шуравин А. Г.**  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

***Исследование деятельности администрации городского округа Ревда по предупреждению чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий***

Приведен анализ деятельности Администрации муниципального образования по предупреждению чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий на примере городского округа Ревда Свердловской области за период 2017-2019 гг. В городском округе сформирована система борьбы с чрезвычайными ситуациями, принимаются конкретные меры по их ликвидации, однако данных мер недостаточно. Предложен перечень усовершенствований деятельности Администрации в данной области.

**Ключевые слова:** Свердловская область, муниципальное образование, предупреждение чрезвычайных ситуаций, национальная безопасность, мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, муниципальная безопасность.

***Gorozhankina D. V., Shuravin A. G.***

***Research of the activities of the administration of the urban district of Revda on prevention of emergency situations and liquidation of their consequences***

The article provides an analysis of the activities of the Administration of the municipal formation for the prevention of emergency situations and elimination of their consequences on the example of the urban district of Revda of the Sverdlovsk region for the period 2017-2019. A system for dealing with emergencies has been formed in the city district, concrete measures are being taken to eliminate them, but these measures are not enough. A list of improvements in the activities of the Administration in this area is proposed.

**Keywords:** Sverdlovsk region, municipality, prevention of emergency situations, national security, measures to prevent and eliminate emergencies, municipal security.

Основная задача государства – обеспечение безопасности жизнедеятельности своих граждан, которое осуществляется на всех уровнях власти: государственном, федеральном, региональном и на муниципальном уровне.

К федеральному ведению относятся основные вопросы национальной безопасности. Обеспечение государственной безопасности – исключительное право Российской Федерации, однако кадры всех правоохранительных органов

находятся в совместном ведении, как Российской Федерации, так и ее субъектов. В связи с этим, Федеральные законы, регулирующие вопросы безопасности, должны быть системообразующими, устанавливать оптимальный баланс интересов личности, общества и государства и, соответственно, определять компетенции Российской Федерации и ее субъектов. Законы и иные нормативные акты субъектов РФ должны соответствовать этой системе, и быть ее частью.

При этом каждый регион формирует собственную систему обеспечения безопасности. В ряде субъектов Российской Федерации были созданы советы безопасности, в других – комитеты по безопасности, в третьих, нет ни того, ни другого. Общим для всех субъектов Российской Федерации, является наличие правоохранительных органов и служб по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [1].

Объектом муниципальной безопасности является муниципальное образование – сложная публично-правовая система, элементами которой являются объекты и субъекты местного самоуправления. Составные элементы муниципального образования включают: территорию, очерченную границами; инфраструктурный комплекс, относящийся к муниципальной собственности; средства местного бюджета; имущественные права муниципального образования; вопросы местного значения; власть. Субъектом местного самоуправления является территориальный публичный коллектив, складывающийся из органов местного самоуправления, граждан и местных сообществ, организаций территориального общественного самоуправления [2].

Наряду с оказанием содействия органам государственной власти в решении глобальных проблем безопасности, органы местного самоуправления имеют собственные полномочия в сфере общественной безопасности, являющиеся составной частью общей системы безопасности.

Комплекс мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций – сложная и объемная процедура, в связи, с чем муниципалитеты создают регламенты по разработке, согласованию и утверждению структуры, содержания, корректировке плана по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на территории муниципального образования.

Основные направления единой государственной политики в области гражданской обороны определяет Президент России. Им утверждены Основы единой государственной политики в области гражданской обороны на период до 2030 года (Указ Президента РФ от 20.12.2016 № 696 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года») [3]. В представленном документе отражено, что гражданская оборона как составная часть системы национальной безопасности и обороноспособности страны должна быть готовой выполнять задачи при любых вариантах развертывания военных действий, терактов, в том числе в условиях массированного применения противником современных и перспективных средств поражения, крупных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

В России на федеральном уровне, кроме субъектов Российской Федерации и уровне муниципальных образований действуют и другие нормативно-правовые акты в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций, принятые в соответствии со следующими законами: Федеральный закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ, Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12.02.1998 г. № 28-ФЗ, Федеральный закон «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ, Федеральный закон «О безопасности» от 28 декабря 2010 г. № 390-ФЗ, Федеральный закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ и др. [4, 5, 6, 7, 8]

На территории Свердловской области вопросы предупреждения чрезвычайных ситуаций и устранению их последствий регулируются законом Свердловской области «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Свердловской области» от 27.12.2004 № 221-ОЗ, который регулирует отношения в области защиты населения и территории Свердловской области от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. [9]

Вопросы по предупреждению чрезвычайных ситуаций и устранению их последствий на территории городского округа Ревда Свердловской области находятся в ведении администрации, действующей на основании Устава городского округа, утвержденного решением Думы муниципального образования «Ревда» № 11/1 от 21.06.2005 г.). [10]

Помимо администрации городского округа в состав органов, образующих систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на территории данного округа входят: комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности городского округа Ревда (далее КЧС); единая дежурно-диспетчерская служба (далее ЕДДС) городского округа Ревда; 65 пожарно-спасательная часть 10 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Свердловской области.

Анализ деятельности администрации в области реализации мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий проводился по ряду показателей, к которым относятся показатели деятельности КЧС городского округа Ревда, показатели деятельности ЕДДС, показатели возникновения чрезвычайных ситуаций, чрезвычайных происшествий на территории городского округа, показатели реализации муниципальных программ и планов в области защиты от чрезвычайных ситуаций.

Результаты деятельности КЧС (таблица 1) и ЕДДС (таблица 2) исследуемого городского округа составлены по данным отчетов главы Администрации городского округа Ревда «О состоянии защиты населения и территории городского округа Ревда от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» за 2017; 2018; 2019 гг. Общая обстановка, связанная с произошедшими чрезвычайными ситуациями, чрезвычайными происшествиями и угрозами их возникновения на территории городского округа Ревда в 2017-2019 годах отражена в таблице 3.

Таблица 1

Результаты деятельности комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций городского округа Ревда за 2017–2019 годы

№ п/п	Показатели	2017 год	2018 год	Динамика 2018/2017 гг.		2019 год	Динамика 2019/2018 гг.	
				Абс., ед.	Темп роста, %		Абс., ед.	Темп роста, %
Работа КЧС по принятию и контролю выполнения решений КЧС:								
1	Плановых	4	5	1	125,0	5	0	100,0
2	Внеплановых	3	4	1	133,3	6	2	150,0
Контроль и оказание помощи организациям по вопросам организации гражданской обороны и ликвидации последствий ЧС:								
3	ГО	8	7	-1	87,5	11	4	157,1
4	ЧС	12	11	-1	91,7	17	6	154,5

Источник: составлено по данным отчетов главы Администрации городского округа Ревда [11]

Из таблицы 1 видно, что комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций городского округа Ревда выполняет работу по двум направлениям:

1) принятие и контроль решений в области предупреждения чрезвычайных ситуаций в случае возникновения угрозы их появления (паводковый период, пожароопасный период);

2) контроль и оказание помощи коммерческим и общественным организациям городского округа Ревда по вопросам организации гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

По первому направлению комиссией на постоянной основе проводятся заседания, в 2017 году проведено 7 заседаний, в 2018 и 2019 гг. проведено 9 и 11 заседаний соответственно, все принятые решения в обязательном порядке контролируются. Рост количества заседаний КЧС связан с ростом количества чрезвычайных ситуаций в городском округе, так в 2019 году два заседания комиссии были посвящены паводковой ситуации.

По второму направлению, в 2019 году выполнено 17 мероприятий, что больше чем в 2018 году на 6 и в 2017 году на 5 в связи с обильными осадками на территории субъекта в целом. Можно отметить, что показатели деятельности КЧС городского округа Ревда в последние годы более интенсивны, это связано с ростом числа ЧС.

Исходя из данных таблицы 2 видно, что нагрузка на ЕДДС возросла. Так в 2019 году увеличилось количество принятых сообщений об угрозах возникновения чрезвычайных ситуаций на 45 по сравнению с 2018 годом. Увеличилось количество переданных в различные службы сообщений на 81 и выросло число организационных действий, проводимых силами специалистов ЕДДС на территории городского округа Ревда до 6. Рост связан с паводковой ситуацией в летнее время и увеличением числа пожаров.

Таблица 2

Показатели деятельности ЕДДС по территории городского округа Ревда в 2017–2019 гг.

Показатель	Кол-во единиц		Динамика 2018/2017 гг.		Кол-во 2019 год	Динамика 2019/2018 гг.	
	2017 год	2018 год	Абс., ед.	Темп роста, %		Абс., ед.	Темп роста, %
Поступило входящих сообщений	219	231	12	105,5	276	45	119,5
Передано исходящих сообщений	621	647	26	104,2	728	81	112,5
Организовано мероприятий по предупреждению ЧС	5	4	-1	80,0	6	2	150,0

Источник: составлено по данным отчетов главы Администрации городского округа Ревда [11]

Таблица 3

Чрезвычайные ситуации, чрезвычайные происшествия на территории городского округа Ревда в 2017-2019 годах в 2017-2019 годах

Вид ЧС	2017 год	2018 год	Динамика 2018/2017 гг.		2019 год	Динамика 2019/2018 гг.	
			Абс., ед.	Темп роста, %		Абс., ед.	Темп роста, %
Чрезвычайные ситуации муниципального уровня	1	0	-1	0,0	1	1	0,0
Сообщение о террористическом акте	0	0	0	0,0	0	0	0,0
Угроз возникновения чрезвычайных ситуаций	12	8	-4	66,7	14	6	175
Пожаров	52	50	-23	96,1	117	67	234
Погибло на водных объектах чел.	0	0	0	0,0	1	1	0,0
Возникновение паводковых ЧС	0	0	0	0,0	1	1	0,0
Подтоплено объектов (жилых, административных, коммерческих) в результате паводков	0	4	4	0,0	18	14	450
Подтоплено Га сельхозугодий	0	0,1	0,1	0,0	2,2	2,1	2200

Источник: составлено по данным отчетов главы Администрации городского округа Ревда [11]

По данным таблицы 3 видно, что чрезвычайные ситуации по поводу возникновения, которых вводится режим чрезвычайного положения, возникали в 2017 году и в 2019 году в период паводка.

Сообщений о террористическом акте на территории городского округа в 2017-2019 годах не поступало. По сообщениям населения в 2017 году произошло 12 угроз возникновения чрезвычайных ситуаций, в 2018 году их число сократилось и составило 8 сообщений, в 2019 году значительно выросло (на 75 %) и составило 14.

Согласно данным таблицы 3 на протяжении рассматриваемого периода наблюдается рост пожароопасных ситуаций. Так в 2017 году произошло 52 пожара, в 2018 году – 50, а в 2019 году уже 117. Прирост подобных ситуаций составляет более чем в 2 раза в 2018 и 2019 годах соответственно. К основной причине увеличения пожаров можно отнести обветшание жилого фонда и отсутствие средств у населения на обновление и строительство новых домов. В 2019 году один человек утонул в пруду в поселке кирзавода. В результате паводка в 2018 году подтоплено 4 объекта, в августе 2019 года подтоплено 18 жилых и административных зданий и 2,2 гектар сельхозугодий

Рассмотрим показатели муниципальных программ и подпрограмм исследуемого городского округа в области предупреждения чрезвычайных ситуаций и ликвидации их последствий: программы «Повышение общественной безопасности в городском округе Ревда» и подпрограммы № 4 «Обеспечение пожарной безопасности на территории городского округа Ревда». Результаты реализации программы «Пожарная безопасность» на территории села за период 2017-2019 годы отражены в таблице 4. Мероприятия программы и результаты их выполнения в 2019 году отражены в таблице 5.

По данным табл. 4 видно, что в 2018 и 2019 гг. увеличено финансирование на мероприятия программы, по сравнению с 2017 г., общее увеличение составило 28 тыс. руб. Полностью выполнена разработка программ по обеспечению пожарной безопасности муниципальных учреждений. Однако необходимо отметить, что мероприятия по оснащению территории общего пользования городского округа Ревда противопожарным инвентарем выполнены не в полном объеме. Так, в 2018 г. по данному направлению запланирован бюджет 10 тыс. руб., выполнено мероприятий на 8 тыс. руб., в 2019 г. при плановых затратах на инвентарь 10 тыс. руб. также наблюдается недовыполнение – инвентарь закуплен на сумму 7 тыс. руб. Также не в полной мере изготавливаются информационные материалы и памятки на противопожарную тематику. В 2018 и 2019 гг. на это мероприятие запланировано 10 тыс. руб., в 2019 г. выполнено изготовление материалов на 5 тыс. руб. Мероприятия по обучению руководителей учреждений, лиц ответственных за пожарную безопасность выполняются полностью.

Исходя из данных таблицы 5, можно увидеть, что мероприятия подпрограммы № 4 «Обеспечение пожарной безопасности на территории городского округа Ревда» в 2019 г. выполнены полностью: закуплен пожарный инвентарь (огнетушители) на сумму 14 тыс. руб., проведено обслуживание подъездных путей к пожарным водоемам, проведено обучение руководителей и специалистов администрации по пожарно-техническому минимуму.

Таблица 4

Результаты реализации программы «Повышение общественной безопасности в городском округе Ревда» на территории городского округа Ревда в 2017-2019 годы

Показатель	2017 год, тыс. руб.		2018 год, тыс. руб.		2019 год, тыс. руб.	
	План	Факт	План	Факт	План	Факт
Разработка программы по обеспечению пожарной безопасности муниципальных учреждений	16	16	32	32	32	32
Оснащение территории общего пользования противопожарным инвентарем	6	6	10	8	10	7
Периодическое обучение руководителей учреждений, лиц ответственных за пожарную безопасность в организациях, имеющих лицензию	7	7	10	10	10	10
Изготовление методических материалов, памяток на противопожарную тематику	5	3	10	7	10	6
Изготовление информационных стендов, баннеров по вопросам пожарной безопасности, их размещение на улицах и обновление	2	2	2	2	2	2
Итого:	36	34	64	59	64	57

Источник: составлено по данным отчетов главы Администрации городского округа Ревда [12].

Таблица 5

Мероприятия подпрограммы № 4 «Обеспечение пожарной безопасности на территории городского округа Ревда»

№ п/п	Мероприятия	2017 год, тыс. руб.		2018 год, тыс. руб.		2019 год, тыс. руб.	
		План	Факт	План	Факт	План	Факт
1	Закупка первичных средств пожаротушения, оборудование пожарных щитов, проветрка и перезарядка огнетушителей	8	8	12	12	14	14
2	Содержание подъездных путей к пожарным водоемам (грейдерование, подсыпка, уборка снега)	4	4	10	10	10	10
3	Техническое обслуживание системы автоматической пожарной сигнализации на объектах: дома культуры, здание администрации	0	0	0	0	36	36
4	Обучение руководителей и специалистов администрации по пожарно-техническому минимуму (2 чел.)	2	2	2	2	2	2
Итого		14	14	24	24	62	62

Источник: составлено по данным отчетов главы Администрации городского округа Ревда [12]

Рассмотрим количество финансовых средств, израсходованных из бюджета городского округа Ревда на ликвидацию пожаров в 2017-2019 годах (табл. 6).

Таблица 6

Затраты бюджета городского округа Ревда на ликвидацию пожаров в 2017–2019 гг.

№ п/п	Показатели	2017 год	2018 год	Динамика 2018/2017 гг.		2019 год	Динамика 2019/2018 гг.	
				Абс., ед.	Темп роста, %		Абс., ед.	Темп роста, %
Израсходовано финансовых средств на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций								
1	Всего, тыс. руб.	281	309	28	110,0	392	83	126,9
Состояние резерва материальных средств, предназначенного для ликвидации чрезвычайных ситуаций:								
2	Финансовый эквивалент резерва, тыс. руб.	100	120	20	120,0	120	0	100,0
3	В т. ч. пополнение резерва в год, тыс. руб.	0	20	20	0,0	0	-20	0,0

Источник: составлено по данным отчетов главы Администрации городского округа Ревда [11]

Из таблицы 6 видно, что вслед за увеличением количества пожаров на территории городского округа Ревда, растет количество средств, затрачиваемых из бюджета на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций. Так, в 2019 году было затрачено 392 тыс. рублей, что на 26,9% больше чем в 2018 году и больше чем в 2017 году на 111 тыс. руб.

В 2018 году также наблюдался рост финансовых затрат бюджета на ликвидацию чрезвычайных ситуаций, рост составил 10% по отношению к уровню 2017 года. В городском округе сформирован резерв материальных средств, предназначенных для ликвидации чрезвычайных ситуаций, финансовый эквивалент которого, в 2018 году, был увеличен на 20 тыс. рублей и составил 120 тыс. рублей.

Данные о выполнении мероприятий по обучению мерам пожарной безопасности на территории городского округа Ревда в 2017- 2019 годах представлены в таблице 7.

Исходя из таблицы 7 можно сделать вывод, что в 2019 году значительно выросло число обученных мерам пожарной безопасности. Всего в 2019 году прошли обучение 254 человека, распространено 220 экземпляров печатной продукции по противопожарному минимуму.

Таким образом, анализ показателей деятельности администрации городского округа Ревда Свердловской области по предупреждению чрезвычайных ситуаций и устранению их последствий показал, что в округе сформирована система органов и реализуются мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Вместе с тем, в результате анализа установлено, что на протяжении последних лет в городском округе наблюдается рост пожаров. В 2017 году произошло 52 пожара, в 2018 году – 50 пожаров, в 2019 году – уже 117 пожаров. Для предупреждения возникновения пожаров и борьбы с их последствиями в городском округе Ревда принятые две муниципальные программы, но мер, предусмотренных в данных программах недостаточно. Пожарная часть, обслуживающая территорию

городского округа Ревда не всегда вовремя может приехать на тушение пожара.

Таблица 7

Выполнение мероприятий по обучению мерам пожарной безопасности на территории городского округа Ревда в 2017- 2019 годах

№ п/п	Показатель	2017 год	2018 год	Динамика 2018/2017 гг.		2019 год	Динамика 2019/2018 гг.	
				Абс., ед.	Темп роста, %		Абс., ед.	Темп роста, %
1	Обучение работавшего населения городского округа мерам пожарной безопасности в объеме пожарно-технического минимума, чел.	29	27	-2	93,1	43	16	159,3
2	Обучение работавшего населения мерам пожарной безопасности в объеме противопожарного инструктажа, чел.	117	119	2	101,7	132	13	110,9
3	Обучение мерам пожарной безопасности в образовательных учреждениях городского округа Ревда, чел.	42	44	2	104,8	46	2	104,5
4	Обучение мерам пожарной безопасности неработающего населения, чел.	21	28	7	133,3	33	5	117,9
5	Распространение печатной продукции по вопросам безопасности, экз.	150	150	0	100,0	220	70	146,7
6	Размещение материалов противопожарной пропаганды, ед.	6	8	2	133,3	7	-1	87,5
	Итого прошедших обучение, чел.	209	218	9	104,3	254	36	116,5

Источник: составлено по данным отчетов главы Администрации городского округа Ревда [11]

В целом можно сделать вывод, что в городском округе Ревда сформирована система борьбы с пожарами, однако количество пожаров растет, а значит предпринимаемых мер по борьбе с данными чрезвычайными ситуациями недостаточно.

Основными проблемами в области предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в городском округе являются: затопление территории в результате паводков; рост количества пожаров; рост числа сгоревших зданий (с ущербом более 80%); удаленность отдельных населенных пунктов (поселений, деревень и т.д.), входящих в состав городского округа Ревда от места постоянной дислокации пожарной части; несовершенство системы мер по противопожарной пропаганде.

По результатам проведенного исследования можно заключить, что пожары в городском округе Ревда являются основной проблемой. Основными причинами возникновения пожаров и гибели людей являются неосторожное обращение с огнем, нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации электроприборов, обветшение жилого фонда, неисправность печного отопления. Вслед за увеличением количества пожаров, растет и количество средств, затрачиваемых на их предупреждение и ликвидацию.

Для стабилизации обстановки с пожарами администрацией городского округа Ревда совместно с инспекторским составом надзорной деятельности и профилактической работы городского округа Ревда, городского округа Дегтярск, Полевского городского округа должна вестись определенная работа по предупреждению пожаров: корректировка нормативных документов (руководящих и регламентирующих документов по вопросам обеспечения пожарной безопасности); совещания, заседания комиссии по чрезвычайным ситуациям и обеспечению пожарной безопасности с руководителями объектов и ответственными за пожарную безопасность по вопросам обеспечения пожарной безопасности; особое внимание уделять ветхому жилью, жилью социально неадаптированных граждан при проведении проверок жилищного фонда.

Вместе с тем, подавляющая часть населения не имеет четкого представления о реальной опасности пожаров, поскольку система мер по противопожарной пропаганде и обучению мерам пожарной безопасности недостаточно, следовательно, требует доработок.

Для повышения эффективности противопожарной пропаганды необходимо применять современные информационные средства и активно использовать интернет. Конечно, иметь свой собственный сайт для любой организации становится обязательным. Самыми эффективными на сегодняшний день являются социальные сети. Необходимо: постоянное поддержание в актуальном состоянии официальной страницы на наиболее популярных сетевых платформах: Facebook, «ВКонтакте», Twitter, Instagram и других); разнообразие содержания официальных страниц (наличие текстов, фото, видео- и других материалов); количество подписчиков; активность подписчиков и гостей в официальных страницах.

Конечно, для эффективной работы в социальных сетях нужны специалисты. Но так же можно привлекать и население к разработке таких сетей и активному в них участию. Для этого необходимо проводить работу со школьниками и студентами. Организовывать «Кружки юных пожарных», провести конкурсы на лучшую страничку в сети и т.д. Но и соответственно необходимо поощрение победителей.

Социальные сети могут являться эффективным средством пропаганды соблюдения норм противопожарной безопасности.

Для возрастной группы молодежи от 14-35 лет сетевая активность очень высока: более половины опрошенных пользуется интернетом минимум один раз в день, при этом лидирует увлечение социальными сетями. Действительно, можно назвать наше поколение «поколением социальных сетей». Большое количество молодежи проводит в интернете много времени, постоянное

напоминание в сети о мерах соблюдении норм профилактики противопожарной безопасности формирует установку на соблюдение этих норм, при общении пользователи расширяя свои знания, имеют возможность найти новых друзей, и проводят время в сети с пользой.

Актуальность выбранной темы очевидна. Как пока зали цифры статистики, в России пользователями Контакта являются 73,4 миллионов зарегистрированных человек. Причем сразу же используется мобильное приложение к Контакту. [13]

### **Литература**

1. Кропачева А. В. Совершенствование системы административно-правовой защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций в условиях административной реформы // Вестник Университета имени О.Е. Кутафина. 2018. №1 (41). С. 19-24.
2. Бабичев И. В. Территории местного самоуправления и их юридические конструкции // Конституционное и муниципальное право. 2019. № 10. С. 23-33.
3. Указ Президента РФ от 20.12.2016 № 696 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_209270](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_209270).
4. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ (ред. от 28.08.2020) «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_44571/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/).
5. Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ (ред. от 23.06.2020) «О гражданской обороне». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_17861/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17861/).
6. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 23.06.2020) «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5295/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/).
7. Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ «О безопасности» (ред. от 06.02.2020). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_108546/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_108546/)
8. Федеральный закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ (ред. от 03.07.2019). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_7746/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7746/).
9. Закон Свердловской области «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Свердловской области» (ред. От 10.06.2020). URL: <http://docs.cntd.ru/document/802022187>.
10. Устав городского округа Ревда (утв. решением Думы муниципального образования «Ревда» № 11/1 от 21.06.2005 г.) // URL: <http://movp.ru/about/ustavmo>
11. Отчет главы Администрации городского округа Ревда «О состоянии защиты населения и территории городского округа Ревда от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера за 2017; 2018; 2019 гг. // Отчетная документация, 2020. – 42 с.
12. Отчет главы Администрации городского округа Ревда о реализации программы «Повышение общественной безопасности в городском округе Ревда» за 2017; 2018; 2019 гг. // Отчетная документация, 2020. – 35 с.
13. Ежеквартальный отчет ежеквартальный отчет Mail.ru Group Вконтакте. URL: <http://7facebook.ru/2020/09/09/skolko-lyudej/> (дата обращения: 01.11.2020).

**Гришина Е. В.<sup>1, 2</sup>, Романова И. Н.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Уральский институт ГПС МЧС России,

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург

## ***Специфика английской терминологии в области безопасности жизнедеятельности***

В рассмотрена уникальность англоязычной терминологии в области безопасности жизнедеятельности. Свойства термина репрезентируются в терминологических структурах. Авторы смогли определить модели образования терминов поведения для терминологии безопасности жизнедеятельности. Выявлена разная степень активности терминоединиц.

**Ключевые слова:** термин, терминосистема, специальная коммуникация, модель, компонентность.

***Grishina E. V., Romanova I. N.***

### ***Specifics of english life safety terminology***

The article discusses the features of English-language terminology in the field of life safety. The properties of the term are represented in termological structures. The authors identified structural models of term formation typical of life safety terminology. Different degree of terminal units activity was revealed.

**Keywords:** term, terminology system, special communication, model, component.

На современном этапе в терминоведении актуальна когнитивная парадигма. Ее основная задача привести к четкому пониманию того, как должна выглядеть ментальная репрезентация языкового знания. При детальном изучении терминологии безопасности жизнедеятельности, мы можем явно проследить его связи с термином, терминологией, терминосистемой и терминологическим полем. Обладая системностью, термин владеет значением, выраженным в научной дефиниции, и не испытывает связи с контекстом [8]. Под понятием идеального термина мы подразумеваем термин, который был сформулирован разношерстными исследователями, и придерживающейся экспрессивно-стилистически свободным стилем написания. Ученые выделяют своеобразность специфичных терминов. Так, Л.М. Алексеева выражала мысль: «для точного выражения специальных понятий и обозначения специальных предметов необходим термин» [1]. В случае выявления терминов, мы непрерывно сталкиваемся с двумя основными проблемами: ограничение терминов как единиц и постановление того, можно ли называть терминами все специальные номинации.

Своими мыслями по поводу использования общепринятых слов в терминах поделилась М.Н. Володина, считая это целесообразным, но в тоже время есть четкая необходимость различения слов, которые были подвергнуты перефразированию во время терминологизации, и слова, которые в своем основном значение входят в терминологию [3]. В тоже время И.С.Куликова и Д.В.Салмина полагают, что из-за отсутствия четких рамок нет возможности

точно разделить терминологическую и общеупотребительную лексику. [4, 211]. Для такого понятия как языковедения необходимо учитывать все сферы функционирования, которая обусловлена спецификой языковой единицы. В.М.Лейчик пишет: «Способность термина к обозначению является его важнейшим признаком» [5].

В результате этого, можно прийти к мысли о том, что термин, в привычном его понимание, стремится к объективному значению, в то время как нетермины заключают в себе и субъективную информацию. В случае, когда за словом-знаком следует восприятие или представление референта, тогда за знаком термина должно идти понятие, подразумевающие общую информацию о предмете [6].

Для правомерного перехода от терминологии к терминосистеме, нам необходим четкий анализ с систематизации процесса, которые позволяют выявить слабые места терминологии, и способствую дальнейшему их устраниению. Это позволит перевести терминологию в терминосистему. Н.Н.Болдырев утверждает: «...для формирования терминосистемы необходимы сознательные усилия специалистов по упорядочению терминов, устраниению недостатков терминологий, из которых вырастает терминосистема» [2].

Формально, изучение происходило на базе Л.Г. Федюченко [7], при которой идет разделение терминов на сложные и простые. И на данный момент, словарь научно – профессиональной деятельности имеет уже более 5000 единиц. И даже здесь не обошлось без детального анализа, и помимо него использовался метод количественных и процентных характеристик. Простые единицы терминологии мы можем так же разделить на корневые и аффиксальные, анализируются они по содержанию. Анализ приводит нас к пониманию, что количество простых терминов составляет всего 23%. Рассмотрим в качестве примеров: *health* – здоровье; *burn* – ожог; *cut* – порез; *fire* – пожар; *hazard* – риск. Число аффиксальных терминов составляет 15% от общего числа. Самыми распространёнными можем назвать следующие:

1) -TION/-ATION/-SION (*abduction* – похищение; *emaciation* – истощение; *chlorination* – хлорирование; *eradiction* – ликвидация болезни; *purification* – очистка; *explosion* – взрыв; *abrasion* – трение;

2) - ING (*wrecking* – разрушение; *warning* – предупреждение, оповещение; *quenching* – гашение, тушение; *poisoning* – отравление, интоксикация;

3) -MENT (*unemployment* – безработица; *treatment* – очистка, обработка).

Сложные термины составили 3,8%. Мы можем выделить 3 типа моделей в образование сложных терминов, с высокой, средней, а так же низкой степенью продуктивности.

Модель N+N мы можем отнести к высокой степени, так как с её помощью было образовано более 116 единиц, таких как: *cloudburst* – ливень, *earthflow* – оползень, *safeguard* – гарантия, мера предосторожности. В среднюю группу мы отнесем V+prep, с которым создано 13 терминов: *break out* – вспышка; *flare-up* – внезапное обострение болезни. Так же, к средней группе можем отнести модель N + Ving, предоставленную 10 терминами. Вторая основа подразумевает под собой действие, а первое – сам объект: *crash-landing* – аварийная посадка;

fireproofing – приданье огнестойкости; food-sharing – распределение продовольствия.

Говоря о группе с низкой степенью, мы выделяем: 1) модель prep + V, в 6 единиц: outbreak – вспышка; 2) модель prep + N с 5 терминами вида: aftermath – последствие, forshock-форшок. 3) модель A + N – freeway – автострада. 4) модель Ving + prep представлена как icing-up – ледяная пробка во время обморожения воды; settling-out – выпадение в осадок. 5) модель A+Ving – well-being – хорошее самочувствие. 6) модель Num + N – first-aider – лицо, обученное правилам оказания первой помощи.

Самая чаще встречающаяся группа это сочетание (2Хкц): 1) N+N(tsunami watch – служба предупреждения о цунами); 2) A+N(acoustic alarm – звуковая сигнализация); 3) Ving+N(enchanting elimination);4)PII+N(protected contacts – изолированные контакты).

Так, в моделях 2Хкц самыми эффективными можно назвать N+N и A+N, чья процентная часть составляет 68%ТС и 21%ТС соответственно.

После группы, имеющая сочетание трех компонентов (3хКТС), имеющие 11% от общей массы. К этой группе мы можем отнести следующие модели: 1) N+N+N(36,2%) – life assurance company – общество по страхованию жизни; accident frequency rate – коэффициент промышленного травматизма; 2) A+N+N(29,4%) – atomic energy safeguards – меры предосторожности, low back pain – боли в спине.

В нашей выборке выявлены четырехкомпонентные терминосочетания (4хКТС), которые составляют 1,6% от общего числа. Наиболее эффективными являются модели: 1) A+N+N+N(32,4%) – high pressure jet extinction – тушение струей высокого давления; remote methane measurement station – станция дистанционного определения содержания метана в шахтной атмосфере; 2) N+N+N+N(16%) – air pollution control equipment – воздухоочистное оборудование; thunder type cloud system – система грозовых облаков.

После проведения анализа мы знаем о существование 11 пятикомпонентных терминосочетаний (5иКТС), а это 0,25 от общего числа – one time maximum permissible concentration(разовая предельно допустимая концентрация); active low-pressure safety injection system(подсистема впрыска низкого давления).

Итак, проанализировав терминосочетания связного и свободного типов, мы можем проследить число компонентов в максимально возможном показатели пяти. Число показателей при этом напрямую зависит от числа 5иКТС, доступных для выборки, при этом с диаметрально противоположным числом. Стихийность терминосочетаний обусловлена разнообразием доступных компонентов. Так же, прослеживаемая мода, влияющая на регулярность употребления определенных моделей.

Итак, изучив всю доступную информацию мы начинаем видеть и прослеживать переделённые структуры, используемые на текущий момент, и можем предположить дальнейшее развитие таких типов как 2хКТС и 3хКТС.

### Литература

1. Алексеева Л.М. Лингвистика термина // Лексикология. Терминоведение. Стилистика: сб. науч. трудов. — Москва — Рязань, 2003. - 188 с.

2. Болдырев Н.Н. Языковые категории как формат знания // Вопросы когнитивной лингвистики. - 2006. - № 2. - С. 5 - 22.
3. Володина М.Н. Когнитивно-информационная природа термина (на материале терминологии средств массовой информации). — М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2000. - 128 с.
4. Куликова И.С., Салмина Д.В. Введение в металингвистику (системный, лексикографический и коммуникативно-прагматический аспекты лингвистической терминологии): монография. — СПб.: САГА, 2002. — 352 с.
5. Лейчик В.М. Терминоведение: Предмет, методы, структура. — изд. 2-е, испр. и доп. - М.: КомКнига, 2006. - 256 с.
6. Табанакова В.Д. Понятийная разновидность термина-слова и текста его дефиниций // Взаимодействие единиц и категорий языковых подсистем. -Тюмень: ТГУ, 2002. - С. 38 - 45.
7. Федюченко Л.Г. Лингвистическое моделирование: коллективная монография. - Тюмень: Вектор Бук, 2009. - 186 с.
8. Grinev S.V. Terminology in the Era of Globalisation. Russian terminology Science. Vienna, 2004, P. 49-61.

УДК 630.43

*sdonzov@rambler.ru*

**Донцов С. А.**

*Российский университет транспорта (МИИТ), Москва*

### ***Использование методов биотестирования для оценки экологической безопасности противопожарных минерализованных полос***

Рассмотрена проблема обеспечения экологической безопасности при использовании гербицидов и арборицидов при создании противопожарных минерализованных полос. Показана важность создаваемого инструментария для комплексной оценки токсичности на биогеоценозы, разработана схема проведения исследований.

**Ключевые слова:** противопожарные минерализованные полосы, биотестирование, токсичность, тест-объекты.

***Dontsov S. A.***

### ***Use of biotest techniques to assess the environmental safety of fire-fighting mineralized strips***

The problem of ensuring environmental safety in the use of herbicides and arboricides in the creation of fire-fighting mineralized strips is considered. The importance of the created tools for a comprehensive assessment of toxicity on biogeocenoses is shown, and a scheme for conducting research is developed.

**Keywords:** fire-fighting mineralized strips, bioassay, toxicity, test objects.

Предупреждение и борьба с природными пожарами является крайне актуальной задачей. Арсенал существующих на данный момент времени средств представлен достаточно широким инструментарием, включающим в себя: недопущение возгораний; борьбу с огнем; нераспространение на обширные участки наземных экосистем.

Важной проблемой в области пожарной безопасности является защита земель несельскохозяйственного использования, лесного фонда, иных линейных участков и биогеоценозов с помощью противопожарных преград.

Согласно ФЗ-123 [1] «Противопожарная минерализованная полоса – это искусственно созданная полоса на поверхности земли, очищенная от горючих

материалов или обработанная почвообрабатывающими орудиями либо иным способом до сплошного минерального слоя почвы...».

Существуют различные способы и методы организации противопожарных полос: ручной, механизированный, химический и др. Каждый из них имеет свои плюсы и минусы, однако наиболее действенным является химический. Использование данного способа предполагает широкое использование герби- и арборицидов, однако до настоящего времени недостаточно исследована комплексная экологическая составляющая, в том числе и воздействие на биогеоценозы.

Согласно «Методических рекомендаций...» [2] в настоящее время активно используются вещества из классов имидазолинонов, сульфонилмочевин, в частности это: имазапир, дикамба, хлорсульфурон.

Все указанные действующие вещества высокоэффективны против одно- и многолетних продуцентов и злаковых, включая древесные виды, исключая использование в агроценозах.

Негативное (истребляющее) воздействие указанных препаратов на продуцентах становится заметным на однолетних нежелательных видах – через 3-4 суток, на многолетних от 7 и более суток, на древесных видах время экспозиции увеличивается.

Согласно открытых источников защитное действие препаратов составляет 6-24 месяца, препятствуя второй и последующим волнам появления растительности. В работе [2] приведены результаты исследований указывающих на наличие остатков действующих веществ герби- и арборицидов, представленных исходными соединениями, имеющих среднюю подвижность в почве.

Наличие остаточных количеств действующих веществ может представлять серьезную опасность для человека и элементов биогеоценозов, как в настоящее время, так и в будущем.

Традиционно используемый лабораторный и полевой инструментарий достаточно обширен, трудоемок, материально затратен, а главное не дает комплексной оценки опасности поллютантов на живые организмы.

На наш взгляд наиболее целесообразным и универсальным инструментарием должно стать использование методов биотестирования.

Методы биотестирования, основаны на ответной реакции живых организмов (тест-объектов) на негативное воздействие (влияние) загрязняющих веществ, способны давать достоверную информацию о качестве окружающей среды, в том числе и противопожарных минерализованных полос и сопредельных с ними участков.

Для комплексной оценки безопасности противопожарных минерализованных полос необходимо провести фитотестирование нативных образцов почвы на продуцентах и экстрагированных образцов (водных вытяжек) на гидробионтах и водорослях.

Проведенные ранее исследования [3-6] позволяют рекомендовать наиболее чувствительные и специфичные тест объекты это: *T. vulgare*, *S. cereale*, *L. sativum*, *Ceriodaphnia affinis*, *Daphnia magna*, *Scenedesmus Guadricauda*, *Poecilia reticulata* Peters.

Исключительно важным моментом при проведении полевых и лабораторных исследований являются принятая схема исследования и места отбора проб – таблица.

Таблица

Принятая методика эксперимента проведения биотестирования противопожарной минерализованной полосы

№	Место отбора проб	Глубина отбора проб	Тестируемая проба	Тест объект	Время экспозиции (ч, сут.)
1	Центр минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
2	Правый край минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
3	Левый край минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
4	На расстоянии 5 м от правого края минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
5	На расстоянии 5 м от левого края минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
6	На расстоянии 7 м от правого края минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
7	На расстоянии 7 м от левого края минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
8	Центр минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
9	Правый край минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
10	Левый край минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
11	На расстоянии 5 м от правого края	Послойно с глубины 0-5 см			

	минерализованной полосы	Послойно с глубины 5-20 см			
12	На расстоянии 5 м от левого края минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
13	На расстоянии 7 м от правого края минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			
14	На расстоянии 7 м от левого края минерализованной полосы	Послойно с глубины 0-5 см			
		Послойно с глубины 5-20 см			

Разработанный методический подход позволит провести комплексную экологическую оценку воздействия на биоту препаратов, применяемых при создании противопожарных минерализованных полос, установить токсичность различных препаратов и препаративных форм, выявить различную чувствительность тест-объектов (продуценты, гидробионты, водоросли).

Учет экологических составляющих при создании минерализованных полос должен стать неотъемлемым критерием при выборе конкретных классов и групп, герби- и арборицидов, что позволит предотвратить (минимизировать) антропогенную нагрузку, особенно в рекреационных зонах, а также выполнить существующие нормы охраны и безопасности труда персонала.

### Литература

1. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (в ред. от 27.12.2018).
2. Методические рекомендации по применению смеси пестицидов на основе имазапира, дикамбы и хлорсульфуриона для устройства противопожарных полос с целью создания противопожарных преград. М.: ФГБНУ ВНИИ фитопатологии РАН – 2020, 50 с.
3. Донцов С.А. и др. Оценка токсичности почв промывочно-пропарочных станций – фактор комплексной безопасности труда // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2012. №3. С. 6-14.
4. Донцов С.А. Оценка токсичности почв промывочно-пропарочных станций методом биотестирования // Актуальные проблемы социально-экологической и экономической безопасности Поволжского региона: Сб. по матер. IV Межвузовс. науч.-практ. конф. – Казань: КФ МИИТ - Московского гос. универ. путей сообщения, 2011 - Часть II, С. 15-20.
5. Донцов С.А. Безопасность почв промывочно-пропарочных станций. Научно-педагогические проблемы транспортных учебных заведений // Мат. междунар. науч.-практ. конф. (Москва 20-21 сентября 2011). – Вып. 3 - М.; МИИТ, 2012 - С. 161-169.
6. Донцов, С. А. Мониторинг почв промывочно-пропарочных станций как элемент комплексной безопасности труда // Техносферная и экологическая безопасность на транспорте: сб. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2012. С. 77-80.

**Елькин А. А., Ложкарев А. И.**  
**Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург**

**Язык как фактор социокультурной безопасности и геополитического влияния**

Наряду с развитием российской государственности продолжается формирование и совершенствование отечественной модели национальной безопасности. Это связано с тем, что геополитическая обстановка в мире продолжает оставаться сложной. В начале XXI в. обозначились процессы повышения роли военной силы для обеспечения политических и экономических интересов государств мира, разворачивается новый виток гонки вооружений, расширяется конфликтное пространство во всех без исключения сферах общественной жизни, в том числе и социокультурной. России в этих условиях необходимо постоянно искать и находить ответы на новые геополитические угрозы и вызовы, обеспечивая свою национальную безопасность.

**Ключевые слова:** культура, безопасность, влияние, общество, нация, общеколлективный, проблема, управление, функция, язык, государство, геополитическое влияние, единство, общество.

**Elkin A. A., Lozhkarev A. I.**

***Language as a factor of socio-cultural security and geopolitical influence***

Along with the development of Russian statehood, the formation and improvement of the national model of national security continues. This is due to the fact that the geopolitical situation in the world continues to be difficult. At the beginning of the XXI century, the processes of increasing the role of military force to ensure the political and economic interests of the world's states were outlined, a new round of the arms race was unfolding, and the conflict space was expanding in all spheres of public life, including socio-cultural life, without exception. in these circumstances, russia must constantly seek and find answers to new geopolitical threats and challenges, ensuring its national security.

**Keywords:** culture, security, influence, society, nation, collective, problem, management, function, language, state, geopolitical influence, unity, society.

В «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации», принятой 31 декабря 2015 г., «национальная безопасность» определяется как «состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз, при котором обеспечиваются реализация конституционных прав и свобод граждан Российской Федерации, достойные качество и уровень их жизни, суверенитет, независимость, государственная и территориальная целостность, устойчивое социально-экономическое развитие Российской Федерации» [ 7 ]. С точки же зрения выделения основных сфер национальной безопасности правомерно говорить о социокультурной безопасности.

В ряду наиболее важных направлений обеспечения национальной безопасности России, именуемых в Стратегии «стратегическими национальными приоритетами», наряду с обороной страны, государственной и общественной безопасностью, повышением качества жизни российских граждан, экономическим ростом и рядом других выделяется и культура.

С точки же зрения основных сфер национальной безопасности правомерно говорить о социокультурной безопасности.

В социологическом смысле слова, культура - это система социально значимых знаний, ценностей, традиций, норм и правил поведения, посредством которых люди организуют свою жизнедеятельность в обществе [4.С.64].

Каким образом и как культура влияет на состояние национальной безопасности , какова ее роль в этом многогранном процессе ?

Следует отметить, что именно культура обеспечивает сохранение и приумножение традиционных российских духовно-нравственных ценностей как основы существования российского социума, сохраняет единое культурное пространство российского государства, обеспечивает влияние России в мировой гуманитарной сфере. В «Основах государственной культурной политики» России, прямо говорится, что «на протяжении всей отечественной истории именно культура сохраняла, накапливала и передавала новым поколениям духовный опыт нации, обеспечивала единство многонационального народа России, воспитывала чувства патриотизма и национальной гордости, укрепляла авторитет страны на международной арене» [5].

По нашему глубокому убеждению, ни один из таких важных факторов, как наличие современного вооружения, высокоэффективная экономика, новейшие технологии, стабильная финансовая система, не будут в полной мере «работать» на состояние национальной безопасности , если в государстве и обществе будут отсутствовать прочная гражданская идентичность, уважение к собственной истории , активное положительное восприятие государственной символики и политики , патриотизм народа.

В свою очередь, одним из основополагающих элементов, инструментов и носителей национальной культуры выступает **язык** – знаковая система хранения и передачи информации, выполняющий сознательную и коммуникативную функцию в процессе человеческой деятельности [1.С.325].

По мнению известного российского культуролога Л.Г.Ионина, с которым трудно не согласиться: «...культура напрямую связана с идеями, которые существуют и передаются в символической форме (посредством языка)».

Язык, во-первых, является мощным средством национальной идентификации, сплочения и консолидации общества, делает нацию нацией, поскольку выступает носителем , хранителем и распространителем ее базовых ценностей , традиций , исторической памяти.

Именно с помощью языка, втягиваясь в круг языкового общения , человек осознает себя частью единого целого, чувствует свою сопричастность к общеколлективным и общенациональным проблемам, воспринимая страну не только как место временного проживания , но , прежде всего, как Отечество, которое, в свою очередь, нуждается в защите. Реализовать подобного рода функцию в условиях многонационального государство-задача непростая, но, как показывает опыт России-решаемая. Сегодня можно смело утверждать, что русский язык не просто стал «государственным» языком огромной страны , но и показал себя как язык подлинно «общенациональный», способный объединять общество, обеспечивать преемственность поколений и движение вперед.

Во-вторых, язык выполняет функцию управления, выступает инструментом власти, поскольку в управлеченческих процессах крайне важна информационная основа, тогда как информация, в свою очередь, закодирована в языке.

Говоря об управлеченческой функции языка в контексте национальной безопасности, следует отметить, что на государственном языке определяются и характеризуются наиболее существенные для любого национального государства вызовы и угрозы, формируются и доносятся до членов общества главные, основополагающие положения и взгляды, связанные с его безопасностью, оформленные, как правило, в соответствующих правовых актах (Конституции, доктринах и концепциях), принимаемые государственные решения в области безопасности, отстаиваются национальные позиции на различного рода международных форумах и площадках (например – в Совете безопасности ООН).

Говоря о прикладном значении языка следует отметить, что в процессе обеспечения национальной безопасности именно язык выступает главнейшим фактором сплочения служебных коллективов, формирования в них обстановки дружбы и воинского товарищества, доверия, коллективизма. Кроме того, как и прежде, русский язык выполняет роль важнейшего инструмента управления в вышеназванной сфере, поскольку на нем отдаются команды, доводится служебная информация, издаются приказы, уставы и наставления, готовится разнообразная техническая документация.

В-третьих, не следует забывать, что язык продолжает оставаться значимым фактором геополитического влияния.

В этом контексте уместно вспомнить образное выражение И.В.Сталина, который, беседуя с английским писателем Г.Уэллсом, сравнил образование с оружием «эффект которого зависит от того, кто его держит в своих руках» [2].

По нашему мнению, язык в условиях глобального противоборства также становится оружием. Сегодня человечество все чаще сталкивается с использованием так называемого «глобального» языка, в роли которого выступает английский язык, который активно используется в политике, экономике, науке, технике, культуре. Через кино - и видеопродукцию, молодежную субкультуру, компьютерные программы английский язык активно проникает в самые различные сферы общественной жизни. Сегодня он приобрел официальный статус более чем в 70 странах мира, на английском языке во всемирной компьютерной сети хранится 90 % информации. Однако такая ситуация вызывает обоснованную тревогу, поскольку «глобальный» язык выполняет роль своеобразного «троянского коня», несущего чуждые нам идеалы, ценности, взгляды, политические модели, являясь, зачастую, не сколько средством коммуникации, сколько средством политического доминирования и культурно-идеологической экспансии.

Так, известный специалист в области культурологии С.Г. Тер-Минасова, говоря о сегодняшнем месте и влиянии английского языка на международную безопасность, подчеркивает, что этот «глобальный» язык несет в себе очень большой заряд ксенофобии по отношению к чужим, не нашим, к иностранцам» [8]. Она же отмечает, что «борьба за языковое господство...разгорается все сильнее: за языком стоит идеология, культура, система ценностей и, наконец, власть» [8].

Не вызывает сомнения, что вытеснение национального языка из главных сфер жизнедеятельности национального государства (науки, образования, СМИ) неизбежно приведет к деградации духовной сферы и постепенной утрате им своей самостоятельности.

Подобная ситуация имеет отношение и к русскому языку, который по справедливому замечанию В.К. Сергеева, «...является не только национально-культурной ценностью, но представляет собой объект системы национальной безопасности, требующий внимания и защиты» [6.С.89].

На сегодняшний день мы, к сожалению, сталкиваемся с утратой русским языком своих позиций, прежде всего, на постсоветском пространстве, поскольку лишь в Республике Беларусь русский язык является (наряду с белорусским) вторым государственным языком. Политическим преследованиям подвергаются носители русского языка в странах Балтии, на Украине, Молдове.

Однако и внутри российского общества существует немало проблем, связанных с состоянием и перспективами развития родного языка, среди которых: снижение качества его преподавания в российских учебных заведениях, необоснованное массовое распространение иностранных слов и выражений, искусственная трансформация русского языка в интернет-сетях, засорение языка жаргонной и криминальной лексикой, всеобщее снижение грамотности даже среди представителей формально образованной части населения и т. п.

Между тем, по состоянию национального языка, устной и письменной речи можно сделать обоснованный вывод о том, насколько в социокультурном плане здорова или больна та или иная нация, переживает ли она период интенсивного поступательного развития или культурного упадка, является или нет жертвой чужеродной культурно-идеологической и информационной экспансии.

Таким образом, язык выступает важнейшим фактором и условием формирования общенациональной культуры, играет ключевую роль в процессе социализации людей, является эффективным ретранслятором наиболее значимых социально-политических ценностей. Сегодня абсолютно ясно, что недооценка вопросов социокультурной и, конкретно, языковой политики может негативно сказаться на социально-политическом единстве общества, создать предпосылки для ослабления его изнутри, создав, таким образом, серьезные проблемы в сфере национальной безопасности.

### **Литература**

1. Бычков А.А. Изменение русского языка в глобальной сети «Интернет» как угроза // Соц.-гум. знания. 2019. № 4.С.324-330.
2. Бушков А. Сталин. Ледяной трон . СПб: Изд. Дом «Нева»Логос, 2005. 640 с.
3. Ионин Л.Г. Социология культуры . М: Логос, 1996. 280 с.
4. Кухарчук Д.В. Социология: краткий курс лекций . М.: Изд-во Юрайт, 2012.192 с.
5. Основы государственной культурной политики : указ Президента Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. №808 // Интернет – портал Рос. газ. – 2014. – 24 декабря .
6. Сергеев В.К. Русский язык и культура : роль языка в обеспечении культурной безопасности // Соц.-гум. знания. 2017. № 5.С.88-97.
7. Стратегия национальной безопасности РФ : указ Президента Российской Федерации от 31декабря 2015 г. №683 // Интернет – портал Рос. газ. – 2015. – 31 декабря .
8. Язык, культура и «мягкая сила»: сб. науч. трудов / Ин-т европ. яз. и культур Гуандун. ун-та иностр. яз. и междунар. торговли; Урал.гос.пед. ун-т. Екатеринбург,2018. 191 с.

Зайкин Р. Г., Галишев М. А.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург***Обнаружение техногенного нефтяного загрязнения  
на фоне органического вещества почв***

В работе отработана методика избирательного обнаружения техногенного нефтяного загрязнения на фоне органического вещества почв. Анализ количественного содержания нефтепродуктов в почвах проводился двумя независимыми скрининговыми методами. Использовались арбитражный ИК-спектроскопический метод определения содержания нефтепродуктов в почвах и метод молекулярной люминесценции в ультрафиолетовой и видимой областях спектра. Проведен корреляционный анализ сходимости результатов, полученных двумя методами. Установлено, что при относительно низких значениях концентраций нефтепродуктов в почвах, анализ их количественного содержания двумя независимыми методами дает адекватные результаты. При относительно высоких содержаниях нефтепродуктов в почвах, результаты анализов существенно различаются.

**Ключевые слова.** почва, нефтяное загрязнение, инфракрасная спектроскопия, молекулярная люминесценция, корреляционный анализ.

***Zaikin R. G., Galishev M. A.******Detection of man-made oil pollution against soil organic matter***

The method of selective detection of man-made oil pollution against the background of organic matter of soils has been worked out in the work. Analysis of the quantitative content of petroleum products in soils was carried out by two independent screening methods. An arbitration IR spectroscopic method for determining the content of petroleum products in soils and a molecular luminescence method in the ultraviolet and visible regions of the spectrum were used. Correlation analysis of convergence of results obtained by two methods was carried out. It was found that at relatively low concentrations of petroleum products in soils, the analysis of their quantitative content by two independent methods gives adequate results. With relatively high oil content in soils, the results of the analyses differ significantly.

**Keywords:** soil, oil pollution, infrared spectroscopy, molecular luminescence, correlation analysis.

Установление «действительного» уровня загрязнения почвенного покрова нефтепродуктами представляет собой сложную задачу. Порой, даже очень высокие значения суммарного содержания нефтепродуктов связаны не с техногенным загрязнением, а обусловлены генетическими особенностями самой почвы. Главный недостаток системы ПДК для почв заключается в том, что они представляют собой универсальные всеобщие нормативы для больших территорий. В них отсутствует учет специфики функционирования экосистем в различных природно-климатических зонах, биогеохимических провинциях, имеющих естественные геохимические аномалии и различный уровень фонового содержания природных соединений. Сложность при установлении нормативов содержания нефтепродуктов в почвах, как собственно и в других природных средах, во многом связана с неопределенностью самого понятия

«нефтепродукты». Согласно ГОСТ [1] нефтепродуктом называется готовый продукт, полученный при переработке нефти, газоконденсатного, углеводородного и химического сырья. Попадая в природную среду эти вещества претерпевают значительные изменения, в основном связанные с испарением легких фракций, вымыванием природными водами, фотоокислением, биодеградацией. В итоге они перестают соответствовать составу исходных нефтепродуктов, вырабатываемых на нефтеперерабатывающих заводах. Содержащееся в природной среде органическое вещество часто имеет состав, схожий по составу с нефтяными компонентами, по крайней мере, дает при определении аналогичный аналитический сигнал. Выявление техногенного нефтяного загрязнения на природном фоне может быть осуществлено двумя путями.

Первый – детальный анализ с выявлением индивидуализирующих компонентов и их установленными количественными соотношениями. Для уверенного установления различий между компонентами нефтяного загрязнения и фоновыми органическими соединениями почв необходимо проводить исследования на молекулярном уровне. Применение этих методов требует больших приборно-аналитических и временных затрат. Второй путь - массовые анализы с использованием для их обработки методов математической статистики. Система скрининговых аналитических методов количественного определения нефтяного загрязнения в почве. является принципиальным путем выделения техногенного загрязнения из общей суммы органических компонентов окружающей среды, альтернативным проведению детального анализа проб [2]. Обработка результатов скрининговых определений с использованием методов математической статистики позволяет выявлять локальные очаги или крупные зоны нефтяного загрязнения на природном фоне, выделять аномальные зоны загрязнения, подсчитывать валовое количество загрязнителей в природной среде, оценивать экологический ущерб.

В настоящей работе проведен корреляционный анализ силы (тесноты) связи между результатами, получаемыми при изучении нефтяного загрязнения почв двумя скрининговыми методами анализа нефтепродуктов в почвах. Первый - арбитражный ИК-спектроскопический метод определения содержания нефтепродуктов в почвах [3]. Вторым методом, использованным в работе, был метод, основанный на экстракции из почв органических соединений гексаном и исследовании гексановых экстрактов методом молекулярной люминесценции в ультрафиолетовой и видимой областях спектра [4]. Два выбранных метода взаимно дополняют друг друга, давая независимые результаты, основанные на изучение различных классов нефтяных углеводородов. Первый, в основном фиксирует содержание алифатических углеводородов и легких ароматических углеводородов бензольного ряда, второй – содержание нефтепродуктов по всему спектру ароматических структур.

В качестве переменных, взаимосвязь которых устанавливалась в исследовании, были выбраны содержание неполярных нефтепродуктов, определяемое методом ИК-спектроскопии и содержание ароматических углеводородов, определяемой методом молекулярной люминесценции. Эта взаимосвязь проявляется в совместной вариации: при изменении одного

показателя имеет место тенденция изменения другого. Для получения стандартизованной величины силы (тесноты) взаимосвязи использовался линейный коэффициент корреляции Пирсона

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X}_{cp})(Y_i - \bar{Y}_{cp})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X}_{cp})^2 \sum (Y_i - \bar{Y}_{cp})^2}} \quad (1)$$

где  $r$  - коэффициент корреляции Пирсона,

$X_i$  и  $Y_i$  – значения показателей,

$\bar{X}_{cp}$  и  $\bar{Y}_{cp}$  – средние значения показателей.

В качестве объекта изучения послужили 52 образца почв, отобранные в районе разведочной скважины на нефтяном месторождении в Архангельской области. Содержание нефтепродуктов в изученных образцах, изученное методом ИКС ( $НП_{икс}$ ), варьировало в диапазоне от 30 до 4950 ppm, при среднем значении 988 ppm. Содержание нефтепродуктов, определенное методом молекулярной люминесценции ( $НП_{люм}$ ), варьировало в диапазоне от 10 до 2610 ppm, при среднем значении 555 ppm.

Линейный коэффициент корреляции между двумя массивами данных составляет величину 0,81. Наглядное представление о корреляции дает диаграмма рассеяния и построенная по ней регрессионная модель (рисунок). Оценку качества регрессионной модели дает коэффициент детерминации –  $R^2$ , определяемый как квадрат коэффициента корреляции. На диаграмме рассеяния точек, отображающих зависимость содержания нефтепродуктов, полученных двумя методами заметен значительный разброс значений относительно линейной регрессионной зависимости (рисунок).

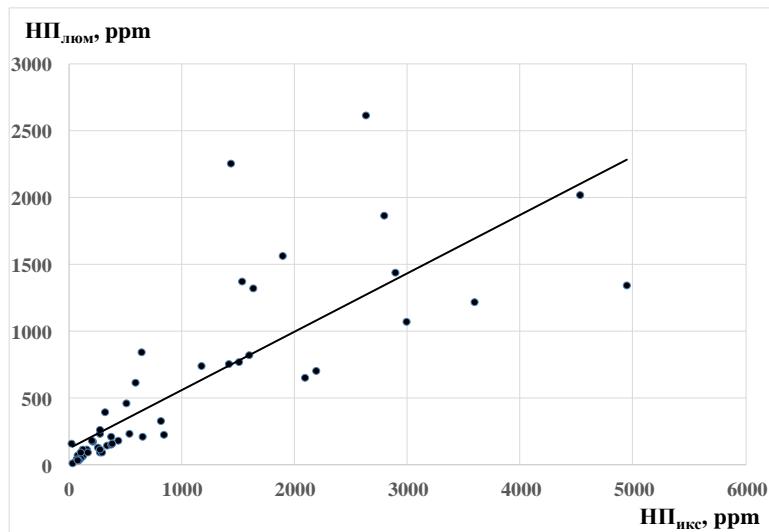


Рис. Диаграмма рассеяния значений зависимости содержания нефтепродуктов, определенных двумя методами

Зависимость имеет вид:

$$[\text{НП}]_{люм} = 0,44 [\text{НП}]_{икс} + 120 \quad (2)$$

при низком значении коэффициента детерминации  $R^2 = 0,65$ .

Это подтверждает низкую корреляционную зависимость между анализируемыми рядами данных.

Между тем, из приведенного графика можно сделать предположение о том, что теснота связи между оцениваемыми параметрами различна в различных

диапазонах концентраций нефтепродуктов. Был проведен анализ тесноты связи между массивами данных раздельно для интервала значений содержания нефтепродуктов менее 220 ppm и выше 220 ppm. В диапазоне значений содержания нефтепродуктов менее 220 ppm коэффициент корреляции равен 0,93, коэффициент детерминации  $R^2 = 0,86$ . В диапазоне значений содержания нефтепродуктов выше 220 ppm коэффициент корреляции равен 0,74, при низком значении коэффициента детерминации  $R^2 = 0,54$ . Данные по содержанию нефтепродуктов, полученные двумя методами в этом диапазоне концентраций очень слабо коррелируют.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод о том, что при относительно низких значениях концентраций нефтепродуктов в почвах, анализ их количественного содержания двумя независимыми методами дает адекватные результаты. При относительно высоких содержаниях нефтепродуктов в почвах, необходимо пользоваться для анализа их количественного содержания двумя методами, сопоставляя их результаты логико-вероятностными методами.

#### **Литература**

1. ГОСТ 26098-84 Нефтепродукты. Термины и определения (в изд. 2010 г.). М., 2010.
2. Золотов Ю.А. Скрининг массовых проб /Журнал аналитической химии, 2001. Т. 56. - № 8. С. 794.
3. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98. (Издание 2005 г.)
4. Методика выполнения измерения массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости “Флюорат-02” (М 03-03-2012). ПНД Ф 16.1:2.21-98 (издание 2012 г.).

УДК 614.84:519

kaibitchev@mail.ru

**Кайбичев И. А., Задорина Д. Е.**  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

#### ***Расчет условной вероятности возникновения пожара в зависимости от возраста виновника***

Выполнен расчет условной вероятности возникновения пожара в зависимости от категории возраста виновника.

*Ключевые слова:* условная вероятность, виновник пожара, возраст виновника.

***Kaibichev I. A., Zadorina D. E.***

#### ***Calculation of the conditional probability of a fire depending on the age of the culprit***

The conditional probability of fire occurrence is calculated depending on the category of age of the culprit.

*Keywords:* conditional probability, the cause of the fire, age of the culprit.

Частоты возникновения пожаров и пожароопасных ситуаций в общественных зданиях и зданиях производственного назначения рассчитаны в работе [1]. Эти расчеты нужны для проведения оценки пожарного риска. В работе страховых компаний при заключении договоров страхования зданий и

сооружений от пожаров важным обстоятельством является возрастной состав лиц, пребывающих на данном объекте. Известно, что количество пожаров зависит от возраста виновника пожара [2]. К данному моменту времени нет исследований по расчету условной вероятности пожара в зависимости от категории возраста виновника пожара.

Условная вероятность - вероятность наступления события А при условии, что событие В произошло. Вероятность события А, вычисленную в предположении, что о результате эксперимента уже что-то известно (событие В произошло), мы будем обозначать через  $P(A|B)$ . Событие А состоит в том, что пожар произошел по определенной категории возраста виновника. Событие В состоит в том, что при пожаре произошел.

Принято выделять семь категорий возраста виновника пожара [2]. Обозначим категории виновников порядковым номером N: 1 – до 7 лет, 2 – от 7 до 14 лет, 3 – от 14 до 16 лет, 4 – от 16 до 20 лет, 5 – от 20 до 41 года, 6 – от 41 до 60 лет, 7 – старше 60 лет. К данному моменту времени доступны статистические данные за период 2002 – 2019 годов (Таблица 1). Данные по каждой категории возраста виновника пожара за период 2002 – 2019 годов суммируем, находим общее число пожаров (Таблица 2). Относительную частоту возникновения пожара по каждой категории возраста виновника находим путем деления значения для этой категории на общее количество пожаров. В качестве оценки для условной вероятности возникновения пожара по категории возраста виновника примем рассчитанные значения относительных частот. График распределения условной вероятности возникновения пожара по категории возраста виновника (Рис. 1) показывает, что наибольшие значения наблюдаются для 5, 6, 7 возрастных групп.

Таблица 1

Количество пожаров в Российской Федерации по возрастам виновников пожара за период 2002-2019 годов

N	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	2666	2219	2163	2300	2117	2190	1911	1732	1483
2	3902	3086	2738	2608	2046	2223	1968	1589	1414
3	1061	841	766	606	533	492	405	323	241
4	2122	1869	1698	1532	1316	1316	1070	844	700
5	39067	35057	32492	30675	28900	28030	25723	24470	22780
6	55257	50093	47166	47134	43901	41940	39406	37900	35558
7	25041	23246	20712	19986	18929	17750	17183	17044	16479

N	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	1370	1207	1085	1011	881	700	574	535	699
2	1305	1246	1199	1153	1052	1002	940	936	1334
3	222	176	178	196	183	132	137	154	226
4	531	525	434	433	358	329	330	303	415
5	21383	20277	18955	17644	15693	14006	12987	12326	16214
6	32689	30940	28136	26531	23486	21831	20139	19902	24852
7	15616	15406	14162	14002	12844	12802	12572	12795	15277

Таблица 2

Расчет относительной частоты возникновения пожара по категории возраста виновника

N	Количество пожаров	Относительная частота
1	26843	0,019
2	31741	0,022
3	6872	0,005
4	16125	0,011
5	416679	0,292
6	626861	0,439
7	301846	0,212

Мы имеем дело с дискретной величиной N принимающей значения 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Вычислим математическое ожидание

$$M[N] = \sum_{i=1}^7 [N_i * p_i] = 5,699 \quad (1)$$

Здесь  $N_i$  принимает значения 1, 2, 3, ..., 7, а  $p_i$  – соответствующая вероятность появления этого значения.

Далее определим дисперсию

$$D[N] = \sum_{i=1}^7 [(N_i - M[N])^2 * p_i] = 1,328 \quad (2)$$

Среднее квадратическое отклонение равно

$$S = \sqrt{D[N]} = 1,152 \quad (3)$$

В итоге выполнен расчет условной вероятности возникновения пожара в зависимости от категории возраста виновника пожара. Математическое ожидание категории виновника пожара за период 2002-2019 годов составило 5,699, дисперсия 1,328, среднее квадратическое отклонение 1,152.

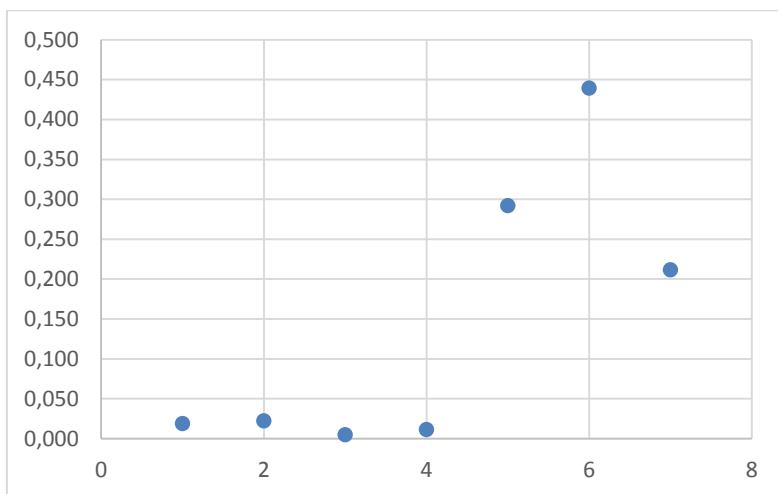


Рис. 1. Распределение условной вероятности возникновения пожара по категориям возраста виновника

Выполненный расчет может быть использован при определении стоимости договоров страхования объектов от пожаров с учетом возрастного состава пребывающих там людей.

#### Литература

1. Гордиенко Д.М., Карпов А.В. и др. Данные о частотах возникновения пожаров и пожароопасных ситуаций в общественных зданиях различного назначения и на производственных объектах // Пожарная безопасность. 2009, № 2. С. 42-46.

**Калач А. В.<sup>1</sup>, Порхачев М. Ю.<sup>1</sup>, Паршина А. П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

<sup>2</sup>Воронежский государственный технический университет, Воронеж

**Компьютерная модель решения задачи «Нахождение значения точки температурного поля кондуктивной свободной конвекции при граничных условиях первого рода»**

Решена задача распределения температуры в параллелепипеде для кондуктивного режима свободной конвекции математическими методами. Построена Компьютерная модель решения задачи «Нахождение значения точки температурного поля кондуктивной свободной конвекции при граничных условиях первого рода».

**Ключевые слова:** математические методы, компьютерная модель, свободная конвекция, температурное поле.

***Kalach A. V., Porkhachev M. Yu., Parchina A. P.***

***A computer model for solving the problem «Finding the point value of the temperature field of conductive free convection under boundary conditions of the first kind»***

The problem of temperature distribution in a parallelepiped for the conductive mode of free convection is solved by mathematical methods. A computer model for solving the problem "Finding the value of the temperature field point of conductive free convection under boundary conditions of the first kind" is constructed.

**Keywords:** mathematical methods, computer model, free convection, temperature field.

Современные объекты строительства представляют собой комплексы, состоящие из большого количества помещений разного назначения, инженерных систем и оборудования. При этом помещения и инженерные системы очень разнообразны и отличия состоят в функциональном назначении этих помещений. При разработке и внедрении противопожарных мероприятий необходимо учитывать особенности помещений - геометрические размеры и форму помещений, их функциональное назначение и конфигурации инженерных систем. Рассмотрен метод решения пространственной задачи об отыскании нестационарного температурного поля в прямоугольном параллелепипеде при граничных условиях первого рода.

Задача решена аналитически с помощью применения преобразования Лапласа по безразмерному времени  $\theta$  и конечного интегрального синус-преобразования Фурье по пространственным координатам  $X$  и  $Y$ .

В результате получено аналитическое решение задачи распределения температуры в параллелепипеде для кондуктивного режима свободной конвекции, когда одна из боковых граней параллелепипеда поддерживается при постоянной температуре, а остальные при другой одинаковой постоянной температуре [1, 2].

Полученное решение применимо при исследовании процессов горения веществ и материалов.

Разработка программы осуществлялась средствами объектно-ориентированного программирования Visual Basic for Application в среде Microsoft Excel. Интерфейс программы представлен на рис. 1.

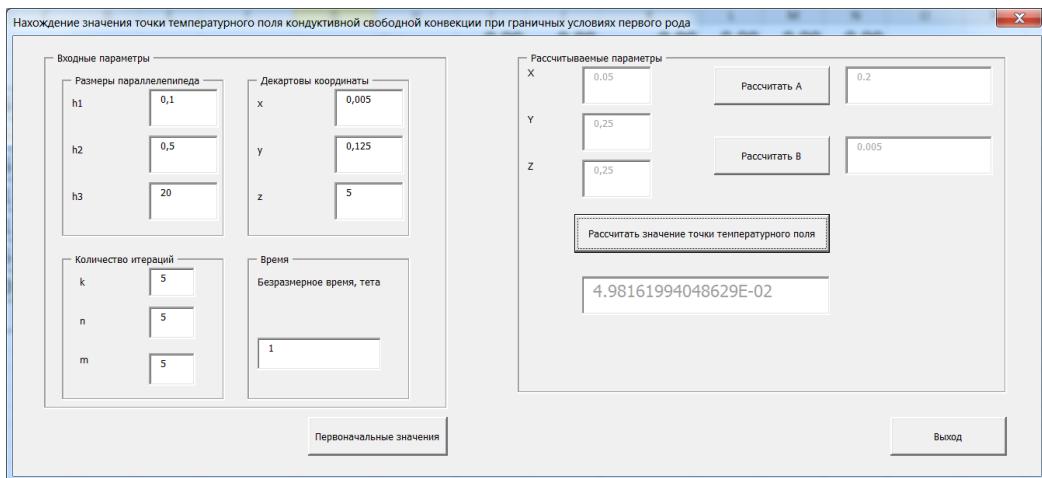


Рис. 1. Окно программы «Оптимизация мазутопровода по технико-экономическим показателям»

Функционал программы позволяет рассчитать значение точки температурного поля. Программой предусмотрен вывод справочной информации (рис. 2) и защита от ввода некорректной информации (рис. 3). Программный продукт зарегистрирован федеральной службой по интеллектуальной собственности, номер регистрации – 2020667166.

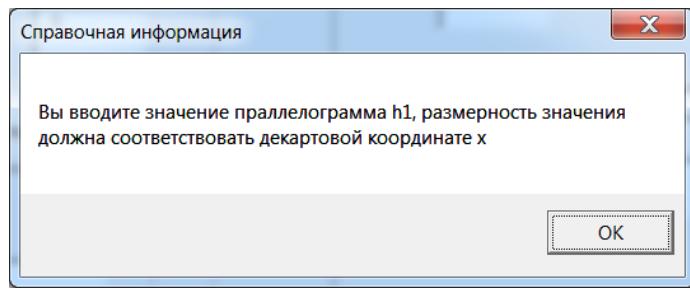


Рис. 2. Пример вывода справочной информации

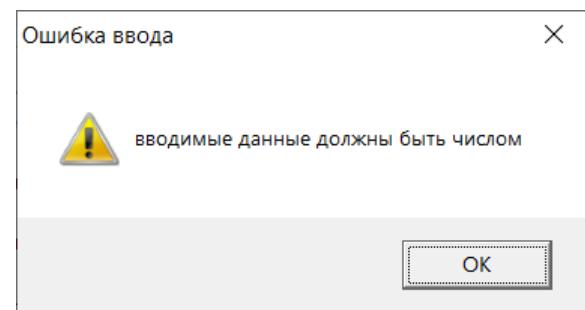


Рис. 3. Пример вывода информации об ошибке

### Литература

1. Kalach A.V., Parshina A.P., Oblienko A.V., Sushko E.A., Kalach E.V. Mathematical modeling of the fire within the premise equipped by the system of antismoke ventilation // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. 2020. 032023.
2. Паршина А.П. и др. Математическое моделирование динамики температурного режима пожара с учетом движения воздушных потоков по принципу свободной конвекции // сборник трудов Международной научной конференции «Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики», Воронеж. 2020. С. 1024-1029.

**Калач А. В.<sup>1</sup>, Порхачев М. Ю.<sup>1</sup>,  
Хвостов А. А.<sup>2</sup>, Попов Н. Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург

<sup>2</sup>ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»,  
Воронеж

***Компьютерная модель решения задачи «Оптимизация мазутопровода по технико-экономическим показателям»***

Проведено математическое моделирование, позволяющее оптимизировать трубопроводы источников теплоснабжения по технико-экономическим показателям. Построена Компьютерная модель решения задачи «Оптимизация мазутопровода по технико-экономическим показателям».

**Ключевые слова:** математическая модель, компьютерная модель, трубопроводы, источники теплоснабжения, технико-экономические показатели.

***Kalach A. V., Porkhachev M. Yu.,  
Khvostov A. A., Popov N. N.***

***Computer model for solving the problem «Optimization  
of the fuel oil pipeline by technical and economic indicators»***

Mathematical modeling is carried out, which allows to optimize the pipelines of heat supply sources according to technical and economic indicators. A computer model of the solution of the problem "Optimization of the fuel oil pipeline according to technical and economic indicators" is constructed.

**Keywords:** mathematical model, computer model, pipes, heat supply sources, technical and economic indicators.

Источниками теплоснабжения критически-важных объектов, как правило, являются тепловые электростанции (ТЭС) и котельные установки, от качества проектирования и эксплуатации которых зависит безопасное и эффективное снабжение теплом и электроэнергией. В частности, в работе проведено математическое моделирование, позволяющее оптимизировать трубопроводы источников теплоснабжения по технико-экономическим показателям, произвести расчет капитальных и эксплуатационных затрат [1]. Данная математическая модель послужила основой для проведения компьютерного моделирования с целью повышения эффективности деятельности специалистов, осуществляющих проектирование и эксплуатацию трубопроводов (мазутопроводов) ТЭС.

Разработка программы осуществлялась средствами объектно-ориентированного программирования Visual Basic for Application в среде Microsoft Excel. Интерфейс программы представлен на рис. 1.

Оптимизация мазутопровода по технико-экономическим показателям

Параметры мазута

Марка мазута	M-100
Температура при эксплуатации, °C	80
<b>Рассчитать параметры мазута</b>	
Плотность мазута, кг/куб.м	844.52
Кинематическая вязкость мазута, Па·с	0,0001143
Динамическая вязкость мазута, Па·с	0,0965382

Параметры длин мазутопровода

Общая длина горизонтальных участков, м	102
Общая длина вертикальных участков с подъемом мазута, м	6
Общая длина вертикальных участков с опусканием мазута, м	5
<b>Рассчитать длины мазутопровода</b>	
Общая длина вертикальных участков, м	11
Общая длина мазутопровода, м	113

Местные сопротивления

Название узла	Значение сопротивления	Количество узлов
Вход в трубу	0.5	1
Вентиль	2	1
Колено (поворот на 90 град.)	1.3	1
Внезапное сужение	0.64	1
Внезапное расширение	0.64	1
Фильтр	8	1
Выход из трубы	1	1

**Рассчитать общий коэффициент местного сопротивления**

Общий коэффициент местного сопротивления **14.08**

Удельные затраты за год

Регрессионный коэффициент, руб/кв.м	28728
<b>Рассчитать удельные капитальные затраты</b>	
Удельные капитальные затраты, руб/м	3246264

Количество рабочих дней в году

36,5	
Продолжительность работы в сутки, час.	8
Коэффициент запаса мощности электродвигателя	1,2
Объемный расход мазута, куб. м/с	0,039

Стоимость 1 кВт·час, руб/кВт·час

3,74	
КПД привода насоса	0,8
<b>Рассчитать удельные эксплуатационные затраты</b>	
Удельные эксплуатационные затраты, руб/кПа	63.88668

Расчет итоговых параметров

<b>Рассчитать оптимальный диаметр мазутопровода, м</b>	0,400
<b>Рассчитать оптимальное значение потерь давления в трубопроводе, Па</b>	9526,886
<b>Рассчитать минимальное значение суммарных затрат на мазутопровод, руб/год</b>	1906933,532

**Установить начальные значения**

**Выход**

Рис. 2. Окно программы «Оптимизация мазутопровода по технико-экономическим показателям»

Функционал программы позволяет рассчитать:

- параметры мазута (динамическую и кинематическую вязкости);
- общий коэффициент местных сопротивлений конкретного мазутопровода с учетом вида и количества применяемых соединительных узлов; – удельные капитальные и эксплуатационные затраты для мазутопровода с учетом технических параметров насоса, временных и региональных параметров эксплуатации;
- оптимальный диаметр мазутопровода для проектирования;
- оптимальное значение потерь давления в мазутопроводе;
- минимальное значение суммарных затрат на мазутопровод.

Программой предусмотрен вывод справочной информации (рис. 2) и защита от ввода не корректной информации (рис. 3).

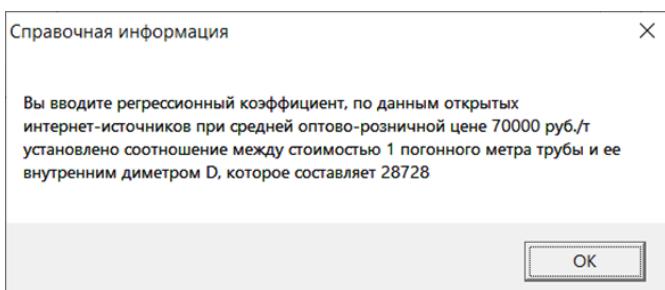


Рис. 2. Пример вывода справочной информации

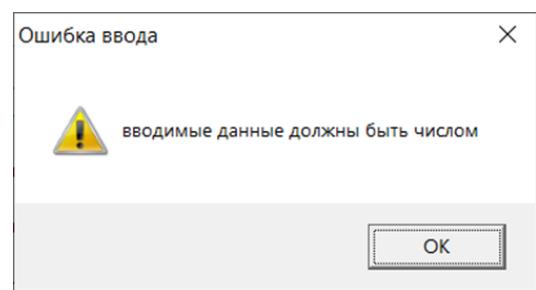


Рис. 3. Пример вывода информации об ошибке

### Литература

1. Хвостов А.А. и др. Оптимизация параметров технологического трубопровода по технико-экономическим показателям // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 1. С. 34 – 46.

УДК 621

Slavakis76@mail.ru

**Киселев В. В.**

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново

### **Разработка пожарной роботизированной движущейся установки**

В статье описана конструкция робототехнического комплекса легкого класса для тушения локальных загораний и проведения разведки при пожаре. Приводятся основные технические характеристики робототехнического комплекса.

*Ключевые слова:* робототехника, разведка, авария, безопасность.

**Kiselev V. V.**

### ***Development of a fire robotized moving plant***

The article describes the design of a light-class robotic complex for extinguishing local fires and conducting reconnaissance in case of fire. The main technical characteristics of the robotic complex are presented.

*Keywords:* robotics, exploration, accident, safety.

Профессия пожарного и спасателя связана с опасной работой, они занимаются ликвидацией аварий, пожаров, а также последствий других чрезвычайных ситуаций. Пожары и стихийные бедствия сопровождаются

наличием разнообразных опасных факторов – повышенных температур, взрыво- и газоопасных сред, которые несут угрозу не только здоровью, но часто и жизни пожарного. Для снижения вероятности поражения людей в настоящее время все шире находят свое применение разнообразные безлюдные технологии, в частности применяются роботизированные установки стационарные или подвижные [1].

В ходе изучения перечня применяемых для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций подвижных робототехнических устройств, пришли к выводу, что для различных видов работ применяются узконаправленные специализированные устройства. Это влечет за собой сложности, связанные с необходимостью применять для каждого типа роботизированных устройств свою систему управления, необходимые запасные части для проведения обслуживания техники. Управление такими роботизированными устройствами также может отличаться, поэтому требуется и наличие квалифицированных специалистов, способных работать с широким спектром подобных машин. Решением этой проблемы может являться разработка широкопрофильного многофункционального роботизированного устройства [2].

В данной работе описан один из вариантов решения этой проблемы, в которой рассмотрена возможность разработки роботизированного устройства, построенного по принципу модульной компоновки.

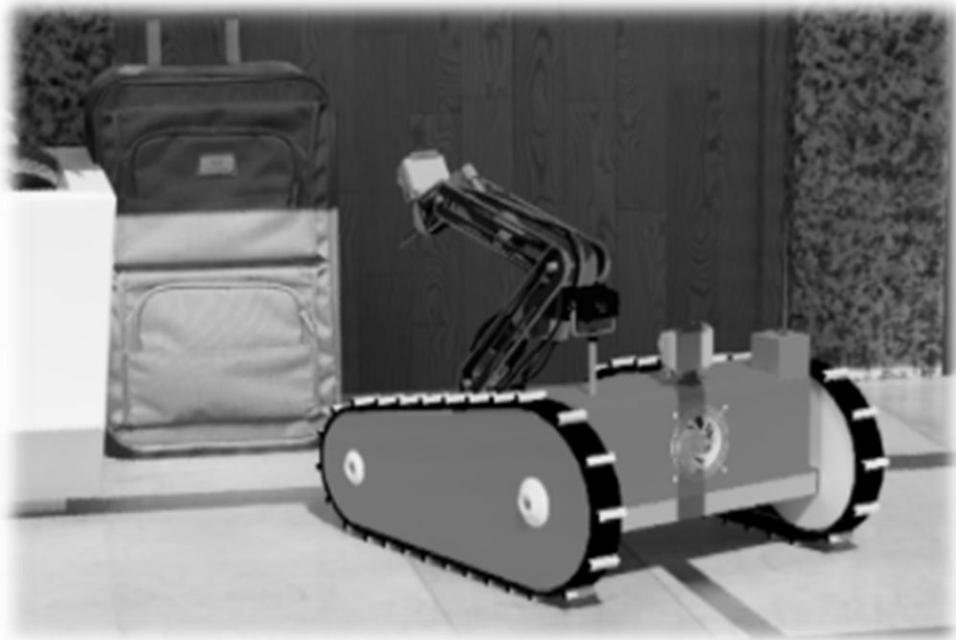
Такой принцип построения роботизированного устройства позволит существенно расширить область его применения. Будут исключены многие проблемные вопросы, обозначенные выше. Предлагаемое устройство может быть перенастроено в короткое время для решения конкретной задачи, например, может быть оснащено средствами пожаротушения, манипулятором, приборами видеонаблюдения и контроля и так далее [3].

Авторским коллективом [4] был разработан экспериментальный образец робототехнической платформы. Подвижное шасси было изготовлено из негорючих ударопрочных материалов, модуль управления надежно защищен в корпусе машины. Экспериментальный образец подвижной платформы робототехнического комплекса представлен на рис. 1.



*Рис. 1 Робототехнический комплекс легкого класса, оснащенный модулями порошкового пожаротушения*

В данном исполнении робототехнический комплекс настроен на тушение наибольших загораний, поиска пострадавших и проведения видеонаблюдения. Для этого на подвижной платформе робототехнического комплекса установлена необходимая аппаратура – модули порошкового тушения, видеокамера с возможностью передачи изображения на расстояние. При необходимости данное оборудование может быть заменено на другое для решения необходимых задач. При этом перенастройка роботизированной установки занимает незначительное количество времени (до 10 минут). Например, вместо средств пожаротушения, можем установить манипулятор (рис. 2). Такой вариант оснащения роботизированной платформы позволит организовать работу с взрывоопасными предметами.

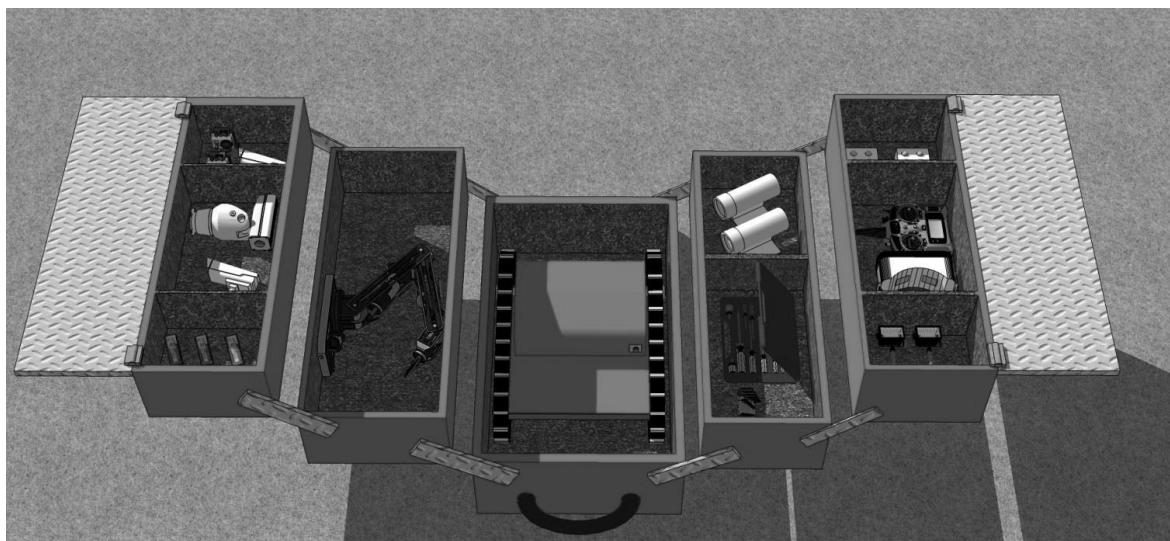


*Рис. 2 Подвижная роботизированная платформа с манипулятором*

При изготовлении подвижной роботизированной платформы применялись стальные листы, обеспечивающие необходимые прочностные показатели. В движение устройство приводится двумя серводвигателями общей мощностью 600 Вт. Установлен гусеничный двигатель, позволяющий осуществлять передвижение платформы по пересеченной местности. Кроме этого такой принцип приведения в движение позволяет повысить маневренность устройства, обеспечивая развороты на месте на любой необходимый угол. Роботизированная платформа управляется дистанционно, позволяя оператору оставаться в безопасном месте. Контроль за движением устройства осуществляется при помощи видеокамеры. Продолжительность работы устройства зависит от различных условий – от величины полезной нагрузки, от погодных условий, в том числе от емкости применяемых аккумуляторных батарей. В ходе испытаний разработанной роботизированной платформы выявлено, что устройство способно автономно работать в течении полу часа, после чего требуется замена батарей или их перезарядка. Испытания показали, что разработанная платформа обладает достаточными скоростными

характеристиками, например, скорость движения по бездорожью составляет около 3 м/с.

При следовании на место вызова предполагается транспортировать роботизированный комплекс в раскладываемом боксе, в котором смогут разместиться как сама подвижная платформа, так и все необходимое оборудование для ее настройки и управления. Раскладываемый бокс, укомплектованный необходимым оборудованием показан на рис. 3. Данный вариант компоновки обеспечит необходимую мобильность и удобство транспортировки и использования.



*Рис. 3 Складной бокс для робототехнического комплекса*

На основании вышеизложенного можем сделать вывод, что применение подобных многофункциональных роботизированных устройств позволит расширить спектр решаемых задач, обеспечивая при этом безопасность оператора. Важным достоинством является возможность экономии денежных средств, за счет исключения необходимости приобретения других робототехнических устройств, способных решать специализированные задачи.

#### **Литература**

1. Легкова И.А. и др. Инновационные технологии при обучении графическим дисциплинам // Пожарная и аварийная безопасность / Мат. IX Междунар. научно-практической конференции. 2014. С. 300-301.
2. Пучков П.В. Шнекороторное роботизированное устройство для выполнения аварийно-спасательных работ на труднодоступных территориях // NovaInfo.Ru. 2019. № 111. С.11-12.
3. Кропотова Н.А., Пучков П.В., Леушин Е.Н. Разработка робототехнического комплекса и системы для противопожарной защиты и ликвидации последствий пожаров и взрывов на водных объектах. // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сб. мат. Междунар. науч.-практ. Конф., посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 19 сентября 2018 г. Часть II. Иваново, 2018. С. 45-48.
4. Покровский А.А. и др. Реализация информационных и профессионально-ориентированных образовательных технологий в учебном процессе. // Современные проблемы высшего образования / Мат. VII Междунар. науч.-метод. конф. 2015. С. 44-49.

**Анализ возможности проведения спасательных работ и особенности  
высокоэтажного современного строения объектов**

В публикации рассмотрены особенности динамики пожаров в помещениях высотных зданиях и особенности эвакуации людей на примере учебно-административного здания Академии ГПС МЧС России.

**Ключевые слова:** пожар, воздух, массовая доля выгорания, температура, сохранение материальных ценностей.

**Kosyanova E. N., Komrakov P. V.**

***Analysis of the possibility of rescue operations and features of high-rise modern  
structures of objects'***

The publication discusses ways to eliminate Combustion and features of construction of objects, considered one of the buildings of the State Fire Academy of emercom of Russia.

**Keywords:** fire, air, mass fraction of burnout, temperature, preservation of material values.

В Российской Федерации в связи с особенностями развития экономической ситуации существенно изменился образ жизни населения. Граждане в выходные и праздничные дни чаще начали посещать общественные места – торговые центры, театры, спортивные клубы, супермаркеты и другие заведения, расположенные в многоэтажных строениях. В будни большинство городского населения вынуждено работать так же в зданиях повышенной этажности.

В тоже время, за период с 2015 по 2020 гг. на территории Российской Федерации значительно увеличилось количество пожаров в общественных зданиях с пребыванием большого количества людей, в результате которых погибло значительное количество трудоспособного населения, а также получены травмы в виде ожогов внутренних органов, что приводило к госпитализации. Все эти перечисленные факторы наносят значительный ущерб экономики нашего государства.

В большинстве случаев, согласно отчетным документов (статистике) [1-8], в основном гибель людей во время и после пожара является отравление угарным газом (окисью углерода СО). Разнообразие современных отделочных материалов и дешевизна их производства на основе полимерных материалов, позволяют использовать их в повседневной деятельности: отделка городских квартир, помещений частных домов, магазинов, супермаркетов и т.д. Данные отделочные материалы при горении выделяют большое количество угарного газа и ядовитых продуктов сгорания.

Возможность использования перспективных средств обнаружения и поиска людей при недостаточной видимости (приборы, работающие в ИК диапазоне) дадут возможность в кратчайшие сроки пройти к очагу возгорания

при сильном задымлении здания и провести безопасную эвакуацию людей.

В свою очередь, пожары подразделяются на открытые (горение лесов, торфяников, пожары газовых фонтанов и резервуаров) и внутренние (пожары внутри помещений). В настоящее время, около 90% пожаров во всем мире и в России, происходит внутри различных помещений. Такие пожары наносят наибольший суммарный социальный, экономический и экологический ущерб. При пожарах в помещениях ежегодно погибает людей больше, чем в различных войнах и вооруженных конфликтах. Даже грубый расчет показывает, что при горении мебели на рядовом пожаре в городской квартире, который имеет среднестатистическую площадь около  $5 - 10 \text{ м}^2$ , среднеобъемную температуру  $500 - 600^\circ\text{C}$ , за время свободного развития (около 20 мин.) в окружающую среду выбрасывается  $500 - 900 \text{ м}^3$  продуктов горения в виде дымовых газов. В их состав входит, как известно, целая гамма вредных и отравляющих веществ. Только в Москве суммарный объем выбросов в атмосферу от квартирных пожаров ежегодно составляет  $(6 - 12) \times 10^6 \text{ м}^3$ .

Экспериментально установлено, что при стационарном газообмене на внутреннем пожаре среднеобъемная температура и выделение дыма зависят от высоты и площади оконных и дверных проемов, через которые происходит газообмен. В случае, когда скорость притока воздуха к поверхности горения не обеспечивает максимальную скорость выгорания, увеличение дополнительного притока воздуха приводит к росту массовой скорости выгорания и росту теплоты пожара. При этом тепло, затраченное на нагрев среды внутри помещения, повышает горение материалов и увеличивает температуру пожара. Такие пожары называются регулируемыми вентиляцией (ПРВ).

В тех случаях, когда массовая скорость выгорания и, следовательно, теплота пожара максимальны для данного горючего, и не зависят от увеличения притока воздуха, т.е. эти параметры пожара не изменяются, к тому же увеличение притока холодного воздуха в помещение, приводит к тому, что температура пожара снижается, то такие пожары называются регулируемые нагрузкой (ПРН).

Таким образом, ПРН – это режим пожара, при котором массовая скорость выгорания определяется характеристиками пожарной нагрузки и не зависит от изменения притока воздуха в помещение, ПРВ - режим пожара, при котором расход воздуха, поступающего в помещение, лимитирует массовую скорость выгорания.

Оба режима пожара (ПРН и ПРВ), по своему, опасны: пожар, регулируемый нагрузкой, обладает максимальной линейной и массовой скоростями выгорания, пламя обладает большой излучательной способностью, теплота пожара наибольшая. Пожар, регулируемый вентиляцией, образует ядовитые продукты неполного сгорания, максимальную плотность задымления, а также создает опасность возникновения объемной вспышки.

Наиболее опасным и непредсказуемым по своему развитию является переходный или критический режим пожара (КРП). Это когда пожар, регулируемый нагрузкой, в течение времени переходит в пожар, регулируемый вентиляцией. В этом случае среднеобъемная температура пожара, массовая скорость выгорания и теплота пожара максимальны.

В любом случае, при любом виде и режиме пожара наблюдается диффузионное пламенное горение, которое сопровождается обильным выделением дыма, что крайне затрудняет процесс эвакуации людей из помещений, а также затрудняет работу пожарных по ликвидации горения.

Анализ и детальное рассмотрение особенностей высокоэтажного современного строительства объектов показал, что в начале XX века в нашей стране преобладало малоэтажное строительство жилых помещений. Это, как правило, типовые трехэтажные или пятиэтажные строения, которые имели стандартную планировку цокольных этажей и квартирных помещений. Государственная система контроля пристально отслеживало данное направление, и какие-либо изменения при строительстве не допускались.

Ситуация в нашей стране существенно поменялась на рубеже XX – XXI веков. Можно сказать, что с появлением рыночной экономики начался развиваться рынок коммерческого домостроительства, который определил направление развития. Многие квартиры многоэтажных домов начали продавать со свободной планировкой, это привело к тому, что собственники получили возможность на свое усмотрение в помещении сделать любую планировку, и узаконить ее. Такие изменения в законодательстве коснулись и административных зданий.

Рассмотрим в качестве примера одно из зданий Академии ГПС МЧС России, которое было построено за последнее десятилетие.

Так, например, корпус № 3 Академии ГПС МЧС России построенный в 2010 году имеет свои конструктивные особенности этажей и размещение на них учебных и административных помещений.

В рамках работы были определены различные варианты безопасной эвакуации людей из зданий Академии ГПС МЧС России (ул. Бориса Галушкина, дом 4), проводились исследования применительно к обеспечению пожарной безопасности данного здания, в части определения возможности безопасной эвакуации людей из корпусов. В нашем случае рассмотрим корпус № 3, который имеет цокольный этаж, десять учебно-административных этажей и технический этаж.

Если проанализировать каждый из этажей, то мы увидим, что каждый этаж имеет свои характерные особенности:

- начиная с цокольного этажа (рис. 1), где в основном преобладают подсобные помещения для хранения имущества подразделений Академии, в передней части, за стеной, находится котельная для подогрева воды для бассейна и система фильтрации и очистки воды бассейна.

- на первом этаже (рис 1.2) видно, что находится большой входной холл, далее бассейн Академии. В левой части этажа расположен медицинский пункт с перевязочным кабинетом и т.д.;

- на втором этаже корпуса № 3 в левой части крыла находится большой спортивный зал с ламинированным покрытием, а напротив него большой танцевальный зал с кабинетами преподавателей. В правой части крыла расположена столовая Академии с лифтовыми холлами;

– третий этаж кардинально отличается от первого и второго этажей, так как третий этаж связан переходом с четвертым корпусом Академии. Четвертое здание Академии было построено совершенно недавно, на фундаменте старого строения (1956 года постройки) и перестроенное в 2005 году. Для удобства работников Академии построен переход из третьего корпуса в четвертый.

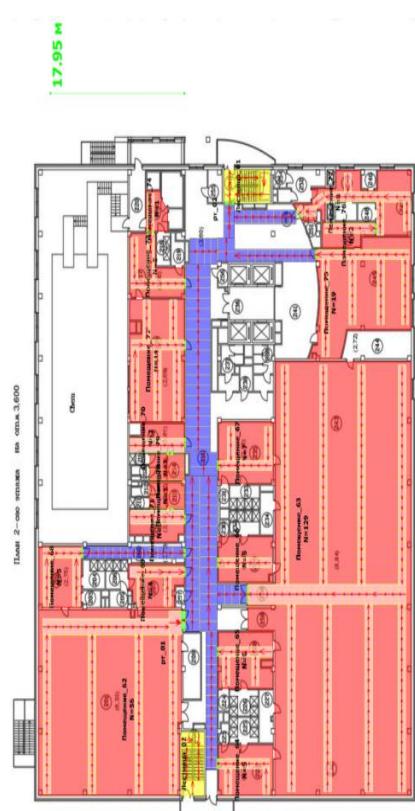


Рис. 1. Схема эвакуации. Этаж № 1

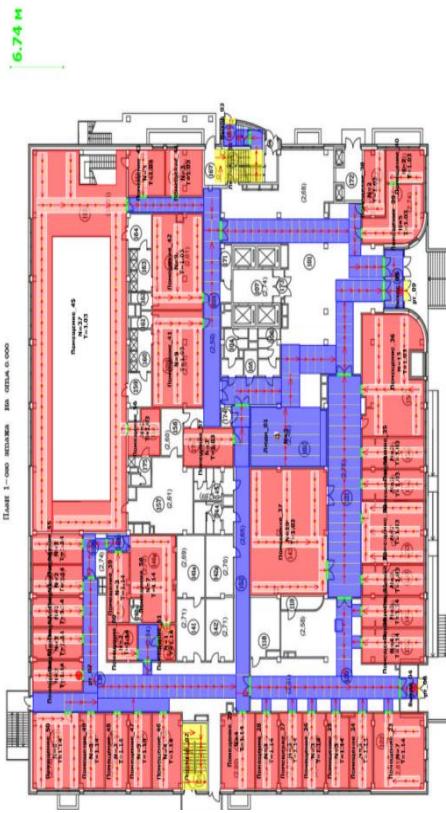


Рис. 2. Схема эвакуации. Этаж № 2

Также на этаже находятся архив общего отдела Академии, подсобные помещения для вентиляции бассейнного пространства и т. д.

– четвертый этаж имеет свои конструктивные изменения, так мы видим, в левой части этажа находится читательский зал Академии со своим архивом, далее идет зал с вместимостью до 200 человек. В правой части этажа находится зал диссертационного и ученого совета.

Соответственно, если провести анализ всех этажей данного корпуса можно сделать вывод, что современные строения не имеют однообразную планировку, и в зависимости от запросов заказчика (предприятия, организации) могут иметь различную внутреннюю направленность и планировку. Что значительно усложняет способность ориентирования в условиях пожара.

Таким образом, проанализировав одно из зданий Академии можно с полной уверенностью сделать вывод, что при задымлении помещений у пожарных подразделений (расчетов) значительно возрастает нагрузка на обнаружение очага возгорания и эвакуацию людей с места их пребывания. Подобные (похожие) проблемы существуют во всех общественных зданий повышенной этажности. Поэтому требуются комплексные исследования в области эвакуации людей, в частности, с использованием тепловизоров с ИК-диапазоном.

## Литература

1. Белешников И.Л. Судебно-медицинская оценка содержания цианидов в органах и тканях людей, погибших в условиях пожара: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.24. СПб., 1996. 130 с.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2008 год. М., 2009.137 с.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году. М., 2010. 135 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году. М., 2011. 140 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году. М., 2012. 137 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году. М., 2014. 167 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году. М., 2015. 124 с.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году. М., 2016.124 с

УДК 614.878

*kotovgv@mail.ru*

**Котов Г. В.**

*Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь,  
Минск*

### ***Повышение эффективности водяных завес с применением предварительного рассеивания компактного потока опасного химического вещества***

Представлены результаты разработки тактики применения водяных завес с предварительным распылением компактного потока опасной примеси от источника выброса. Схема постановки водяной завесы предполагает использование рукавного и точечного распылителей.

*Ключевые слова:* опасное химическое вещество, выброс, водяная завеса.

***Kotov G. V.***

### ***Improving the efficiency of water curtains by pre-dispersing a compact flow of a hazardous chemical***

The results of the development of tactics for the use of water curtains with preliminary spraying of a compact flow of a hazardous impurity from a source of emission are presented. The scheme for setting up a water curtain involves the use of a hose and spot spray.

*Keywords:* hazardous chemical, release, water curtain.

В условиях аварии на химически опасном объекте возможно поступление опасного вещества во внешнюю среду, приводящее к возникновению чрезвычайной ситуации. Особую опасность при этом представляют газообразные вещества, распространяющиеся с ветровым потоком. В этом случае происходит формирование фактической зоны заражения, параметры которой определяются целым рядом факторов, таких как природа опасного химического вещества, мощность источника выброса, скорость ветра, условия местности и пр. [1].

В ходе ведения аварийно-спасательных работ при ликвидации подобных чрезвычайных ситуаций, как правило, осуществляется постановка водяных завес. Широкое применение водяных завес определяется их надежностью, а также возможностью использования технических средств, находящихся на вооружении

подразделений по ликвидации чрезвычайных ситуаций. Вместе с тем, при постановке водяных завес необходимо учитывать ряд обстоятельств, способных значительно повлиять на эффективность их применения. Это, прежде всего, правильный выбор способа создания и тактики применения завес [2, 3].

Распространение опасной примеси с ветровым потоком происходит в пределах сектора, размеры которого зависят от собственных характеристик выброса и скорости ветра. В условиях высоких значений интенсивности выброса и скорости ветра формируется компактный (с высокой концентрацией) поток примеси от источника, при малых значениях этих величин поток имеет сравнительно большее значение площади поперечного сечения следа.

Принимая во внимание существующие рекомендованные значения расстояния от источника выброса до места прокладки распылителя, может оказаться так, что значительная часть завесы будет использована неэффективно.

В качестве примера на рис. 1 представлены фотографии, иллюстрирующие взаимодействие потока примеси и водяной завесы. По сравнению со случаем, представленным на рис. 1, а, где объемный поток взаимодействует с завесой достаточно высокой протяженности, рис. 1, б иллюстрирует случай, когда компактный поток взаимодействует только с определенной частью завесы. Таким образом, во втором случае завеса используется неэффективно.



а

б

*Рис. 1. Взаимодействие потока примеси с водяной завесой*

При распространении опасного газообразного вещества от источника выброса в ветровом потоке формируется фактическая зона заражения. Геометрические размеры фактической зоны заражения оцениваются ее шириной и глубиной. Ширина фактической зоны заражения в заданной точке определяется как ширина фронта распространения примеси.

Ширина фронта распространения примеси рассчитывается с учетом скорости ветра и расстояния от источника выброса:

$$l = 2rtg\alpha, \quad (1)$$

где  $l_{im}$  – ширина фронта распространения примеси на расстоянии  $r$  от источника выброса, м;  $r$  – расстояние от источника выброса в направлении ветра до заданной точки, м;  $\alpha$  – угол горизонтального рассеивания примеси, град.

Величина угла горизонтального рассеивания примеси  $\alpha$  составляет  $45^\circ$  при скорости ветра 2 м/с,  $22,5^\circ$  при скорости ветра 5 м/с,  $12^\circ$  при скорости ветра 7 м/с и выше.

В случае, если распространение опасного вещества происходит с поверхности жидкого пролива, учитывается ширина пролива:

$$l = 2rtg\alpha + W \quad (2)$$

где  $W$  – ширина пролива (протяженность в направлении, перпендикулярном направлению распространения воздушного потока), м.

В случаях использовании рукавных распылителей при постановке водяной завесы для оценки длины завесы рекомендовано применение понятия эффективной длины водяной завесы  $l_{eff}$ . Эффективная длина завесы  $l_{eff}$  – расстояние между точками, ограничивающими область эффективного действия завесы.

Величина  $l_{eff}$  учитывает протяженность фронта зараженного воздуха, на которой завеса способна оказывать эффективное влияние на распространение примеси. Оценка эффективной длины водяной завесы достаточно приблизительна, поскольку зависит от целого ряда факторов, в том числе от конструкции распылителя, скорости ветра, угла наклона струй и пр. При использовании рукавных распылителей, для практических расчетов с достаточной степенью точности можно принять

$$l_{eff} = l_p + h_{зав}, \quad (3)$$

где  $l_p$  – длина рукавного распылителя, м;

$h_{зав}$  – высота завесы, м.

Таким образом, для эффективной работы завесы ее длина не должна быть меньше ширины фронта распространения примеси (ширины затопленного следа):

$$l_{eff} \geq 2r_p \operatorname{tg}\alpha + W, \quad (4)$$

где  $r_p$  – расстояние от границы пролива до линии прокладки распылителя, м.

Рекомендованное расстояние от источника выброса до места прокладки рукавного распылителя составляет порядка 8–10 м. Эффективная длина водяной завесы составляет порядка 25–26 м. В случаях компактного потока примеси наблюдается несоответствие между шириной фронта ее распространения и длины завесы.

Решение данной проблемы может быть осуществлено с использованием точечного распылителя для предварительного рассеивания потока примеси, как показано на рис. 2.

Компактный поток зараженного воздуха с высокой концентрацией примеси, ограниченный на схеме пунктирными линиями  $a$  и  $a'$ , достигая области завесы, создаваемой распылительным стволом 2 (точечным распылителем), испытывает интенсивное турбулентное воздействие. В результате происходит расширение потока (на схеме ограничено пунктирами  $b$  и  $b'$ ). Предварительно расширенный сектор распространения потока примеси более эффективно может быть перекрыт завесой, создаваемой рукавным распылителем 3.

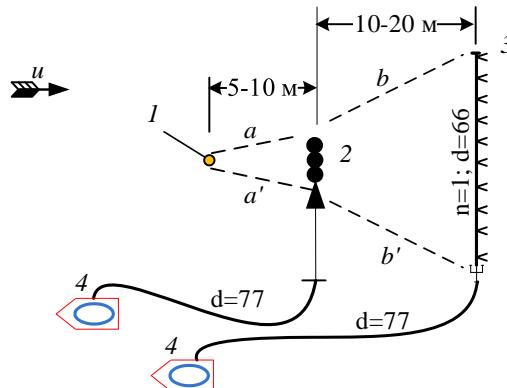


Рис. 2. Схема постановки водяной завесы вблизи компактного источника выброса с предварительным рассеиванием: 1 – источник выброса; 2 – распылительный ствол; 3 – рукавный распылитель; 4 – пожарный автомобиль

### Литература

1. Котов Г. В. Чрезвычайные ситуации с выбросом (проливом) опасных химических веществ: использование завес при ликвидации последствий. Минск, 2015. 232 с.
2. Котов Г. В. Тактика применения водяных завес при ликвидации чрезвычайных ситуаций с выбросом (проливом) опасных химических веществ. Часть 1. Схемы постановки завес // Чрезвыч. ситуации: предупреждение и ликвидация. 2017. № 2. С. 65–73.
3. Котов Г. В. Тактика применения водяных завес при ликвидации чрезвычайных ситуаций с выбросом (проливом) опасных химических веществ. Ч. 2. Прокладка перфорированных линий // Чрезвыч. ситуации: предупреждение и ликвидация. 2017. № 2. С. 74–83.

УДК 614.842.83.054+656.089.2

a.a.krot@mail.ru

**Krot A. A.**

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларусь, Гомель

### **Актуальные проблемы подготовки спасателей для выполнения аварийно-спасательных работ в колодцах, в условиях малочисленности подразделения: пути и способы решения проблемы**

Предложен опыт спасательного ведомства Беларусь по подготовке работников к выполнению аварийно-спасательных работ в колодцах, с учетом имеющихся проблемных вопросов: в условиях малочисленности личного состава подразделений и недостатке (отсутствии) специального оборудования.

**Ключевые слова:** спасательные работы в колодцах, способы, приемы.

**Krot A. A.**

### ***Current problems in the preparation of rescuers for performance of emergency rescue works in the wells, in the conditions of a little unit: ways and methods***

The experience of the rescue department of Belarus in training workers to perform rescue operations in wells, taking into account the existing problematic issues: in the conditions of a small number of personnel of units and a lack (absence) of special equipment, is offered.

**Keywords:** rescue work in wells, methods, techniques.

С начала 90-х годов 20-го века, после реорганизации «пожарной службы» в Министерство по чрезвычайным ситуациям и создания Республиканского

отряда специального назначения и пожарных аварийно-спасательных отрядов областных управлений МЧС Республики Беларусь, значительно расширился спектр проводимых работ спасателями. Так, стала оказываться медицинская помощь, осуществляться разборка завалов, производиться спасательные работы на высотах, химическая и радиационная разведка, водолазные, взрывные и другие работы. Выполнение аварийно-спасательных работ в подземных сооружениях (колодцах) и резервуарах, особенно на начальном этапе становления, в основном было возложено на созданные специализированные службы системы МЧС, так как они были и по оснащению и по подготовке личного состава готовы лучше, чем боевые подразделения МЧС, которые в основном тушили пожары [1]. Однако, со временем, на всю систему МЧС были возложены задачи по ликвидации чрезвычайных ситуаций [2] и утвержден перечень аварийно-спасательных работ [4], а также законодательно за всеми отрядами и частями закреплялся статус «аварийно-спасательных», поэтому наряду со специализированными подразделениями, весь спектр таких работ начали выполнять все пожарные аварийно-спасательные подразделения системы МЧС [6].

Вместе с тем, проведение аварийно-спасательных работ в колодцах было сопряжено с рядом проблем. Так, например в 2016 году в Крупском районе Минской области Республики Беларусь произошла трагическая ситуация, в канализационном колодце погибли шесть человек, из которых – 2 спасателя. В определенный момент проведения спасательных работ в условиях сильного психологического давления со стороны местного населения, двое спасателей рискуя жизнью, спустились в колодец без средств защиты органов дыхания (аппаратов на сжатом воздухе). В результате, отравились парами скопившихся газов и, не приходя в сознание, умерли в больнице [5].

Случай гибели спасателей был всестороннее проанализирован, в результате чего были выработаны превентивные мероприятия по совершенствованию служебной деятельности и повышению боеготовности всех подразделений МЧС. Были определены основные направления: оснащение оборудованием и системное обучение личного состава навыкам работы и психологической устойчивости (действующих и вновь принимаемых на службу работников).

Ситуация показала, что не все подразделения имеют на своем вооружении необходимое оборудование, которое применяется для проведения таких работ. Поэтому были пересмотрены нормы оснащенности основных пожарных автомобилей (автоцистерна, автомобиль быстрого реагирования, аварийно-спасательный автомобиль) в сторону обязательного укомплектования комплектами удлиненных шлангов к аппарату на сжатом воздухе, которые обеспечивали большую маневренность спасателей в стесненных условиях, и спасательной треногой с лебедкой [3]. По итогам проведенной в течение 2017-2018 г.г. системной работы подразделений по оснащению профессиональным оборудованием, практически все стоящие в боевом расчете автомобильные цистерны были укомплектованы удлиненными шлангами, а аварийно-спасательные автомобили дооснащены спасательной треногой.

Как показала практика, по рассматриваемому вопросу, одних теоретических знаний, в практической деятельности спасателя, не достаточно, поэтому была скорректирована система подготовки спасателя, направленная на обязательное приобретение умений и закрепление на практических занятиях навыков отработки способов спасения из колодцев.

Во-первых, с целью обучения всех действующих работников оперативно-тактического блока МЧС Республики Беларусь в систему боевой подготовки для дежурных смен подразделений были внесены изменения и дополнения в соответствующие дисциплины. А именно, усиlena роль в морально-психологической подготовке, где дополнительно введено изучение вопроса по противодействию влияния толпы в ходе ликвидации ЧС, а также по тактико-специальной подготовке, где наряду с изучением теории, осуществляется обязательная отработка на практических занятиях приемов и способов ведения спасательных работ в условиях ограниченного пространства (колодцы и т.п.).

Во-вторых, в рамках прохождения первоначальной курсовой подготовке для вновь принятых на службу работников МЧС на базе Университета гражданской защиты МЧС Беларуси по профессиям «Спасатель-пожарный 7-го разряда» (срок обучения 3 месяца) и «Водитель автомобиля 6-разряда» (срок обучения 1,5 месяца), внесены соответствующие изменения. Так, при обучении указанным профессиям, проводятся практические занятия по отработке действий по извлечению пострадавших из подземных сооружений (колодцах) с соблюдением правил безопасности.

В Гомельском филиале Университета Гражданской защиты МЧС Беларуси, где проводится курсовое обучение пожарных и водителей, с учетом опыта их боевой работы и наличия имеющегося оборудования в действующих подразделениях, были внедрены в учебный процесс следующие способы извлечения пострадавшего из заглубленного сооружения (колодец), которые наиболее часто применяются спасателями в реальных условиях [9]:

1. с использованием специального снаряжения (тренога с лебедкой, удлиненные воздухоподающие шланги) (Рис. 1).

Преимущество данного снаряжения заключается в следующем: легкость в использовании, так как все механизмы применяемые для извлечения пострадавших из колодцев собраны и укомплектованы на треноге, при этом использование лебедки не требует больших затрат физической силы со стороны спасателей.

Недостатки указанного оборудования: не вся техника МЧС укомплектована треногой; требуется значительное время для установки треноги; не всегда возможно использовать треногу, так как для ее установки в основном требуется ровная поверхность вокруг заглубленного колодца.

2. без использования специального снаряжения:

а) трехколенная лестница с узлом «Гарда»



Рис. 1



Рис. 2

Для применения данного способа, автоцистерна устанавливается возле колодца. Далее создается надежная неподвижная конструкция из трехколенной лестницы, автомобиля и поверхности земли (Рис. 2). На ступеньках лестницы с использованием пожарного пояса создается точка опоры, на которой с использованием 2-х одинаковых пожарных карабинов и спасательной веревки ввязываются узел гарда (Рис. 3). С помощью данной схемы осуществляется извлечение пострадавшего (Рис. 4).

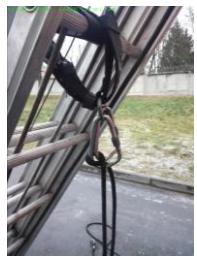


Рис. 3

Преимущества – оборудованием укомплектована вся основная техника МЧС; использование узла «Гарда» дает возможность спасателям поочередно выполнять работы по подъему пострадавших, поэтому имеется возможность для восстановления затраченных сил. Может использоваться и с применением удлиненных воздухоподающих шлангов, в условиях наличия опасных веществ.

Недостатки – требуется значительное время для установки и создания механизмов для спасения; можно использовать только в случае наличия подъезда пожарного автомобиля к колодцу.

б) штурмовая лестница (лестница - палка) со спасательной веревкой

За края тетивы лестницы производится закрепление спасательной веревки. Петля опускается в колодец и с помощью карабина защелкивается в систему обвязки, надетую на пострадавшего (при отсутствии системы, может использоваться пожарный пояс). Далее спасатели осуществляют наматывание спасательной веревки в «катушку» на тетивы лестницы (Рис. 5).



Рис. 4

Преимущества – оборудованием укомплектована вся основная техника МЧС, поэтому можно всегда применить; может использоваться и с применением удлиненных воздухоподающих шлангов, а также в случае невозможности установки треноги или трехколенной лестницы к пожарному автомобилю.

Недостатки – при использовании способа, в случае малого количества спасателей (2-3 человека), необходимо делать небольшую паузу для восстановления затраченных сил спасателей, так как чем ближе к поверхности колодца находится пострадавший, тем тяжелее приходится наматывать веревку на тетивы.

в) при условии отсутствия удлиненных воздухоподающих шлангов

Если применение средств индивидуальной защиты органов дыхания указанными способами не представляется возможным по причине недостаточности диаметра люка колодца, либо нахождение в люке иного пожарно-технического вооружения и оборудования (лестниц, пожарных рукавов), то аппарат на сжатом воздухе подвешивается спереди на пояс спасателя (рис. 6).



Рис. 5

Преимущества – всегда можно использовать. Недостатки – технически сложный способ; создает определенные неудобства при работе спасателя в стесненных условиях. Требуются регулярные тренировки.

В результате реализованных мероприятий (оснащение специальным оборудованием, максимальное обучение спасателей безопасным способам работы) удалось в значительной степени повысить боеготовность подразделений МЧС и их оперативность в проведении аварийно-спасательных работ в колодцах с наличием опасных отравляющих веществ, с соблюдением мер безопасности, в том числе в условиях психологического давления со стороны толпы.

Налаженная системная работа в данном направлении прослеживается и при анализе сводок боевой работы подразделений МЧС Республики Беларусь, где в целом наблюдается проведение таких работ согласно изученным способам, с соблюдением мер безопасности.

Таким образом, полученные положительные результаты системной работы по указанному направлению, в условиях малочисленности подразделений, свидетельствуют о том, что опыт МЧС Республики Беларусь может быть использован и другими спасательными ведомствами стран СНГ.

### Литература

1. История развития органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь/ Астравецкая праўда. 19.01.2014 г. URL: <http://www.ostrovets.by/news/obshchestvo/istoriya/news5256.html>.
2. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателя: Закон Республики Беларусь № 39-З от 22.06.2001 г. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=H10100039>.
3. Об утверждении норм обеспечения пожарной, аварийно-спасательной техникой, пожарно-техническим, аварийно-спасательным оборудованием и снаряжением, имуществом: приказ МЧС Республики Беларусь № 289 от 06.12.2016 г. (в редакции приказа МЧС Республики Беларусь № 379 от 24.12.2019 г.) // РУП «Минская печатная фабрика» Госзнака. – 2019. – Зак. 1985-18.
4. Об утверждении перечня аварийно-спасательных работ: Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 1692 от 21.11.2001 г. URL: <https://mchs.gov.by/upload/iblock/f25/f253e0b9bd916777b14a388114a89d5e.pdf>
5. Спасать Сергея хлопцы лезли один за одним. В Крупском районе в колодце погибли шестеро мужчин/ Новости TUT.BY. 29.06.2016 г. URL: <https://news.tut.by/accidents/502410.html>
6. Хронология важнейших событий в истории пожарно-спасательной службы Беларуси в 1990–1999 годы: официальный сайт МЧС Республики Беларусь. URL: <https://mchs.gov.by/ministerstvo/napravleniya-deyatelnosti/istoriya-pozharnogo-dela/khronologiya-vazhneyshikh-sobytiy-v-istorii-pozharno-spasatelnoy-sluzhby-belorussi/1990-1999-gody/>



Рис. 6

**Кузьмин А. А., Кузьмина Т. А.**  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

## **Компетентностно-деятельностная модель дистанционного практического занятия**

Показана роль практических занятий в формировании профессиональной компетентности будущих сотрудников ФПС. Проанализированы особенности традиционных моделей проведения практических занятий. Предложены виды индивидуальных заданий, выполняемых в ходе дистанционных практических занятий на основе компетентностно-деятельностной модели.

**Ключевые слова:** практическое занятие, информационно-коммуникационные технологии, компетентностно-деятельностная модель, чат, удаленный доступ.

***Kuz'min A. A., Kuz'mina T. A.***

### ***Competency model for remote hands-on training***

The role of practical exercises in the formation of professional competence of future employees of the Federal Fire Service is shown. The peculiarities of traditional practice models are analyzed. Proposed types of individual tasks performed during remote practical exercises on the basis of competency-activity model.

**Keywords:** hands-on training, information and communication technologies, competency model, chat, remote access.

В образовательных организациях высшего образования пожарно-технического профиля широко используются практические занятия (ПЗ), проводимые как в специальных аудиториях, так и непосредственно на различных объектах народного хозяйства в соответствии со специфическими особенностями содержания учебных дисциплин. ПЗ – метод репродуктивного обучения будущих сотрудников Федеральной противопожарной службы (ФПС), поддерживающий необходимые связи между теорией и практикой, направленный на формирование у курсантов и студентов практических умений и навыков использования теоретических знаний, приобретенных как в ходе лекционных и семинарских занятий, так и во время внеаудиторной самостоятельной работы. [1]

Современный выпускник образовательной организации пожарно-технического профиля в ходе своего обучения должен стать достаточно мобильным, готовым использовать в ходе своей служебной деятельности не только сформированные профессиональные компетенции (ПК), но и осуществлять выбор рациональных путей решения поставленных руководством подразделений ФПС служебных задач. Поэтому основным назначением ПЗ является формирование у курсантов и студентов ПК, включающих необходимые умения и практические навыки, а также формирование личности будущих специалистов ФПС.

Использование такой формы учебной работы как ПЗ позволяет:

- систематизировать, обобщать, углублять и закреплять полученные теоретические знания по зафиксированным рабочей программой темам учебных дисциплин и профессиональных модулей;
- формировать необходимые умения в применении полученных ПК как в условиях учебной аудитории, так и на конкретном объекте;
- приобретать обучающимися обусловленные образовательными стандартами ПК в использовании современных теоретических положений, нормативно-технических приемов, методов при решении задач по обеспечению пожарной безопасности;
- интегрировать мыслительные и практические аспекты будущей служебной деятельности курсантов и студентов;
- развивать аналитические, проектировочные, конструктивные и другие интеллектуальные умения у будущих специалистов ФПС;
- вырабатывать в процессе решения поставленных задач профессионально значимые качества самостоятельности, коммуникативности, мобильности, ответственности, точности, профессиональной и познавательной мотивации;
- организовывать оперативную обратную связь между преподавателем, ведущим ПЗ, и обучающимися курсантами или студентами.

Сформулированная дидактическая цель ПЗ и определение его места в учебной дисциплине позволяет выбрать одну из традиционных моделей:

- ПЗ на применение знаний и умений, предполагающее применение теоретических положений в условиях выполнения учебных заданий и выполнения определенных процедур по образцу;
- ПЗ на формирование умений и навыков и предусматривающее самостоятельное творческое использование обучающимся курсантам и студентам ранее сформированных умений и навыков в процессе выполнения индивидуальных учебных заданий;
- ПЗ на углубление ранее сформированных ПК, предусматривающее обобщение и систематизацию усвоенных умений, навыков и практического опыта, и инкорпорацию их в контекст ранее сформированных ПК;
- интегрированное ПЗ, направленное на формирование знаний о материальном мире и возможных способов описания его закономерностей в целом, а также структурирование внутрипредметных и межпредметных связей по мере усвоения основных положений по изучаемому предмету, расширение межпредметных связей учебной дисциплины с дисциплинами профессионального цикла. [2]

Однако традиционные модели организации ПЗ не в полной мере соответствуют современным все возрастающим требованиям комплектующих органов ФПС к уровню сформированности ПК у выпускников образовательных организаций пожарно-технического профиля, что требует, в том числе, перехода к компетентностно-деятельностным моделям организации ПЗ на дисциплинах профессионального цикла.

Подобная трансформация в условиях перехода ПЗ на дистанционную форму предполагает решение двух проблем:

- разработка системы компетентностно-ориентированных индивидуальных заданий, содержание которых было бы максимально приближено к практической деятельности сотрудника подразделения ФПС с возможностью оперативной оценки выполнения этого задания непосредственно на ПЗ с применением существующих информационно-коммуникационных технологий (ИКТ);
- формирование информационно-обучающей среды (ИОС), которая позволила бы в дистанционном режиме эмулировать образ оперативной обстановки обследуемого объекта, оценка которой на основании действующей нормативно-технической документации позволило бы обучающемуся курсанту или студенту выполнить индивидуальное задание с последующим представлением в ходе ПЗ.

Первая проблема может быть решена при опоре на кейс-технологии. Использование данной технологии основано на представлении преподавателем обучающимся для дальнейшего анализа реальных или гипотетических ситуаций в обеспечении пожарной безопасности на объекте.

Задача обучающихся заключается в том, чтобы в ходе проведения ПЗ:

- при использовании ИКТ потенциала ИОС самостоятельно или при помощи преподавателя проанализировать суть представленного в задании случая (ситуации);
- изучить всю существующую информацию, описывающую состояние пожарной безопасности объекта и/или возникающие вследствие этого потенциальные риски;
- представить возможные варианты разрешения поставленной содерянем кейса проблемы, и в случае необходимости произвести выбор из них наиболее оптимального;
- зафиксировать решение заполнением соответствующего документа по установленной форме и представить его в обусловленный срок преподавателю на проверку. [3]

Возможные типы индивидуальных заданий, выполняемых в ходе ПЗ на основе компетентностно-деятельностной модели, обобщены в таблице.

Таблица  
Типы индивидуальных заданий

№	Тип индивидуального задания	Содержание индивидуального задания
1	Эмпирическое задание	Предусматривается поиск информации по обследуемым объектам с последующей классификацией и систематизацией, а также анализ влияния ряда нормативно-правовых актов на обеспечение пожарной безопасности объектов
2	Задание теоретического обобщения	В процессе анализа, синтеза и обобщения представленных статистических данных о пожарах формируются возможные предложения и рекомендации
3	Проектировочное, конструктивное задание	Осуществляется процесс проектирования процедуры предстоящего процесса проверки объекта на основе абстрагирования и прогнозирования

4	Внедренческое задание	Предполагается практическое внедрение сформированной модели в ходе выполненного индивидуального задания в ИОС, которое предусматривает реализацию управленческого и ИКТ содержания профессиональной компетентности будущего специалиста ФПС
5	Аналитическое задание	Содержание индивидуального задания предусматривает анализ результатов внедрения и формулирование рекомендательных выводов, осуществления контроля и регулирования обстановки, объективной оценки результатов проверки объекта, формирования необходимых рекомендаций

Если речь идет об индивидуальных заданиях, имеющих камеральный характер, который предполагает исследование комплекта документов, содержащих описание различных аспектов состояния исследуемого объекта, то форма представления и содержание такого задания инвариантна относительно способа организации такого ПЗ [4].

При дистанционной форме проведения ПЗ личное посещение объекта не представляется возможным. Поэтому решением этой проблемы может быть включение в состав контента, предъявляемого обучающимся в ходе ПЗ, либо адресных ссылок на ресурсы, размещенных в локальной сети образовательной организации или в сети Интернет, либо, что более дидактически эффективно, но более трудоемко, заранее подготовленных видеоматериалов непосредственно для данного ПЗ.

При этом возникает ряд вопросов методического характера, на которые необходимо ответить в ходе разработки предъявляемого на ПЗ контента, и которые позволяют вписать этот контент в структуру ИОС:

- какова предельная суммарная продолжительность предъявляемых в ходе ПЗ видеоматериалов;
- каково оптимальное соотношение между видеоматериалами общего характера, размещенными в локальной сети учебного заведения, в сети Интернет, и специально подготовленными для использования на данном ПЗ видеофрагментами;
- нужно ли предусмотреть возможность неоднократного просмотра обучающимся курсантом или студентом выкладываемых видеофрагментов в процессе выполнения индивидуального задания. [5]

Масштаб в достаточной степени вынужденного внешними обстоятельствами проведенного педагогического эксперимента не позволил использовать статические методы при обработке его результатов, а, следовательно, и оценить их статистическую значимость, тем не менее можно с достаточной долей вероятности утверждать, что использование ИКТ на стадии подготовки отчетных документов интенсифицировало горизонтальный обмен учебной информацией в основном посредством общения группы в различных системах обмена сообщениями в режиме реального времени, и тем самым благоприятно повлияло на качество и соблюдение сроков исполнения выданных заданий.

## **Литература**

1. Витковская Е.В. Технология проектирования практических занятий // Специалист. 2015. № 4. С. 24-27.
2. Виленский М.Я. Технологии профессионально-ориентированного обучения в высшей школе. М., 2004. 192 с.
3. Беспалько, В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. М., 2003. 322 с.
4. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. М., 2000. 290 с.
5. Goodyear P. and Jones C. Networked learning in higher education: students expectations and experiences // Higher education: The international journal of higher education and educational planning. 2005. October.vol. 50. № 3. P.471-508.

УДК 378

*ironaxe@mail.ru*

**Легкова И. А.**

*Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Иваново*

### ***Применение современных компьютерных программ при подготовке личного состава МЧС России***

В статье рассмотрена возможность применения систем автоматизированного проектирования (САПР) при подготовке личного состава МЧС России. Для выполнения графической документации и оценки прочностных характеристик конструкций предложена графическая система Компас-3D.

**Ключевые слова:** системы автоматизированного проектирования, графическая система Компас-3D, модуль прочностного анализа, прочностной расчет конструкции.

***Legkova I. A.***

### ***Application of modern computer programs in the training of the personnel of the emercom of Russia***

The article discusses the possibility of using computer-aided design (CAD) systems in the training of personnel of the EMERCOM of Russia. To perform graphic documentation and assess the strength characteristics of structures, the graphic system Kompas-3D is proposed.

**Keywords:** computer-aided design systems, graphic system Kompas-3D, strength analysis module, structural strength calculation.

В настоящее время во многих сферах деятельности, в том числе и в образовательном процессе, широкое распространение приобрело использование систем автоматизированного проектирования (САПР). Эффективное использование современных компьютерных программ для подготовки будущих специалистов МЧС России при выполнении графической документации и для создания 3D-моделей и визуализации любых технических проектов позволит сформировать у обучающегося необходимые навыки. Использование полученных навыков в приобретаемой профессии неоценимо, поскольку перед молодым специалистом не будет преград для выполнения заданий, например в командно-штабных или тренировочных учениях, для расстановки сил и средств и представления вероятного сценария развития событий.

Современные графические системы располагают широкими возможностями создания трехмерных моделей самых сложных конструкций, при этом многие из этих программ обладают возможностью выполнения их инженерного расчета и дальнейшего анализа конструкций при проектировании с учетом различных воздействий.

Модуль прочностного анализа имеют такие системы автоматизированного проектирования как КОМПАС-3D, Autodesk Inventor, SolidWorks, Ansys, T-FLEX и т.п. [1]. Для проведения прочностного расчета и визуализации его результатов для обучающихся мы выбрали графическую систему КОМПАС-3D, разработанную российской компанией АСКОН. В данный программный продукт встроена система прочностного анализа АРМ FEM [2]. С точки зрения организации образовательного процесса система КОМПАС-3D является весьма удобным инструментом освоения принципов трехмерного моделирования, базовых понятий метода конечных элементов и способов имитационного моделирования условий эксплуатации.

Для изучения принципов и методов прочностного анализа конструкций с учетом внешних воздействий в системе КОМПАС-3D обучающимися была создана трехмерная модель балки в натуральную величину.

Затем эта модель была преобразована в расчетную. Отличие между этими моделями определяется наличием у расчетной модели заранее заданных ограничений, к которым относятся: во-первых, нагрузки, действующие на конструкцию, и закон их изменения; во-вторых, условие ее закрепления [3]. Для задания условий эксплуатации проектируемых конструкций при проведении расчетов система прочностного анализа АРМ FEM позволяет задать нагрузки на отдельные ребра конструкции, плоскости, поверхности или конструкцию в целом. Таким образом, на следующем этапе для описания условий, в которых балка будет находиться в реальных условиях, обучающимися устанавливается закрепление балки, прикладывается распределенная нагрузка по всей длине балки, задается ее значение (рис. 1). Эти исходные данные необходимы для успешного проведения расчетов [4]. Преобразованная модель позволяет произвести комплексный инженерный анализ и дать техническую характеристику как ее элементов, так и общего поведения конструкции в заданных условиях.

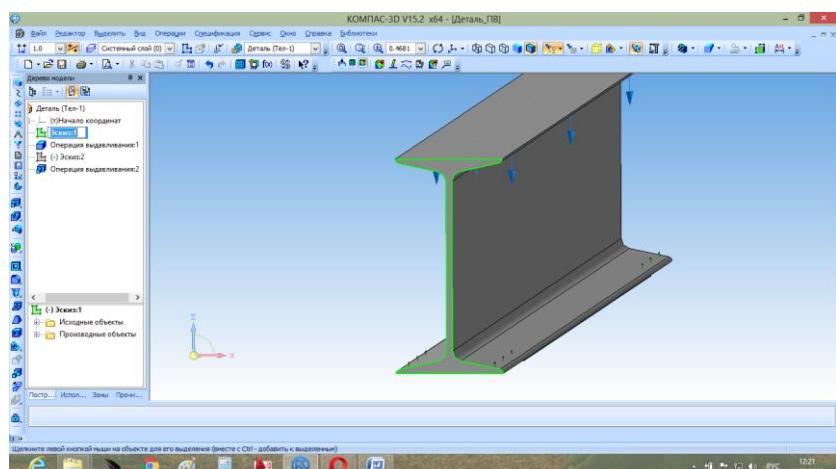


Рис. 1. Расчетная модель балки

Система прочностного анализа АРМ FEM основана на методе конечных элементов, в ней предусмотрена функция генерации конечно-элементной сетки. Поэтому для дальнейшего проведения расчета проводится разбиение трехмерной модели на элементы с заданным шагом (рис. 2). Метод конечных элементов позволяет учесть малейшие особенности конструкции, а также условия ее эксплуатации. Такой подход позволяет производить качественные прочностные расчеты проектируемых конструкций.

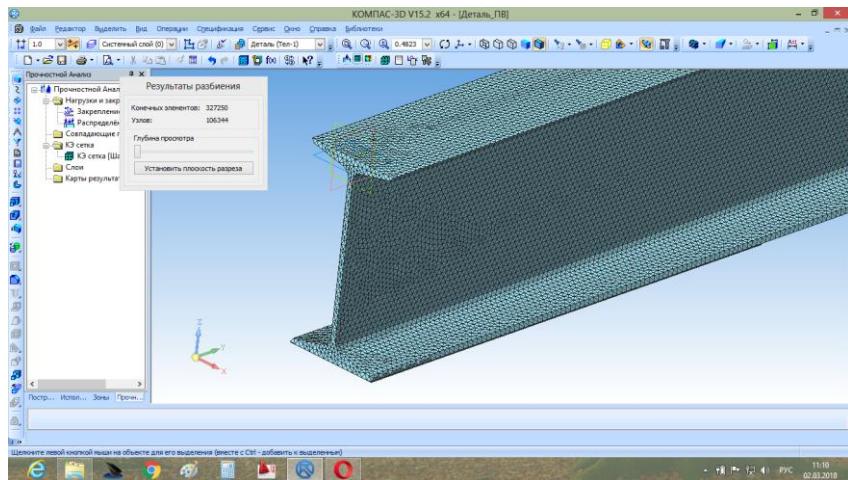


Рис. 2. Разбиение расчетной модели на элементы

После создания конечно-элементной сетки выполняется расчет, на рис. 3 приведена экранная область КОМПАС-3D с подключенной процедурой прочностных расчетов.

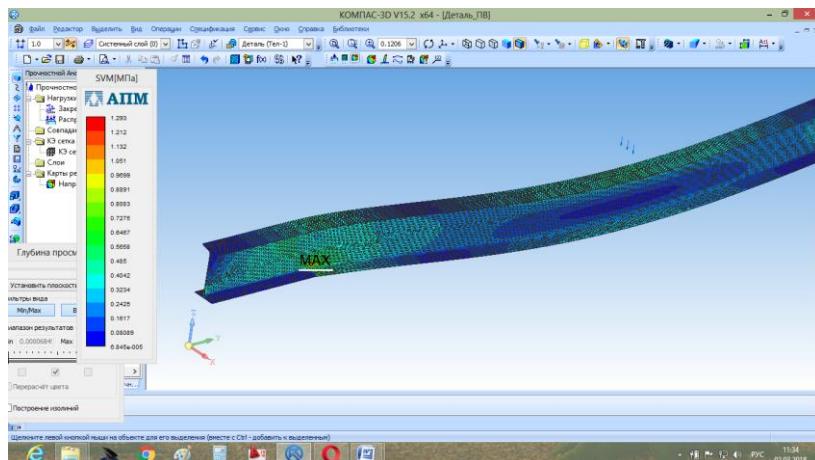


Рис. 3. Визуализация прочностного расчета

Полученные результаты позволяют понять, сможет ли конструкция выполнять свои функции в заданных условиях с необходимой эффективностью и, при необходимости, произвести своевременную оптимизацию объекта, обеспечив тем самым ему надежность и долговечность.

Формирование навыков работы с системами автоматизированного проектирования и освоение принципов прочностного расчета позволит обучающимся:

- усвоить правила перехода от реальной конструкции к расчетной модели и наоборот;

- сформировать представление о существующих методах обеспечения прочности в процессе разработки и эксплуатации конструкций;
- научиться определять критические нагрузки потери устойчивости для основных конструктивных элементов (балка, пластина, оболочка) и запас прочности и устойчивости этих конструкций.

Используя результаты прочностного анализа, можно проводить моделирование и прогнозирование аварийных ситуаций, предусмотреть меры по их предупреждению и разработать план ликвидации чрезвычайной ситуации применительно к конкретному объекту.

### **Литература**

1. <https://sapr.ru>.
2. <http://machinery.ascon.ru>.
3. Легкова И.А. и др. Возможности современной компьютерной техники для проведения инженерных расчетов. // Пожарная и аварийная безопасность: сб. мат. Междунар. науч.-практ. конф. Иваново, 2016. С. 265-267.
4. Легкова И.А. и др. Применение прочностного расчета конструкции в КОМПАС-3D при подготовке специалистов пожарной охраны // Пожарная и аварийная безопасность: сб. мат. Междунар. науч.-практ. конф. Иваново, 2017. С. 496-499.

УДК 614.8.04

*olojkina@yandex.ru*

**Ложкина О. В.**

*Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург*

### ***Применение инновационных полимерных веществ и материалов в условиях угроз биологого-социального характера***

В статье рассматриваются вопросы синтеза и применения в условиях чрезвычайных ситуаций биологического-социального характера инновационных полимерных материалов на основе глицидилметакрилат и этиленгликольдиметакрила, полимерных производных акрилоилморфолина и N-винилпирролидона и полимерной дезинфицирующей субстанции полигексаметиленгуанидина.

**Ключевые слова:** биологического-социальные чрезвычайные ситуации, полимеры медицинского назначения, синтез и применение.

***Lozhkina O. V.***

### ***Application of innovative polymeric substances and materials in biological and social emergencies***

The paper describes methods of synthesis of polymeric materials based on glycidyl-methacrylate and ethylene-glycol-dimethacrylate, polymeric derivatives of acryloylmorpholine and N-vinylpyrrolidone, and a polymeric disinfectant polyhexamethyleneguanidine. The paper also describes their application in biological and social emergencies.

**Keywords:** biological and social emergencies, medical polymers, synthesis and application.

Биологого-социальные чрезвычайные ситуации (БСЧС) – это ситуации, при которых на определенной территории нарушаются нормальные условия

жизнедеятельности людей, сельскохозяйственных животных и растений и создаются угрозы массового распространения инфекционных болезней, вызванных патогенными микроорганизмами, приводящие к эпидемическим вспышкам, эпидемиям, эпизоотиям или эпифитотиям.

Эти проявления могут носить как локальный характер, так и более масштабный. Без преувеличения можно сказать, что в условиях современной глобализации и мобильности населения БСЧС принимают вид ЧС планетарного масштаба – вспышка атипичной пневмонии, вызванная коронавирусом SARS-CoV 2002-2003 гг., пандемия «свиного» гриппа A/H1N1 2009-2010 гг., и, безусловно, пандемия COVID-19, вызванная новым коронавирусом SARS-CoV-2 и охватившая весь мир в 2020 г., – яркие примеры таких чрезвычайных событий.

Главной особенностью биолого-социальных ЧС является массовое появление пострадавших или заболевших, что требует особого рода организации медицинской помощи, в том числе своевременное оказание пострадавшим догоспитальной и госпитальной помощи, проведение массовых скрининговых медицинских исследований с одновременным анализом большого числа проб, проведение комплекса санитарно-гигиенических и противоэпидемиологических мероприятий [1-3].

Очевидно, что спектр использования высокомолекулярных соединений и полимерных материалов в медицинской практике безграничен. В представленной же вниманию читателей статьи кратко описаны научные результаты, полученные автором совместно с учеными из Института высокомолекулярных соединений РАН, Санкт-Петербургского государственного университета, Института экспериментальной медицины РАМН, Санкт-Петербургского государственного технологического института, НПО «СпецСинтез», а именно:

- синтез и применение глицидилметакрилат-этиленгликольдиметакрилатных (ГМА-ЭДМА) полимеров с контролируемой поровой структурой для моделирования биологических систем, для создания сорбентов, предназначенных для полупрепартивного получения биологических препаратов высокой степени чистоты (например, моноклональных антител), создания экономически выгодных скрининговых тест-диагностикумов с одновременным определением большого числа проб;

- синтез методом радиационной полимеризации биологически совместимых гидрофильных полимерных соединений высокой степени чистоты с заранее заданными молекулярно-массовыми характеристиками (на основе акрилоилморфолина и N-винилпирролидона) для нужд фармакологии и медицины;

- синтез и применение производных полигексаметиленгуанидина с целью профилактики и предотвращения распространения опасных инфекционных болезней человека и животных.

#### *ГМА-ЭДМА полимерные носители для создания медицинских тест-систем*

Учитывая успешное применение монолитных ГМА-ЭДМА сорбентов в хроматографических и конверсионных процессах [4, 5], представлялось актуальным расширение их сферы применения, а именно, конструирование

непроточных аналитических систем. Был разработан оригинальный способ изготовления композиционных слоев на основе монолитных метакрилатных сорбентов, ковалентно связанных со стеклянной подложкой [4].

Эффективность разработанного композиционного материала была проиллюстрирована путем его использования в качестве носителя для иммуноферментного анализа (ИФА) с целью определения содержания иммуноглобулина G [4].

Работы в этом направлении продолжаются в лаборатории полимерных сорбентов и носителей для биотехнологии Института высокомолекулярных соединений Российской академии наук под руководством доктора химических наук, профессора Т.Б. Тенниковой [6, 7]. Современный биочип позволяет проводить одновременный анализ 340 проб (традиционные носители для иммуноферментного анализа – 96 проб).

Использование таких тест-систем позволяет существенно ускорить медицинские исследования, что имеет первостепенное значение, например, при необходимости проведения массовых скрининговых анализов населения при вспышках особо опасных инфекций. Главным преимуществом разработанных полимерных пластин, по сравнению с традиционными носителями для ИФА, является возможность их многократного использования, что, в целом, значительно снижает стоимость одного определения.

#### *Биологически совместимые полимеры медицинского назначения на основе акрилоилморфолина и N-винилпирролидона*

Синтез полимеров медико-биологического назначения является одним из перспективных направлений химии полимеров.

Полимерные производные физиологически активных веществ (конъюгат-БАВ) являются новым типом лекарственных препаратов, которые обладают рядом преимуществ по сравнению с низкомолекулярными лекарственными органическими соединениями.

К перспективным синтетическим полимерам-носителям биологически активных веществ относятся полимеры на основе акрилоилморфолина (АМ), который по многим своим свойствам подобен N-винилпирролидону (ВП) [8]. Однако АМ и ВП не содержат реакционноспособные группы, способные вступать в ковалентное взаимодействие с биологически активными веществами в мягких условиях.

Для решения этой проблемы нами было предложено проводить функционализацию АМ и ВП путем радиационной сополимеризации с ненасыщенными карбоновыми кислотами. Были определены условия синтеза и получено несколько физиологически совместимых носителей лекарственных форм: сополимеры акрилоилморфолина с ненасыщенными карбоновыми кислотами и винилацетатом, сополимер N-винилпирролидона с аллил(тио)уксусной кислотой [8].

#### *Производные полигексаметиленгуанидина для дезинфекции*

Одними из наиболее перспективных биоцидных препаратов последнего поколения, которые уже зарекомендовали себя в качестве эффективных и при этом малотоксичных для человека antimикробных субстанций, являются высокомолекулярные соединения – производные полигексаметиленгуанидина

[9]. Производные ПГМГ представляют собой высокомолекулярные катионные полиэлектролиты. По своим химическим свойствам сходны с полиаминами и четвертичными аммониевыми основаниями. Благодаря своим уникальным свойствам производные ПГМГ нашли широкое применение как действующее вещество кожных антисептиков на водной основе. Антисептики на водной основе используются в качестве альтернативы спиртовым антисептикам [10].

Одним из удачных водных кожных антисептиков является препарат «Триосепт-Аква» производства НПО «СпецСинтез», содержащего в качестве действующих веществ 0,8 % полигексаметиленгуанидин фосфата, 0,37 % алкилдиметилбензиламмоний хлорида (ЧАС) и 0,03 % дидецилдиметиламмоний хлорида (ЧАС). Благодаря высокой антимикробной активности и уникальным потребительским свойствам препарат более 10 лет широко используется в медицинских учреждениях нашей страны [10].

Применение препарата также оправдано для дезинфекционной обработки рук и кожных покровов в условиях чрезвычайных ситуаций, когда нарушено водоснабжение и нет возможности вымыть руки, с целью недопущения распространения опасных инфекционных заболеваний [11].

### Литература

1. Ланцов Е.В., Кобылкин Д.В. Эпидемиологические особенности инфекционной заболеваемости населения в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера // Известия Российской Военно-медицинской академии. 2017. Т. 36. № 4. С. 29-32.
2. Рафеенко Г.К., Ланцов Е.В., Кобылкин Д.В. Противоэпидемическое обеспечение ликвидации последствий чрезвычайной ситуации в Крымском районе Краснодарского края в 2012 г // Инфекция и иммунитет. 2017. № S. С. 538.
3. Ланцов Е.В. и др. Значение лабораторного мониторинга опасных инфекционных заболеваний в аспекте противоэпидемической защиты при чрезвычайных ситуациях биологического-социального характера // Журнал инфектологии. 2018. Т. 10. № 4. С. 116-123.
4. Ложкина О.В. Изучение аффинных свойств поверхностного рецепторного белка стрептококка группы G методом высокоэффективной монолитной хроматографии: диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. СПб., 2003. 157 с.
5. Ostryanina N. D., Lojkina O. V., Tennikova T. B. Effect of experimental conditions on strong biocomplimentary pairing in high-performance monolithic disk affinity chromatography // J. Chromatogr. B. 2002. V.770. P.35-43.
6. Джужа А.Ю. и др. Монолитные молекулярно-импринтированные системы для детектирования фенилкетонурии: разработка и изучение свойств // Актуальные вопросы биологической физики и химии. 2018. Т. 3. № 3. С. 636-641.
7. Тенникова Т.Б., Влах Е.Г., Робер М.Ю. Материал для получения биочипа // Патент на изобретение RU 2456314 С2, 20.07.2012. Заявка № 2010138789/05 от 20.09.2010.
8. Ложкина О.В., Савинов А.Г., Ложкин В.Н. Теория и практика применения инновационных полимерных материалов в условиях нарастающих угроз биологического-социального характера. Санкт-Петербург. – 2019. – 160 с.
9. Шестопалов Н.В. и др. Дезинфицирующие средства на основе полимерных производных гуанидина и способы совершенствования их свойств // Дезинфекционное дело. 2018. № 3 (105). – С. 13-28.
10. Ложкина О.В., Савинов А.Г., Воробьева Е.И. Кожные антисептики – стратегия выбора // Поликлиника. 2008. № 6-2. С. 80-81.
11. O. Lozhkina, A. Savinov, A. Afinogenova. Study of effectiveness and antimicrobial activity of an alcohol-free, non-rinse antiseptic developed for skin disinfection in emergency situations // Book of abstracts of the 19<sup>th</sup> European Congress of Clinical Microbiology and Infection Diseases. Helsinki, Finland, May 2009.

Ложкин В. Н.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург**Моделирование распространения  $PM_{10}$  и СО от локального источника горения торфа**

Обоснована модель расчета концентраций  $PM_{10}$  и СО от одиночного источника тлеющего торфа. Расчет сравнивается с данными измерений – расхождение не превышает 30 %. Метод предлагается использовать для контроля горящих болот.

*Ключевые слова:* торф, горение,  $PM_{10}$  и СО, модель, расчет, измерение, сравнение.

Lozhkin V. N.

***Simulation of  $PM_{10}$  and CO diffusion from a local source of combustion of peat***

A model for calculating the concentrations of  $PM_{10}$  and CO from a local source of burning peat has been substantiated. The calculation is compared with the measurement data - the discrepancy does not exceed 30%. It is proposed to use a method to combat burning swamps.

*Keywords:* peat, combustion,  $PM_{10}$  and CO, model, calculation, measurement, comparison.

Прежде чем обрести способность управлять огнем в быту, человек познал действие пожаров в природе как жизненного фактора, лимитирующего его безопасное пребывание на Земле [1]. Люди подчинили себе огонь, создав, с его помощью, мощные орудия труда и передвижения, как, к примеру, силовые тепловые агрегаты, являющиеся источником движения средств транспорта [2]. Однако, стихию природного, в частности, тлеющего пожара торфяного, им не суждено укротить [3], но возможно должным образом на него реагировать, изучив опасности тлеющего, в без огневом окислении, торфа, как неизбежного следствия чрезвычайного химико-физического явления [4]. В данной работе расчетным и экспериментальным способами изучено распространение  $PM_{10}$  и СО вблизи модельного единичного «гейзера дымового» тлеющего болота торфяного [5].

Объектом исследования являлась физическая модель «гейзера дымового» [5], сымитированного тлением брикетов торфа бытового (Рис. 1). Концентрацию твердых частиц опасных размеров  $PM_{10}$  измеряли прибором Дустрак 8530, (США); концентрацию угарного газа СО, - Тесто-330-2ЛЛ Германия).

Расчет содержания в воздухе  $PM_{10}$  и СО производился в долях предельно допустимой максимальной разовой концентрации соответствующего поллютанта (ПДК<sub>МР</sub>) с использованием программы «Эколог 4» ООО «Фирма «Интеграл-Софт» (Санкт-Петербург) для стандартизованных нормально неблагоприятных метеорологических условий (ННМУ) по методике [6].



Рис. 1. Розжиг сымитированного «гейзера дымового», настройка приборов

На (Рис. 2) и (Рис 3) показаны совмещенные данные измерений и расчета содержания в воздухе  $PM_{10}$  и СО рядом с модельным источником «гейзера дымового» в сторону движения воздушной массы.

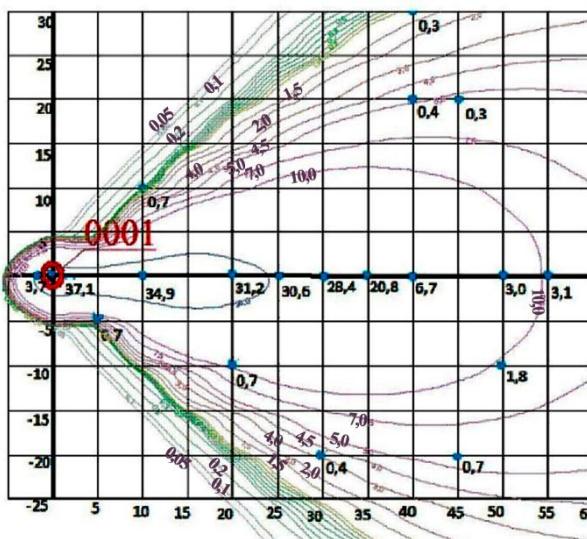


Рис. 2. Данные экспериментальных измерений и расчёта для  $PM_{10}$

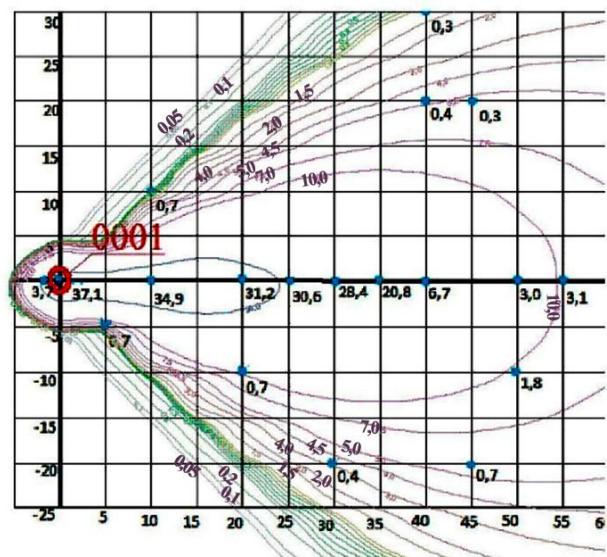


Рис. 2. Данные экспериментальных измерений и расчёта для СО

Как мы можем сделать заключение из анализа информации, представленной на рисунках (Рис. 2) и (Рис 3), предлагаемый методический прием дает «инструмент» для прогноза распространения СО,  $PM_{10}$  от локального источника горения торфа с погрешностью, в среднем, 10-30 %.

### Литература

1. Стадницкий, Г. В. Экология. СПб., 2002. 288 с.
2. Ложкин В. Н. и др. Надежность технических систем и техногенный риск. 2017. 461 с.
3. Elvidge C, Zhizhin M, et al 2015 Long-wave infrared identification of smoldering peat fires in Indonesia with nighttime Landsat data Environ Res Lett 10 doi:10.1088/1748-9326/10/6/065002.
4. Кобелев Е. С., Ложкин В.Н. Информационная технология прогнозирования струйных и турбулентных переносов поллютантов в стратифицированной атмосфере окрестности крупного торфяного пожара / XXV Всероссийский семинар с международным участием по струйным, отрывным и нестационарным течениям. 2018 г. – СПб. - 2018. - С. 129-130.

5. Timofeev, V.D. Physical and mathematical modeling of pollutant emissions when burning peat / A. Vasilyev, V. Lozhkin, D. Tarkhov, O. Lozhkina and V. Timofeev // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series. – 2017. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/919/1/012001/pdf>.

6. Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (утверждены приказом Минприроды России от 6 июня 2017 г. № 273; зарегистрированы в Минюсте РФ 10.08.2017 г., рег. № 47734. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456074826>.

УДК 621.43.068:504.3.054

*vnlojkin@yandex.ru*

**Ложкин В. Н.**

*Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург*

### ***О гипотезе «микро-взрывного» диффузионного горения капельных водно-топливных эмульсий (КВТЭ) в дизеле***

Экспериментом установлено, что ослабление водородных связей в молекулах воды КВТЭ способствует «микро-взрывному» росту скорости ее испарения и, как следствие, – уменьшению температуры пламени, концентрации  $\text{NO}_x$  и  $\text{PM}_{10}$  в остаточных газах.

**Ключевые слова:** дизельный двигатель; капельная водно-топливная эмульсия; «микровзрыв», токсичность остаточных газов.

*Lozhkin V. N.*

### ***On the hypothesis of «micro-explosive» diffusion burning of drop water-fuel emulsion (dwfe) in diesel***

The experiment established that the weakening of hydrogen bonds in water molecules of DWFE contributes to a «micro-explosive» increase in the rate of its evaporation and, as a consequence, to a decrease in the flame temperature, concentration of  $\text{NO}_x$  and  $\text{PM}_{10}$  in the residual gases.

**Keywords:** diesel engine; drip water-fuel emulsion; «Micro-explosion», toxicity of residual gases.

Дизельные двигатели автомобильного транспорта выбрасывают в окружающую среду с отработавшими газами (ОГ) сильнейшие токсичные вещества и парниковые газы, тем самым оказывая, согласно исследованиям отечественных и зарубежных ученых [1, 2], крайне негативное влияние на благополучие граждан. Позитивным «ответом» на эти угрозы устойчивому развитию цивилизации явилось беспрецедентное нормирование токсичности дизелей Euro-6<sup>+</sup> [3].

Внедрение на дизеле таких альтернативных топлив, как природного газа, спиртов, водорода требуют доработки его конструкции, что в условиях эксплуатации осуществить трудно. На протяжении всего развития и применения дизелей исследователей и практиков привлекало использование воды для понижения тепловой напряженности деталей цилиндропоршневой группы, а затем, – как средства эффективного уменьшения пожарной опасности и выбросов с ОГ  $\text{NO}_x$ , твердых частиц  $\text{PM}_{10}$ , [4, 5].

Если температура образования «зародышей» паровых пузырьков в водяных микровключениях КВТЭ становится ниже, чем температура вскипания дизельного топлива то, согласно с современной теоретической гипотезой мгновенного перегрева капелек воды микронных размеров (Рис.1), - они способны «взрываться» [4].

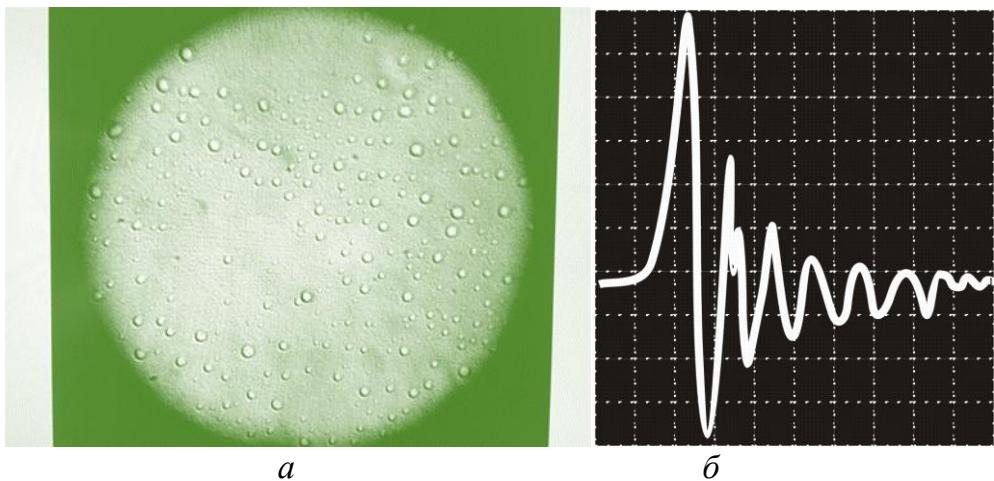


Рис. 1. Зарегистрированный процесс перегрева микрочастиц воды в капле КВТЭ с «микровзрывами» [4]: а) полидисперсная капля КВТЭ с вкраплениями образующихся при ее перегреве парогазовых «каверн»; б) акустический импульс, регистрируемый при лавинообразной газификации микро-капель воды КВТЭ

Целью исследования было подтвердить данную гипотезу прямым и косвенным, на дизеле, экспериментами. Для этого была предложена технология, обеспечивающая требуемую гомогенизацию дисперсного состава КВТЭ при возможности непрерывного контроля и регулирования необходимой ее влажности диэлькометрическим датчиком [5] - конструктивный элемент в верхней части устройства, показанного на (Рис 2, а).

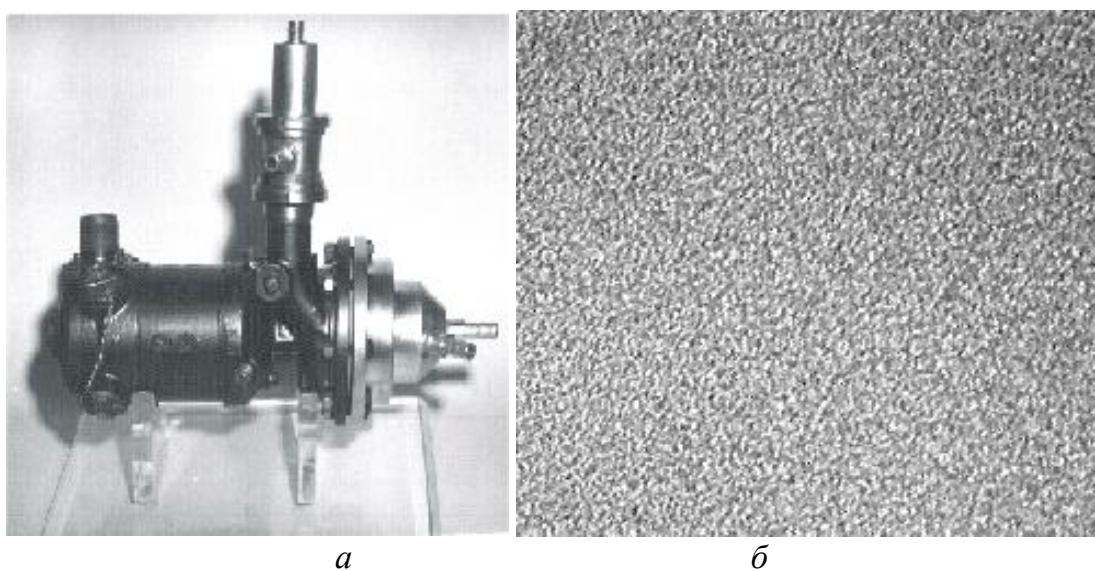


Рис. 2. а) Устройство для приготовления топливной КВТЭ (производительность 300 кг/ч); б) микроФотография КВТЭ (содержание воды - 20 массовых %)

Способом инфракрасной спектроскопии была изучена [5] нано-структура КВТЭ, в состав которой входили: дизельное топливо, микрочастицы воды с линейными размерами от одного до трех микрометров и вещество, поддерживающее требуемую композиционную «прочность» сцепления микрокомпонентов.

В ходе испытаний [5] было обнаружено, что в ИК-тепловом спектре КВТЭ, в отличие от ИК-теплового спектра чистого дизельного топлива, - по ходу сокращения присутствия воды в КВТЭ, интенсивность валентных колебаний (по регистрации «полуширин полос») снижалась, а при влагосодержании КВТЭ меньшем и равным 30 % масс., данная спектральная полоса приобретала, явно выраженную, симметричную форму с максимумом интенсивности ИК-тепловых колебаний вблизи частоты  $3400 \text{ см}^{-1}$ . Параллельно с этим физическим явлением, прослеживалось снижение (по регистрации «полуширин полос»), интенсивности ИК-тепловых колебаний деформации молекул воды в КВТЭ и частотного максимума.

Эти экспериментальные данные [5] подтверждали нано-гипотезу об ослаблении силовых водородных связей между молекулами воды в КВТЭ, что свидетельствовало в пользу работоспособности гипотезы «микровзрыва», а именного того, что ослабление водородных связей в молекулах воды способствует росту скорости ее испарения и, как следствие, – уменьшению локальных значений температуры пламени диффузионного горения топлива.

Следует отметить, что в работе [4] упоминается о интенсивном «белом» свечении диффузионного горения топливных микро-эмульсий в сравнении с «красноватыми оттенками» свечения диффузионного горения самого топлива.

С целью косвенного доказательства результирующего эффекта от применения КВТЭ автор провел стендовые эксперименты на дизеле воздушного охлаждения Д21А1 (2Ч 10.5/12.0) [5]. Состав отработавших газов при работе дизеля на КВТЭ измерялся ГА системой ASGA-T, измерения дымности отработавших газов осуществлялось прибором модели МК-3 Фирмы «Leslie Hartridge». Результаты экспериментов показали возможность уменьшения, в сравнении с дизельным горючим, выброса с ОГ частиц сажи  $\text{PM}_{10}$  (определяющих дымность ОГ) до 60 % и до 40 %, оксидов азота  $\text{NO}_x$ .

Частичная разборка двигателя после испытаний подтвердила эффект КВТЭ очищать от нагара рабочие поверхности деталей - огневые поверхности распылителей форсунок, деталей цилиндропоршневой группы, проточных элементов выпускного патрубка, практически, не имели отложений пиролитического углерода и сажи (нагара).

### Литература

1. Madrazo J., Clappier A., Belalcazar L.C., Cuesta O., Contreras H., Golay F., Screening differences between a local inventory and the Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), Sci. Total Environ, 2018, Vol. 1, pp. 631-632. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.094.
2. Lozhkin V., Gavkalyk B., Lozhkina O., Evtukov S., Ginzburg G. Monitoring of extreme air pollution on ring roads with  $\text{PM}_{2.5}$  soot particles considering their chemical composition (case study of Saint Petersburg), Transportation Research Procedia., 2020, Vol. 50, pp. 381-388.
3. ON-ROAD | MAN Engines Product Portfolio. URL:
4. [https://www.engines.man.eu/man/media/content\\_medien/doc/global\\_engines/on\\_road/OnRoad\\_EN\\_160808\\_web.pdf](https://www.engines.man.eu/man/media/content_medien/doc/global_engines/on_road/OnRoad_EN_160808_web.pdf).

5. Исаков А.Я. О механизмах фазовых превращений в каплях водотопливной эмульсии. URL: <https://socionet.ru/publication.xml?h=spz:cyberleninka:11110:15348392>
6. Vettegren' V. I., Mamalimov R. I., Lozhkin V. N., Morozov V. A.,
7. Lozhkina O. V. and Pimenov Yu. A. IR Spectroscopic Investigation of the Structure
8. of Water–Fuel Microemulsion for Diesel Engines / Technical Physics, 2016, Vol. 61, No. 9, pp. 1433–1435.

УДК 159.9.075

*el-tretyak@yandex.ru*

**Майстренко Е. В.<sup>1</sup>, Карама Е. А.<sup>2</sup>, Костылева А. А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Сургутский государственный университет, Сургут

<sup>2</sup>Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

## ***Сравнительный анализ нервно-психической устойчивости студентов и курсантов, обучающихся по направлению «пожарная безопасность»***

В работе представлен сравнительный анализ нервно-психической устойчивости курсантов из г. Екатеринбурга и студентов из г. Сургута, обучающихся на направлении «Пожарная безопасность». Установлено, что в целом курсанты обладают более высоким уровнем нервно-психической устойчивости, чем студенты.

**Ключевые слова:** нервно-психическая устойчивость, стрессоустойчивость, студенты, курсанты.

***Maistrenko E. V., Karama E. A., Kostyleva A. A.***

### ***An analysis of the neuropsychic resistance of fire safety students and cadets***

The study presents a comparative analysis of the neuropsychic stability of cadets from Yekaterinburg and students from Surgut, studying in the direction of "Fire safety". It was found that, in general, cadets have a higher level of neuropsychic stability than students.

**Keywords:** neuropsychic resistance, stress management, students, cadets.

Направление подготовки «Пожарная безопасность» занимает особое место в списке профессий. Трудовая деятельность, связанная со спасением людей, несчастными случаями, пожарами, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера, предполагает повышенные психические нагрузки и эмоциональное перенапряжение. От уровня подготовки выпускников зависит эффективность ликвидации возникших пожаров и последствий других чрезвычайных ситуаций. Поэтому одним из важных компонентов профессиональной пригодности абитуриента, студента, курсанта направления «Пожарная безопасность» является его нервно-психическая устойчивость.

Цель исследования: провести сравнительный анализ уровня нервно-психической устойчивости студентов гражданского вуза и курсантов специализированного учебного заведения государственной противопожарной службы МЧС России, обучающихся на направлении «Пожарная безопасность». Для достижения поставленной цели необходимо:

- провести литературный обзор по теме исследования;
- проанализировать условия приема и обучения по направлению подготовки «Пожарная безопасность» в Сургутском государственном университете (далее – СурГУ) и Уральском институте Государственной противопожарной службы МЧС России (далее – УрИ ГПС МЧС России);

– провести анкетирование по определению уровня нервно-психической устойчивости студентов и курсантов, обработать и проанализировать полученные результаты.

Феномен стрессоустойчивости имеет двойственную природу: стрессоустойчивость влияет на успешность \ неуспешность деятельности и обеспечивает гомеостаз личности [1].

Для исследователей представляет интерес взаимосвязь уровня стрессоустойчивости и других личностных характеристик. Ильинским С.В. и Гладышевой Е.А. установлено, что низкая нервно-психическая устойчивость коррелирует с высоким уровнем личностной и ситуативной тревожности. Такая личность воспринимает большинство жизненных ситуаций, как угрожающие и не может эффективно работать, ставить и выполнять боевые задачи в чрезвычайных ситуациях [2].

Важным аспектом является взаимосвязь поведенческих стратегий и уровня нервно-психической устойчивости. Известно, что высокий уровень стрессоустойчивости коррелирует с проблемно-ориентированным поведением, а низкий уровень стрессоустойчивости – с эмоционально-ориентированным поведением в стрессовых ситуациях [3]. Таким образом, уровень стрессоустойчивости влияет на поведение в чрезвычайной ситуации, определяя эффективность деятельности.

Рассмотрим особенности приема и обучения в СурГУ по направлению «Пожарная безопасность». Зачисление студентов проводится по результатам ЕГЭ по математике, русскому языку и физике. Тестирование, собеседование и другие вступительные испытания отсутствуют. Обучение базовым дисциплинам проводится в условиях СурГУ. Специальные дисциплины проходят на базе Учебного центра Федеральной противопожарной службы по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре в Сургуте. Занятия проводят сотрудники центра с использованием материальной базы Учебного центра.

Прием в УрИ ГПС МЧС России осуществляется по результатам: единого государственного экзамена, дополнительных вступительных испытаний, а именно: экзамена по математике и физической подготовке. При поступлении проводится психологическое тестирование.

При обучении в УрИ ГПС МЧС России происходит формирование навыков деятельности в нестандартных ситуациях, в условиях повышенного риска, в задымленной и токсичной среде, в условиях высоких температур, угрозы взрывов и обрушений, на высотах и в подвалах. Проводится подготовка курсантов по организации тушения пожаров, оценке и прогнозированию обстановки на пожаре, проведению первоочередных аварийно-спасательных работ, управлению боевыми действиями на пожарах.

Объект исследования: 30 студентов (25 юношей и 5 девушек) СурГУ направления «Пожарная безопасность» и 30 курсантов (25 юношей и 5 девушек) УрИ ГПС МЧС России направления «Пожарная безопасность».

Уровень нервно-психической устойчивости устанавливался с помощью анкет «Прогноз» В.А. Баранова и «Прогноз – 2» В.Ю. Рыбникова [4]. Существуют следующие уровни нервно-психической устойчивости: неудовлетворительный, удовлетворительный, хороший и высокий.

После проведения анкетирования студентов и курсантов были проанализированы полученные результаты (см. рис. 1). Неудовлетворительный уровень стрессоустойчивости обнаружен у 13,3 % студентов СурГУ в отличие от курсантов, среди которых вообще не были установлены те, кто имел бы неудовлетворительный уровень. Также среди студентов СурГУ более половины (56,7 %) тех, у кого выявлен удовлетворительный уровень НПУ, что превышает в пять раз численность курсантов с аналогичным уровнем. Из рисунка 1 видно, что большинство курсантов (76,7 %) обладают хорошим уровнем НПУ, что более чем в два раза превышает количество студентов СурГУ (30 %) с хорошим уровнем НПУ. Высокий уровень нервно-психической устойчивости выявлен у 13,3 % курсантов, в отличие от студентов, среди которых вообще нет таких, кто обладал бы таким уровнем.

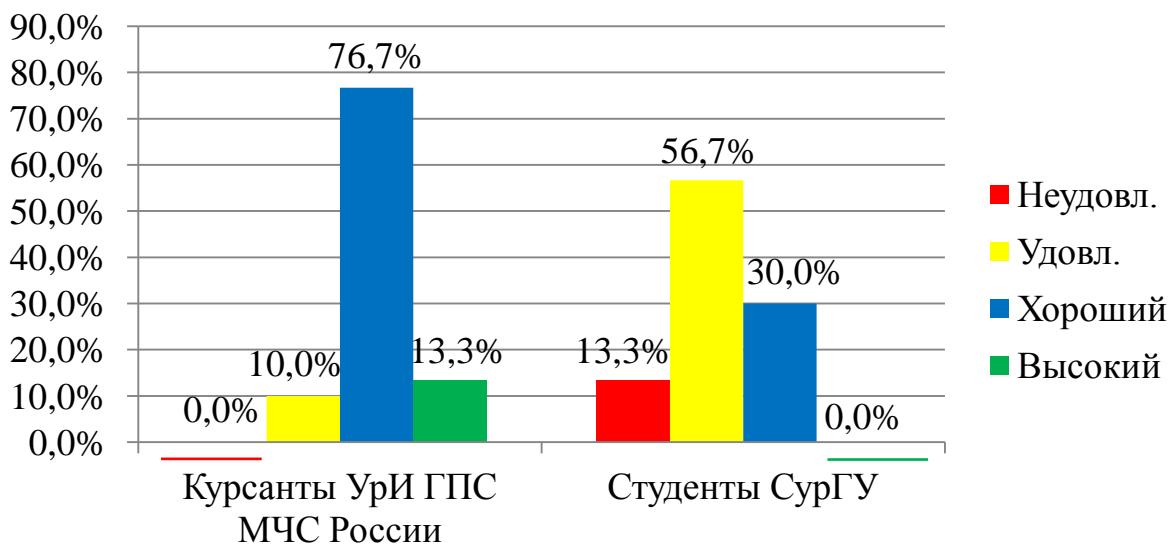


Рис. 1. Процентное распределение участников обследования по уровню нервно-психической устойчивости

Можно сделать вывод, что условия приема в гражданском вузе и специализированном учебном заведении ГПС МЧС России значительно различаются. При приеме в специализированном учебном заведении проводится психологическое тестирование и экзамен по физической подготовке. Это позволяет осуществить профессиональный отбор на самом раннем этапе. В гражданском вузе такие испытания не проводятся. Это влияет на уровень подготовки специалистов и их успешность в последующей трудовой деятельности.

В образовательном процессе учебного заведении ГПС МЧС России делается акцент на боевой подготовке, что способствует формированию устойчивости к стрессу и умению работать в экстремальных ситуациях. В гражданских вузах этому уделяется гораздо меньше учебных занятий.

Доля курсантов с хорошим уровнем стрессоустойчивости значительно выше, чем доля студентов. Предполагаем, что условия обучения курсантов могут способствовать повышению уровня нервно-психической устойчивости.

Курсанты с неудовлетворительным уровнем стрессоустойчивости не обнаружены. Предполагаем, что психологическое тестирование при приеме на

обучение способствует этому, позволяя провести отбор абитуриентов с удовлетворительным, хорошим и высоким уровнем стрессоустойчивости.

### **Литература**

1. Варданян Б.Х. Механизмы регуляции эмоциональной устойчивости // Категории, принципы и методы психологии. Психические процессы. – М., 1983. – С. 542-543.
2. Ильинский С.В., Гладышева Е.А. Особенности стрессоустойчивости сотрудников противопожарной службы // Вестник Самарской гуманитарной академии. Серия: Психология. 2013. №2 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-stressoustoychivosti-sotrudnikov-protivopozharnoy-sluzhby> (дата обращения: 09.09.2020).
3. Костылева А.А., Майстренко Е.В. Копинг-поведение в стрессовых ситуациях студентов с разным уровнем нервно-психической устойчивости // Danish Scientific Journal. 2020. №36. С. 42-46.
4. Психодиагностика стресса: практикум / сост. Р.В. Куприянов, Ю.М. Кузьмина; М-во образ. и науки РФ, Казан. гос. технол. ун-т. – Казань: КНИТУ, 2012. 212 с.

УДК 614.849:355.237

*mak\_s@e1.ru*

**Макаркин С. В., Ситков М. А.**  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

### ***Подготовка участников тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ как задача государственной политики в области пожарной безопасности***

Рассмотрены управлочные аспекты в сфере подготовки должностных лиц пожарной охраны, принимающих непосредственное участие в тушении пожаров.

**Ключевые слова:** управление, система обеспечения пожарной безопасности, подготовка кадров, переподготовка кадров, пожарная охрана, тушение пожаров, аварийно-спасательные работы.

*Makarkin S. V., Sitkov M. A.*

### ***Training of participants in extinguishing fires and conducting emergency rescue operations as a task of state policy in the field of fire safety***

The management aspects in the field of training of fire officials who are directly involved in extinguishing fires are considered.

**Keywords:** management, personnel training, retraining of personnel, fire brigade, extinguishing fires, rescue operations.

В соответствии со ст. 3 Федерального закона № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [1] тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ является одной из основных функций системы обеспечения пожарной безопасности.

Также закон [1] определяет, что организация и осуществление тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ является основной задачей пожарной охраны (ст. 4).

Видами пожарной охраны являются (ст. 4):

- государственная противопожарная служба (федеральная противопожарная служба и противопожарная служба субъекта Российской Федерации);
- муниципальная пожарная охрана;
- ведомственная пожарная охрана;
- частная пожарная охрана;
- добровольная пожарная охрана.

Процесс управления подразделениями пожарной охраны и подготовки кадров сегодня занимает ведущее направление в обеспечении пожарной безопасности как отдельного объекта, муниципального образования, региона и страны в целом. Ведь от умелого действия должностных лиц пожарной охраны при тушении проведения аварийно-спасательных работ зависит не только скорейшая ликвидация очага пожара, но и спасение материальных ценностей, и что более важно – человеческих жизней.

Управленческая деятельность как один из основных факторов функционирования подразделений пожарной охраны заключается в установлении определенных отношений субъекта и объекта управления. Процесс управления в рассматриваемой сфере предусматривает: сбор, хранение, обработку и передачу информации; разработку и принятие управленческого решения; выработку управляющих воздействий и выдачу их объекту управления.

В целом процесс тушения пожара пожарным подразделением построен по классическому принципу управления. Решение принимается руководителем тушения пожара после того, как будет собрана полная информация об объекте пожара. На основе полученной информации им принимается решение, какие силы и какую технику необходимо задействовать, и на последнем этапе передается распоряжение личному составу. Пожар по своей сути процесс быстроразвивающийся, поэтому эффективность управленческой деятельности в подразделениях пожарной охраны во многом определяется подготовленностью начальника караула и других руководителей тушения пожара. От сформированного у них представления о специфике деятельности, требованиях, предъявляемых к ней, осознании необходимости профессионального совершенствования зависит быстрота и правильности принимаемых решений.

Управленческие аспекты напрямую влияют на эффективность тушения пожаров, так как тушение пожара организовывает командир подразделения и от его компетенции зависит боеспособное состояние личного состава.

Двадцать первый век повседневную деятельность многих профессий сделал невозможной без использования компьютерной техники и специального программного обеспечения, которые помогают со сбором, хранением, обработкой и передачей информации. В структурных подразделениях МЧС России работают информационные системы для разработки принятия управленческих решений в определенном направлении для менеджеров высшего звена на уровне территориальных подразделений. На базе ВНИИ ГОЧС была разработана информационно-аналитическая модель и алгоритм определения оперативно-технической готовности пожарно-спасательных

подразделений в целях поддержки принятия решений при управлении переоснащением парка основных пожарных автомобилей.

На базе ФГБОУ ВО Сибирской пожарно-спасательной академии была разработана автоматизированная информационно-графическая система ГраФиС (АИГС ГраФиС). Данная система предназначена для автоматизации составления схем расстановки сил и средств при тушении пожара и проведения пожарно-тактических расчетов. Особенностью данной системы является использование объектно-ориентированного подхода к составлению схем тушения пожара. Это позволяет объединить в единый универсальный инструмент графическую и аналитическую системы.

Данная программа стала неотъемлемой составляющей в деятельности руководителей тушения пожаров (РТП). Руководителю тушения пожара приходится действовать и принимать решения в условиях риска и неопределенности почти на всех пожарах, а на крупных и сложных – практически всегда [2]. В условиях риска и неопределенности на пожарах возрастает роль современных технических средств, которые помогают РТП объективно оценивать складывающуюся ситуацию и принимать обоснованные решения. Компьютерные программы помогают командирам подразделений.

Личный состав подразделений пожарной охраны должен быть морально и психологически устойчив, готов регулярно подвергать свою жизнь опасности для спасения жизни и здоровья граждан, обладать необходимыми навыками и знаниями. Поэтому подбор и обучение командного и личного состава имеет огромное значение для пожарных подразделений различных видов пожарной охраны.

Подготовка кадров сама по себе предполагает постоянный поиск новых, более эффективных средств, форм и методов обучения и воспитания с учетом современных требований к их квалификации в области пожарной безопасности.

МЧС России организует подготовку в образовательных организациях МЧС России специалистов для спасательных воинских формирований, федеральной противопожарной службы, пожарных, аварийно-спасательных и иных формирований МЧС России, кадров для пожарной охраны и организаций независимо от ведомственной принадлежности и организационно-правовых форм и форм собственности; разрабатывает и утверждает порядок проведения аттестации на право осуществления руководства тушением пожаров и ликвидацией чрезвычайных ситуаций и ряд др. [9].

МЧС России имеет свою научно-исследовательскую и образовательную базу в составе: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) [3], Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Академия ГПС МЧС России, Академия гражданской защиты МЧС России, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Уральский институт ГПС МЧС России [4] и ряд др.

В научно-исследовательских учреждениях и образовательных организациях высшего образования МЧС России проходят подготовку специалисты высшей квалификации, реализуются программы высшего образования по специальности «Пожарная безопасность», направлению

подготовки «Техносферная безопасность» (уровни бакалавриата, специалитета и магистратуры).

Реализация дополнительных профессиональных программ, программ профессиональной подготовки по профессиям, программ профессионального обучения осуществляется в образовательных организациях высшего образования МЧС России, Воронежском институте повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России, учебных центрах ФПС.

В качестве примера назовем некоторые из реализуемых программ:

1) программы повышения квалификации:

– повышение квалификации начальников (заместителей начальников) пожарно-спасательных частей ФПС МЧС России;

– повышение квалификации начальников караулов пожарно-спасательных частей;

2) программы профессиональной переподготовки:

– профессиональная переподготовка начальствующего состава ФПС с углубленным изучением пожаротушения и аварийно-спасательных работ;

3) программы профессиональной подготовки по профессиям:

– профессиональная подготовка по профессии «Пожарный»;

– профессиональная подготовка спасателей МЧС России к введению поисково-спасательных работ;

4) программы профессионального обучения:

– профессиональная переподготовка водителей пожарных и аварийно-спасательных автомобилей, оборудованных устройствами для подачи специальных световых и звуковых сигналов;

– профессиональная переподготовка водителей для работы на специальных агрегатах автолестниц;

– профессиональная переподготовка водителей для работы на специальных агрегатах автоподъемника коленчатого пожарного;

– профессиональная переподготовка помощников начальников караулов пожарных частей;

– профессиональная переподготовка командиров отделений пожарно-спасательных частей;

– профессиональная переподготовка мастеров газодымозащитной службы.

Обучение организовано в очной (заочной) форме с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Комплектование кандидатами осуществляется на основании плана комплектования образовательных организаций высшего образования МЧС России специалистами МЧС России, должностными лицами и специалистами РСЧС для обучения по дополнительным профессиональным программам на календарный год [10].

К примеру, на 2020 год для обучения по образовательным программам высшего образования ГУ МЧС России по Самарской области выделено 9 бюджетных мест, из которых 4 места для обучения по направлению подготовки «Техническая безопасность» (профиль – Пожарная безопасность), в том числе 2 места очного обучения, 2 места заочной формы обучения на получение степени бакалавра, а также 4 места для обучения по программе магистратуры по

направлению подготовки «Техническая безопасность», 3 места из которых на заочную форму обучения [5].

Говоря о противопожарной службе субъектов Российской Федерации, следует отметить, что и ее должностные лица должны пройти соответствующую подготовку.

Так, согласно Постановления Правительства Самарской области от 03.02.2010 № 24 «О внесении изменений в постановление Правительства Самарской области от 31.01.2008 № 15 «О противопожарной службе Самарской области» и утверждении Перечня организаций, в которых в обязательном порядке создается пожарная охрана, содержащаяся за счет средств» [6] в функцию противопожарной службы Самарской области входит обеспечение профессиональной подготовки, переподготовки личного состава противопожарной службы Самарской области. Обучение проводится на базе ФАУ ДПО Самарского учебного центра ФПС МЧС России и других образовательных учреждений МЧС России на договорной основе.

В крупных поселениях для предупреждения и тушения пожаров на территории муниципального образования решением органа местного самоуправления может быть создана муниципальная пожарная охрана. Как правило, муниципальная пожарная охрана малочисленная. В ее состав входят: начальник части, инструктор профилактики, старший водитель, начальник караула, мастер-пожарный.

Указанные должностные лица проходят специальное первоначальное обучение и профессиональную специальную подготовку. Как правило, обучение организовано за счет средств местного бюджета, выделяемых муниципальной пожарной охране на материально-техническое обеспечение, заработную плату работников.

Добровольные пожарные могут быть допущены к самостоятельной работе по тушению пожаров только после прохождения соответствующей профессиональной подготовки. Поэтому добровольные пожарные и работники добровольной пожарной охраны в обязательном порядке проходят обучение по программам первоначальной и последующей профессиональной подготовки добровольных пожарных, разработанных и утвержденных федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности (МЧС России).

Первоначальная и последующая профессиональная подготовка добровольных пожарных и работников добровольной пожарной охраны проходит непосредственно в подразделениях добровольной пожарной охраны в порядке, установленном руководителем соответствующего подразделения, с учетом особенностей охраняемых объектов и территорий городских и сельских поселений и межселенных территорий или на базе учебных центров (пунктов) Государственной противопожарной службы, пожарно-технических образовательных учреждений, а также других организаций, имеющих лицензию на обучение [7].

Обеспечение профессиональной подготовки, переподготовки личного состава разных видов пожарной охраны проводится за счет средств федеральных органов, органов государственной власти субъектов Российской

Федерации, органов местного самоуправления при реализации государственной политики в области пожарной безопасности. Профессиональную подготовку, переподготовку личного состава проходят на базе учебных центров (пунктов) Государственной противопожарной службы, пожарно-технических образовательных учреждений, а также других организаций, имеющих соответствующую лицензию.

В заключении следует отметить, что вопросам подготовки должностных лиц пожарной охраны, особенно задействованного в тушении пожаров и проведения аварийно-спасательных работ, государство уделяет особое значение, подтверждением тому Основы государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года [8] (далее – Основы).

Согласно Основ к основным задачам государственной политики в области пожарной безопасности относится повышение качества обучения личного состава подразделений всех видов пожарной охраны в части, касающейся профилактики и тушения пожаров, а также проведения аварийно-спасательных работ (п. 13).

Разработка и внедрение в образовательный процесс инновационных технологий обучения различных категорий населения и личного состава подразделений всех видов пожарной охраны мерам пожарной безопасности, повышение уровня сознательности населения в области пожарной безопасности входит в комплекс мероприятий по выработке и реализации государственной научно-технической политики в области пожарной безопасности (п. 18).

Основным направлением деятельности по обеспечению пожарной безопасности на различных уровнях, в том числе, является и повышение эффективности проведения пожарно-тактических занятий и учений в целях поддержания готовности подразделений пожарной охраны, пожарно-спасательных гарнизонов, подготовки личного состава пожарной охраны (п. 24).

### **Литература**

1. О пожарной безопасности: Федеральный закон Рос. Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 1994. – № 35, ст. 3649.
2. Теребнев В.В. Пожарная тактика. Книга 4. Управление. – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2016. – 156 с.
3. Научно-исследовательские учреждения МЧС России // URL: <https://www.mchs.gov.ru/contacts/uchrezhdeniya-i-organizacii/nauchno-issledovatelskie-uchrezhdeniya>.
4. Образовательные учреждения МЧС России // URL: <https://www.mchs.gov.ru/contacts/uchrezhdeniya-i-organizacii/obrazovatelnye-uchrezhdeniya#>.
5. О мероприятиях, связанных с комплектованием образовательных организаций высшего образования МЧС России в 2020 году: распоряжение МЧС России от 08.05.2020 № 311.
6. О внесении изменений в постановление Правительства Самарской области от 31.01.2008 № 15 «О противопожарной службе Самарской области» и утверждении Перечня организаций, в которых в обязательном порядке создается пожарная охрана, содержащаяся за счет средств: Постановление Правительства Самарской области от 03.02.2010 № 24 // URL: <http://docs.cntd.ru/document/945026465> (дата обращения: 17.12.2020).
7. О добровольной пожарной охране: Федеральный закон Рос. Федерации от 6 мая 2011 г. № 100-ФЗ // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2011. – № 19, ст. 2717.

8. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года: Указ Президента Рос. Федерации от 1 января 2018 г. № 2 // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2018. – № 2, ст. 411.

9. Вопросы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий: Указ Президента Рос. Федерации от 11 июля 2004 г. № 868 // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2004. – № 28, ст. 2882.

10. Об организации обучения в 2020 году специалистов МЧС России, должностных лиц и специалистов единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций по дополнительным профессиональным программам: распоряжение МЧС России от 07.08.2019 № 430.

УДК 699.812.3

koksharovab@e1.ru

*Максимова А. В. , Кокшаров А. В.  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

### ***Разработка вспучивающихся огнезащитных композиций на основе силиката натрия***

В работе рассмотрены основные компоненты, входящие во вспучивающиеся огнезащитные композиции; механизм вспучивания; а также представлены полученные результаты собственного исследования разработки вспучивающегося состава на основе силиката натрия.

**Ключевые слова:** вспучивающиеся составы, огнезащита, силикат натрия, механизм вспучивания.

*Maksimova A. V., Koksharov A. V.*

### ***Development of intumescent flame retardant compositions based on sodium silicate***

The paper considers the main components included in the swelling fire-retardant compositions; the mechanism of swelling; and also presents the results of our own research on the development of an intumescent composition based on sodium silicate are presented.

**Keywords:** intumescent substances are sodium silicate, the mechanism of blistering, fire protection.

Одним из способов повышения пределов огнестойкости строительных конструкций является использование лакокрасочных покрытий вспучивающегося типа [1]. Целесообразность которых обусловлена: тонкослойностью, высокой огнезащитной эффективностью, низким выделением токсичных веществ при горении.

На сегодняшнее время вспучивающиеся покрытия на рынке достаточно распространены. Однако они имеют два существенных недостатка: высокую стоимость, что ограничивает их повсеместное использование, и довольно низкая прочность вспененного слоя, находящегося в условиях мощных конвективных потоков продуктов горения. Поэтому разработка составов с улучшенными данными параметрами является актуальным.

Помимо вспучивающихся составов на основе органических веществ, деструкция которых приводит к образованию пенококса, существуют составы на основе соединений кремния. Соединения неорганической природы обладают

более высокой теплостойкостью, негорючестью и сравнительно низкой стоимостью.

Поэтому целью настоящей работы является разработка вспучивающихся огнезащитных композиций на основе силиката натрия.

Анализ литературы показал, что во вспучивающиеся составы входят следующие компоненты: плёнкообразователь, карбонизирующиеся соединение (полиол), неорганическая кислота и её производная, вспенивающий агент (газообразователь, порофор) [2]. Кроме того, в состав входят галогенсодержащие добавки, некоторые пигменты и наполнители.

Механизм вспучивания огнезащитных покрытий состоит из следующих стадий:

1) выделение неорганической кислоты, способной к образованию сложных эфиров карбонизирующихся соединений при определённой температуре;

2) повышение температуры, а также присутствие аминов, ускоряет реакцию. Завершение происходит при более низкой температуре.

3) плавление компонентов, входящих в состав вспучивающегося покрытия, во время или непосредственно перед образованием сложных эфиров;

4) химическая реакция между образующимся эфиром полиола и неорганической кислотой вследствие дегидратации. В результате образуются углеродно-неорганические (как правило, углерод- и фосфорсодержащие) структуры, которые в дальнейшем участвуют в процессах коксования;

5) при разложении вспенивающегося агента, которая происходит из-за дегидратации полиола, образуются горючие газы. Они вспенивают карбонизирующуюся смесь;

6) желатинизация, а затем отверждение вспененной массы в момент завершения процессов коксования.

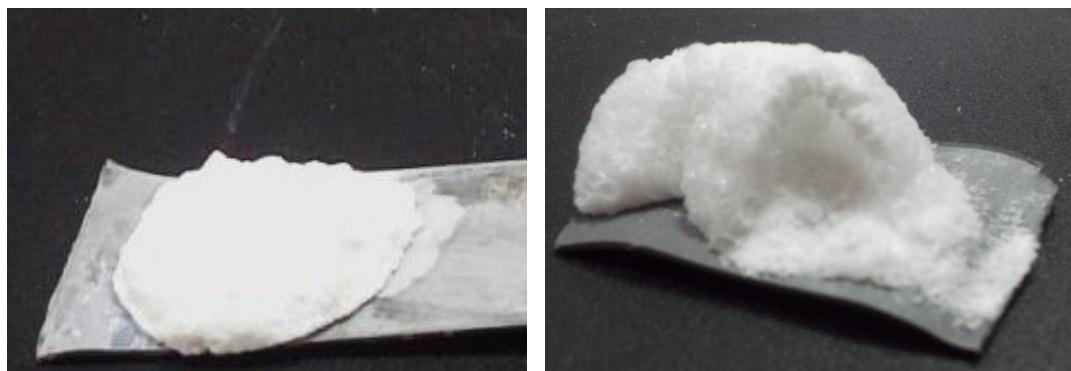
В качестве основы для приготовления композиции вспучивающегося состава мы выбрали силикат натрия. В качестве вспенивающего агента (глицин, нитрат цинка) и наполнителя (тальк, оксид алюминия, оксид кремния, оксид титана). Все компоненты являются легкодоступными, дешёвыми и экологически безопасными.

При проведении исследований выявилось соотношение всех компонентов, что позволило выявить некоторые закономерности.

Силикат натрия является универсальным плёнкообразователем, который не отслаивается от поверхности. Силикат натрия представляет собой гидрат, который при нагревании теряет воду. Выделяющийся пар вспучивает покрытие.

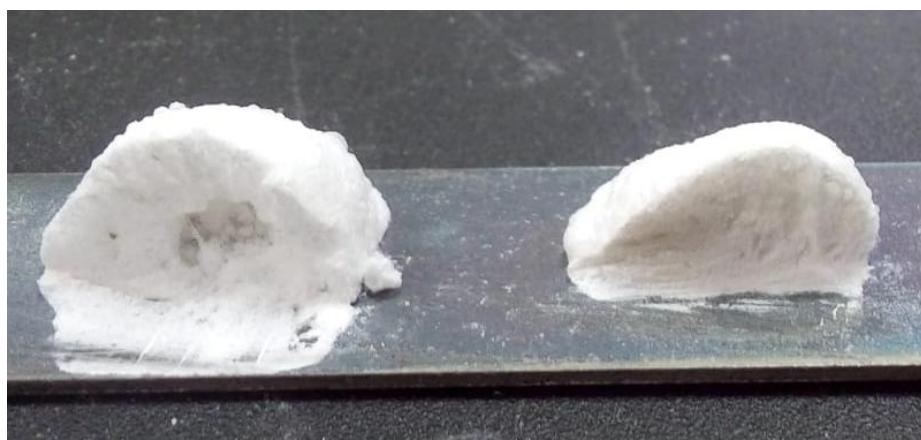
Однако коэффициент вспучивания составляет несколько единиц и довольно быстро, в процессе нагревания, пена теряет свою форму, образуя «кратеры» (рис.1, слева).

Состав, состоящий из жидкого стекла и вспенивающегося агента, позволяет получить вспучивание средней толщины, относительно чистого вещества, однако он имеет существенный недостаток – большие полости внутри вспученного слоя (рис.1, справа). Видимо выделение газа происходит неравномерно по объёму покрытия.



*Рис. 1. Вспучивание чистого силиката натрия (слева); появление внутренних полостей при добавлении вспенивающего агента (справа).*

Добавление наполнителя приводит к образованию более однородной структуры (рис. 2, справа). Видимо, это связано с тем, что частицы наполнителя выступают в роли центров парообразования, когда в расплаве пленкообразователя начинает выделяться газ при разложении вспенивающего агента.



*Рис. 2. Структура вспененного слоя без наполнителя (слева); однородная структура вспененного слоя с наполнителем (справа)*

Таким образом, в результате проделанной работы был проведён обзор научно-технической литературы, установлены обязательные компоненты, которые должны присутствовать во вспучивающихся огнезащитных составах, а также изучен механизм их вспучивания.

Предложены компоненты для получения композиций вспучивающихся составов на основе силиката натрия и проведены предварительные исследования, результаты которых показывают перспективность данного направления.

#### **Литература**

1. «Огнезащитные составы для стальных конструкций. Метод определения огнезащитной эффективности» // Сборник руководящих документов Государственной противопожарной службы. Часть 6. НПБ 236-97. М: ГУГПС МВД России, 1997.
2. Огнезащитные вспучивающиеся лакокрасочные покрытия [Текст] / А. В. Павлович, А. С. Дринберг, Л. Н. Машляковский. М: ЛКМ-пресс, 2018. 487 с.

**Мансуров Т. Х., Беzzапонная О. В., Головина Е. В.**  
**Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург**

**Исследование термоаналитических характеристик огнезащитных кабельных покрытий различной химической природы методами синхронного термического анализа**

В исследовании представлены основные термоаналитические характеристики огнезащитных кабельных покрытий на связующем различной химической природы, полученные по результатам применения методов синхронного термического анализа. Данные характеристики будут использоваться для разработки методики оценки термостойкости огнезащитных кабельных покрытий методами термического анализа.

**Ключевые слова:** огнезащитные кабельные покрытия, кабельные изделия, пенококс, термоаналитические характеристики, термическая стойкость.

**Mansurov T. Kh., Bezzaponnaya O. V., Golovina E. V.**

***Study of thermoanalytic characteristics of fire-protective cable coatings of different chemical nature by the methods of synchronous thermal analysis***

The study presents the main thermoanalytical characteristics of fire retardant cable coatings on a binder of various chemical nature, obtained from the results of the application of methods of synchronous thermal analysis. These characteristics will be used to develop a methodology for assessing the heat resistance of fire retardant cable coatings using thermal analysis methods.

**Keywords:** fire-resistant cable coatings; cable products; foam; thermoanalytical characteristics; thermal stability.

Высокомолекулярные соединения, применяемые для изготовления изоляционных конструктивных элементов кабельных изделий (КИ), при возникновении пожара, в значительной степени, усиливают распространение пламени по поверхности КИ. Одним из практических способов снижения вероятности и в случае возникновения подобных ситуаций, минимирования последствий распространения пламени по КИ, является нанесение огнезащитных кабельных покрытий интумесцентного типа (ОКП) на поверхность КИ. В ОКП интумесцентного типа под воздействием высоких температур запускается процесс фазовых переходов, сопровождающийся вспучиванием огнезащитного состава и образованием пористого пенококсового слоя, снижающего теплопередачу на КИ до 100 раз [1].

Огнезащитная эффективность ОКП оценивается по ГОСТ Р 53311 [2], который предлагает достаточно низкоинформационные методы, не имеющие четких связей с температурными режимами пожаров, а результаты, полученные по итогам оценки огнезащитной эффективности с использованием ГОСТ Р 53311, демонстрируют отсутствие корреляции с другими видами анализов, что в значительной мере затрудняет выработку критериев оценки термостойкости ОКП, например, методами синхронного термического анализа (СТА). При применении методов СТА существует возможность определения термоаналитических характеристик ОКП под воздействием высоких

температур, таких как потеря массы, скорость потери массы, тепловые эффекты фазовых переходов и теплоемкость пенококса.

Термический анализ представленных огнезащитных кабельных покрытий проводился на приборе *Nietzsch STA 449 F5 Jupiter®* в атмосфере воздуха в платиновых тиглях со скоростью нагрева  $20^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ . Термоаналитические характеристики, полученные методом синхронного термического анализа и необходимые для выбора критериев оценки термостойкости ОКП различной химической природы, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Термоаналитические характеристики огнезащитных кабельных покрытий на связующих различной химической природы

Огнезащитные кабельные покрытия	$\Delta m_{100}$ , %	$\Delta m_{200}$ , %	$\Delta m_{400}$ , %	$\Delta m_{600}$ , %	Зольный остаток ( $3O_{900}$ ), %	$\Delta C_{p600-900}$ , Дж/(г*К)
ОКП №1 (дисперсия на основе органического растворителя с добавлением интеркалированного графита)	0,04	2,33	34,00	45,90	31,07	6,01 ↓
ОКП №2 (сuspензия наполнителей, пигментов, антипиренов в водной среде)	0,95	1,92	44,97	60,10	28,47	12,69 ↓
ОКП №3 (вододисперсионная краска на основе акриловой дисперсии с наполнителями)	1,74	4,92	45,23	56,92	35,97	10,31 ↓
ОКП №4 (вододисперсионный терморасширяющийся состав с целевыми и органическими наполнителями)	2,22	4,65	47,79	64,40	22,03	17,66 ↓
ОКП №5 (сuspензия из термостойких, газопенообразующих наполнителей в водной акриловой дисперсии)	4,31	5,12	47,35	70,20	9,30	15,78 ↓

Примечание:  $\Delta m_{100}$  – потеря массы образца при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta m_{200}$  – потеря массы образца при температуре  $200^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta m_{400}$  – потеря массы образца при температуре  $400^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta m_{600}$  – потеря массы образца при температуре  $600^{\circ}\text{C}$ ;  $3O_{900}$  – зольный остаток (остаточная масса) образца на момент окончания эксперимента при температуре  $900^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta C_{p600-900}$  – изменение теплоемкости пенококса в интервале температур  $600^{\circ}\text{C} \div 900^{\circ}\text{C}$ .

Одной из основных характеристик ОКП в процессе формирования пенококса является потеря массы  $\Delta m$  огнезащитным составом при повышении температуры от  $200^{\circ}\text{C}$  до  $600^{\circ}\text{C}$ . В диапазоне этих температур ОКП проходит несколько стадий и по характеру изменения потери массы  $\Delta m$  в разных диапазонах температур можно судить об огнезащитных характеристиках состава и его работоспособности [5]. При температуре от  $200^{\circ}\text{C}$  у

огнезащитных составов начинается процесс интумесценции, т.е. вспучивания и чем больше потеря массы в этот момент, тем интенсивнее протекает процесс интумесценции, снижая температуропроводность образующегося пенококса [6] и соответственно эффективнее защита кабельного изделия. В интервале температур  $200\div600^{\circ}\text{C}$  идет активная фаза формирования пенококса, а при значениях температуры от  $600^{\circ}\text{C}$ , наступает процесс выгорания связующего и здесь важно отметить □ чем ниже показатель  $\Delta m$ , тем более стойким к температурному воздействию является связующее и выше термостойкость ОКП. Наибольшая потеря массы в интервале  $200\div600^{\circ}\text{C}$  наблюдается у ОКП на водной основе (рис. 1), в отличие от составов на органической основе, где этот показатель значительно меньше.

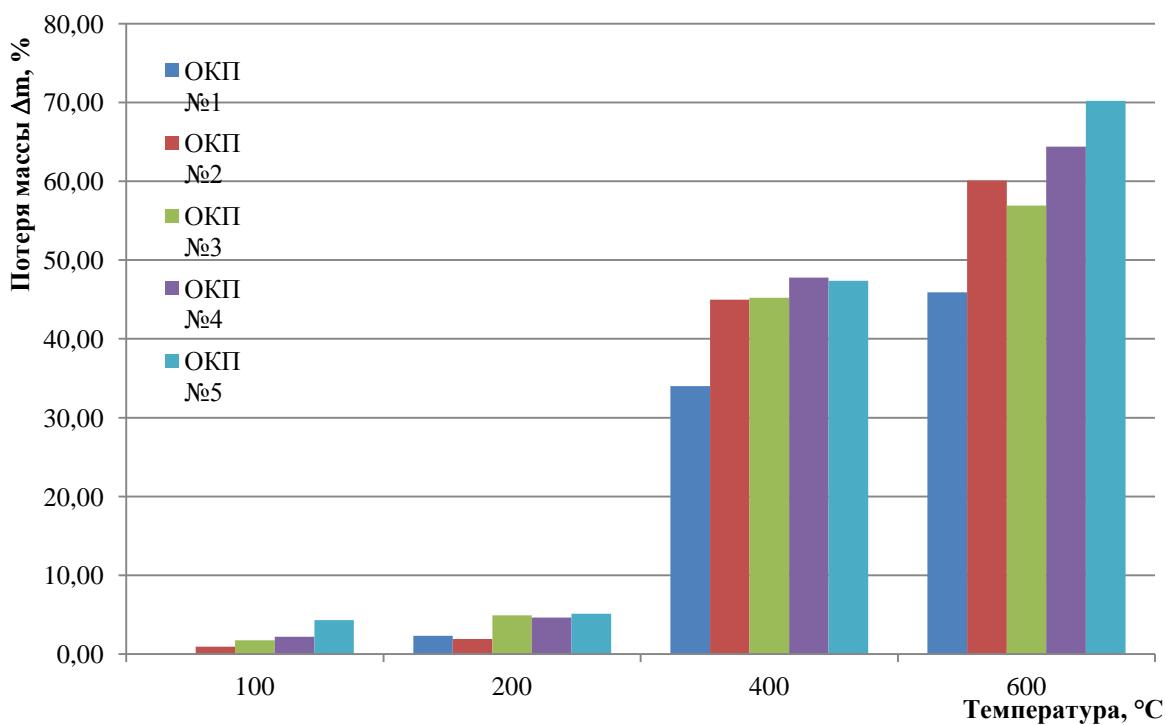


Рис. 1. Потеря массы огнезащитных кабельных покрытий на связующем различной химической природы (OKP №1 – дисперсия на основе органического растворителя с добавлением интеркалированного графита; OKP №2 – суспензия наполнителей, пигментов, антипиренов в водной среде; OKP №3 – вододисперсионная краска на основе акриловой дисперсии с наполнителями; OKP №4 – вододисперсионный терморасширяющийся состав с целевыми и органическими наполнителями; OKP №5 – суспензия из термостойких, газопенообразующих наполнителей в водной акриловой дисперсии)

Зольный остаток ОКП по окончании эксперимента (при температуре  $900^{\circ}\text{C}$ ) представлен в виде диаграммы на рисунке 2.

Зольный остаток (ЗО) при температуре  $900^{\circ}\text{C}$  (максимальном значении температуры стандартного режима пожара) дает информацию о способности образовавшегося пенококса сопротивляться выгоранию и позволяет оценить ее в процентном соотношении. Диаграмма, представленная на рис. 2, наглядно демонстрирует остаточную массу ОКП на конец проведения испытаний в условиях стандартного режима пожара и, исходя из полученных данных, ОКП

на основе органического растворителя и одно из представленных ОКП на водной основе имеют большую стойкость к выгоранию, нежели все остальные ОКП.

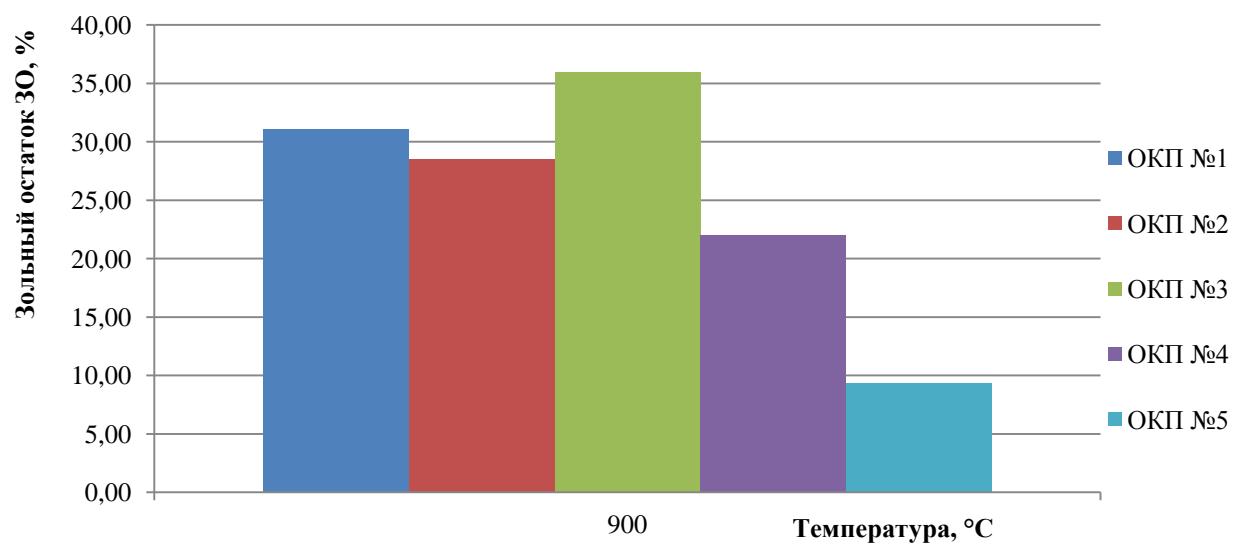


Рис. 2. Зольный остаток огнезащитных кабельных покрытий при температуре окончания эксперимента 900°C

Большое количество информации может дать изменение удельной теплоемкости  $\Delta C_p$  огнезащитного кабельного покрытия в диапазоне температур от 600°C до 900°C (рисунок 3). Данный показатель характеризует состояние пенококса на момент окончания формирования пористой структуры и изменение его огнезащитных свойств во всем диапазоне обозначенных температур. Снижение этого показателя дает количественное представление о снижении теплоизоляционных свойств ОКП при повышении температуры от 600 °C до 900 °C.

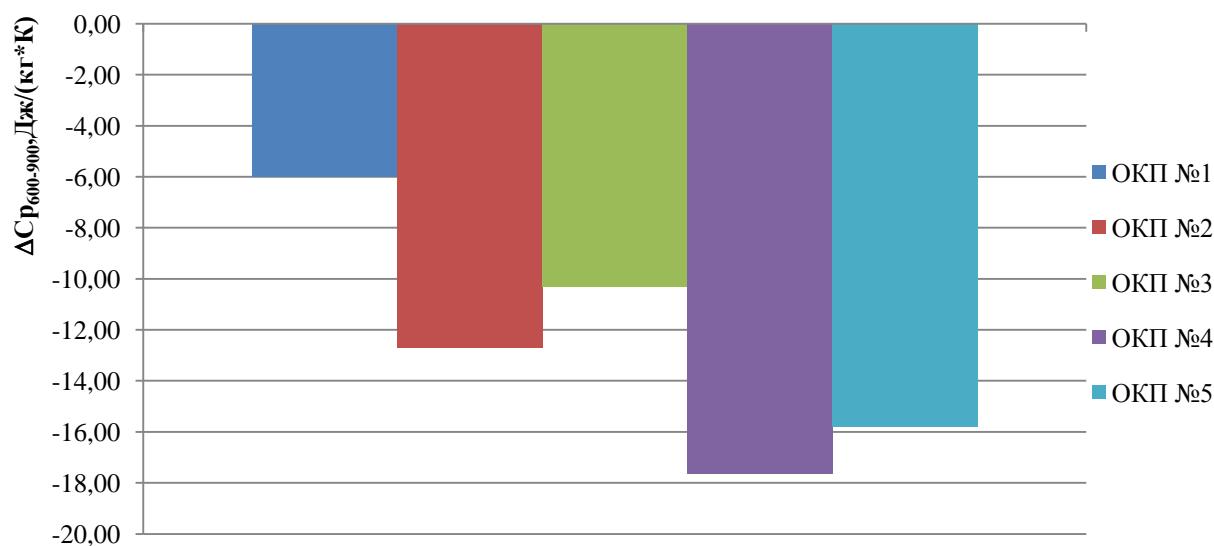


Рис. 3. Изменение теплоемкости огнезащитных кабельных покрытий на связующем различной химической природы в диапазоне температур от 600 °C до 900 °C

Показатели теплоизоляционных свойств ОКП в диапазоне 600÷900°C, наблюдающиеся у представленных составов, говорят об их термостойкости и возможности снижения распространения пламени по кабельным изделиям. Огнезащитным составом с наименьшим снижением удельной теплоемкости является ОКП №1 на основе органического растворителя и интеркалированного графита. Остальные составы на водной основе имеют различные значения этого показателя, однако, стоит отметить, что в чистом виде данный показатель применять не следует, так как, например ОКП №3 имеет сравнительно меньшее снижение удельной теплоемкости в обозначенном интервале температур, но при этом обладает худшей огнезащитной эффективностью (меньшим временем достижения критической температуры) из всех представленных составов при проведении натурных огневых испытаний в условиях стандартного режима пожара.

Применение метода синхронного термического анализа при изучении характеристик огнезащитных кабельных покрытий поможет решению вопроса оценки термостойкости ОКП и разработки методики оценки термостойкости огнезащитных кабельных покрытий методами термического анализа.

*Авторы выражают благодарность ООО «НеоКрил» за помощь в подготовке к экспериментам и предоставленные огнезащитные кабельные покрытия.*

#### **Литература**

1. Vandersall, H.L. Intumescent Coating Systems. Their Development and Chemistry/ H L. Vandersall // J. Fire and Flamm. 1971. №2. C. 97-140.
2. ГОСТ Р 53311-2009 Методы определения огнезащитной эффективности.
3. Мансуров Т.Х., Беззапонная О.В., Головина Е.В., Контобойцева М.Г. Исследование огнезащитных кабельных покрытий методами термического анализа и огневых испытаний // Техносферная безопасность 2020. № 1 (26). С.62-70.
4. Мансуров Т.Х., Беззапонная О.В., Головина Е.В., Сафонова И.Г. Исследование кабельного изделия с огнезащитными покрытиями различной химической природы при температурном режиме стандартного пожара// Техносферная безопасность 2020. № 3 (28). С.108-120.
5. Головина Е.В., Беззапонная О.В., Мансуров Т.Х. Критерии оценки термостойкости огнезащитных составов интумесцентного типа для объектов нефтегазового комплекса // Техносферная безопасность. 2018. №3(20). С. 133-138.
6. Головина Е.В., Беззапонная О.В., Мансуров Т.Х. Методика оценки термостойкости огнезащитных материалов интумесцентного типа для условий углеводородного горения методом синхронного термического анализа // Техносферная безопасность. 2018. № 1(18). С. 32-36.

**Миньковский Д. А., Зарубин В. П.**

*Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Иваново*

***Рассмотрение вопроса об использовании компьютерных программ  
при проектировании деталей пожарных насосов***

В статье рассмотрена возможность применения компьютерных программ для проектирования деталей узлов и агрегатов пожарной техники. На примере моделирования рабочего колеса центробежного насоса рассматривается вопрос подбора оптимального количества рабочих лопаток для получения оптимальных рабочих характеристик.

*Ключевые слова:* компьютерное моделирование, пожарный насос, гидродинамический расчет.

*Minkovsky D. A., Zarubin V. P.*

***Consideration of the use of computer program in the design of fire pump parts***

The article considers the possibility of using computer programs for the design of parts of components and aggregates of fire equipment. On the example of modeling the impeller of a centrifugal pump, the issue of selecting the optimal number of working blades to obtain optimal performance characteristics is considered.

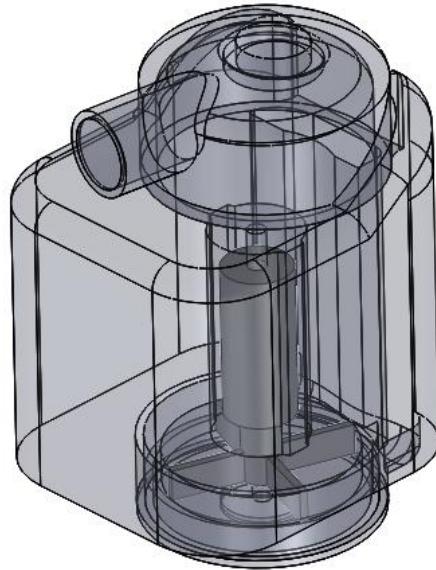
*Keywords:* computer modeling, fire pump, hydrodynamic calculation.

Своевременность и качество выполнения боевых задач пожарными подразделениями зависит от исправности, производительности и надежности используемого оборудования. Из большого числа применяемого пожарно-технического вооружения особое место занимают пожарные насосы без использования которых невозможно выполнение основной задачи на пожаре. Забор воды из водоисточника, перекачка на большие расстояния, создание оптимального напора в магистрали и достаточного разряжения во всасывающей линии это лишь небольшая часть предъявляемых к ним требований. Соответствие назначенным параметрам и долговечная работа насоса невозможна без четкого проведения расчетов на этапе проектирования, точного выполнения операций при изготовлении отдельных его частей и качественно проведенных сборочных операций.

Этап проектирования является первоначальным и одним из самых ответственных. Именно на нем закладываются основные рабочие характеристики механизма. По этому, правильность и точность конструкторских данных должна быть высокого уровня. Проведение расчетов и выполнение чертежей «вручную» требует огромных затрат сил и времени на решение многоуровневой задачи. Развитие и применение передовых компьютерных систем, в настоящее время, на этапе проектирования позволяет обработать большой объем информации за короткое время и просчитать одновременно несколько различных вариантов с целью выбора оптимального. Это позволяет конструкторам довести до некоторого совершенства узлы и детали проектируемого механизма.

Одной из основных характеристик центробежного насоса является его производительность, которая совместно с манометрическим давлением на входной и выходной линиях, угловой скоростью рабочего колеса и крутящим моментом показывает эффективность работы насоса в общем. Переходя к конструктивным параметрам мы видим, что на указанную выше производительность, при прочих равных условиях, влияет такая конструктивная деталь насоса как его рабочее колесо, а именно форма и количество лопастей рабочего колеса. Таким образом подбор оптимального количества лопастей рабочего колеса насоса влияет на его рабочие характеристики. Проведение математических расчетов с рассмотрением всех возможных вариантов по числу лопастей потребует достаточно большого времени. Использование компьютерного моделирования ускоряет процесс расчета и кроме количественного результата достаточно хорошо визуализирует его.

В настоящей работе для проведения этапов проектирования насоса использовалась программа SolidWorks. В качестве одной из основных задач была поставлена цель в определении закономерности между количеством лопастей на рабочем колесе и эффективностью насоса. На первоначальном этапе, в качестве объекта исследования был взят насос AQUAEL FAN-mikro. Это центробежный насос для воды общего назначения. Рабочее колесо осевого типа имеет четыре лопасти. Рабочей средой является жидкость. На рисунке 1 представлена модель объекта исследования построенная в программе SolidWorks 2008.



*Рис. 1 Модель центробежного насоса AQUAEL FAN-mikro построенная в программе SolidWorks 2008*

Выбор объекта исследования обусловлен компактностью простотой конструкции и подключения насоса для подключения и проверки параметров работы.

Для выбранной модели насоса в программе COSMOSFloWorks моделировалось движение и теплообмен текучей среды с помощью уравнений Навье-Стокса. Они описывают законы сохранения массы, импульса и энергии

текущей среды в нестационарной постановке. Изменяя количество лопастей рабочего колеса проектировалась модель работы насоса и определялись его рабочие характеристики. Пример проектного расчета насоса с рабочим колесом с четырьмя лопастями представлен на рисунке 2.

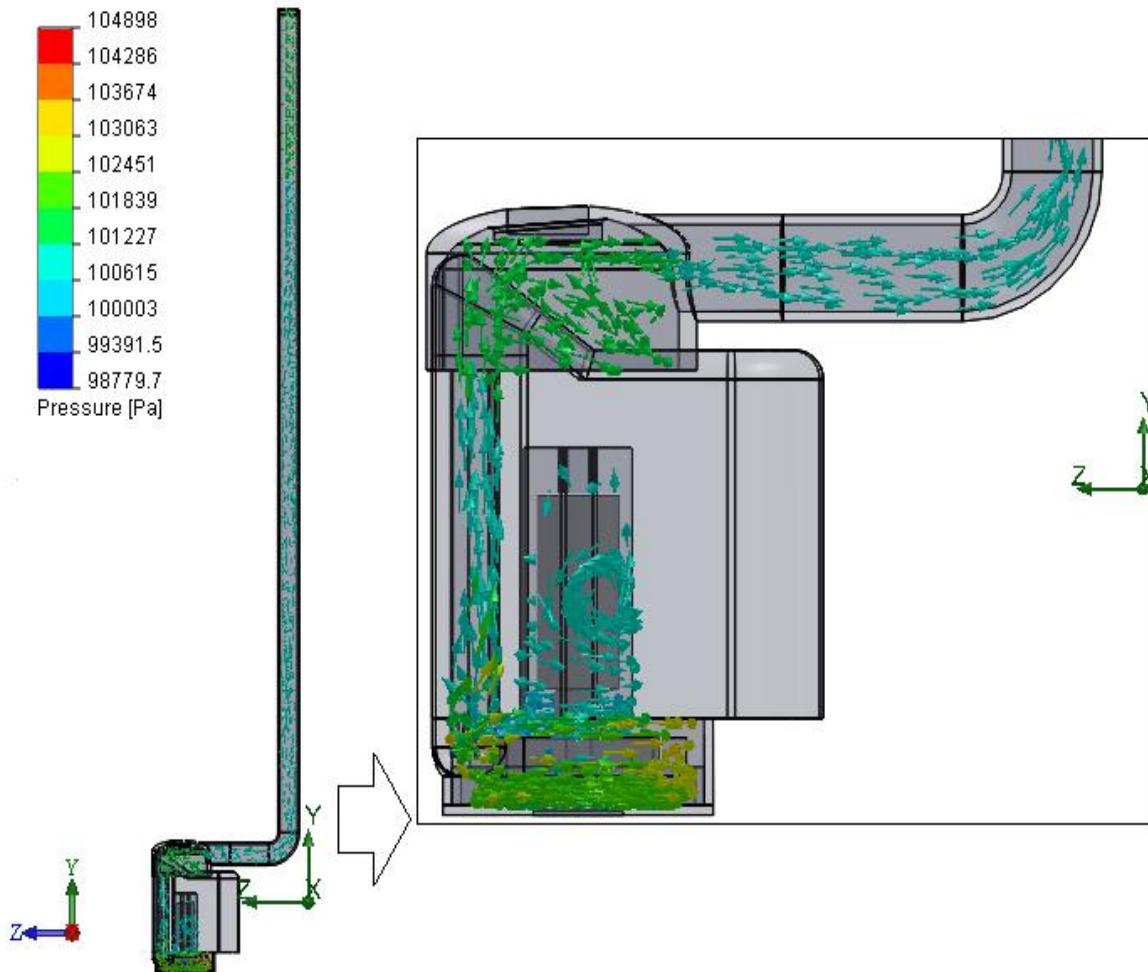


Рис. 2 Пример испытаний насоса с рабочим колесом с 4-мя лопастями.

Эффективность работы модели центробежного насоса определялась следующим образом:

$$\eta = \frac{N}{N_{\text{мех}}} = \frac{(P_{\text{наг}} - P_{\text{вс}}) * Q_{\text{нас}}}{\omega * M} \quad (1)$$

$P_{\text{наг}}$  и  $P_{\text{вс}}$  – манометрические давления во входной и выходной линиях насоса, Па

$Q$  – создаваемый расход насосом,  $\text{м}^3/\text{с}$

$\omega$  – угловая скорость рабочего колеса, рад/с

$M$  – крутящий момент, всех внешних сил относительно оси вращения рабочего колеса,  $\text{Н} * \text{м}$ .

$N$  – полезная мощность работы центробежного насоса, Вт

$N_{\text{мех}}$  – мощность на валу двигателя, Вт

Производительность насоса  $Q$  (расход жидкости) определяется из выражения:

$$Q = V * S, \text{ м}^3/\text{с} \quad (2)$$

$S$  – площадь поперечного сечения трубопровода,  $\text{м}^2$

Для выбора оптимальных рабочих параметров работы насоса были рассчитаны модели с рабочими колесами, имеющие различное число лопастей (от 2 до 8). Данные расчета эффективности представлены на рисунке 3.

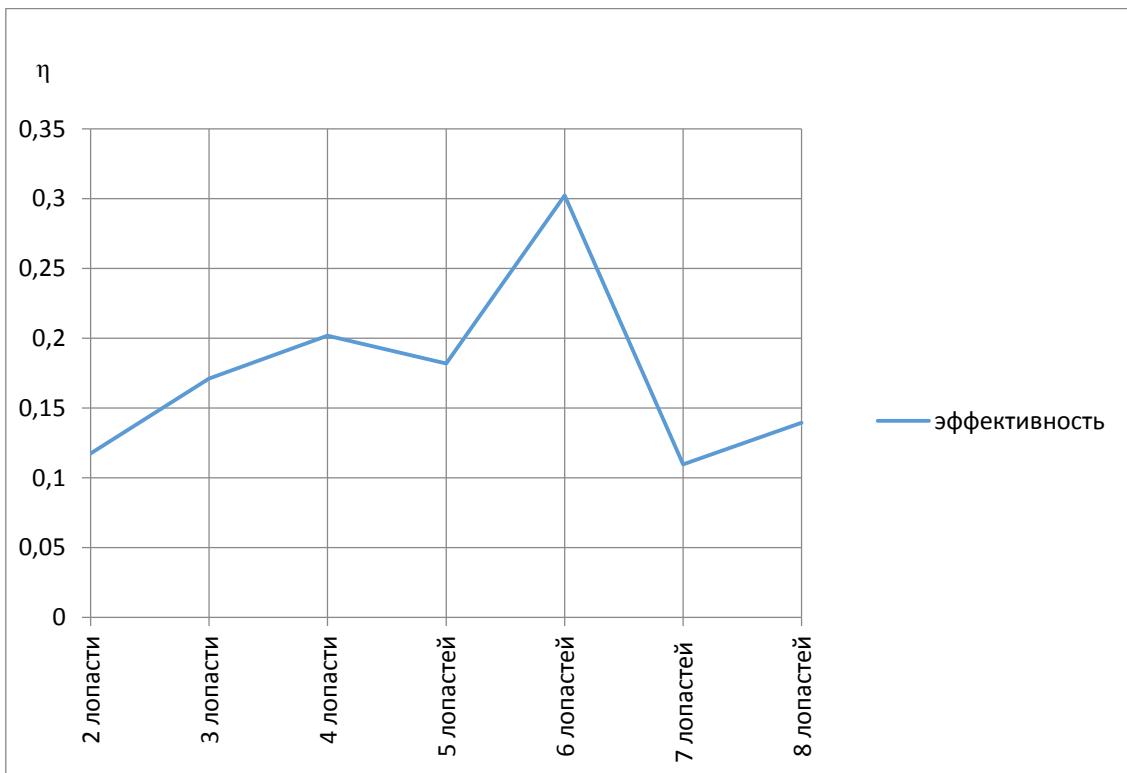


Рис. 3 КПД насоса AQUAEL FAN-mikro с различным количеством лопастей на рабочем колесе

Изучение результатов расчета дает возможность сделать заключение что насос имеет максимум эффективности при числе лопастей  $z = 6$ . Такой параметр обеспечивает самый высокий коэффициент полезного действия при прочих равных условиях. Проведение натурных испытаний модели насоса при перекачке воды подтвердили результаты расчетов. Это дает возможность сделать заключение о возможности применения программ компьютерного моделирования при проектировании деталей пожарных насосов. Кроме этого возможность программ проводить сложные расчеты с учетом большого количества данных позволит просчитать не только оптимальные параметры деталей самого насоса но и учесть особенности водопенных коммуникаций пожарного насоса. В этом случае можно будет рассчитать параметры насосных систем различной конфигурации и использовать ее при планировании тушения пожаров на различных объектах защиты.

### Литература

1. Герасимов, М.Н. Гидравлика, гидравлические машины и гидроприводы /М.Н. Герасимов // учебное по-собие. Иваново, ИГТА, 2011.-164с
2. Алямовский, А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов // СПб: БХВ Петербург, 2005. 800с.
3. Блинов, О.В. Численное моделирование конструктивных и гидродинамических параметров пожарных центробежных насосов / О.В. Блинов, В.А. Годлевский // Пожарная и аварийная безопасность. Мат. VIII Международной научно-практической конференции. Иваново, 26-27 ноября 2013. ИвИГПС МЧС. С.121-123

**Мокроусова О. А., Смольников М. И., Моисеенко А. Ю., Романович А. М.**  
**Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург**

## ***Обеспечение пожарной безопасности высотных зданий***

В статье рассматриваются особенности пожарной опасности высотных зданий. Эти здания являются технологически сложными строительными сооружениями и относятся к объектам повышенного риска.

*Ключевые слова:* пожарная безопасность, высотные здания, огнестойкость.

***Mokrousova O. A., Smolnikov M. I., Moiseenko A. Y., Romanovich A. M.***

## ***Ensuring fire safety of high-rise buildings***

The article discusses the fire hazard features of high-rise buildings. These buildings are technologically sophisticated building structures and belong to facilities of increased danger.

*Keywords:* fire safety, high-rise buildings, fire-resistance.

Сооружения высотой более 100 м относятся к числу сложных уникальных объектов. В крупных городах ввиду высокой плотности застройки и рыночной стоимости муниципальной земли активно ведется строительство высотных зданий, которые являются объектами повышенной опасности с массовым пребыванием людей. Пожары, происходящие в высотных зданиях, приводят к большим человеческим жертвам и крупному материальному ущербу. Ежегодно проводятся форумы, конференции и круглые столы, тематика которых тесно связана с вопросами разработки, усовершенствования и внедрения систем противопожарной защиты на объектах повышенной этажности. Актуальность обеспечения пожарной безопасности высотных зданий в настоящее время не вызывает сомнений.

К основным факторам, определяющим пожарную опасность высотных зданий, относятся: быстрое развитие и высокая скорость распространения пожара и его опасных факторов; большая протяженность путей эвакуации; трудоемкость подачи средств тушения на верхние этажи; сложность эвакуации людей. Происходит интенсивное задымление верхних этажей, поскольку для высотных зданий характерно быстрое развитие пожара по вертикали. Поэтому важно на стадии проектирования предусмотреть обеспечение противодымной защиты здания: системы подпоров воздуха в лестничные клетки, лифтовые холлы и шахты, тамбур-шлюзы, системы удаления дыма из коридоров каждого этажа и помещений подземных паркингов.

Для успешного тушения пожаров в таких зданиях требуется применение специальной техники, которой располагают не все подразделения пожарной охраны. Например, в Москве 2 апреля 2012 года произошел крупный пожар на 66-67-мых этажах в одной из строящихся башен «Восток» на территории Московского международного делового центра (ММДЦ) «Москва-Сити». К тушению пожара были привлечены четыре вертолета, оборудованные системами вертикального и горизонтального тушения. На сегодняшний день в Москве имеются подъемники с выдвижными механизмами до 90 метров и один

– высотой 101 метр, который состоит в боевом расчете 207 поисково-спасательного отряда ГКУ «Пожарно-спасательный центр» по охране ММДЦ «Москва-Сити».

Для высотных зданий чрезвычайно важны эффективные решения по предотвращению пожаров и ограничению их развития, а также средства доступа пожарных подразделений на этажи (лифты, площадки на покрытии для вертолета, средства спасения с высотных уровней, средства индивидуальной защиты органов дыхания). Правильные технические решения требуют современного нормативного обеспечения, которое постоянно обновляется и должно быть известно как специалистам по проектированию, так и экспертам, и сотрудникам надзорных органов.

Так, 30.07.2020 г. введен в действие свод правил СП 477.1325800.2020 [1], который устанавливает требования пожарной безопасности при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий и комплексов класса функциональной пожарной опасности Ф1.3 высотой более 75 м и зданий и комплексов других классов функциональной пожарной опасности высотой более 50 м. Эти требования не распространяются на высотные здания и сооружения производственного, складского и сельскохозяйственного назначения. Свод правил [1] разработан с целью выполнения требований Технического регламента о безопасности зданий и сооружений (от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ) [2] и национального Технического регламента о требованиях пожарной безопасности (от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ) [3].

Все высотные объекты, согласно требованиям СП 477.1325800.2020 [1], должны обеспечиваться системой противопожарной защиты, которая характеризуется как конструктивно-планировочными решениями здания, так и применением средств противопожарной защиты. Предусматриваются:

- устройство подъезда пожарных автомобилей со всех сторон здания, включая размеры его встроенно-пристроенной части (стилобата) (п. 9.4);
- применение несущих строительных конструкций с пределом огнестойкости не менее R150, R180, R240 (п. 6.1);
- устройство систем противодымной вентиляции (ПВД) стилобата высотного здания автономными от систем ПВД высотных частей зданий (п. 7.1.14);
- размещение модульных установок пожаротушения (агрегатного типа) с ёмкостями заводской готовности для огнетушащей жидкости на этажах на каждые 50 м высоты или в каждом вертикальном пожарном отсеке (п. 7.5.12);
- устройство не менее двух лифтов с режимом пожарных подразделений грузоподъемностью не менее 1000 кг, выход наружу одного из лифтов пожарных подразделений предусматривать, минуя общий вестибюль здания (п. 7.6.1);
- устройство в общественных зданиях (в жилых – при площади этажа более 550 м<sup>2</sup>) не менее двух незадымляемых лестничных клеток типа Н2 или типа Н3 или их комбинации (не менее одной – Н2) (п. 5.15);
- применение переговорных устройств, связанных с пожарным постом (диспетчерской) для обеспечения оповещения и управления поэтапной эвакуацией людей из пожарных отсеков, оснащенных СОУЭ 4-го и 5-го типов, в

лифтовых холлах, безопасных зонах для МГН, на путях эвакуации людей (п. 7.4.3);

– устройство светопрозрачного заполнения в покрытии атриума из материалов группы горючести не ниже Г1 (п. 5.9);

– применение средств индивидуальной защиты людей при пожаре, а также средств спасения с высотных уровней (индивидуальные и коллективные) (п. 8.11);

– устройство в жилых зданиях в каждой квартире кранов DN15 с 1/2 дюйма для присоединения устройства внутридомового пожаротушения (п. 7.5.13);

– устройство для встроенных и пристроенных автостоянок общих систем общеобменной вентиляции для всех уровней одного пожарного отсека с учетом требуемой огнестойкости (п. 7.1.22).

На сегодняшний день, в соответствии с требованиями ч. 2 ст. 78 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [3], разработке проектной документации на высотные здания, в части расхода воды на наружное пожаротушение, должны предшествовать разработка и согласование специальных технических условий (СТУ) в части обеспечения пожарной безопасности с учётом специфики пожарной опасности здания. В СТУ должна входить расчётная оценка величины пожарного риска, которая не должна превышать установленные значения (ч. 1 ст. 79 [3]). При необходимости проводятся иные расчёты по обеспечению пожарной безопасности, например, расчёт сил и средств для ликвидации и локализации возможного пожара, расчёт предельной площади пожарного отсека и другие [4].

Анализ разрабатываемых СТУ, выполненный Минстроем России, показал, что более 70 процентов СТУ касаются вопросов обеспечения пожарной безопасности. Это привело к решению Минстроя России в целях оптимизации процедуры согласования СТУ по вопросам пожарной безопасности (при условии обеспечения конструктивной безопасности) установить, что СТУ подлежат согласованию исключительно с МЧС России [5]. Эффективность этого решения покажет время, однако несомненно, что оно приведет к сокращению сроков согласования документации на высотные здания при сохранении особого внимания к обеспечению пожарной безопасности.

### **Литература**

1. Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности: СП 477.1325800.2020. М.: Минстрой России; 2020.
2. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: федер. закон РФ от 30.12.2009 г. №384-ФЗ // Собр. законодательства РФ. – 2010. – №1, ст. 5.
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон РФ от 22.07.2008 г. №123-ФЗ // Собр. законодательства РФ. – 2008. – №30, ст. 3579.
4. Кирюханцев Е.Е., Иванов В.Н. Проблемы пожарной безопасности высотных зданий и пути их решения // Интернет-журнал Технологии техносферной безопасности. – Академия ГПС МЧС России. – 2013. – № 3.
5. О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства: Приказ Минстроя РФ от 15.04.2016г. № 248/пр (с изменениями от 27.03.2020 № 165 пр) // Собр. законодательства РФ. – 2020. – №30, ст. 4924.

Мочалов А. М.

ПСЧ-105 60 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Свердловской области,  
Екатеринбург***Определение остаточного ресурса пожарной техники методом  
неразрушающего контроля***

В статье поднимаются проблемы диагностирования пожарной и аварийно – спасательной техники. Предлагаются пути снижения количества отказов в ходе боевого применения пожарных автомобилей путем внедрения методов неразрушающего контроля.

**Ключевые слова:** диагностирование пожарных автомобилей, режимы эксплуатации, спектральный анализ.

Mochalov A. M.

***Determination of the residual life of fire equipment by non-destructive testing***

The article raises the problems of diagnosing fire and rescue equipment. ways to reduce the number of failures in the course of combat use of fire trucks by introducing non-destructive testing methods are proposed.

**Keywords:** diagnostics of fire trucks, operating modes, spectral analysis.

Режимы эксплуатации пожарных автомобилей и автомобилей общего пользования имеют существенные отличия [1]. К пожарным и аварийно спасательным автомобилям (ПА и АСА) предъявляются высокие требования к надежности и безотказности. Любой отказ ПА или АСА в процессе выполнения оперативного задания может повлечь за собой значительные материальные последствия, а в худшем случае привести к человеческим жертвам.

Следовательно, предотвращение отказов является одной важнейших задач в процессе эксплуатации оперативных транспортных средств. В работах [2,3] авторами обращается внимание на необходимость технического диагностирования пожарной техники с целью прогнозирование момента возникновения отказа или неисправности.

В настоящее время в Свердловской области, в связи с отсутствием пожарно-технического центра, номерные виды технического обслуживания проводятся в пожарно-спасательных подразделениях. Оснащенность пунктов (мест) технического обслуживания современными средствами диагностики находится на низком уровне. Кроме того работа с диагностическим оборудованием требует специальной подготовки личного состава, которая в настоящее время не ведется. Между тем количество отказов в работе ПА и АСА остается на высоком уровне (рис. 1). Подобное количество отказов наблюдается и в других подразделениях ФПС ГПС МЧС России [4].

Из анализа работ [3, 5, 6] можно сделать вывод, что одним из универсальных способов диагностирования является метод атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанный плазмой (СТ РК ASTM D 5185-2013). Данный метод позволяет при помощи спектрального анализ масла

определять количество частиц металла в пробе масла, функциональные особенности присадок, а так-же выявлять загрязнения в образце.

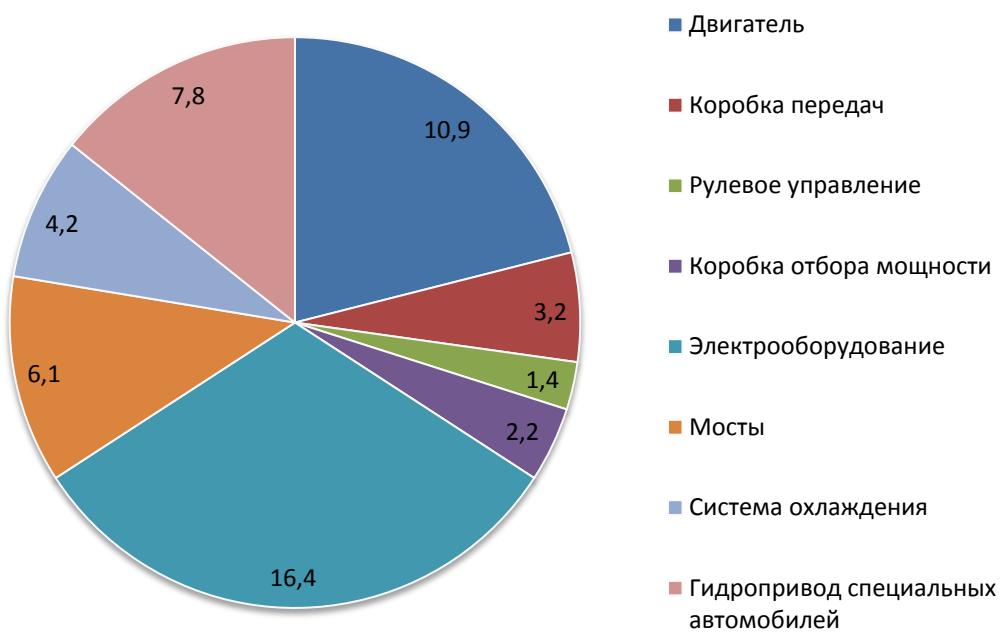


Рис. 1. Диаграмма отказов элементов конструкции за 2019 эксплуатационный год (в анализе участвовало 98 основных и специальных пожарных автомобилей)

На рисунке 2 представлен протокол испытания пробы масла М8 – ДМ. Как видно из протокола, в пробе масла выявлено наличие значительного количества различных элементов, которые могут характеризовать состояние различных узлов и механизмов диагностируемого изделия. В нашем случае пробы масла взята из картера двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Сравнивая результаты анализа пробы с эталонными значениями, можно определить, какой узел подвергается большему износу. К примеру, повышенное содержание массовой доли железа (Fe), указывает на износ и ржавление цилиндров или гильз цилиндров и распределительного вала, отклонение в значениях меди (Cu) указывает на износ топливного насоса и т.д.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что опираясь на данные полученные в результате анализа методом ASTM D 5185-2013, существует возможность определить состояние любого узла или механизма где используются смазочные материалы или гидравлические жидкости. При этом превышение допустимого износа будет выявлено на ранней стадии, без разборки агрегата и до наступления аварийной ситуации (отказа в работе). Кроме того создание статистики по данным спектрального анализа позволит заранее прогнозировать количество необходимых для ремонта и обслуживания материалов.

Наименование показателя, ед.изм.	Метод испытания	Результаты анализа пробы
<b>1. Индикаторы износа</b>		
Массовая доля железа (Fe), мг/кг	ASTM D 5185	11
Массовая доля хрома (Cr), мг/кг	ASTM D 5185	0
Массовая доля свинца (Pb), мг/кг	ASTM D 5185	3
Массовая доля меди (Cu), мг/кг	ASTM D 5185	2
Массовая доля олова (Sn), мг/кг	ASTM D 5185	0
Массовая доля алюминия (Al), мг/кг	ASTM D 5185	2
Массовая доля никеля (Ni), мг/кг	ASTM D 5185	0
Массовая доля титана (Ti), мг/кг	ASTM D 5185	0
Массовая доля ванадия (V), мг/кг	ASTM D 5185	0
Массовая доля марганца (Mn), мг/кг	ASTM D 5185	0
<b>2. Элементы присадок</b>		
Массовая доля молибдена (Mo), мг/кг	ASTM D 5185	0
Массовая доля бора (B), мг/кг	ASTM D 5185	5
Массовая доля магния (Mg), мг/кг	ASTM D 5185	10
Массовая доля кальция (Ca), мг/кг	ASTM D 5185	3 289
Массовая доля бария (Ba), мг/кг	ASTM D 5185	1
Массовая доля фосфора (P), мг/кг	ASTM D 5185	683
Массовая доля цинка (Zn), мг/кг	ASTM D 5185	822
<b>3. Загрязнение</b>		
Массовая доля кремния (Si), мг/кг	ASTM D 5185	13
Массовая доля натрия (Na), мг/кг	ASTM D 5185	1
Массовая доля калия (K), мг/кг	ASTM D 5185	4

Рис. 2. Протокол испытаний пробы моторного масла М8-ДМ взятого с двигателя ЯМЗ -236 пожарной автолестницы АЛ – 30 (43206) ПМ-506У

### Литература

- Перевалов А.С., Рассохин М.А., Жилин М.А. Зависимость изменения технического состояния пожарного автомобиля от режимов эксплуатации // Техносферная безопасность. 2016. № 2 (11). С. 17-21.
- Бузлаев К.С., Бочкирев А.Н., Семенов А.Д. Эффективность диагностирования и управления техническим состоянием пожарных автомобилей / Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. № 2 (6). С. 60-65.
- Перевалов А.С., Рассохин М.А., Жилин М.А., Сашенко В.Н. Повышение готовности пожарных автомобилей за счет внедрения методов диагностирования двигателей по анализу параметров картерного масла // Техносферная безопасность. - 2015. - № 4 (9). - С. 50-54.
- Волков В.Д., Кузнецов Ю.С. Отказы пожарных автомобилей при их эксплуатации в подразделениях ФПС ГПС МЧС России / В книге: XXIX Международная научно-

практическая конференция, посвященная 80-летию ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Материалы конференции : В 2-х частях. 2017. – с. 451 – 454.

5. Рассохин М.А. и др. Применение метода спектрального анализа картерного масла для определения рациональных режимов пуска и прогрева двигателей лесозаготовительных машин // Системы. Методы. Технологии. - 2019 № 1 (41) с. 107-111.

6. Рассохин М.А. и др. Определение износов деталей двигателя внутреннего сгорания методом безразборного контроля / Надежность и долговечность машин и механизмов : сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 18 апреля 2019 г. – Иваново, 2019. – с. 156 – 160.

УДК 629.1-498

*e.polevoi@amchs.ru*

**Найдёнов Д. С., Носков С. С., Полевой Е. В.**  
Академия гражданской защиты МЧС России, Химки

***Методический аппарат для определения группировки робототехнических средств при проведении взрывотехнических работ***

Представлен алгоритм расчёта интегрального показателя технического уровня робототехнического средства специального назначения, с целью определения возможности применения робототехники при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

**Ключевые слова:** робототехническое средство, взрывотехнические работы, методика определения, ликвидация чрезвычайной ситуации.

*Naidenov D. S., Noskov S. S., Polevoi E. V.*

***The method for determination of the group of robotics in explosive works***

An algorithm for calculating the integral indicator of the technical level of a special purpose robotic is presented in order to determine the possibility of using robotics in emergency response.

**Keywords:** robotics, explosive works, method of determination, emergency response.

Отсутствие нормативно технической документации по функционированию робототехнических подразделений, а также отсутствие методических рекомендаций по выбору робототехнических средств (далее – РТС) для применения в зоне чрезвычайной ситуации (далее – ЧС) негативно отражается на управленческих и организационно-технических решениях по рациональному применению робототехнических средств при ликвидации ЧС.

Вследствие этого возникает необходимость в разработке методических рекомендаций органам управления спасательных воинских формирований МЧС России (далее – СВФ МЧС России) по выбору робототехнических средств для применения в зоне ЧС.

Таким образом, актуальность темы обусловлена тем, что в настоящее время в каждом спасательном центре МЧС России имеются робототехнические подразделения. Подразделения МЧС России накопили богатый опыт применения робототехнических средств при ликвидации ЧС, однако, методика выбора РТС для применения в зоне ЧС до сих пор отсутствует.

В ходе исследований был проведен анализ опыта применения РТС МЧС России на примере Центра спасательных операций особого риска «Лидер»

МЧС России (далее – ЦСООР «Лидер»), а также произведена оценка нормативно-технической и правовой документации по применению и эксплуатации РТС. На основе анализа можно сделать следующие выводы:

рост индустриализации, а также устаревание и несвоевременное обновление основных производственных фондов промышленных предприятий приводит к увеличению количества техногенных ЧС, при ликвидации которых требуется применение РТС специального назначения с целью обеспечения рационального использования сил и средств;

применение РТС уменьшает сроки проведения аварийно-спасательных работ, увеличивает эффективность выполнения работ, и самое главное, уменьшает воздействие поражающих факторов ЧС на спасателей;

применение РТС при ликвидации ЧС зависит от множества критериев.

В ходе исследования было выявлено, что РТС применяются только в 30% от общего числа ЧС, где применение робототехники было бы рационально, в первую очередь это вызвано отсутствием методических рекомендаций по выбору РТС для применения в зоне ЧС [1].

Для решения возникших противоречий авторским коллективом предложена методика выбора робототехнических средств для применения в зоне ЧС. Для решения задачи по выбору робототехнического средства для применения в зоне ЧС необходимо рассчитать технический уровень (далее – ТУ) робототехнических средств для конкретной ЧС, в которой планируется применить РТС. Для расчёта обобщенного показателя технического уровня робототехнического средства применяется мультипликативный метод свёртки единичных показателей.

Выбор робототехнического средства для применения в зоне ЧС осуществляется в три этапа. На первом этапе проводится экспертный опрос с целью определения коэффициентов весомости частных показателей. После проведения экспертного опроса и определения коэффициентов сетевая структура взаимосвязи групповых и единичных показателей имеет вид, представленный рисунке 1.

На втором этапе проводится нормирование и свертка частных показателей в обобщенные показатели.

На заключительном этапе рассчитывался интегральный показатель технического уровня РТС путём геометрического взвешивания значений обобщенных показателей производительности, оперативности и эксплуатационного показателя робототехнического средства [2].

На основе представленной методики выбора РТС возможна разработка методических рекомендаций по включению в состав сил и средств ликвидации ЧС робототехнических средств специального назначения, обладающих техническими возможностями, которые соответствуют условиям конкретной чрезвычайной ситуации. Предлагаемые рекомендации помогут облегчить работу по формированию группировки сил и средств задействованной на ликвидацию ЧС.

Для внедрения разработанной методики по выборы РТС разработан программный продукт и рекомендации по работе управления СВФ МЧС России.

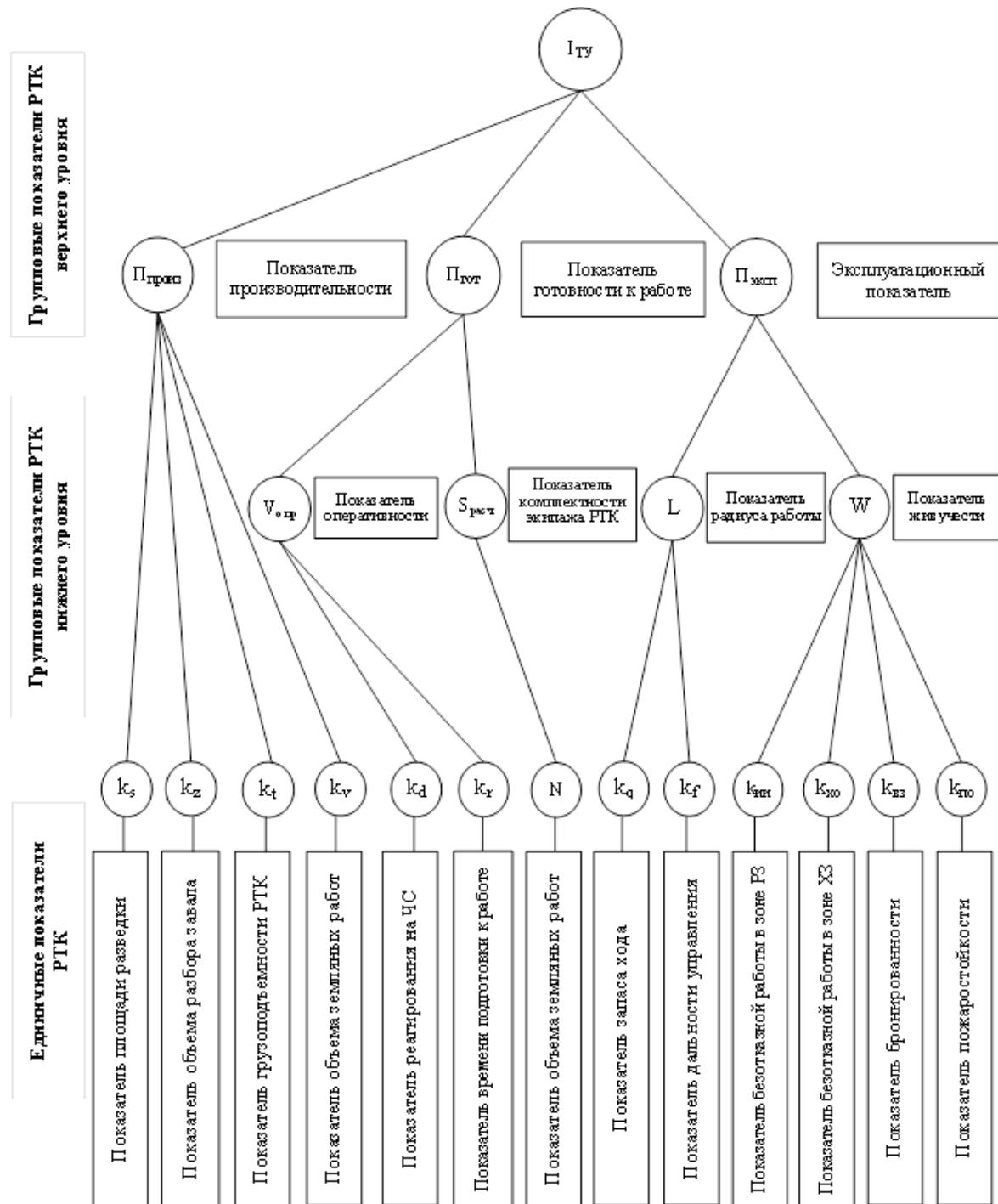


Рис. 1. Сетевая структура взаимосвязи групповых и единичных показателей

Программа предназначена для определения наиболее приспособленного робототехнического средства для выполнения работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций на основе расчета технического уровня робототехнических средств для конкретной ЧС, в которой планируется применить робототехническое средство.

Данная программа разработана на базе программы Microsoft Excel и состоит из 13 листов которые содержат технические данные необходимые для проведения расчетов.

В представленной программе методика выбора наиболее приспособленного РТС автоматизируется, что позволяет сократить время и избежать ошибки в подсчетах связанные с человеческим фактором.

Для работы с программой необходимо ввести перечень данных разведки. Данные не требуют предварительной обработки и специализированного оборудования для их добывания. Их можно получить как из общего доклада о сложившейся обстановки в зоне ЧС, так и путём проведения рекогносцировки.

Значения результатов выводится на экран в виде названия конкретного РТС. Названия представлены в табличной форме (рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	T	U	V	W
1	Прион1	0,63061	Попр1	2,222078	Пэксп1	0,4944947	W1		1	0,928030745	teodor	Эстоим1	0,238095								
2	Прион2	0,690637	Попр2	0	Пэксп2	0,4944947	W2		1	0	telemax	Эстоим2	0,3125								
3	Прион3	0,63061	Попр3	0	Пэксп3	0,4098045	W3		1	0	PTC10	Эстоим3	0,208333								
4	Прион4	0,950082	Попр4	1,160455	Пэксп4	0,5196443	W4		1	0,846993724	Brokk-mini Cat	Эстоим4	0,416667								
5	Прион5	1,155283	Попр5	1	Пэксп5	0,7017021	W5		1	0,937826879	Brokk-110 D	Эстоим5	0,277778								
6	Прион6	1,215983	Попр6	0	Пэксп6	0,6893165	W6		1	0	Brokk-180	Эстоим6	0,217391								
7	Прион7	1,265254	Попр7	0	Пэксп7	0,7253931	W7		1	0	Brokk-330 D	Эстоим7	0,121951								
8	Прион8	1,413929	Попр8	0	Пэксп8	0,5720631	W8		1	0	Brokk-800	Эстоим8	0,081967								
9	Прион9	1	Попр9	0	Пэксп9	1,1584904	W9		1	0	MV-4	Эстоим9	0,119048								
10	Прион10	1	Попр10	0	Пэксп10	1,5970393	W10		1	0	PTC-C	Эстоим10	0,263158								
11	Прион11	1	Попр11	0	Пэксп11	1,5544194	W11		1	0	PTC-U	Эстоим11	0,238095								
12										0,937826879	Brokk-110 D		0,277777778								
13										0,928030745	teodor		0,238095238								
14										0,846993724	Brokk-mini Cat		0,416666667								
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					

Рис. 2. Программа выбора наиболее приспособленного робототехнического средства в чрезвычайной ситуации

В качестве результата программа выводит на экран названия трех РТС с наибольшими показателем технического уровня, а также стоимости их эксплуатации в указанный период. В верхней ячейке указано название РТС с самым высоким показателем технического уровня, остальные РТС расположены в порядке убывания показателя ТУ. Это дает возможность лицу, принимающему решение учесть отсутствующие в строю РТС, а также корректировать значения, выдаваемые программой на основе своего личного опыта или учитывать факторы, которые не предусмотрены в программе.

При изменении тактико-технических характеристик, свойств средств доставки или повышении вероятности безотказной работы в различных условиях за счет усовершенствования средств защиты программу легко адаптировать к данным изменениям, а также программа позволяет включать в методику выбора наиболее приспособленного РТС новые образцы робототехники специального назначения, поступающие на вооружение МЧС России.

Методические рекомендации органам управления спасательных воинскими формированиями МЧС России по выбору робототехнических средств для применения в зоне чрезвычайных ситуаций были использованы при проведении командно-штабных учений ЦСООР «Лидер» по ликвидации чрезвычайной ситуации с применением робототехнических средств, что позволило сократить

на 37 минут время принятия решения на ликвидацию ЧС с применением РТС и повысить эффективность принятия решения по времени на 12%.

Результаты исследования реализованы в образовательном процессе ФГБВОУ ВО «АГЗ МЧС России» с обучающимися на кафедре (спасательных робототехнических средств), по дисциплинам «Технология применения робототехнических средств и их техническое обеспечение» и «Спасательные робототехнические системы и технологии».

### **Литература**

1. Найденов Д.С., Дубровин И.С., Гошдадов А.И. Анализ применения робототехнических комплексов ЦСООР «Лидер» при ликвидации ЧС// Сборник материалов XXVII Международной научно-практической конференции / Химки: ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России». 2017. С. 60 – 62.

2. Мельников Д.И., Носков С.С., Прокопенко А.И., Алгоритм расчёта интегрального показателя технического уровня образца аварийно-спасательной техники аэромобильной группы спасательного воинского формирования // Сборник материалов XXVI Международной научно-практической конференции / Химки: ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России». 2016. С. 74 – 76.

УДК 614.841:666.97.033.17

*denis\_nechany@mail.ru*

***Нехань Д. С.***

*Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, Минск*

### ***Расчёт температурного поля в сечении полых железобетонных колонн, обогреваемых по всему наружному периметру***

Получено уравнение регрессии для коэффициента, учитывающего увеличение температур в сечении полых железобетонных конструкций по сравнению со сплошными при пожаре. Адаптирована методика расчета температурного поля в сечении железобетонных конструкций для колонн кольцевого сечения.

**Ключевые слова:** огнестойкость, температурное поле, полые железобетонные колонны, прогрев сечения, Ansys Workbench, моделирование.

***Nekhan D. S.***

### ***Calculation of the temperature of hollow reinforced concrete columns heated along the entire outer perimeter***

A regression equation is obtained for the coefficient taking into account the increase in temperatures in the cross-section of hollow reinforced concrete structures in comparison with solid ones during a fire. The method for calculating the temperature in the cross-section of reinforced concrete structures for columns of annular cross-section has been adapted.

**Keywords:** fire resistance, temperature field, hollow reinforced concrete columns, heating of section, Ansys Workbench, modeling.

Сегодня к техническому развитию в области железобетонных конструкций относится применение тонкостенных конструкций эффективных форм и сечений, изготавливаемых по прогрессивным технологиям [1]. Так, метод центрифугирования при изготовлении железобетонных колонн позволяет

сократить расход бетона и стали без снижения их несущей способности, что позволяет эффективно применять их в строительстве [2].

Одним из требований пожарной безопасности, предъявляемых к строительным конструкциям, является выполнение ими своих функций при пожаре, что обеспечивается их огнестойкостью. Зачастую определение предела огнестойкости строительных конструкций осуществляется путем проведения теоретической оценки, что позволяет более экономично и оперативно находить приемлемые решения на этапе проектирования здания. Теоретическая оценка производится в соответствии с разработанными расчетными методиками, которые, как правило, нормативно закреплены. Особенностью центрифугированных железобетонных конструкций является наличие внутренней полости. Известные методики расчета температурного поля в сечении изделий [3,4] при оценке огнестойкости распространяются на конструкции сплошного сечения. Вместе с тем наличие бетонного ядра в сечении конструкции способствует отводу вглубь нее теплоты, получаемой при пожаре [5]. Использование методик [3,4] для полых конструкций некорректно, поскольку оно приведет к получению заниженных значений температур в их сечении. Следовательно, требуется их адаптировать для расчета огнестойкости полых железобетонных конструкций.

Так, для расчета температур в конструкциях круглого сечения, обогреваемых по всему периметру, применяется формула [3,4]:

$$\theta = \theta_0 + 1200 \cdot (1 - r)^2 \cdot \sqrt{\frac{D}{(D - 2x)}}, \quad (1)$$

где  $\theta_0$  – начальная температура конструкции,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $D$  – диаметр конструкции, м;  $x$  – расстояние от обогреваемой поверхности до рассматриваемой точки до, м;  $r$  – относительное расстояние [3,4].

Целью настоящих исследований явилось изучение влияния наличия полости в железобетонных колоннах, обогреваемых по всему наружному периметру, на конечные температуры в их сечении. Для этого был введен коэффициент  $k_h$ , учитывающий увеличение температур в сечении полых железобетонных конструкций и определяемый по следующей формуле:

$$k_h = \frac{\theta_{\text{sec}}}{\theta_{\text{com}}}, \quad (2)$$

$\theta_{\text{sec}}$ ,  $\theta_{\text{com}}$  – температура в заданной точке сечения полой и сплошной колонны.

Исследования проводились на полых колоннах кольцевого сечения, изготовленных методом центрифугирования. Плотность бетона в таких конструкциях в целом составляет  $2500 \text{ кг}/\text{м}^3$  при влажности  $2,2\%$  [5], поэтому эти данные приняты исходными при назначении свойств материалов. Для решения задачи прогрева полой и сплошной конструкции с заданными геометрическими параметрами использована платформа *Ansys Workbench*. Неоднородностью центрифугированного бетона пренебрегали.

В ходе предварительного моделирования полых колонн с наружным диаметром и толщиной стенки по серии [2] (табл. 1) и сплошных такого же диаметра, были выделены следующие факторы, оказывающие влияние на  $k_h$ :

доля занимаемого бетоном сечения в полой конструкции  $\frac{A_{sec}}{A_{com}}$ , продолжительность стандартного огневого воздействия на конструкцию  $\tau_f$  и относительная толщина  $\delta$  (отношение расстояния от внутренней поверхности колонны до рассматриваемой точки к толщине стенки конструкции) (рис. 1).

Таблица 1

Размеры поперечного сечения и доля занимаемой бетоном сечения в центрифугированных колоннах кольцевого сечения

Наружный диаметр конструкции $D$ , мм	300	400	500	600	700	800	1000
Толщина стенки $b$ , мм	50..60	50..80	50..100	60..100	60..120	60..120	80..120
$\frac{A_{sec}}{A_{com}}$	0,556.. 0,64	0,438.. 0,64	0,36.. 0,64	0,36.. 0,556	0,313.. 0,568	0,278.. 0,51	0,294.. 0,422

Примечание:  $\frac{A_{sec}}{A_{com}}$  – отношение площади поперечного сечения полой колонны к площади сплошной колонны того же диаметра.

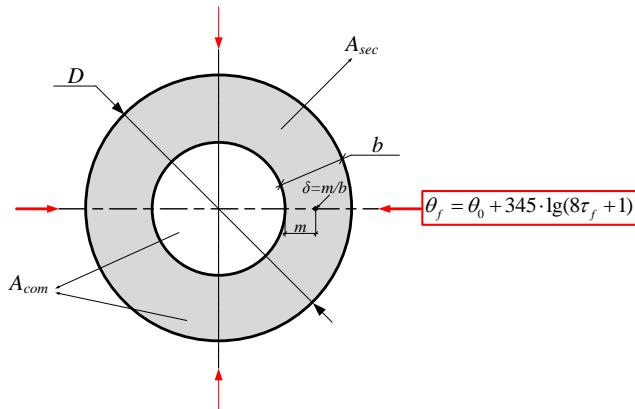


Рис. 1. К определению факторов, влияющих на  $k_{het}$

Далее было принято решение в постановке полного факторного эксперимента (ПФЭ) на колоннах диаметром 300, 650 и 1000 мм для получения уравнения регрессии  $k_h$ . Анализ выделенных факторов показал нелинейность их влияния на  $k_h$ . В связи с этим нами были рассмотрены следующие интервалы  $\frac{A_{sec}}{A_{com}}$ ,  $\tau_f$ ,  $\delta$ , на которых  $k_h$  допустимо линеаризовать:  $\frac{A_{sec}}{A_{com}}$ : 0,278–0,64;  $\tau$ : 0–30 мин, 30–60 мин и 60–120 мин, 120–180 мин;  $\delta$ : 0–0,5 и 0, –1,0. На каждом из интервалов факторы были закодированы [7]. Полученные кодированные переменные определяются по следующим формулам:

$$X_1 = 5,52 \frac{A_{sec}}{A_{com}} - 2,54; \quad (2)$$

$$X_2 = \frac{2\tau_f - (\tau_{f,max} + \tau_{f,min})}{\tau_{f,max} - \tau_{f,min}}; \quad (3)$$

$$X_3 = 4\delta - 2(\delta_{max} + \delta_{min}), \quad (4)$$

где индексы *max* и *min* соответствуют максимальному и минимальному значениям факторов в заданном интервале.

План ПФЭ и учет взаимодействий изучаемых факторов для обработки результатов представлен в табл. 2.

Таблица 2

## План ПФЭ и взаимодействия изучаемых факторов

№ эксперимента	Фактор			Взаимодействия факторов			
	$\frac{A_{sec}}{A_{com}} (X_1)$	$\tau_f (X_2)$	$\delta (X_3)$	$X_1$ и $X_2$	$X_1$ и $X_3$	$X_2$ и $X_3$	$X_1, X_2$ и $X_3$
1	+	+	+	+	+	+	+
2	-	+	+	-	-	+	-
3	+	-	+	-	+	-	-
4	-	-	+	+	-	-	+
5	+	+	-	+	-	-	-
6	-	+	-	-	+	-	+
7	+	-	-	-	-	+	+
8	-	-	-	+	+	+	-

Примечание: знак «+» соответствует максимальному значению изучаемого фактора в заданном интервале, знак «-» – минимальному.

Для определения прогрева сечения конструкций при различном сочетании факторов также использована платформа *Ansys Workbench*.

В результате проведения ПФЭ в соответствии с [7] были получены уравнения регрессии для  $k_h$ , имеющие следующий вид:

$$k_h = k_{h0} + k_{h1}X_1 + k_{h2}X_2 + k_{h3}X_3 + k_{h12}X_1X_2 + k_{h13}X_1X_3 + k_{h23}X_2X_3 + k_{h123}X_1X_2X_3, \quad (5)$$

где  $k_{h0}, k_{h1}, k_{h2}, k_{h3}, k_{h12}, k_{h13}, k_{h23}, k_{h123}$  – коэффициенты, определяемые по табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты  $k_{h0}, k_{h1}, k_{h2}, k_{h3}, k_{h12}, k_{h13}, k_{h23}, k_{h123}$ , учитывающие влияние факторов

$$\frac{A_{sec}}{A_{com}}, \tau_f, \delta$$

$D, \text{мм}$	$\tau_f, \text{мин}$	$\delta$	$k_{h0}$	$k_{h1}$	$k_{h2}$	$k_{h3}$	$k_{h12}$	$k_{h13}$	$k_{h23}$	$k_{h123}$
300	$0 < \tau_f \leq 30$	$0,0 \leq \delta < 0,5$	1,20	-0,08	0,20	-0,12	-0,08	0,02	-0,12	0,02
650			1,14	-0,11	0,14	-0,11	-0,11	0,09	-0,11	0,09
1000			1,09	-0,09	0,09	-0,08	-0,09	0,08	-0,08	0,08
300		$0,5 \leq \delta < 1,0$	1,04	-0,03	0,04	-0,04	-0,03	0,03	-0,04	0,03
650			1,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01
1000			1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
300	$30 < \tau_f \leq 60$	$0,0 \leq \delta < 0,5$	1,43	-0,09	0,02	-0,25	0,07	-0,01	-0,01	-0,05
650			1,37	-0,23	0,08	-0,28	0,00	0,15	-0,05	-0,03
1000			1,19	-0,17	0,02	-0,16	0,00	0,15	0,00	-0,01
300		$0,5 \leq \delta < 1,0$	1,09	-0,05	0,01	-0,09	0,01	0,05	-0,01	-0,01
650			1,04	-0,04	0,02	-0,04	-0,01	0,04	-0,02	0,01
1000			1,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,01
300	$60 < \tau_f \leq 120$	$0,0 \leq \delta < 0,5$	1,40	0,02	-0,05	-0,21	0,04	-0,06	0,05	0,00
650			1,44	-0,20	-0,01	-0,30	0,02	0,08	0,04	-0,04
1000			1,30	-0,19	0,10	-0,24	-0,02	0,13	-0,07	-0,01
300		$0,5 \leq \delta < 1,0$	1,10	-0,02	0,00	-0,10	0,02	0,02	0,00	-0,02
650			1,07	-0,06	0,01	-0,07	-0,01	0,06	-0,01	0,01
1000			1,03	-0,03	0,02	-0,03	-0,01	0,03	-0,02	0,01
300	$120 < \tau_f \leq 180$	$0,0 \leq \delta < 0,5$	1,32	0,06	-0,04	-0,15	0,01	-0,05	0,02	0,01
650			1,45	-0,12	0,03	-0,28	0,06	-0,01	-0,02	-0,05
1000			1,42	-0,18	0,02	-0,31	0,03	0,08	0,00	-0,04
300		$0,5 \leq \delta < 1,0$	1,09	0,01	-0,01	-0,08	0,01	-0,01	0,01	-0,01
650			1,09	-0,06	0,00	-0,09	0,01	0,06	0,00	-0,01
1000			1,06	-0,05	0,01	-0,06	-0,01	0,05	-0,01	0,01

Примечание: для относительной толщины  $\delta=1$ , а также при  $\tau_f=0$  значение  $k_h=1$ , независимо других факторов. Для промежуточных диаметров конструкций значения коэффициентов определяются линейной интерполяцией.

Тогда для полых железобетонных колонн, обогреваемых по всему наружному периметру, формула (1) примет следующий вид:

$$\theta = \left( \theta_0 + 1200 \cdot (1-r)^2 \cdot \sqrt{\frac{D}{(D-2x)}} \right) \cdot k_h. \quad (6)$$

Сравнение результатов расчета температурного поля в колонне наружным диаметром 560 мм с толщиной стенки 55 мм [5] по формулам (1) и (6) приведено на рис. 2а. На рис. 2б приведены результаты моделирования прогрева сплошной и полой колонны с такими же геометрическими размерами в *Anssys Workbench*.

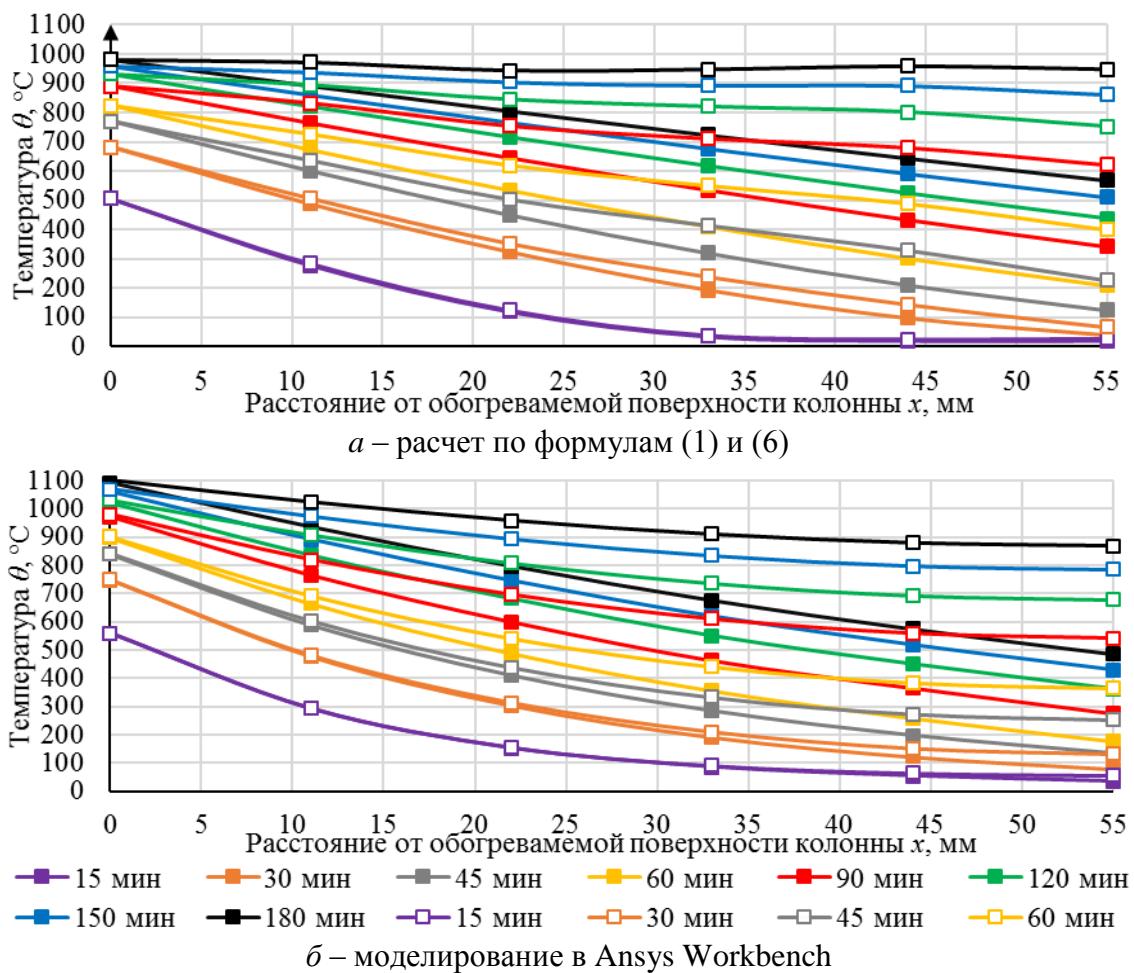


Рис. 2. Температурное поле в сечении колонны наружным диаметром 560 мм (пустые маркеры соответствуют полой колонне, сплошные – колонне сплошного сечения)

Коэффициент  $k_h$  вполне адекватно корректирует формулу (1), поскольку различие между температурами в заданной точке полой и сплошной колонны, рассчитанными по формулам (1) и (6) (рис. 2а), соответствует результатам моделирования (рис. 2а). Поэтому формулу (11) вполне допустимо применять

для расчета температурного поля в сечении железобетонных колонн кольцевого сечения, обогреваемых по всему наружному периметру.

### **Литература**

1. Неверович И.И. Железобетонные конструкций. Минск: МИПК и ПК БНТУ, 2013. 211 с.
2. Пецольд Т.М. Железобетонные центрифугированные конструкции промышленных зданий и сооружений: дис. ... д-ра техн. наук. Минск, 1983. 534 с.
3. Ройтман М.Я. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. М.: Асс. «Пожарная безопасность и наука», 2001. 382 с.
4. Строительные конструкции. Порядок расчета пределов огнестойкости: ТКП 45-2.02-110-2008 (02250). Минск: Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2008.
5. Полевода И.И., Нехань Д.С. Результаты натурных огневых испытаний центрифугированных железобетонных колонн кольцевого сечения // Вестн. Ун-та гражданской защиты МЧС Беларуси. 2020. Т. 4, № 2. С. 142–159.
6. Соколовская И.Ю. Полный факторный эксперимент: методические указания для самостоятельной работы студентов. Новосибирск: НГАВТ, 2010. 36 с.

УДК 614.841:536.2::666.97.033.17

*denis\_nechany@mail.ru*

**Нехань Д. С., Полевода И. И.**  
Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, Минск

### ***Влияние неоднородности центрифугированных железобетонных конструкций на их прогрев при пожаре***

В результате проведенного моделирования на платформе Ansys Workbench исследовано влияние неоднородности центрифугированного бетона на прогрев сечения серии колонн при пожаре. Наибольший вклад в ускорение прогрева за счет неоднородности вносит толщина конструкции. Получен поправочный коэффициент, учитывающий данное влияние.

*Ключевые слова:* центрифугированный бетон, моделирование, огнестойкость, неоднородность, железобетонные конструкции, прогрев сечения колонн.

*Nekhan D. S., Palevoda I. I.*

### ***Influence of the heterogeneity of spun concrete on the heating of structures in case of fire***

As a result of the simulation on the Ansys Workbench, the influence of spun concrete heterogeneity on the heating of the section of a series of columns during a fire was investigated. The greatest contribution to the heating acceleration is made by the thickness of the structure. A correction coefficient was obtained that takes this effect into account.

*Keywords:* spun concrete, modeling, fire resistance, heterogeneity, reinforced concrete structures, heating of column section.

Центрифугирование бетона является высокоэффективным методом, повышающим несущую способность получаемых конструкций и обеспечивающим ряд других преимуществ. Именно поэтому изготовленные по данной технологии железобетонные конструкции применяются в одно- и многоэтажных зданиях гражданского и промышленного назначения в нашей стране и за рубежом [1,2]. В результате центрифугирования бетонной смеси в

процессе производства в поперечном сечении готовых изделий возникает неоднородность физико-механических и теплофизических свойств бетона [3,4],

Существующие методики расчета пределов огнестойкости железобетонных конструкций распространяются на изотропные конструкции. Их использование при расчете конструкций, изготовленных методом центрифугирования некорректно. Факт наличия неоднородности центрифугированного бетона в поперечном сечении конструкций в разрезе влияния на огнестойкость строительной конструкции на сегодняшний день не исследован и не учитывается соответствующим образом при их расчете.

В связи с вышеизложенным, целью настоящего исследования явилась оценка влияния неоднородности центрифугированного бетона на прогрев сечения конструкции при пожаре. Определение температурного поля осуществлялось путем моделирования нагрева конструкций при помощи платформы *Ansyst Workbench* (v. R18.2) в модуле *Transient Thermal*. В исследованиях были рассмотрены серии центрифугированные железобетонные колонны кольцевого сечения [1,5] (табл. 1).

Таблица 1

Размеры поперечного сечения исследованных железобетонных колонн кольцевого сечения

Наружный диаметр конструкции $D$ , мм	300	400	500	600	700	800	1000
Толщина стенки $b$ , мм	50..60	50..80	50..100	60..100	60..120	60..120	80..120

Моделированию подвергались колонны с максимальной и минимальной толщинами стенки, соответствующими определенным диаметрам, указанными в табл. 1. Поскольку в данных исследованиях оценивается именно влияние неоднородности центрифугированного бетона, арматуру в теле конструкции не задавали, а рассматривали сугубо бетонное сечение. Размер конечного элемента (*Mesh*) принят равным 1/20 толщины стенки конструкции. Начальный временной шаг расчета (*Initial Time Step*) задан не более 36 с.

Огневое воздействие задано равномерным по наружному периметру колонны в соответствии со стандартным температурным режимом длительностью 180 мин, которая является максимально нормируемым пределом огнестойкости несущих элементов здания [6]. Параметры теплообмена между конструкцией и огневой средой приняты согласно [7].

Внутренняя поверхность колонн во всех случаях принята идеально теплоизолированной. Для возможности учета неоднородности теплофизических свойств центрифугированного бетона в модели поперечное сечение колонны было представлено пятью примыкающими друг к другу кольцами одинаковой толщины со своими характеристиками.

Свойства бетона для каждого кольца задавали в блоке *Engineering Data*. Плотность бетона  $\rho$  определялась по полученной эмпирической формуле [4,8]:

$$\rho(\theta, \delta, b) = \rho_o \cdot \Phi_1(\delta, b) \cdot \Phi_2(\theta) \cdot \Phi_3(\theta, \delta, b), \quad (1)$$

где  $\rho_0$  – плотность бетона в конструкции в целом, равная  $2500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\Phi_1(\delta, b)$ ,  $\Phi_2(\theta)$ ,  $\Phi_3(\delta, \theta, b)$  – функции, учитывающие изменение плотности центрифужированного бетона, определяемые по зависимостям из табл. 2.

Таблица 2  
Функции  $\Phi_1(b, \delta)$ ,  $\Phi_2(\theta)$ ,  $\Phi_3(\theta, \delta, b)$

Функция	Температура $\theta, ^\circ\text{C}$		
	до 200	200–400	400–1200
$\Phi_1(b, \delta)$	$1,002 - 0,64b + 1,2b \cdot \delta$		
$\Phi_2(\theta)$	$1 - 0,053 \cdot \frac{\theta - 20}{180}$	$0,947 - 0,031 \cdot \frac{\theta - 200}{200}$	$0,916 - 0,036 \cdot \frac{\theta - 400}{800}$
$\Phi_3(\theta, \delta, b)$	$1 + (\delta - 0,5) \cdot 0,59b \cdot \frac{\theta - 20}{180}$	$1 + (\delta - 0,5) \cdot \left(0,59 + 0,18 \cdot \frac{\theta - 200}{200}\right) b$	$1 + (\delta - 0,5) \cdot 0,077b$

Примечание: относительная толщина  $\delta$  – отношение расстояния от внутренней поверхности колонны до рассматриваемой точки к толщине ее стенки;  $b$  подставляется в м.

Коэффициент теплопроводности  $\lambda$  определялся по зависимости [9,10]:

$$\lambda(\theta, \delta, b) = \frac{0,1895 \cdot \left( \frac{\rho(\theta, \delta, b) \cdot 10^{-3}}{1 + 0,01 \cdot W(\delta, b)} \right)^{2,13}}{0,96 + 0,0014 \cdot \theta} (1 + 0,069 \cdot W(\delta, b)), \quad (2)$$

где  $W(\delta, b)$  – влажность бетона, определяемая по формуле [8]:

$$W(b, \delta) = W_0 (1,0 + 6,1b - 12,3b \cdot \delta), \quad (3)$$

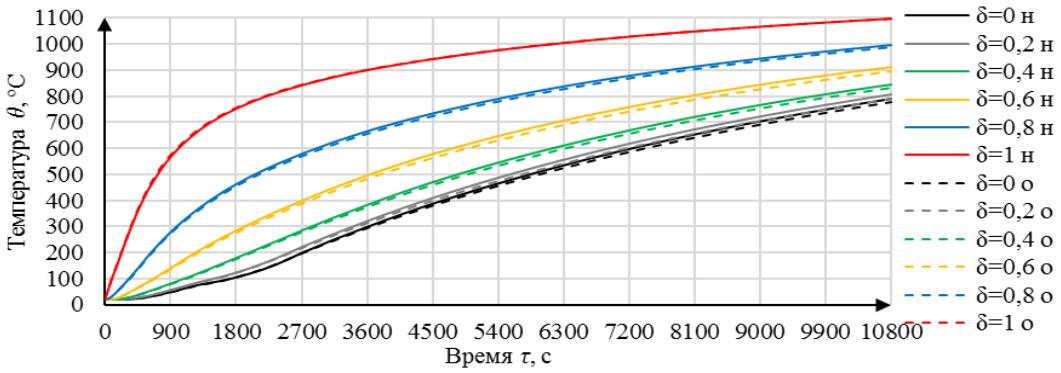
где  $W_0$  – весовая влажность бетона в конструкции в целом, равная 2,2 %.

Коэффициент удельной изобарной теплоемкости  $c_p$  принимался в соответствии с [12].  $c_p = 900 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$  при температурах до  $100^\circ\text{C}$ . На участке  $100–115^\circ\text{C}$  удельная изобарная теплоемкость дополнялась постоянной  $c_{p,peak}$ , зависящей от  $W(\delta, b)$  ( $900 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$  для  $W=0$ ,  $1470 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$  для  $W=1,5\%$ ,  $2020 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$  для  $W=3,0\%$ ). В интервале  $115–200^\circ\text{C}$   $c_p$  принимали на основании линейного уменьшения от  $c_{p,peak}$  до  $1000 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$  (при  $200^\circ\text{C}$ ). При температурах  $200–400^\circ\text{C}$   $c_p = (1000 + (\theta - 200)/2) \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$ , а при  $400–1200^\circ\text{C}$   $c_p = 1100 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$ .

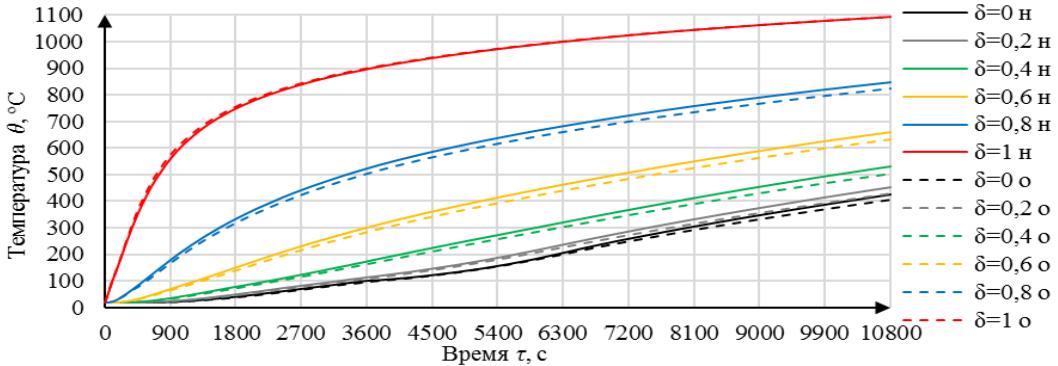
Полученные при  $\delta=0,5$  значения физических и теплофизических характеристик центрифужированного бетона соответствуют характеристикам конструкции в целом. Поэтому в случае моделирования однородной конструкции ее параметры заданы как для кольца с  $\delta=0,5$ .

В результате проведенного моделирования были получены графики зависимости температуры в заданных точках однородной и неоднородной конструкции от времени (рис. 1).

Температура бетона в неоднородной конструкции во всех точках выше оказалась, чем в однородной, за исключением точек с  $\delta = 1$  (соответствует температуре обогреваемой поверхности, определяется температурным режимом пожара). Повышение неоднородности центрифужированного бетона с ростом толщины стенки конструкции увеличивает различие между температурами бетона в однородной и неоднородной конструкции в одних и тех же точках при  $\delta < 1$  (рис. 2). Из этого следует, что неоднородность центрифужированного бетона является отрицательным фактором с точки зрения огнестойкости, поскольку она способствует более скорому прогреву сечения конструкции.



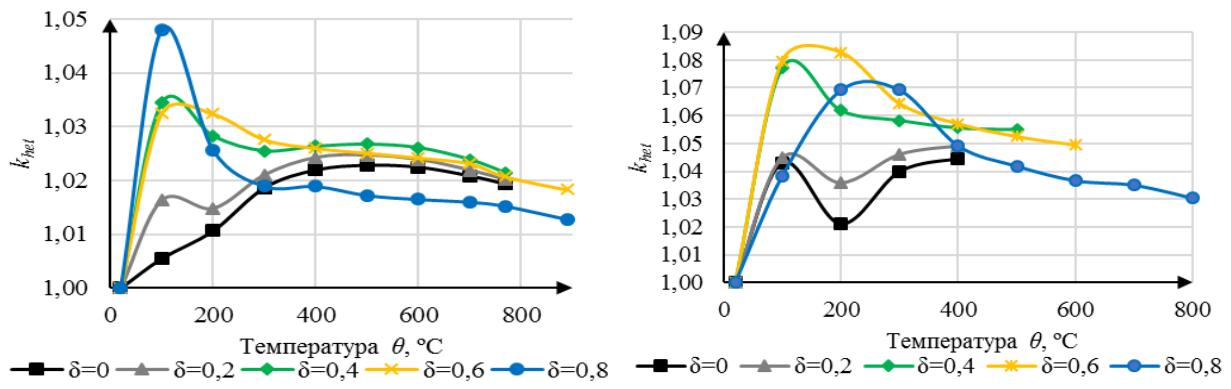
а – колонна диаметром 600 мм и толщиной 60 мм



б – колонна диаметром 600 мм и толщиной 100 мм

Рис. 2. Зависимость температуры бетона в заданных точках однородной (o) и неоднородной (h) конструкции от времени

Для оценки влияния данного факта был введен коэффициент ускорения прогрева сечения центрифугированной железобетонной конструкции за счет неоднородности  $k_{het}$ , определяемый отношением температуры бетона в неоднородной конструкции к его температуре в однородной. Характер изменения данного коэффициента для одной из промоделированных конструкций приведен на рис. 2.



а – колонна с  $D = 600$  мм,  $b = 60$  мм

б – колонна с  $D = 600$  мм,  $b = 100$  мм

Рис. 2. Зависимость  $k_{het}$  от температуры бетона в заданных точках конструкции

Анализ возникающих температурных полей в сечении всех конструкций, приведенных в табл. 1., которые возникают при воздействии на них стандартного температурного режима, показал, что характер изменения  $k_{het}$  подобен приведенному на рис. 2, отличаются лишь численные значения  $k_{het}$ . При этом во всех случаях просматривается существенное увеличение значений

$k_{het}$  увеличиваются с увеличением толщины конструкции. Из рис. 2 также следует, что относительная толщина конструкции играет существенную роль в изменении коэффициента  $k_{het}$  до температур 200–300 °C, что связано со значительной временной разницей достижения данных значений в различных слоях конструкции.

Влиянием относительной толщины на  $k_{het}$  пренебрегали, а для возможности простого учета ускорения прогрева конструкций из-за неоднородности центрифугированного бетона в расчетах огнестойкости были определены средние из  $k_{het}$  при  $\delta = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8$  значения поправочного коэффициента для серии конструкций (табл. 3).

Таблица 3

Средние значения  $k_{het}$  для конструкций различных диаметров и толщины стенки

$D$ , мм $b$ , мм	300	400	500	600	700	800	1000	Среднее значение
50	1,015	1,017	1,015		-	-	-	1,016
60	1,018	-	-	1,019	1,016	1,021	-	1,019
80	-	1,027	-	-	-	-	1,027	1,027
100	-	-	1,041	1,042	-	-	-	1,042
120	-	-	-	-	1,042	1,048	1,048	1,046

Далее методом наименьших квадратов было получено уравнение регрессии для  $k_{het}$ , которое имеет следующий вид:

$$k_{het} = 0,99 + 0,5b, \quad 4)$$

где  $b$  подставляется в м.

Из формулы (4) следует, что в конструкциях толщиной менее 20 мм неоднородность центрифугированного бетона не оказывает влияния на прогрев железобетонных конструкций.

Таким образом, получен поправочный коэффициент, учитывающий ускорение прогрева центрифугированных железобетонных конструкций при пожаре из-за неоднородности бетона в их поперечном сечении, что рекомендуется соответствующим образом учитывать в расчетах пределов огнестойкости данных конструкций.

### Литература

- Пецольд Т.М. Железобетонные центрифугированные конструкции промышленных зданий и сооружений: дис. ... д-ра техн. наук. Минск, 1983. 534 с.
- Informationen rund um Schleuderbeton [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://schleuderbeton.de/vorteile.htm> – Дата доступа : 30.07.2020.
- Ахвердов И.Н. Железобетонные напорные центрифугированные трубы. М.: Стройиздат, 1967. 163 с.
- Полевода И.И., Жамойдик С.М., Нехань Д.С., Батан Д.С. Исследование физико-механических свойств центрифугированного бетона // Наука и техника. 2019. Т. 18, № 4. С. 319–329.
- Руководство по проектированию, изготовлению и применению железобетонных центрифугированных конструкций кольцевого сечения // Науч.-исслед. ин-т бетона и железобетона Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1979. 144 с.
- Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-315-2018 (33020). Минск: Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2018.

7. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Воздействия для определения огнестойкости: СН 2.01.03–2019. Минск: Минстройархитектуры, 2020.
8. Полевода И.И., Нехань Д.С. Экспериментальные и теоретические исследования физических и теплофизических характеристик центрифужированного бетона / Вестн. Ун-та гражданской защиты МЧС Беларуси. 2019. Т. 3, N 3. С. 255–267.
9. Полевода И.И. Огнестойкость изгибаемых железобетонных конструкций из высокопрочного бетона: дис. ... канд. техн. наук. Минск, 2004. 202 с.
10. Заседателев И.Б., Петров-Денисов В.Г. Тепло- и массоперенос в бетоне специальных промышленных сооружений. М.: Стройиздат, 1973. 168 с.
11. Жуков В.В. Основы стойкости бетона при действии повышенных и высоких температур: дис. ... д-ра техн. наук. М., 1981. 437 с.
12. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-2. Общие правила определения огнестойкости : ТКП ЕН 1992–1–2-2009 (02250). Минск : Мин-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2010.

УДК 378.6

*e.polevoi@amchs.ru*

**Носков С. С., Гудошников А. А., Ткаченко Д. О., Полевой Е. В.**  
**Академия гражданской защиты МЧС России, Химки**

***Практическая подготовка специалистов по применению  
 робототехнических средств специального назначения при ликвидации  
 чрезвычайных ситуаций техногенного характера***

Дано краткое описание основной профессиональной образовательной программы по профилю «Эксплуатация робототехнических средств и комплексов специального назначения» по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов. Дан обзор дисциплин и практик, направленных на формирование умений и навыков применения робототехники в условиях ЧС, организации эксплуатации. Приведена примерная структура выпускной квалификационной работы, общий порядок её выполнения.

**Ключевые слова:** обучение, практические занятия, практика, выпускная квалификационная работа, робототехнические комплексы, робототехнические средства

***Noskov S. S., Gudoshnikov A. A., Tkachenko D. O., Polevoi E. V.***

***Practical training of specialists in the use of special-purpose robotic tools  
 in the elimination of man-made emergencies***

A brief description of the main professional educational program on the profile "Operation of robotics and special purpose complexes" in the direction 23.03.03 Operation of transport and technological machines and complexes is given. The review of disciplines and practices aimed at the formation of skills in the use of robotics in emergency situations, organization of operation is given. the approximate structure of the final qualification work, the general order of its implementation is given.

**Keywords:** training, practical training, practice, final qualification work, robotics, robotic systems, robotic tools.

В целях исключения гибели и травматизма спасателей и пожарных при ведении аварийно-спасательных работ и пожаротушений всё шире используются безлюдные технологии, в первую очередь робототехника.

Традиционно в МЧС России вопросам экстремальной робототехники уделяется пристальное внимание. В соответствии с Концепцией развития робототехнических комплексов (систем) специального назначения в системе МЧС России до 2030 года (решение коллегии МЧС России от 10 августа 2016 г. № 16/III) вопросы подготовки специалистов в области эксплуатации и применения робототехнических комплексов специального назначения (далее – РТК СН) поставлены первоочередными. Подготовка специалистов с высшим образованием должна быть организована в сроки I этапа реализации Концепции (2016 – 2020 годы) [1].

В рамках I этапа Концепции [1] в августе 2016 года была сформирована группа курсантов по профилю «Эксплуатация робототехнических средств и комплексов специального назначения» (далее – «Эксплуатация РТС и К СН») в рамках направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» [2]. В 2020 году осуществлен первый выпуск специалистов-робототехников [3, 4].

Укрупненная структура учебного плана подготовки робототехников представлена на рисунке 1 [3, 4].

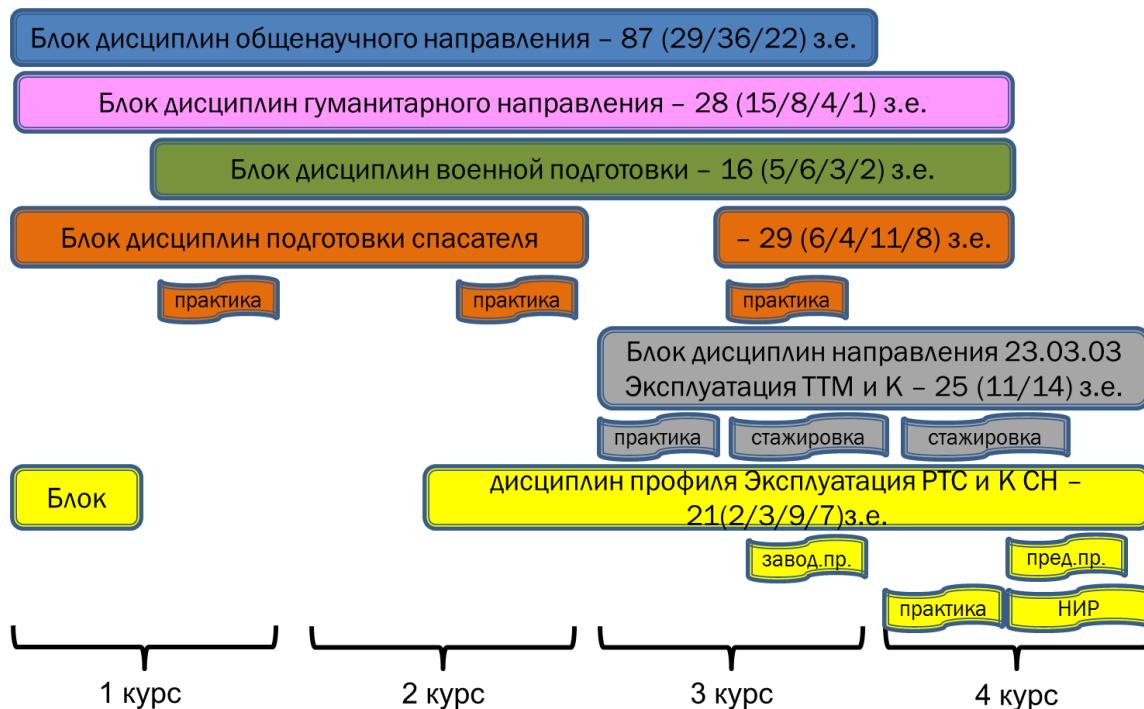


Рис. 1. Укрупненная структура учебного плана обучения курсантов-робототехников по профилю «Эксплуатация РТС и К СН»

Учебным подразделением, ответственным за реализацию профиля подготовки, является кафедра (спасательных робототехнических средств). Сформирована 1 апреля 2016 года в составе командно-инженерного факультета [4].

По профилю «Эксплуатация РТС и К СН» курсанты изучают шесть дисциплин. Введением в специальность является дисциплина «Основы спасательной робототехники», которая изучается на 1 курсе. «Электронные и микропроцессорные устройства РТС» (далее – «ЭиМПУ РТС») и «Системы управления РТС и программное обеспечение» (далее – «СУ РТС и ПО») –

изучаются на 2 и 3 курсах, материалы курсовой работы используются при выполнении выпускной квалификационной работы (ВКР). «Конструкция и эксплуатационные свойства РТС» (далее – «КиЭС РТС») изучается на 3 курсе и полученные в ходе освоения курсантами-робототехниками дисциплины знания используется при проведении тяговых расчетов проектируемого в рамках выполнения ВКР макетного образца спасательного робототехнического средства. «Диагностирование и техническое обслуживание РТС» (далее – «ДиТО РТС») – изучается на 4 курсе и дает навыки технического обслуживания, текущего ремонта и поиска причин отказов РТС. Курсовой проект, выполняемый по дисциплине, включается как приложения к пояснительной записке ВКР. «Технология применения РТС и их техническое обеспечение» (далее – «ТП РТС и ТО») – изучается на 4 курсе и дает навыки управления и применения спасательных робототехнических средств при ликвидации ЧС.

На 4 курсе читается дисциплина «Основы применения беспилотных авиационных систем», которая также является профилирующей для курсантов-робототехников.

Особую роль в программе подготовки робототехников занимают дисциплины «ЭиМПУ РТС» и «СУ РТС и ПО», при изучении которых курсанты получают представление о конструкции и принципах работы и управления мехатронных узлов и блоков.

Практически все узлы, блоки и системы РТС – это связка из двух «компонентов»: 1) электронные «мозги» – микропроцессор (микроконтроллер) и 2) электрические (гидравлические, пневматические) «глаза-уши» или «руки-ноги» – датчики или исполнительные устройства.

В рамках дисциплины «ЭиМПУ РТС» изучаются теоретические вопросы «электронного» устройства РТС: блоки процессоров, шины. Принципы устройства и работы датчиков: напряжение, ток, температура, давление и т.д. и их связь. Более 50% учебных часов по дисциплине – это практические занятия и лабораторные работы.

В ходе практических занятий осуществляется сборка схем на основе оценочных или отладочных плат на основе микроконтроллеров, которые работают с датчиками, исполнительными устройствами (реле, блоки управления коллекторными и бесколлекторными двигателями, управление мощными импульсными потребителями через транзисторные ключи, которые регулируются с использованием ШИМ сигнала). При проведении практических занятий микроконтроллерные блоки выдаются уже запрограммированные. Так же в ходе практических занятий курсанты-робототехники получают навыки пайки слаботочных и сильноточных блоков. Лабораторные работы направлены на изучение точностных характеристик датчиков измерения давления, расстояния, тензодатчиков, оптических сенсоров.

Дисциплина «СУ РТС и ПО» – это уже теория и практика программирования тех самых микроконтроллерных плат, которые изучались в дисциплине «ЭиМПУ РТС».

В рамках дисциплины «СУ РТС и ПО» дается теория и практика по написанию программ для микроконтроллеров. Очень важная и серьёзная часть дисциплины – курсовая работа.

В ходе выполнения курсовой работы будущие специалисты по применению и эксплуатации РТК СН собирают и программируют микросхему, которая управляет мехатронным узлом или блоком РТС. Тема курсовой работы уже связывается с тематикой выпускной квалификационной работы (далее – ВКР). Материалы курсовой работы включаются отдельным разделом в пояснительную записку ВКР и представляются в модели или макете РТС.

В ходе изучения дисциплины «ТП РТС и ТО» курсанты получают практические навыки управления робототехническими средствами в различных условиях. Обучение осуществляется на роботодроме Академии. В ходе обучения курсанты-робототехники выполняют следующие упражнения:

Упражнение 1а. Маневрирование на открытом пространстве.

Обучение по управлению шасси РТК на робототехническом полигоне. После освоения управления на открытом пространстве с визуальным контролем РТК, обучающиеся переходят на управление в ограниченном пространстве.

Упражнение 1б. Маневрирование в закрытом и ограниченном пространстве.

Тренировка по управлению шасси РТК в закрытом и ограниченном пространстве, контроль за РТК только по системе технического зрения. Выполнение контрольных нормативов.

Упражнение 2а. Управление манипулятором и сменным оборудованием.

Обучение по управлению манипулятором и рабочим оборудованием. Обучение операциям по смене оборудования. Выполнение нормативов по замене оборудования. Перечень сменного оборудования для РТС: гидравлические ножницы по металлу, гидромолот, стандартный ковш, грейферный ковш, полноповоротный захват, бетонолом.

Упражнение 2б. Выполнение задач по демонтажным работам.

Разбор завалов, разрушение бетонных плит, отрывка котлованов. Выполнение работ по резке арматуры, подъем и перемещение крупногабаритных предметов. Выполнение нормативов.

Контрольное упражнение. Выполнение аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Выдвижение к месту выполнения работ в ограниченном пространстве с применением системы технического зрения РТС, выполнение работ по проделыванию проходов, разбору завалов, обваловки площадки. Упражнение выполняется в средствах индивидуально защиты органов дыхания и кожи.

При изучении дисциплин «КиЭС РТС» и «ДиТО РТС» курсанты получают знания по конструкции РТК СН, умения и навыки по техническому обслуживанию и ремонту робототехнических комплексов специального назначения, в том числе в условиях химического заражения и радиационного загрязнения.

В целях закрепления умений и навыков, полученных при изучении профильных дисциплин учебным планом курсантов-робототехников

предусмотрены практики по направлению (таблица 1) и профилю подготовки (таблица 2).

Таблица 1

Практики по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Наименование практики	Период проведения	Задача практики	Место проведения
Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков по специальности	на 3 курсе	Освоение компетенций по рабочим профессиям при переводе техники на зимнюю эксплуатацию	ЦСООР «Лидер», Ногинский СЦ
Производственная практика (войсковая стажировка)	на 3 курсе	Выполнение функциональных обязанностей в должности командира автомобильного (инженерного) взвода спасательного воинского формирования	Спасательные воинские формирования МЧС России
Производственная практика (войсковая стажировка)	на 4 курсе (после изучения вопросов организации эксплуатации аварийно-спасательной техники спасательных воинских формирований)	Выполнение функциональных обязанностей в должности офицера автомобильной (инженерной) службы спасательного воинского формирования	Спасательные воинские формирования МЧС России

Таблица 2

Практики по профилю «Эксплуатация РТС и К СН»

Наименование практики	Период проведения	Задача практики	Место проведения
Производственная практика (технологическая)	на 3 курсе	Получение навыков на уровне, позволяющим достаточно квалифицированно обслуживать РТС	Завод-изготовитель РТК СН
Производственная практика (робототехническая)	на 4 курсе	Выполнение функциональных обязанностей в должности инженера робототехнического комплекса	Управление (робототехнических средств) ЦСООР «Лидер»

Преддипломная практика	на 4 курсе	Выполнение функциональных обязанностей в должностях в робототехнических подразделениях спасательных воинских формирований, на которые планируется назначение выпускников	Спасательные воинские формирования МЧС России
Производственная практика (научно-исследовательская работа)	на 4 курсе	Выполнение НИР (направление НИР бакалавра определяется в соответствии с предстоящей темой ВКР)	На базе вуза под руководством научных руководителей выпускной квалификационной работы

Структура ВКР позволяет оценить общепрофессиональные и профессиональные компетенции выпускника в соответствии с ФГОС и Квалификационными требованиями [2, 5]. Примерное наименование разделов, их краткое содержание и оцениваемые компетенции приведены в таблице 3.

Таблица 3

Примерная структура выпускной квалификационной работы по профилю  
«Эксплуатация РТС и К СН»

Разделы ВКР	Примерное содержание	Оцениваемые компетенции
Введение	Актуальность, цель, частные задачи, объект и предмет исследования, аprobация, публикации	ОК-1,4,7; ОПК-1,2,3; ПК-29, ПК.КТ-1,3,4,6,8,10,15,16,19,27
Раздел 1. Анализ состояния вопроса	1.1 Анализ ЧС и условий применения РТС (2-3 стр.)	ОК-1,4,7; ОПК-1,2,3; ПК-29, ПК.КТ-1,3,4,6,8,10,15,16,19,27
	1.2 Обзор и анализ имеющихся РТС (4-5 стр.)	ОК-1,2,5,7; ОПК-1; ПК-32; ПК.КТ-5,9,14,15,16,19,24, 25,27,28,29
	1.3 Формулировка проблемного вопроса и определение направления совершенствования (разработки) РТС (составной части) (1-2 стр.)	ОК-1,2,3,4; ОПК-1,2,3; ПК-24,28,29; ПК-41; ПК.КТ-9,19
Раздел 2. Обоснование технических решений совершенствования (разработки) РТС (составной части)	2.1 Выбор исходных данных для расчёта технического решения (1-2 стр.)	ОПК-1,2,3; ПК-24,25; ПК.КТ-1,2,3,4,5,6,7,8,9,14,22,23,25, 27,28,29
	2.2 Расчёт конструкции РТС (составной части) (4-6 стр.)	ОПК-1,3; ПК-29,30; ПК-41; ПК.КТ-15,16,28
	2.3 Описание конструкции и принципа работы РТС (составной части) (4-6 стр.)	ПК-25,30,32,33; ПК-38,40,41,42; ПК.КТ-15,16, 28,29

Раздел 3. Предложение по дистанционному (автоматическому) управлению РТС (составной части)	3.1 Предложение по конструкции системы управления РТС (составной части) (2-3 стр.)	ОПК-1,3; ПК-29,30,32; ПК-41; ПК.КТ-1,9,15,18,27,28
	3.2 Программирование системы управления (2-3 стр.)	ОПК-1,2,3; ПК-30; ПК.КТ-9,15,27,28
	3.3 Инструкция по применению РТС (составной части) при ликвидации ЧС (4-6 стр.)	ПК-23,24,26,29,30,33; ПК-45; ПК.КТ-1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,14,15,16,18,20,21,22,24,25,26,27,28,29,30
Раздел 4. Организация эксплуатации РТС (составной части)	4.1 Операции контроля технического состояния РТС (составной части) (2-3 стр.)	ОПК-1,2,3; ПК-29,30,33; ПК-38,39,40,43; ПК.КТ-2,3,4,6,9,11,12,14,15,16,20,28
	4.2 Операции технического обслуживания РТС (составной части) (2-3 стр.)	ОПК-1,2,3; ПК-29,30,33; ПК-38,39,40,43,44; ПК.КТ-2,3,4,6,9,11,12,14,15,16,20,28
	4.3 Меры безопасности при эксплуатации РТС (составной части) (2-3 стр.)	ОК-8,9,10; ОПК-4; ПК-29,33; ПК-37,45; ПК.КТ-1,2,3,4,6,7,8,11,12,14,15,16,20,28,29,30
Раздел 5. Предложение по технологии применения РТС (составной части)	5.1 Сценарий типовой ЧС при применении РТС (1-2 стр.)	ОПК-1,2,3; ПК.КТ-5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,27,28,29
	5.2 Сравнительная оценка технического уровня конструкции РТС (составной части) при ликвидации ЧС (3-4 стр.)	ОК-3,4; ОПК-1,2,3; ПК-23,24; ПК-40; ПК.КТ-5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,27,28,29
	5.3 Предложения в решение руководителя ликвидации ЧС по применению РТС (1-2 стр.)	ОК-4; ОПК-1,2,3; ПК-23,24; ПК-40; ПК.КТ-5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,27,28,29
	5.4 Технико-экономическая оценка конструкции РТС (составной части) (1-2 стр.)	ОПК-1,2,3; ПК-28,31; ПК-37; ПК.КТ-9,10,14,15,18,24,27,28,29
Заключение	Полученные результаты в соответствии с частными задачами. Вывод о достижении цели работы.	ОПК-1,2,3
Приложения	П.1 Принципиальная кинематическая (гидравлическая, электрическая) схема РТС (составной части) (1 стр.)	ОПК-1,3; ПК-30; ПК-38; ПК.КТ-15
	П.2 Листинг программы управления РТС (составной части) (1-2 стр.)	ОПК-1,3; ПК-30; ПК-38; ПК.КТ-15
	П.3 Технологическая карта контроля технического состояния РТС (составной части) (3-4 стр.)	ОПК-1,3; ПК-24,27,30; ПК-38,39,40,42,43,44; ПК.КТ-15
	П.4 Технологическая карта технического обслуживания РТС (составной части) (3-4 стр.)	ОПК-1,3; ПК-24,27,30; ПК-38,39,40,42,43,44; ПК.КТ-15

	П5. Решение командира по применению РТС в зоне ЧС	ПК.КТ-1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,27,28, 29
Графическая часть	Сборочный чертёж РТС (составной части) (формат А1)	ПК-30,32; ПК-41; ПК.КТ-15
	Деталировка РТС (составной части) (2 чертежа формата А2)	ПК-30,32; ПК-41; ПК.КТ-15
	Кинематическая (гидравлическая, электрическая) схема РТС (составной части) (формат А1)	ПК-30,32; ПК-41; ПК.КТ-15
Материальная часть	Макет (прототип, модель) РТС (составной части)	ПК-45; ПК.КТ-15,30

Следует отметить, что материалы раздела 1 и макет или модель РТС выполняются курсантами-робототехниками в рамках военно-научной работы в научном кружке кафедры.

Материалы остальных разделов выполняются в рамках контрольных и курсовых работ по дисциплинам «КиЭС РТС», «СУ РТС и ПО», «ДиТО РТС» и «ТП РТС и ТО».

В рамках факультативных часов предусмотрено обучение курсантов-робототехников по программам дополнительного профессионального обучения по программам «Применение и эксплуатация робототехнических средств и комплексов специального назначения» (252 часа) [6] и «Организация применения беспилотных авиационных систем» (386 часов). В результате обучения по этим программам выпускники получают диплом оператора мобильной робототехники и летную книжку внешнего пилота беспилотного воздушного судна.

Таким образом, в Академии гражданской защиты МЧС России организована подготовка специалистов по эксплуатации и применению РТК СН при ведении аварийно-спасательных работ и пожаротушения. Открытие профиля подготовки «Эксплуатация РТС и К СН» в направлении 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов осуществлено в рамках выполнения мероприятий первого этапа Концепции развития робототехнических комплексов (систем) специального назначения в системе МЧС России до 2030 года.

### Литература

1. Решение коллегии МЧС России от 10 августа 2016 г. №16/III «О концепции развития робототехнических комплексов (систем) специального назначения в системе МЧС России до 2030 года». М., 2016. 20 с.
2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 декабря 2015 г. №1470 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (уровень бакалавриата)». [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/news/8/1644> (дата обращения: 20.11.2020).
3. Носков С.С. «Проблемы подготовки курсантов по профилю «Эксплуатация робототехнических средств и комплексов специального назначения» Сборник материалов XXVII Международной научно-практической конференции «Предупреждение. Спасение. Помощь», посвященной 85-летию создания гражданской обороны и 25-летию образования

Академии, Секция №1 «Применение робототехнических комплексов специального назначения» 16 марта 2017 года. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России., 2017. С.65-68.

4. Байков А.В., Носков С.С. «Организация подготовки специалистов по применению робототехнических средств специального назначения» В сборнике: Применение робототехнических комплексов специального назначения Сборник трудов XXIX Международной научно-практической конференции. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России., 2019. С. 5-10.

5. Квалификационные требования к военно-профессиональной подготовке выпускников (дополнение к федеральному государственному стандарту высшего образования) Академии гражданской защиты МЧС России, утверждены 07 сентября 2016 года Статс-секретарем-заместителем Министра МЧС России В.С. Артамоновым, М., 2016. 59 с.

6. Носков С.С., Инякин А.А., «Методы освоения технологии применения робототехнических средств специального назначения при подготовке специалистов спасательных воинских формирований МЧС России» В сборнике: Применение робототехнических комплексов специального назначения Сборник трудов XXVIII Международной научно-практической конференции. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России., 2018. С. 65-69.

УДК 614.843.8

koksharovab@e1.ru

**Осипенко С. И., Кокшаров А. В.**  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

***Исследование совместной подачи пены и растворов  
поверхностно-активных веществ***

Пенная структура является неустойчивой и довольно быстро разрушается при обеднении жидкостью, что приводит к увеличению кратности и снижению плотности пены. В работе показано, что восполнить жидкую фазу можно путём орошения пены растворами ПАВ. Такой способ позволяет ввести в пену различные влагоудерживающие добавки, которые нельзя использовать в пенообразующем растворе.

**Ключевые слова:** пена, устойчивость пены, синерезис, раствор пенообразователя, карбоксиметилцеллюлоза.

***Osipenko S. I., Koksharov A. V.***

***Investigation of the joint supply of foam and surfactant solutions***

The foam structure is unstable and collapses quite quickly when depleted by liquid, which leads to an increase in the multiplicity and a decrease in the density of the foam. It is shown that the liquid phase can be replenished by irrigation of foam with surfactant solutions. This method allows you to introduce various moisture-retaining additives into the foam, which cannot be used in a foaming solution.

**Keywords:** foam, foam stability, syneresis, foaming agent solution, carboxymethylcellulose.

Пенное пожаротушение является одним из эффективных способов тушения разливов ЛВЖ и ГЖ. Однако, пенная структура является неустойчивой и довольно быстро разрушается.

Согласно действующим нормативно-правовым актам [1,2,3] потребность в устойчивости объема пены необходима:

1. В условиях температурного поля при непосредственной подаче пены на поверхность жидкости при тушении пожаров в резервуарах, розливах ЛВЖ и ГЖ;

2. Создание пенной подушки в обваловании перед началом пенной атаки при тушении резервуаров;

3. Покрытие взлетно-посадочной полосы при аварийной посадке воздушного судна;

4. Изоляции разливов аварийно-химических веществ;

5. Маскировки военной техники и местности;

В зависимости от области применения потребность в ее устойчивости может достигать от 40 мин до 2 часов.

После образования пены начинается процесс истечения жидкости по каналам Плато-Гиббса, который называется синерезисом [4].

Обеднение жидкостью приводит к увеличению кратности и снижению плотности пены. Такое изменение физических свойств пены может привести к неожиданным последствиям.

При проведении пожарно-тактических учений на Шабровской нефтебазе 23.09.2020 года перед проведением пенной атаки была поставлена пенная полоса, разделяющая пожарную технику и резервуары с нефтепродуктом. Через десять минут пена была поднята в воздух ветром, в результате чего пенная полоса была практически полностью разрушена.

Таким образом, для устойчивости пенной полосы к внешним факторам, в том числе порыву ветра необходимо, чтобы пена как можно дольше сохраняла свою первоначальную плотность, следовательно, необходимо противодействовать истечению жидкости из пены.

Ранее нами был исследован механизм разрушения пены в условиях мощного температурного воздействия, было установлено, что у пузырьков верхнего слоя под действием гравитационных сил жидкость скапливается в нижней части межплёночного пространства, что приводит к утончению верхней части плёнки. Также обеднение жидкостью происходит в результате испарения. Под действием теплового потока и напора газов тонкая плёнка рвётся, и пузырёк разрушается. Выделившаяся влага проникает в межплёночное пространство следующего слоя пены, вытесняя из неё жидкость. Процесс повторяется заново [5].

Таким образом, о таком механизме разрушения свидетельствует незначительная толщина прогретого слоя пены (4-8 мм), температура которого не превышала 58 °С, что значительно ниже температуры потери пенообразующей способности используемого пенообразователя, которая была определена отдельно и составила 95-98 °С. Всё это говорит о том, что процесс разрушения пены лимитирует скорость проникновения жидкости, выделившейся в результате разрушения пены, в нижележащие слои в результате на поверхности пены скапливается жидкость, которая защищает её от тепловых воздействий (табл. 1).

Таблица 1

## Измерение температуры в нижней части пены

Кратность пены	Время полного разрушения пены, с	Температура жидкости после полного разрушения пены, °C	Толщина нагретого слоя, мм
10	92	54	8
20	66	50	5
30	46	52	5
40	40	57	4
50	37	58	4

Мы предположили если подавать жидкость на поверхность пены мы сможем восполнить дефицит жидкости, потерянной в результате синерезиса и защитить пенную от тепловых потоков. Однако в пожаротушении не рекомендуется одновременно подавать пенную и воду на тушение пожара, это приводит к вымыванию ПАВов из пены и только ускоряет процесс ее разрушения. Поэтому целью исследования явилось изучение устойчивости пены при совместной подаче её с растворами поверхностно-активных веществ.

Увлажнение пены осуществляли путём опрыскивания верхнего слоя с разной периодичностью от 2,5 сек до 20 сек. В пересчете на интенсивность она составляла от 0,43 до 0,021 кг/м<sup>2</sup>мин. Для орошения использовали раствор пенообразователя с концентрацией от 0,25 до 6%.

Результаты показали, что интенсивность орошения и концентрация пенообразователя оказывают влияние на устойчивость пены. Высокая интенсивность орошения низкоконцентрированными растворами негативно влияет на устойчивость пены. Происходит вымывание ПАВов и снижение прочности плёнок. Снижение интенсивности орошения, напротив увеличивает время устойчивости объёма пены, происходит восполнение той влаги, которую теряет пена в результате испарения и ПАВы не вымываются.

Набольшая устойчивость пены наблюдалась при орошении 2% раствором пенообразователя и составляла около 150 минут. Увеличение концентрации ПО до 4 и 6% в орошающем растворе, наоборот привело к снижению устойчивости пены. Высокая концентрация пенообразователя необходима для устойчивой пеногенерации, но она не придёт пене более высокую устойчивость объёма и устойчивость к температурному воздействию.

Расчёт количества пенообразователя, затраченного на поддержание объёма пены, с учётом пенообразователя необходимого на получение исходного объёма пены показал, что при орошении низкоконцентрированными растворами расходуется гораздо меньше пенообразователя чем для поддержания требуемого объёма пены путём генерации нового объёма.

Таким образом, гораздо эффективнее поддерживать (сохранять) объём полученной пены, чем восполнять его за счёт дополнительной подачи.

Полученные данные открывают возможность введения в пенную различных добавок, которые не удаётся ввести в раствор для получения пены. Так орошение пены растворами, содержащими загущающие агенты, позволяет существенно увеличить устойчивость пены к синерезису.

Лабораторные исследования, проведённые на установке по определению кратности и устойчивости пены, показали значительное увеличение времени разрушения 25% объёма пены при орошении растворами Na KMЦ сразу после её получения.

Указанный факт объясняется тем, что разрушение верхнего слоя, содержащего Na KMЦ, происходит значительно дольше из-за большого содержания влаги. Данный слой предохраняет нижние слои от воздействия разрушающих факторов (испарения влаги, механическое воздействие).

Следующий этап исследований был проведён с использованием двух пожарных автоцистерн. От одной автоцистерны с помощью пеногенератора «Пурга-5» были покрыты пеной две площадки. Одна площадка служила для сравнения, на другую из пожарного ствола распылённой струёй на пену подавался раствор Na KMЦ. В процессе исследования фиксировали изменение высоты слоя пены и её кратность (табл. 2). Измерения показали, что в результате синерезиса в течение десяти минут значительно повышается кратность пены. Однако кратность пены после орошения её раствором Na KMЦ в шесть раз ниже.

Таблица 2  
Время разрушения 25% объёма пены после орошения раствором Na KMЦ

Время, мин	Кратность	Высота слоя, см	Время, мин	Кратность	Высота слоя, см
Без орошения раствором Na KMЦ			Орошение раствором Na KMЦ		
0	65	35	0	50	30
10	789	33	12	316	30
20	1200	28	22	286	30
32	1000	24	34	286	30
40	1200	21	42	261	29
50	1200	18	53	353	29

Таким образом, в работе было показано, что значительно повышается устойчивость пены путём подачи раствора пенообразователя с концентрацией 2%, а также введением в пену специальной добавки. В дальнейшем будет изучена устойчивость пены при орошении растворами ПАВ с добавкой в условиях температурного поля.

#### Литература

1. Безродный И. Ф. и др. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. – 1999.
2. Рекомендации по тушению пожаров на воздушных судах на аэродромах гражданской авиации: договор от 11.12.1990 г. – № 80.123-1540.
3. Рекомендации по организации и ведению боевых действий подразделениями пожарной охраны при тушении пожаров на объектах с наличием аварийно-химически опасных веществ. Москва: ВНИИПО. 2003.
4. Тихомиров В. К. Пены: теория и практика их получения и разрушения. – Химия, 1975.
5. Кокшаров А. В., Осипенко С.И., Гайнуллина Е.В. Исследование термической устойчивости пены различной кратности // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2020. Т. 29. № 3. С. 103–110.

Пучков П. В.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Иваново**Разработка конструкции модульного стеллажа для сушки и хранения  
пожарных рукавов**

В данной статье предлагается техническое решение, направленное на разработку конструкции модульного стеллажа для сушки и хранения напорных пожарных рукавов. Выполнено описание конструкции и принципа работы приспособления, обоснована эффективность нововведения.

*Ключевые слова:* пожарный рукав, стеллаж, сушка, модульность, мобильность.

**Puchkov P. V.*****Development of the design of a modular rack for drying and storing fire hoses***

This article offers a technical solution aimed at developing the design of a modular rack for drying and storing pressure fire hoses. A description of the design and principle of operation of the device is made, the effectiveness of the innovation is justified.

*Keywords:* fire hose, rack, drying, modularity, mobility.

В настоящее время процессы сушки и обслуживания пожарных напорных рукавов в пожарно-спасательных частях России организованы по-разному. Способ сушки пожарных напорных рукавов после тушения пожара в каждой конкретной пожарно-спасательной части зависит от её материально-технического оснащения. Существуют различные способы и приспособления для сушки пожарных рукавов: в сушильных шкафах, в сушильных башнях, в установках для сушки пожарных рукавов с продувкой теплым воздухом и другие способы.

Стоит отметить, что от соблюдения технологии сушки пожарных рукавов во многом зависит срок их службы. Поэтому запрещается сушить рукава непосредственно на отопительных батареях и котлах, на крышах зданий, а также не допускается подвешивать рукава для сушки на металлических и неокрашенных предметах. При отсутствии в пожарно-спасательных подразделениях любых видов сертифицированного оборудования для сушки пожарных рукавов зачастую сушку производят с нарушением технологии: в летний период на улице под солнцем на крыше здания, а в зимний период на отопительных приборах. При такой технологии сушки происходит пересушивание полотна пожарного рукава.

Для решения проблемы сушки пожарных рукавов в подразделениях пожарной охраны России не оснащенных специальными устройствами и башенными сушилками их можно оснастить мобильными модульными стеллажами для сушки и хранения пожарных рукавов. На рисунке 1 представлена конструкция модульного мобильного стеллажа, предназначенного для сушки и хранения пожарных рукавов на естественном воздухе в помещении или на улице.

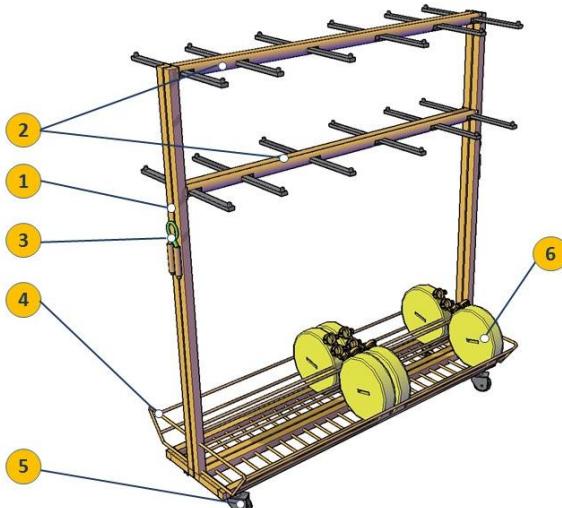


Рис. 1. Стеллаж модульный для сушки и хранения пожарных рукавов: 1 – стойка; 2 – балка с поворотными консолями; 3 – «вилка» - соединитель; 4 – полка для хранения пожарных рукавов; 5 – колеса- роликовые с фиксатором; 6 – рукавная скатка

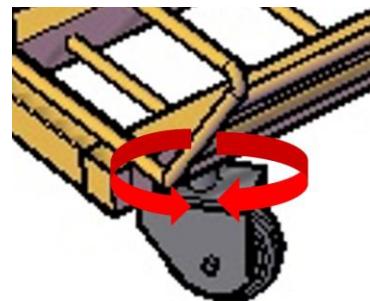


Рис. 2. Колеса – роликовые с фиксатором

Модульный стеллаж для сушки и хранения пожарных напорных рукавов представляет собой металлическую сварную конструкцию, состоящую из двух идентичных модулей, соединенных между собой «вилкой»-соединителем (поз. 3). Рама стеллажа состоит из вертикальных стоек (поз. 1), двух балок с поворотными консолями (поз. 2) и полки для хранения пожарных рукавов (поз. 4). Стойки (поз. 1) стеллажа должны быть изготовлены из стальной трубы квадратного сечения, а балки изготовлены из стальной трубы круглого сечения. Поворотные консоли могут быть изготовлены из стальной трубы прямоугольного сечения. На каждой балке установлено по 6 поворотных консолей для развешивания пожарных рукавов.

В основании модульного стеллажа предусмотрена полка для хранения пожарных рукавов (поз.4) на которой хранятся чистые, высушенные и скатанные в одинарную или в двойную скатку пожарные рукава (поз. 6). Конструкция стеллажа мобильная за счет установленных колес – роликов с фиксатором (поз.5) в основании рамы (Рис. 2). Фиксаторы на колесах исключают самопроизвольное перемещение стеллажа при его установке на покатой поверхности.

На рисунке 3 изображен принцип работы поворотного механизма балки. Для того, чтобы убрать торчащие в стороны консоли (поз. 5), необходимо шкворень (поз.4) сдвинуть влево до упора, как показано на рис. 3. Затем, повернуть консоли вниз, пропустив их через «Г» - образные отверстия (поз. 3), выполненные в корпусе балки (поз.2). Все консоли (поз. 5) будут расположены параллельно стойкам рамы (поз.1). В таком положении стеллаж обладает меньшими габаритными размерами. На каждой из 6-и консолей (поз.6) на конце установлен цилиндрический ограничитель (поз.6), он необходим для предотвращения сползания пожарного рукава во время сушки на пол.

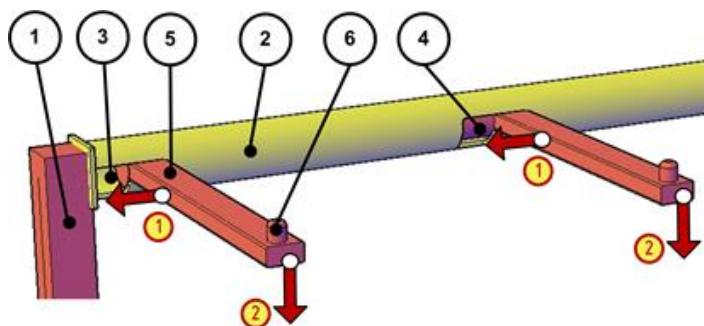


Рис. 3. Поворотный механизм балки модульного стеллажа для сушки и хранения пожарных рукавов: 1 – стойка вертикальная; 2 – балка; 3 – «Г» - образное отверстие в балке; 4 – шкворень; 5 – консоль; 6 – ограничитель

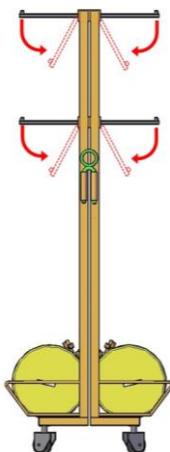


Рис. 4. Модульный стеллаж для сушки и хранения пожарных рукавов в рабочем положении (вид сбоку)

При хранении стеллажа, для уменьшения его габаритных размеров, консоли для сушки рукавов складываются, как показано на рисунке 4 [1].

В зависимости от количества пожарных рукавов, требующих сушки на модульном стеллаже можно использовать либо одновременно 2 балки с консолями либо каждую по отдельности.

Новизна идеи конструкции стеллажа для сушки и хранения пожарных рукавов заключается в его модульности и мобильности. Отдельные модули стеллажа можно объединять друг с другом и компоновать между собой. На рис. 5 представлены варианты компоновки модулей.

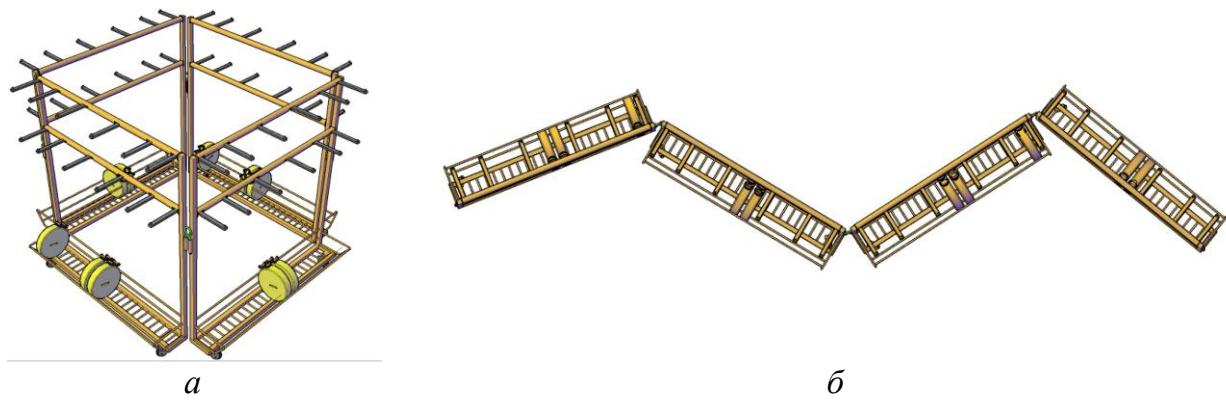


Рис. 5. Варианты компоновки модулей стеллажа: а – «Квадрат»; б – «Змейка»

На разработанном модульном стеллаже достаточно удобно осуществлять сушку сразу нескольких рукавов. Конструкция стеллажа достаточно проста и эргономична. Различная высота расположения балок с консолями (нижняя – 1500 мм, верхняя – 1800 мм) от уровня пола позволит пожарному любого роста развешивать пожарные рукава на консолях. В гараже можно установить несколько таких стеллажей вдоль свободных стен. При необходимости проведения уборки помещения или ремонта данный стеллаж можно без труда перекатывать с места на место. Следует отметить, что себестоимость изготовления такого стеллажа не велика.

## Литература

1. Пучков П.В. Разработка конструкции мобильного стеллажа для сушки и хранения пожарных рукавов Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 21 апреля 2020 г. – Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – ISBN 978-5-6042853-6-7, С. 345-348.

УДК 621.354.322

*irina34369@rambler.ru*

**Стяжкин В. В., Шевелева И. Г.**  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

### ***Принципы восстановления работоспособности аккумуляторов в пожарных автомобилях***

В работе рассматриваются вопросы восстановления работоспособности кислотных аккумуляторов в пожарных автомобилях, с целью продления срока эксплуатации аккумуляторов.

**Ключевые слова:** аккумулятор, автомобиль, эксплуатация, электролит.

*Styazhkin V. V., Sheveleva I. G.*

### ***Principles of restoring the performance of batteries in fire vehicles***

The paper discusses the issues of restoring the performance of acid batteries in fire trucks in order to extend the life of the batteries.

**Keywords:** battery, car, exploitation, electrolyte.

Принцип работы автомобилей предполагает применение в них аккумуляторов, которые помогают произвести запуск двигателя, а также подать постоянный ток с требуемым значением напряжения на различные системы автомобиля (освещения, сигнализации, двигателя стеклоочистителя и т. д.). Аккумулятор при выходе из строя генератора используется в качестве альтернативного источника питания, с помощью которого можно добраться до станции технического обслуживания. Наиболее широкое применение в автомобилях получил свинцово-кислотный тип аккумуляторной батареи (далее – АКБ) (табл. 1).

В нашем случае производилось обслуживание АКБ «Тюменский медведь» 6СТ-60ЛА [1] (рисунок 1), созданного по гибридной технологии с применением кальция, у которого в качестве материала токоотводов выбраны малосурьмянистые сплавы с оловом и селеном для положительных токоотводов и кальциевые сплавы для отрицательных токоотводов. Данные АКБ отличаются устойчивостью к глубоким разрядам.

После двух лет эксплуатации аккумулятора при запуске двигателя происходило резкое понижение напряжения, стартер не мог завести двигатель. При этом встроенный индикатор для контроля степени заряженности аккумулятора показывает зеленый цвет, что означает нормальное состояние батареи – «заряжено». При подключении автоматического зарядно-предпускового устройства с графическим ЖК-индикатором «Вымпел-55»

(далее – ЗППУ «Вымпел-55») было установлено, что напряжение с 12,7 В понижается даже при незначительной нагрузке до 10 В и продолжает снижаться.

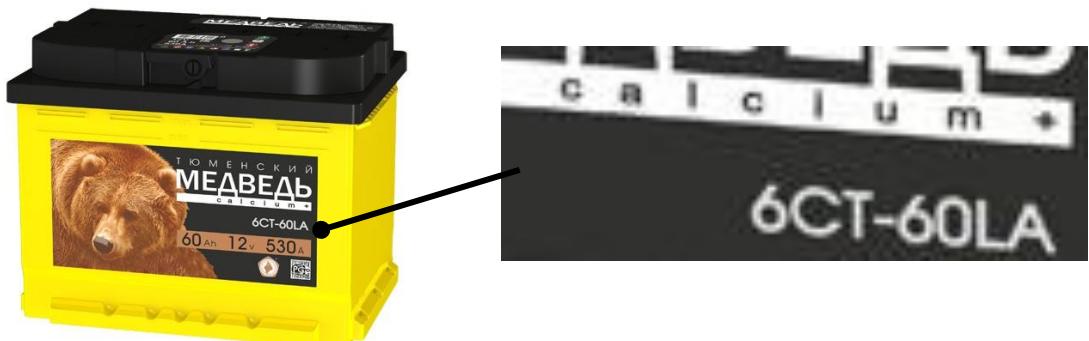


Рис. 1. Гибридный аккумулятор Ca+

В соответствии с инструкцией к ЗППУ «Вымпел-55» [2] были установлены следующие параметры заряда АКБ: напряжение 14,4–14,6 В.

Зарядка в автоматическом режиме по Алгоритму 1 не позволила восстановить ёмкость аккумулятора. После автоматического прекращения процесса зарядки АКБ напряжение в аккумуляторе, при подключении к нему нагрузки, с 13 В снижалось снова до 10 В и продолжало снижаться.

При проверке плотности электролита оказалось, что в одном из шести элементов (в третьем слева блоке пластин) значение плотности электролита находится в красного цвета зоне и соответствует значениям менее 1,15 г/см<sup>3</sup> (менее 50% заряда). Замеры в других блоках пластин показали нормальные значения в зеленого цвета зоне, что соответствует плотности электролита выше 1,25 г/см<sup>3</sup>.

Тренировка в режиме импульсного заряда и разряда Алгоритма 3 (с предустановленными заводскими значениями) не позволило повысить плотность электролита в третьем блоке пластин. Напряжение на клеммах АКБ после зарядки при помощи ЗППУ снижалось при незначительной нагрузке до 10 В и продолжало снижаться. При подключении нагрузки или зарядке в третьем блоке пластин происходит интенсивное выделение газообразных продуктов – кипение.

При проверке физических свойств электролита отмечено, что в нем присутствуют частицы серого цвета, мутный.

Для восстановления АКБ был заменен электролит, подключенной лампой накаливания в 55 Вт в качестве нагрузки АКБ был полностью разряжен. Далее зарядка проводилась в ступенчатом режиме (алгоритм 3) при следующих параметрах:  $U_1 = 15,1$  В,  $U_2 = 10$  В,  $I_{заряда} = 8,5$  А,  $I_{разряда} = 55$  Вт/12 В = 4,6 А,  $t_{задержки} = 10$  мин,  $t_{заряда} = 10$  мин. После включения и появления кипения электролита время заряда и задержки было уменьшено  $t_{задержки} = t_{заряда} = 5$  сек (рисунок 2).

Присоединение в режиме алгоритма 3 дополнительной лампы накаливания в качестве нагрузки изменило график проведения автоматического режима заряда. В результате, после окончания заряда, проводившегося в течение 7 час 43 мин, ЗППУ «Вымпел-55» было отдано 54,3 А·Ч. При проверке плотности

электролита АКБ, установлено, что в ранее не заряжавшемся блоке пластин № 3 плотность повысилась до синей отметки, в остальных блоках пластин – до зеленой отметки ареометра для электролита. Измеренное напряжение в аккумуляторе – 13,4 В.

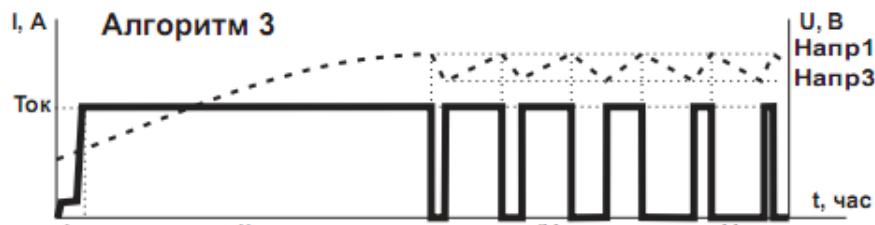


Рис. 2. Автоматический режим заряда АКБ - алгоритм 3 [2]

При ежедневной эксплуатации аккумулятора в автотранспортном средстве (далее – АТС) в течение месяца, в зимних условиях при температуре окружающей среды  $-5^{\circ}\text{C} \div -17^{\circ}\text{C}$ , заряд снизился до 12,7 В.

Можно сделать вывод, что аккумулятор частично восстановлен, но требует дальнейшего обслуживания, дополнительных режимов тренировки, поскольку холодные условия и непродолжительное время зарядки от автомобильного генератора не позволяют зарядить аккумулятор в требуемом объеме.

В работе автотранспортных средств пожарно-спасательных частей имеются определенные особенности. В частности, режим эксплуатации транспортных средств, в том числе и установленных в них аккумуляторов характеризуется неравномерностью их применения. Одни АТС ежедневно выезжают для выполнения своих задач, другие – находятся в гаражах либо открытых площадках длительное время. Периодичность обслуживания АКБ в АТС определена приказом МЧС России № 737 от 01.10.2020 «Об утверждении Руководства по организации материально-технического обеспечения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (далее – Приказ) [3].

Учитывая, что обслуживание аккумулятора может занимать длительный период времени (иногда около 7 дней), то в пожарно-спасательных частях необходимы зарядно-аккумуляторные станции и обученный персонал для выполнения этих работ в соответствии с требованиями охраны труда и рекомендациями производителей АКБ, зарядно-предпусковых устройств. Правильное и своевременное обслуживание АКБ позволило бы более продлить срок их эксплуатации, поддерживать в боевой готовности транспортные средства подразделений пожарно-спасательных частей.

### Литература

1. ЗАО МПКФ «Алькор». <https://www.alkor-tmn.ru/catalog/tyumenskiy-medved/> (<https://www.alkor-tmn.ru/catalog/tyumenskiy-medved/> (дата обращения: 10.12.2020)).
2. ООО «НПП «ОРИОН СПб». URL: <https://orionspb.ru> (дата обращения: 15.12.2020).
3. Приказ МЧС России № 737 от 01.10.2020 «Об утверждении Руководства по организации материально-технического обеспечения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.12.2020).

**Сурайкин Д. С., Назмутдинов И. И., Терентьев В. В.**  
**Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург**

## **Повышение эффективности работы при уборке напорных рукавных линий**

В данной статье рассматривается техническое решение направленное на механизацию процесса сборки напорных рукавов в скатки, состоящее из аккумуляторной дрели-шуруповерта с опорой и вилкой для скатки рукавов.

**Ключевые слова:** пожарный напорный рукав, скатка, вилка, опора.

*Suraikin D. S., Nazmutdinov I. I., Terentyev V. V.*

## ***Increasing cleaning efficiency pressure sleeve line***

This article discusses a technical solution aimed at mechanizing the process of assembling pressure hoses into roll-ups, consisting of a cordless drill-screwdriver with a support and fork for roll-up of the hoses.

**Keywords:** fire hose, roll-up, fork, support.

Отличительной особенностью современных реалий работы противопожарной службы является быстрота. Быстрота подразумевает скорость прибытия пожарно-спасательных подразделений, минимизацию времени тушения пожара или спасательных операций, быстроту подготовки личного состава и пожарно-спасательной техники к следующему вызову.

В настоящее время применяется 2 основных вида смотки рукавов (рис. 1): ручным способом и с помощью вспомогательных устройств пожарной техники. Вспомогательные устройства для смотки пожарных рукавов в скатки входят в комплектацию, как правило, специальных пожарных автомобилей (СПА), и поэтому процент применения таких устройств напрямую зависит от количества выездов СПА. В тоже время тушение больше 99 % пожаров в Российской Федерации производится пожарными автоцистернами различных классов (основными пожарными автомобилями), которые являются основой технического вооружения пожарно-спасательных частей [1]. Одной из самых затратных работ, по времени, является уборка напорных рукавных линий после пожара или ЧС, которая в большинстве случаев сводится к воздействию всего караула/отделения, т.к. преобладает ручной характер такой работы, другими словами – механизация данной операции практически отсутствует.

На основе анализа передового опыта [2] пожарно-спасательных подразделений в Уральском институте ГПС МЧС России был сделан опытный образец технического решения (рис. 2), позволяющий частично механизировать процесс скатки пожарных напорных рукавов, представляющий собой:

- Шуруповерт (18 В);
- Вилка для скатки напорных рукавов;
- Опора для скатки напорных рукавов.



Рис. 1. Скатка (смотка) рукавов (фото слева на право): ручным способом, так называемая «восьмерка»; с помощью рукавного автомобиля АР-2 (ЗИЛ-131); с помощью рукавного автомобиля АР-2 (КАМАЗ-43318)



Рис. 2. Процесс формирования скатки напорного рукава опытным образом технического решения

Размещение предлагаемого технического решения в отсеках пожарной автоцистерны показано на рис. 3.

Для подтверждения целесообразности идеи произведен замер времени на скатку пожарных напорных рукавов, результаты представлены на рис. 4 и 5.

Под механизированной смоткой подразумевается использование рассматриваемого технического решения.



Рис. 3. Один из вариантов размещения предлагаемого технического решения на примере АЦ-3,2-40/4 (КАМАЗ 43253)

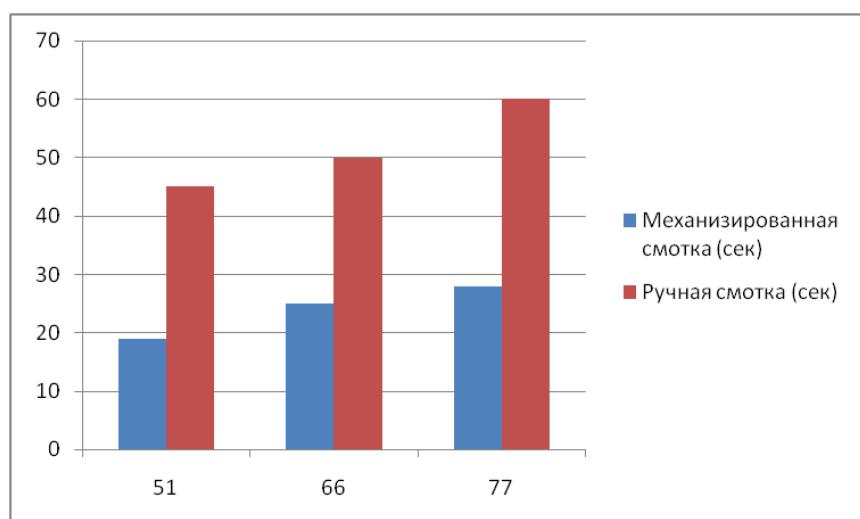


Рис. 4. Время смотки с начала рукава

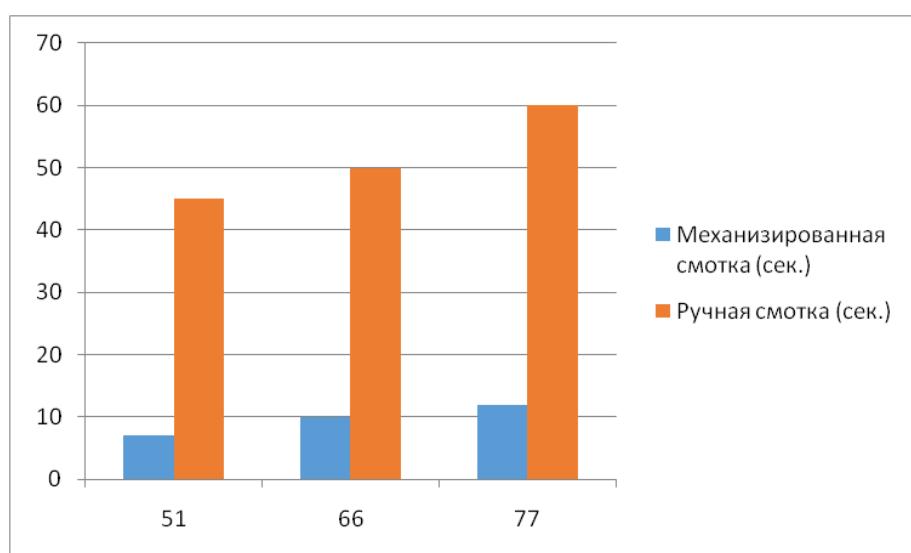


Рис. 5. Время смотки рукава от центра (середины)

Актуальность разработки обосновывается несколькими факторами:

- мобильность, малые габариты и небольшая масса;
- простота конструкции и минимальные затраты при изготовлении опытного образца;
- уменьшение времени сбора ПТВ боевым расчетом после пожара, и как следствие повышение оперативной готовности пожарных расчетов пожарно-спасательных частей.

### **Литература**

1. Пожарная техника / М.Д. Безбородько [и др.]. М., 2015. 580 с.
2. Сурайкин, Д.С. Обоснование основных параметров пожарной техники (на примере работы с напорными рукавами) / Д.С. Сурайкин, В.В. Терентьев, И.И. Назмутдинов и др. // Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности: материалы Дней науки с международным участием (3-7 декабря 2018 г.) посвященных 90-летию со дня образования Уральского института ГПС МЧС России: в 2-х частях / сост. М. Ю. Порхачев, А. А. Корнилов, О. Ю. Демченко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. Ч.2 С. 126-128.

УДК 608.2

*sss\_abc87@mail.ru*

**Сухотин С. С., Терентьев В. В.**  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

### ***Открытые вопросы при испытании гидравлического пожарного оборудования***

В данной статье рассматриваются не решенные вопросы, возникающие при испытаниях гидравлического пожарного оборудования в пожарно-спасательных подразделениях.

*Ключевые слова:* гидравлическое оборудование, испытания, стенд, установки.

*Suhotin S. S., Terentyev V. V.*

### ***Open questions when testing a hydraulic firefighter equipment***

This article discusses the unresolved issues that arise during testing of hydraulic fire equipment in fire and rescue units.

*Keywords:* hydraulic equipment, tests, stand, installations.

На сегодняшний день, подразделения пожарной охраны, оснащены различным оборудованием и вооружением, предназначенным для поиска, спасения, эвакуации людей, тушения пожаров, проведения аварийно-спасательных работ и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Для успешного выполнения поставленных задач, все пожарно-техническое вооружение (ПТВ) и оборудование должно быть испытано, в противном случае оно считается неисправным и его эксплуатация запрещена [10]. Первое, на что необходимо обратить внимание – регламентирующие документы не определяют оборудование, при помощи которого следует проводить испытания ПТВ. Необходимо отметить, что данная категория пожарно-спасательного оборудования и вооружения, является наиболее важной при тушении пожаров.

Рассмотрим порядок испытаний, на примере разветвлений рукавных. В документе [6] указано, что конструкция разветвления должна обеспечивать прочность и герметичность корпуса, соединений и уплотнений при гидравлическом давлении в 1,5 раза превышающем значение рабочего давления. Рабочее давление разветвлений РТ-70 и РТ-80, соответствует значению 1,2 МПа. Следовательно, испытательное давление для разветвлений, равно значению 1,8 МПа. Поэтому большинство пожарных подразделений, сталкиваются с проблемой отсутствия оборудования, способного достичь таких параметров испытательного давления. Чаще всего, в пожарно-спасательных частях для создания испытательного давления при проведении испытаний используют пожарный центробежный насос, расположенный на автоцистерне. Необходимо отметить, что распространенные пожарные насосы (ПН-40УВ, НЦПН-40/100 и др.) могут достигать значение давления около 1,0 МПа, а такое значение, является недостаточным для проведения испытаний в соответствии с нормативами.

Также необходимо отметить экономическую составляющую использования пожарных насосов, расположенных на автоцистерне, при испытании гидравлического пожарно-спасательного оборудования.

В таблице указано гидравлическое оборудование, находящееся на одной автоцистерне тяжелого класса согласно табеля, подлежащего испытанию.

В рамках выполнения магистерской работы, на примере пожарно-спасательных подразделений в г. Чита опытным путем было установлено фактическое наименьшее время испытаний одной единицы ПТВ, которое складывается из минимального времени испытания согласно документов государственного регулирования [1-9], времени набора и удержания испытательного давления пожарным насосом АЦ и т.п.

Таблица  
Перечень гидравлического пожарно-спасательного оборудования

Вид оборудования	Испытательное гидравлическое давление (МПа), максимальное	Время выдержки при испытаниях (мин.)	Фактическое наименьшее время испытания одной единицы (мин.)	Количество на АЦ согласно нормам положенности (шт.)
Стволы пожарные ручные	0,9 МПа 0,6 МПа	Не менее 2 мин.	3 мин. 3 мин.	6 шт.
Генераторы пены средней кратности	1,0 МПа	Не менее 2 мин.	3 мин.	2 шт.
Колонка пожарная	1,5 МПа – для конструкции корпуса; 1,2 МПа – для запорных устройств	Не менее 2 мин.	6 мин.	1 шт.
Водосборник рукавный	1,5 МПа 0,1 МПа	Не менее 2 мин.	3 мин. 2 мин.	1 шт.
Гидроэлеватор пожарный	1,6 МПа	2 мин.	3 мин.	1 шт.

Разветвления рукавные	1,8 МПа 1,2 МПа	Не менее 3 мин.	4 мин. 4 мин.	4 шт.
Сетки всасывающие	0,25 МПа	Не менее 2 мин.	3 мин.	1 шт.
Ствол пожарный лафетный переносной	1,2 МПа – для конструкции корпуса; 0,8 МПа - герметичность соединений	Не менее 2 мин.	5 мин.	1 шт.
Головки соединительные пожарные	2 МПа	Не менее 5 мин.	10 мин.	9 шт.

Общее время работы двигателя АЦ с насосом, которое необходимо потратить для проведения испытаний - 185 минут. В расчетах не учитывалось время работы двигателя без насоса, например, при смене испытуемого объекта.

Рассчитаем минимальную стоимость испытания на примере АЦ-5,5-40 УРАЛ (5557) по нормам расхода топлива [11]. Норма расхода топлива при работе двигателя с насосом составляет за одну минуту 0,36 литра. Следовательно, за 185 минут работы двигателя с насосом, будет израсходовано 66 литров дизельного топлива. Стоимость 1 литра дизельного топлива в октябре 2020 года составляла около 48 рублей. Следовательно, для проведения испытаний гидравлического пожарного оборудования одного пожарного автомобиля, необходимо затратить около 3200 рублей, без учета расхода топлива при работе двигателя без насоса, приведенного пробега, общей амортизации пожарно-спасательного автомобиля и др.

Следующим важным вопросом, является безопасность личного состава пожарно-спасательных подразделений при проведении испытаний оборудования и вооружения. В связи с отсутствием типового испытательного оборудования, в пожарно-спасательных подразделениях используют различные, собственного изготовления стенды для испытаний. В некоторых случаях проводят испытания без каких-либо стендов и в непосредственной близости, удерживая испытательный образец руками, подвергая себя опасности, что произошло летом 2020 года в Кемеровской области, когда при испытании ПТВ погиб заместитель начальника ПСЧ.

Исходя из выше изложенного, предлагается:

1. Использовать установки для проведения гидравлических испытаний. В настоящее время существуют установки для проведения гидравлических испытаний типа ГИР-2 или УГИР-1М, которые положительно себя зарекомендовали и используются при испытании пожарных рукавов и баллонов огнетушителей.

Данные установки имеют ряд преимуществ: возможность создавать необходимое испытательное давление до 6 МПа; плавное регулирование давления при помощи блока управления; контроль испытательного давления по встроенному манометру; работа от сети 220 В; компактность и др.

2. Необходимо использовать стенд, исключающий непосредственную близость человека с испытуемым образцом ПТВ. Конструкция стендса должна обладать устойчивостью на различных поверхностях; надежную фиксацию

объектов испытаний и быстроту их смены, иметь высокие прочностные характеристики и т.д.

Опытный образец универсального стенда показан на рисунке.



*Рис. Опытный образец универсального стенда*

### **Литература**

1. ГОСТ Р 53331-2009 Техника пожарная. Стволы пожарные ручные. Общие технические требования. Методы испытаний (Переиздание).
2. ГОСТ Р 50409-92 Генераторы пены средней кратности. Технические условия.
3. ГОСТ Р 53250-2009 Техника пожарная. Колонка пожарная. Общие технические требования. Методы испытаний (Переиздание).
4. ГОСТ Р 53249-2009 Техника пожарная. Водосборник рукавный. Общие технические требования. Методы испытаний.
5. ГОСТ Р 50398-92 Гидроэлеватор пожарный. Технические условия.
6. ГОСТ Р 50400-2011 Техника пожарная. Разветвления рукавные. Общие технические требования. Методы испытаний (Переиздание).
7. ГОСТ Р 53253-2009 Техника пожарная. Сетки всасывающие. Общие технические требования. Методы испытаний (Переиздание).
8. ГОСТ Р 51115-97 Техника пожарная. Стволы пожарные лафетные. Общие технические требования. Методы испытаний (с Изменением N 1).
9. ГОСТ Р 53279-2009 Техника пожарная. Головки соединительные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний.
10. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 23 декабря 2014 г. № 1100н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы».
11. Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 N АМ-23-р (ред. от 20.09.2018) «О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте».

**Титов С. А., Кобелев А. М., Барбин Н. М., Омельченко Д. В.**  
**Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург**

## **Пожары на атомных электростанциях**

В статье проанализированы аварийные ситуации, связанные с пожарами на атомных электростанциях в разных странах. Определены основные причины и места возникновения пожаров, выявлены часто возгораемые материалы, сопровождающиеся образованием большого количества токсичного дыма, а также приведены трудности, связанные с тушением пожаров на атомных электростанциях.

**Ключевые слова:** атомные электростанции, пожары, аварийные ситуации, опасные факторы пожара.

***Titov S.A., Kobelev A. M., Barbin N. M., Omelchenko D. V.***

### ***The fires on nuclear power plants***

In article the camps with emergence of emergencies connected with the fires on nuclear power plants are analyzed. The main reasons and places of emergence of the fires are defined, often flammable materials which are followed by formation of a large amount of toxic smoke are revealed and also the main features by fire fighting are given in nuclear power plants.

**Keywords:** nuclear power plants, fires, emergencies, dangerous factors of the fire.

За время своего существования ядерная энергетика шагнула далеко вперед, и будущее мировой экономики сегодня трудно представить без ее использования. Выработка электроэнергии на атомных электростанциях (АЭС) составляет 2481 ТВт в год. Это около 15,54% доли в производстве всей электроэнергии в мире. На сегодняшний день 31 страна эксплуатирует АЭС, их количество составляет 191 единиц (449 энергоблоков) с общей электрической мощностью около 392 ГВт. Опыт эксплуатации АЭС показал, что каждая аварийная ситуация, связанная с пожаром на АЭС, влечет за собой серьезные последствия [1].

За всю историю атомной энергетики самое большое количество крупных пожаров на АЭС было зарегистрировано в СССР – 9: 7 января 1974 года на Ленинградской АЭС, 4 декабря 1984 года на Южно-Украинской АЭС, 5 сентября 1988 года на Игналинской АЭС, 11 октября 1991 года на Чернобыльской АЭС, 15 октября 1982 года на Армянской АЭС, 26 апреля 1986 года на Чернобыльской АЭС, 27 января 1988 года на Запорожской АЭС, 18 декабря 1988 года на Калининской АЭС, 31 декабря 1978 года на Белоярской АЭС [2-5] (Рис.1).

В США было зафиксировано четыре пожара: 29 ноября 1955 года в штате Айдахо, 22 марта 1975 года на АЭС «Браунз Ферри», 10 мая 1986 года на АЭС «Браунз Ферри», 9 октября 1989 года на АЭС «Широн Харрис» (Рис.1).

В Японии произошло четыре пожара: 9 августа 2004 года на АЭС «Михама», 16 июля 2007 года на АЭС «Касивазаки-Карива», 11 марта 2011 года АЭС «Онагава», 11 марта 2011 года «Фукусима-1» (Рис.1) [6].

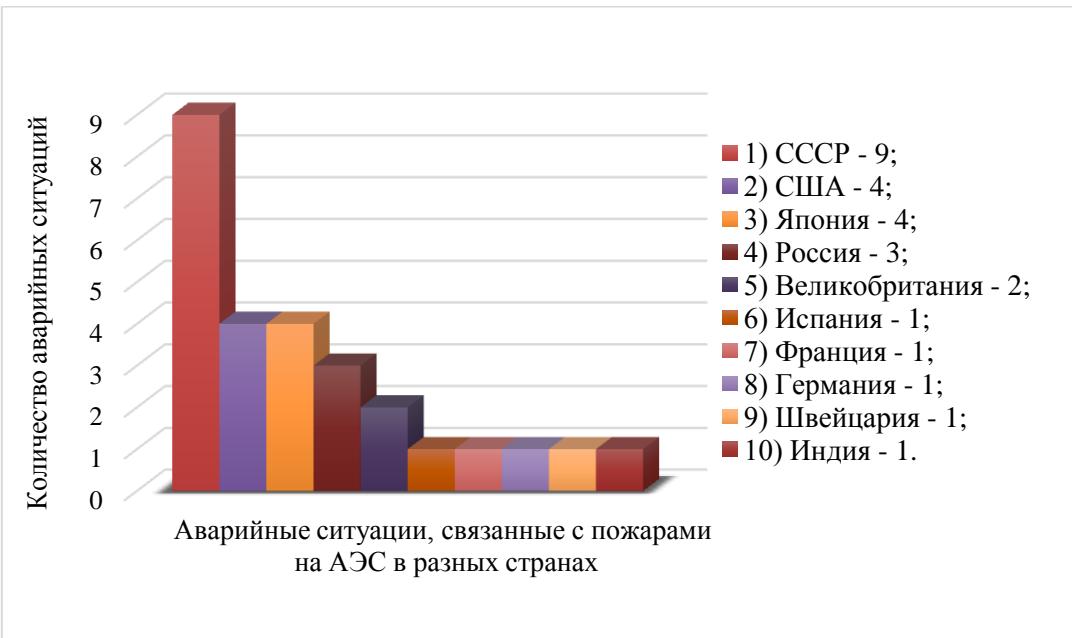


Рис. 1. Страны, где были зафиксированы аварийные ситуации с крупными пожарами на АЭС

В России было зарегистрировано три крупных пожара: 10 февраля 2008 года на Курской АЭС, 18 февраля 2018 года на Курской АЭС, 18 июля 2019 года на Калининской АЭС (Рис.1).

В Великобритании было зафиксировано два пожара: в 1957 году на реакторе «Windscale-1», 26 октября 2009 года на АЭС «Дандженесс Би» (Рис.1).

По одному пожару зарегистрировано в таких странах, как Швейцария - 29 июля 1971 года на АЭС «Мюленберге», Германия - 7 декабря 1975 года на АЭС «Грайфсвальд», Испания - 19 октября 1989 года на АЭС «Ванделос», Индия - в июне 2012 года на АЭС «Раджастан», Франция - 9 февраля 2017 года на АЭС «Фламанвиль» (Рис. 1) [7].

Пожары на АЭС случаются чаще всего при нарушении правил пожарной безопасности и правил эксплуатации станции. Пожары в большинстве случаев происходят по техническим неисправностям, из-за коротких замыканий и нарушений правил охраны труда при ведении сварочных работ. Самыми возгораемыми материалами на АЭС являются: изоляционные материалы кабелей, щелочные металлы, турбинные и трансформаторные масла, мазут, дизтопливо, водород, пластикат и сгораемая теплоизоляция. Прямыми источниками возгорания электротехнического оборудования и материалов на станции могут быть: перегруженность электрических линий, высокое переходное сопротивление, короткое замыкание в электрических установках, а также пожароопасные работы на оборудовании и в помещениях станции [2].

Пожары на АЭС чаще всего происходят в трансформаторных помещениях. Основными особенностями возникновения пожара в таких помещениях являются: высокая линейная скорость распространения горения (около 1 метра в минуту) и нарастание среднеобъемной температуры (порядка 30-50 °С в минуту). Из трансформаторных помещений огонь может быстро распространиться в машинный зал, в распределительные устройства, на щиты управления и в обслуживающие помещения станции. Во время пожара на АЭС часто возникает возгорание таких продуктов горения, как: пластикат,

турбинное масло, мазут, битум, утеплители, рубероид, обмотка и изоляция кабелей. Данные продукты сопровождаются образованием большого количества токсичного дыма, содержащего хлор, аммиак, окись углерода, двуокись углерода, хлористый водород, цианистый водород, сероводород, бензол.

Основными трудностями, связанными с тушением пожаров на АЭС являются: удаленность АЭС от населенных пунктов, в которых находятся подразделения специализированных пожарно-спасательных частей (ПСЧ); быстрое и значительное распространение пожара; затруднение разведки очага возгорания из-за большого количества опасных факторов пожара (ОФП); выбор средств индивидуальной защиты от облучения; воздействие психологического фактора вероятности получения радиоактивного поражения; привлечение большого количества сил и средств; систематическая замена личного состава; защита от радиоактивного облучения личного состава, дезактивация пожарной техники и имущества; выполнение специальных работ подразделениями ПСЧ.

Аварийные ситуации на АЭС, связанные с пожарами, могут повлечь за собой не только значительные материальные потери сооружений и оборудования, но и нанесение ущерба здоровью людей и окружающей среде. Поэтому особое значение при эксплуатации АЭС должно уделяться пожарной безопасности, охране труда персонала станции и соблюдению технического регламента работы всей АЭС [8].

#### Литература

1. Стратегия развития атомной энергетики России в первой половине XXI века. Министерство РФ по атомные энергетики. Москва 2001. 20-28 с.
2. Пожарная безопасность радиационно опасных объектов: учебное пособие / Л. И. Хорзова; – Волгоград 2018. 25 с.
3. Чернобыль 25 лет спустя. Под общей редакцией С.К. Шойгу. – Москва 2011. 5 с.
4. Вопросы дозиметрии и радиационная безопасность на атомных электрических станциях. Учебное пособие. Под редакцией А.В. Носовского, "Укракомиздат", Славутич, 1998. 35 с, 3 с.
5. Проблемы безопасности атомной энергетики. Уроки Чернобыля: монография. Б. С. Пристер, А. А. Ключников, В. Г. Барьяхтар, В. М. Шестопалов, В. П. Кухарь. Чернобыль, 2016. 71–77 с.
6. Авария на АЭС «Фукусима-1»: опыт реагирования и уроки / науч. ред. Р. В. Арутюнян. – 2013. 246 с.
7. Аварии и инциденты на атомных электростанциях. Учебное пособие под общей редакцией С.П. Соловьева. Обнинск, ИАТЭ, 1992, 134 с. – 273 с
8. Правилами пожарной безопасности для энергетических предприятий (ВППБ 01-02-95\*).

**Титов С. А., Тришин Е. Г., Ловков А. А.,  
Зубарев И. А., Омельченко Д. В., Омельченко А. В.  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург**

***Анализ требуемого количества пожарной насосно-рукавной технике  
в Уральском федеральном округе***

В данной статье проведено и проанализировано анкетирование сотрудников по востребованности применения насосно-рукавной техники в Главных управлениях Уральского Федерального округа. В работе рассмотрены результаты основных вопросов анкетирования, по полученным ответам сделаны выводы.

**Ключевые слова:** Уральский Федеральный округ, пожарно-насосная станция, пожар, чрезвычайная ситуация, анализ.

***Titov S. A., Trishin E. G., Lovkov A. A.,  
Zubarev I. A., Omelchenko D. V., Omelchenko A. V.***

***Analysis of the required amount of fire pump and hose equipment  
in the Ural federal district***

In this article, a survey of employees on the demand for the use of pump and hose equipment in the Main departments of the Ural Federal district is conducted and analyzed. The paper considers the results of the main questions of the survey, and draws conclusions from the answers received.

**Keywords:** Ural Federal district, fire-pumping station, fire, emergency situation, analysis.

Уральский Федеральный округ (УРФО) расположен в пределах Урала и западной Сибири, включая в себя шесть Субъектов Российской Федерации: Курганская, Свердловская, Тюменская, Челябинская области, Ханты-Мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ. Климат УРФО умеренный континентальный, субарктический и арктический. Средняя температура самого теплого месяца июля +13 °С, а средняя температура января составляет -25 °С. Большинство субъектов УРФО обладает крупными производствами минерального сырья, нефтегазовой промышленности и металлургии. Для обеспечения пожарной безопасности данных субъектов необходимо учитывать значительную подачу и резервный запас огнетушащих веществ к месту пожара, которую может осуществить пожарная насосно-рукавная техника [1].

В работе для определения востребованности и возможного применения насосно-рукавной техники с рассматриваемыми параметрами было проведено дистанционное анкетирование сотрудников главных управлений УРФО по обоснованию перспективных характеристик пожарной насосно-рукавной техники при помощи Google-форм [2]. При анализе статистических данных использовались программы: Microsoft Excel, Microsoft Word. Для проведения статистического анализа сотрудникам главных управлений УРФО были заданы вопросы, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1  
Содержание вопросов анкеты

№ вопроса	Вопросов анкетирования
1	Какое количество пожарных насосных станций (ПНС) и пожарных рукавных автомобилей (АР) имеется в подразделениях?
2	Какой срок службы, пробег автомобиля и наработку специального агрегата имеют эти автомобили?
3	Какое количество раз, в каких ситуациях и для каких задач использовались эти автомобили?
4	Считаете ли необходимым увеличение подачи ПНС до 200 л/с и в каких ситуациях такая подача может быть востребована?
5	Считаете ли необходимым оснащение АР напорными пожарными рукавами с диаметром условного прохода 200 и 300 мм и длиной рукавной линии 1200 м? В каких ситуациях указанные параметры могут быть востребованы?
6	Какое количество ПНС с параметром подачи 200 л/с может быть востребовано в Вашем гарнизоне
7	Какое количество АР с рукавной линией 1200 м и диаметром 200 (300) мм может быть востребовано в Вашем гарнизоне?
8	Какой вариант реализации указанных автомобилей считаете наиболее перспективным?
9	Какие схемы подачи огнетушащих веществ были использованы вами при тушении пожаров, откачке воды из мест подтопления и проведении пожарно-тактических учений с использованием ПНС и АР за срок эксплуатации автомобилей?
10	Требуются ли нормы положенности в пожарно-спасательных гарнизонах специальной пожарной техники (в том числе ПНС и АР)?

Распределение количества ПНС и АР в главных управлениях МЧС России УРФО показано на рисунке 1. Наибольшее количество автомобилей (45 единиц) находится в ГУ МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу. Наименьшее количество автомобилей (2 единицы) располагается в ГУ МЧС России по Тюменской области.

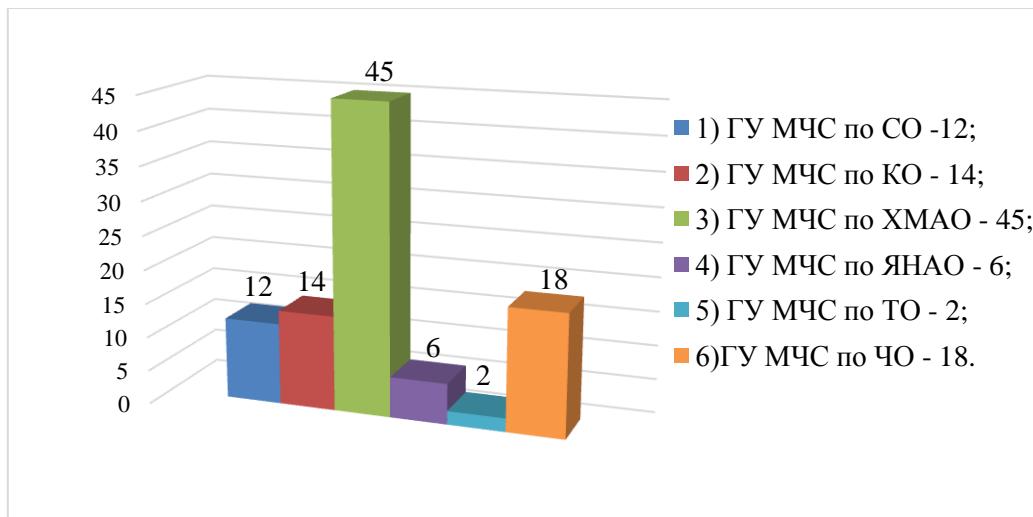


Рис. 1. Количество ПНС и АР в главных управлениях МЧС России УРФО

Преобладающее количество ПНС и АР Ханты-Мансийского автономного округа связано с большим количеством объектов нефтегазовой промышленности и топливо-энергетического комплекса.

Срок службы автомобилей ПНС и АР в ГУ МЧС России по Свердловской области составляет от 5 до 33 лет, среднее значение – 16,5 лет. Пробег составляет от 2941 до 13268 км, среднее значение – 7722,75 км. Наработка специальных агрегатов составляет от 308 до 28725 м/ч, среднее значение – 9935 м/ч.

Срок службы автомобилей ПНС и АР в ГУ МЧС России по Курганской области составляет от 6 до 45 лет, среднее значение – 26,3 года. Пробег составляет от 1495 до 13268 км, среднее значение – 5628,1 км. Наработка специальных агрегатов составляет от 38 до 28725 часов, среднее значение – 7394 м/ч.

Пробег автомобилей ПНС и АР в ГУ МЧС России по Ямало-Ненецкому автономному округу составляет от 3572 до 37000 км, среднее значение – 10155,6 км. Наработка специальных агрегатов составляет от 68,3 до 274 м/ч, среднее значение – 153 м/ч.

Срок службы автомобилей ПНС и АР в ГУ МЧС России по Ханты-Мансийскому автономному округу составляет от 2 до 20 лет. Пробег составляет от 750 до 55000 км. Наработка специальных агрегатов составляет от 100 до 1500 м/ч.

Пробег автомобилей ПНС и АР в ГУ МЧС России по Тюменской области составляет от 7039 до 7648 км. Наработка специальных агрегатов составляет от 18162 до 19089 м/ч.

Срок службы автомобилей ПНС и АР в ГУ МЧС России по Челябинской области составляет от 5 до 48 лет, среднее значение – 15 лет. Наработка специальных агрегатов составляет от 45 до 572 часов.

На рисунке 2 представлена диаграмма анкетирования сотрудников по вопросу увеличения подачи ПНС до 200 л/с. Анализируя диаграмму, можно сделать вывод о том, что около 53% опрошенных склоняются к варианту увеличения подачи ПНС до 200 л/с. Около 47% опрошенных не поддерживают данное техническое решение.

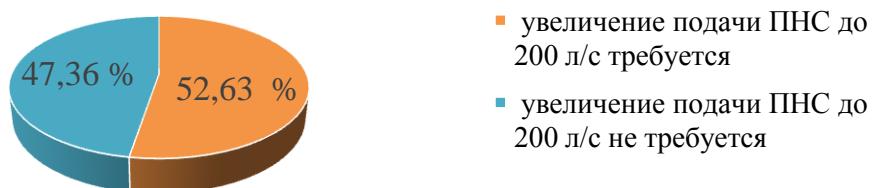


Рис. 2. Результаты анкетирования по вопросу увеличения подачи ПНС до 200 л/с

На рисунке 3 представлена диаграмма анкетирования сотрудников по варианту реализации ПНС и АР. Анализируя диаграмму, можно сделать вывод о том, что большинство опрошенных (~59%) склоняются к варианту создания единого насосно-рукавного комплекса на одном шасси. Около 36% опрошенных выбрали вариант создания автомобилей на разных шасси. К

варианту создания АР на колесном шасси и ПНС на прицепном шасси склоняются около 5% опрошенных.

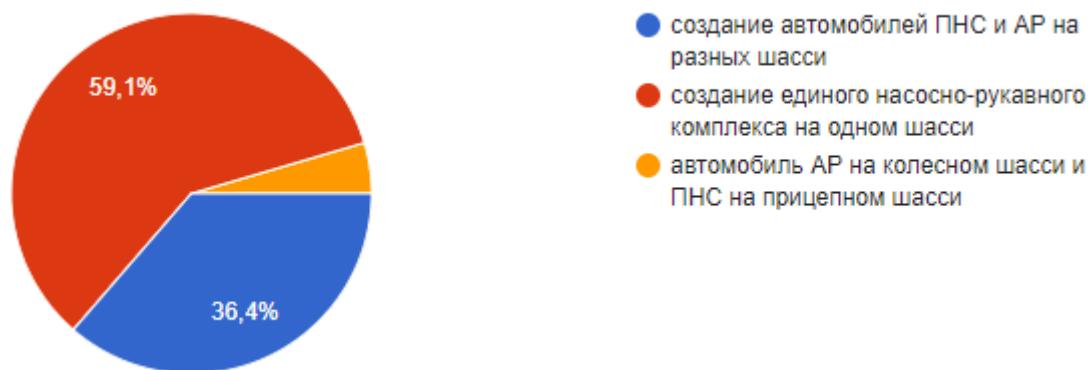


Рис. 3. Результаты анкетирования сотрудников по варианту реализации ПНС и АР

На рисунке 4 представлены результаты анкетирования сотрудников по вопросу внедрения норм положенности специальной пожарной техники в пожарно-спасательных гарнизонах. Анализируя диаграмму, можно сделать вывод о том, что большинство опрошенных (~78%) склоняются к внедрению норм положенности специальной пожарной техники в пожарно-спасательных гарнизонах. Около 22% опрошенных выбрали вариант – «Не требуется внедрять».



Рис. 4. Результаты анкетирования сотрудников по вопросу внедрения норм положенности специальной пожарной техники

По данным полученных анкет можно сделать вывод, что предполагаемое применение пожарных автомобилей с заявленными характеристиками зависит от риска возникновения крупных пожаров и ЧС на защищаемой территории. Например, по Ханты-Мансийскому и Ямало-Ненецкому автономным округам применение рассматриваемой техники связано с тушением пожаров на объектах нефтегазовой промышленности и топливо-энергетического комплекса. В Тюменской области – для защиты населенных пунктов от перехода лесных пожаров и ликвидации ЧС, связанных с паводком. В Курганской области – для тушения пожаров в безводных районах и защиты населенных пунктов от лесных пожаров. В Свердловской области – для тушения крупных пожаров по повышенным номерам и пожаров в безводных районах. Таким образом, при осуществлении расчета потребного количества

пожарной насосно-рукавной техники считаем необходимым учитывать характер и риски ЧС на рассматриваемой территории. Не во всех подразделениях такая техника может быть востребована. Внедрение рассматриваемых пожарных автомобилей потребует модернизации или переоснащения постов обслуживания пожарных рукавов и дополнительного обучения личного состава [3].

### **Литература**

1. Федеральные округа России. Региональная экономика / под ред. В.Г. Глушковой и Е.Е. Плисецкого. – 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: КНОРУС, 2018. С. 168-191.
2. Бесплатное создание собственных онлайн-опросов <https://www.google.ru/forms/about/>
3. Приказ МЧС России от 28 марта 2014 г. N 142 «Об утверждении норм табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года».

УДК 614.841

*Topilkin89@mail.ru*

**Топилкин П. С., Моторыгин Ю. Д.**

*Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург*

### ***Исследование пожарной безопасности изоляции электрической сети в автомобилях***

Аварийные режимы электропроводки в автомобиле могут возникнуть по разным причинам. Они зависят от теплового воздействия тока, а так же в каком состоянии находится электроизоляция у проводки.

**Ключевые слова:** электрические сети в автомобиле; аварийный режим работы электропроводки.

*Topilkin P. S., Motorygin Yu. D.*

### ***Investigation of fire safety of electrical network insulation in cars***

Emergency modes of electrical wiring in the car can occur for various reasons. They depend on the thermal effect of the current, as well as the state of the electrical insulation of the wiring.

**Keywords:** electric networks in the car; emergency operation of electrical wiring.

Электрических приборов в настоящее время становится очень много, это приводит к росту числа пожаров и загораний от них. Актуальными становятся вопросы противопожарной защиты. Решение проблем невозможно без детального анализа, моделей, методов оценки пожарной опасности от электроприборов, все это напрямую зависит от качественной подготовки работников МЧС России.

Электрические приборы широко используются и применяются в различных областях, не исключением выступает практика применения в транспортных средствах [1].

Для России характерно то, что постоянно продолжают эксплуатироваться автомобили, произведенные 10-20 лет назад. Электропроводка таких автомобилей имеет плохое состояние и часто является причиной пожара. Кроме

того, даже новые автомобили оборудуются дополнительной сигнализацией, мощным музыкальным и видео комплексами, системами подогрева и вентиляции, дополнительными фарами.

Аварийные режимы электропроводки в автомобиле могут возникнуть по разным причинам. Они зависят от теплового воздействия тока, а так же в каком состоянии находится электроизоляция у проводки. При нагреве материалов изоляции, приводит к короткому замыканию, перегрузки или большим переходным сопротивлениям. (табл. 1).

Таблица 1

Таблица показателей пожарной опасности электроизоляционных материалов в автомобиле

Материал применения	Температура начала горения, °C	Температура воспламенения (пламенного горения) °C
Резина	55	230
Полиэтилен	75	310
Полистерол	70	290

Для минимизации пожарной опасности в автомобилях необходимо, чтобы температура их частей в нормальном режиме работы не превышала предельные нормы.

Характерным примером возникновения пожарной опасности при закономерном снижении сопротивления изоляции  $R_{из}$ , является случай развития короткого замыкания от теплового проявления тока утечки  $I_{ут}$  в сети с занулением. Преднамеренное надежное электрическое соединение металлических элементов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением, с нейтралью питающего трансформатора в таких сетях создает условия для протекания тока утечки при снижении сопротивления изоляции. Протекание же тока утечки вызывает его увеличение, так как температурный коэффициент сопротивления изоляции твердых диэлектриков отрицателен, и с повышением температуры его сопротивление уменьшается. Она выдержит фазное напряжение сети  $V_{ф}$ , если при некоторой температуре установится тепловое равновесие, т.е. отдача тепла в окружающую среду сравнивается с выделением тепла током утечки. В противном случае, сила тока утечки будет возрастать до теплового пробоя изоляции с возникновением электрической дуги. При двух предельных значениях  $R_{из} = 0$  и  $R_{из} = \text{бесконечная тепловая мощность в месте утечки}$ , т.к. в первом случае  $I_{ут} = 0$ , а во втором - напряжение в месте утечки равно нулю. Следовательно, некоторому определенному значению сопротивления  $R_{из}$  соответствует наибольшее возможное значение тепловой мощности в месте утечки  $P_{ут} = I^2_{ут} R_{из}$ . [4]

На сегодняшний день для анализа пожарной безопасности электрической сети используют стохастический метод. Однако в качестве оценочных значений используют детерминированные показатели, такие как минимальный воспламеняющий ток, температура воспламенения, минимальная энергия воспламенения и т.д.

Комплексный показатель надежности электросети связан с техническим риском. Он выражает вероятность возникновения пожара при эксплуатации автомобильного транспорта:

$$R = \Delta T(t)/T(f)$$

где  $R$  – технический риск;

$\Delta T$  – число возникновения пожаров вследствие аварийных режимов в электросети автомобиля в единицу времени  $t$ ;

$T$  – число идентичных автомобилей, подверженных общему фактору риска  $f$ .

При этом, вероятность возникновения горения в электросети  $Q_f$  будет определяться как [2; 3; 4]:

$$Q_f = Q_{zi} Q_{pe} Q_{nz} Q_{pt}$$

где  $Q_{zi}$  – вероятность зажигания изоляции;

$Q_{pe}$  – вероятность повреждения электросети;

$Q_{nz}$  – неисправность (отказ) электрозащиты;

$Q_{pt}$  – наличие пожароопасных токов.

Описание механизма возникновения и распространение пожара представляет собой весьма сложную техническую задачу. В классическом виде для возникновения горения требуется наличие и взаимодействие трех элементов [5; 6]:

- 1) источника зажигания;
- 2) горючего вещества;
- 3) окислителя.

Решение вопроса о причине пожара определяется установлением взаимодействия этих трех объектов и, что не менее важно, последовательностью их взаимодействия. Процесс возникновения горения можно разделить на три стадии:

- инициирование (зажжение),
- воспламенение,
- горение.

Инициирование, как правило, осуществляется при помощи источника зажигания, формирующего тепловой импульс.

В электросети автомобиля источниками зажигания могут являться следующие аварийные режимы:

- короткое замыкание;
- большое переходное сопротивление (БПС);
- перегрузка по току.

В качестве пожарной нагрузки в электросети автомобиля может быть изоляция. Одной из задач исследования пожарной безопасности изоляции электрической сети является установление аварийного пожароопасного режима для конкретного электротехнического изделия. Такой режим должен быть одним из наиболее опасных в пожарном отношении и иметь наибольшую вероятность возникновения. Вероятность возникновения пожароопасного режима для элементов изоляции определяют из статистических данных или в ходе выполнения лабораторных исследований. [3]

В зависимости от назначения и вида элементов электросети лабораторные испытания на пожарную опасность проводятся следующим путем:

- увеличением силы тока, проходящего через исследуемый элемент. Обычно это осуществляется повышением напряжения, созданием перегрузки

или режима короткого замыкания, заклиниванием ротора или других подвижных частей электросети автомобиля и др.;

– увеличением переходного сопротивления, приводящего к возникновению падения напряжения и выделения электрической мощности в контактах электросети;

– снижением теплоотвода от нагреваемых электрическим током элементов электросети, выключением охлаждающих вентиляторов, понижением уровня масла и охлаждающих жидкостей и т.д.

– возникновение высокого напряжения на нормально работающих элементах электросети и т.п. [2]

Значение характерного пожароопасного параметра при проведении испытаний по определению величины вероятности зажигания изоляции (Qзи) можно определить двумя способами:

– выбирают самое пожароопасное значение параметра и проводят n экспериментов,

– проводят небольшие серии экспериментов при каждом значении пожароопасного параметра, а затем определяют среднюю вероятность Qзи во всем диапазоне значений параметра.

Второй способ предпочтительнее. При малом числе экспериментов статистическая величина вероятности зажигания изоляции будет отклоняться от истинной математической вероятности на величину  $\pm f$

$$Q_{зи} = Q_m \pm f$$

где f - математическая вероятность зажигания.

В качестве измерительного комплекса в лаборатории использовалась установка PETOM-30KA. Пример испытания пожароопасных свойств изоляции с помощью лабораторная установка PETOM-30KA (рис.1.).



Рис. 1. Лабораторная установка PETOM-30KA

На испытуемый электрический провод подавался испытательный ток в виде заданного по времени импульса или в ручном режиме. Действующее значение испытательного тока и время его выдачи отображаются на индикаторе.

Предложенная методика использования измерительного комплекса РЕТОМ-30КА позволяет проводить исследования пожарной безопасности изоляции электрической сети автомобильного транспорта. Это особенно актуально при проведении пожарно-технических и электротехнических судебных экспертиз.

### **Литература**

1. Моторыгин Ю.Д. Моделирование пожароопасных режимов в электросети автомобилей для принятия решения при проведении пожарно-технической экспертизы // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25. № 9. С. 45-51.
2. Архипов М.И. и др. Методика расчета пожарных рисков на транспорте // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. - 2014. № 3. С. 132-139.
3. Смелков Г. И. Пожарная безопасность электропроводок. М., 2009. 328 с.
4. Костарев Н.П, Черкасов В.Н. Учебное пособие по пожарной безопасности электроустановок: Учебник. - М.: Академия ГПСМЧСРоссии, 2002.-377 с.
5. Акимова А.Б., Моторыгин Ю.Д., Ловчиков В.А. Моделирование пожара на автостоянке закрытого типа методом эмпирического подобия // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. - 2020. № 1. С. 76-82.
6. Transportation management of facilities for rescue operations upon disaster mitigation / V.B. Vilkov et al // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Т. 9. № 1. С. 676-687.
7. Моторыгин Ю.Д. и др. Оценка эффективности принятия решений по повышению пожарной безопасности на открытых автостоянках // Пожаровзрывобезопасность. - 2017. - Т. 26. № 1. С. 25-31. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.01.25-31.

УДК 621

*ironaxe@mail.ru*

**Toporov A. B.**

*Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Иваново*

### ***Исследование магнитных характеристик комбинированных магнитожидкостных уплотнений***

В статье описана конструкция магнитожидкостного уплотнения в котором в качестве источника магнитного поля используется магнитный эластомерный материал. Приведены результаты расчета магнитной системы предложенного уплотнения.

**Ключевые слова:** магнитная жидкость, магнитоэластомерный материал, метод конечных элементов.

***Toporov A. V.***

### ***Study of the magnetic characteristics of a magnetic fluid combined seal***

The article describes the design of a magnetofluidic seal in which a magnetic elastomeric material is used as a source of the magnetic field. The results of calculating the magnetic system of the proposed seal are presented.

**Keywords:** magnetic fluid, magnetobacteria material, finite element method.

Уплотнительные устройства широко применяются в различных узлах пожарной техники. Номенклатура и функции уплотнений различны. Существующие уплотнения отличаются разнообразием конструкций, которым

присущи как достоинства так и недостатки. Повышение рабочих характеристик уплотнительных устройств является актуальной задачей.

Наиболее перспективным направлением разработки новых уплотнительных устройств является создание конструкций комбинированных уплотнений, в которых сочетаются достоинства герметизаторов различных типов и взаимно компенсируются недостатки.

Комбинированные уплотнения могут быть созданы с использованием магнитной жидкости применяемой в качестве уплотняющей среды и смазки труящихся элементов [1]. Одной из проблем создания таких уплотнений является необходимость установки магнитной системы удерживающей магнитную жидкость в рабочей области. Традиционно [2] магнитная система включает в себя постоянный магнит и магнитопроводы которые, как правило, имеют значительные габариты, что приводит к значительному увеличению размеров уплотнения. Для снижения габаритов магнитной системы предлагается в качестве источника магнитного поля использовать магнитный эластомерный материал. Вариант конструкции такого уплотнения предложен в [3] и представлен на рисунке 1.

В данном уплотнении магнитная система состоит из набора шайб изготовленных из магнитного эластомерного материала. Шайбы отделены друг от друга немагнитными вставками.

Герметизация зазора между вращающимся валом и магнитными эластомерными шайбами достигается за счет их механического контакта и сил действующих на магнитную жидкость.

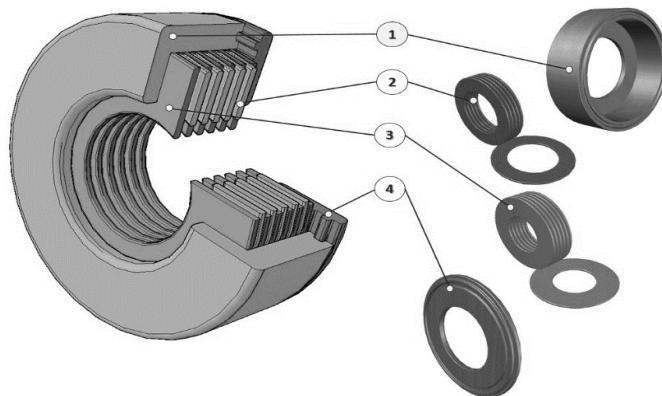


Рис. 1. Магнитожидкостное уплотнение: 1 – корпус, 2 – магнитоэластомерные шайбы, 3 - шайбы из немагнитного материала, 4 – крышка

Чтобы обосновать эффективность такой конструкции магнитной системы необходимо провести ее магнитный расчет. Расчет проводился с использованием программы FEMM 4.2. В результате расчета была получена картина магнитного поля и кривая распределения магнитной индукции в рабочем зазоре по поверхности вала (рисунок 2).

Как видим из рисунка 2 а магнитные силовые линии концентрируются в зоне контакта магнитных эластомерных шайб с валом. Такая картина магнитного поля позволяет предположить, что помещенная в рабочий зазор магнитная жидкость будет концентрироваться и удерживаться именно в этой области. Из кривой распределения магнитной индукции (рисунок 2 б) видно,

что градиент магнитного поля в рабочей зоне уплотнения составляет порядка 0,1 Тл. Такая величина градиента является достаточной для создания пондеромоторной силы удерживающей магнитную жидкость в рабочей области уплотнения [1].

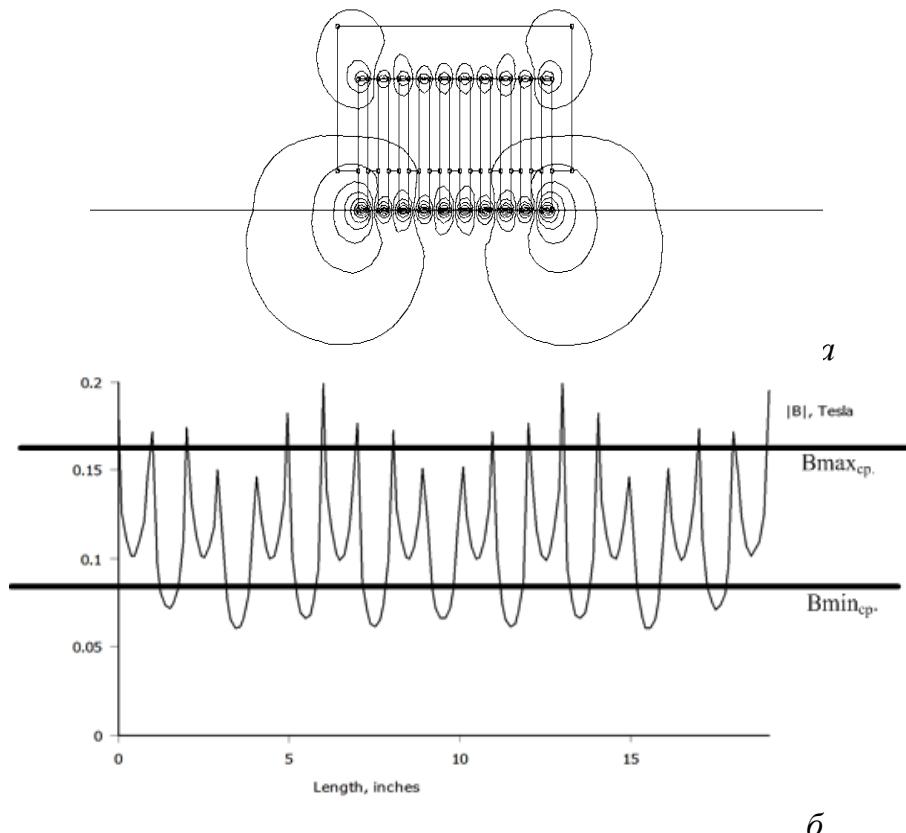


Рис. 2. Картина магнитного поля (а) и кривая распределения магнитной индукции в рабочей зоне уплотнения (б)

Таким образом, на основании проведенных магнитных расчетов можно утверждать, что представленная конструкция уплотнения является принципиально работоспособной.

#### Литература

1. Топоров А.В. Разработка комбинированных магнитожидкостных уплотнений и исследование их трибологических характеристик диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Иваново, 2000.
2. Сайкин М.С. Магнитожидкостные герметизаторы технологического оборудования / Санкт-Петербург, 2017.
3. Патента на полезную модель Палин Д.Ю., Топоров А.В., Пучков П.В. Магнитожидкостное уплотнение вала №197088 от 30.03.2020 бюл. №10

**Трояновский В. А., Сытдыков М. Р., Подмарков В. В.**  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

***Сравнительный анализ механизированного аварийно-спасательного оборудования и разработка предложений по их совершенствованию***

В данной работе проведен сравнительный анализ тактико-технических характеристик механизированного аварийно-спасательного оборудования с целью выбора наилучшего образца. Приведены недостатки, выявленные в ходе эксплуатации аварийно-спасательного инструмента, на основе которых сформулированы предложения по его совершенствованию.

**Ключевые слова:** сравнительный анализ, аварийно-спасательный инструмент, тактико-технические характеристики, недостатки, совершенствование.

***Troyanovsky V. A., Sytdykov M. R., Podmarkov V. V.***

***Comparative analysis of mechanized rescue equipment and development of proposals for their improvement***

In this paper, a comparative analysis of the tactical and technical characteristics of mechanized rescue equipment is carried out in order to select the best model. The article presents the shortcomings identified during the operation of the rescue tool, on the basis of which suggestions for its improvement are formulated.

**Keywords:** comparative analysis, emergency rescue tool, tactical and technical characteristics, disadvantages, improvement.

Успешное решение задач подразделениями пожарной охраны при проведении работ, направленных на извлечение или разблокирование пострадавших, а также для выполнения аварийно-спасательных и других неотложных работ в условиях чрезвычайной ситуации (ЧС), зависит, прежде всего, от наличия и технического состояния аварийно-спасательного инструмента [1].

В работе проведен сравнительный анализ гидравлического аварийно-спасательного инструмента (ГАСИ), стоящего на вооружении подразделений всех видов пожарной охраны Российской Федерации.

В комплекты ГАСИ различных производителей входит следующее оборудование: ручные насосы, кусачки, разжим-кусачки гидравлические, домкраты гидравлические, ножницы, перекусыватели решёток и педалей автомобилей, вскрыватели дверей гидравлические и перекусыватели дверных петель. Тактико-технические характеристики основного оборудования представлены в таблицах 1-4.

Таблица 1

## Тактико-технические характеристики ручных насосов

Параметр, единицы измерения	Наименование ГАСИ								
	Ермак	Спрут	Кругт	Эконт	Медвель	Агрегат	Холматро	Вебер	Лукас
Допустимая температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	-45 +80	-45 +80	-40 +80	-45 +80	-40 +80	-45 +80	-40 +80	-30 +80	-30 +60
Максимальное давление рабочей жидкости, МПа: первой ступени; второй ступени	1,2 63	12 80	70	7,5 80	80	80	72	70	70
Рабочий объём насоса, $\text{см}^3$ : первой ступени; второй ступени	13,0 22,3	11 2	-	22,4 2,5	20,4 2,25	20 2	-	40 3,1	17 1,55
Полезный объём рабочей жидкости в баке, л	2,1	1	2,3	2,5	2	1,5	1,8	2,5	2,4
Максимальное усилие на рукоятке насоса, Н	350	270	196	450	-	350	-	340	-
Количество рукавов, ед	2	1	1	2	2	2	2	2	2
Длина напорного и сливного рукавов, м	5	3	3	5	3	5	-	5	5
Габаритные размеры, мм: длина; ширина; высота	760 130 180	-	543 100 157	695 190 180	664 200 170	658 160 165	745 160 175	650 255 183	665 200 160
Масса изделия без рукавов, кг	10	6,7	4,7	11	7,45	5,8	7,7	13,58	9,8

Таблица 2

## Тактико-технические характеристики кусачек

Параметр, единицы измерения	Наименование ГАСИ									
	Ермак	Спрут	Кругт	Эконт	Медвель	Агрегат	Холматро	Вебер	Лукас	Урсус
Допустимая температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	-45 +80	-45 +80	-40 +80	-45 +80	-40 +80	-45 +80	-40 +80	-30 +80	-30 +60	-45 +80
Максимальное усилие резания, кН	300	360	113	200	130	380	355	350	616	620
Перекусывание, мм: стальной пруток (диаметр); швеллер; кабель	28 10 -	30 16 90	16 - -	25 - -	30 - -	30 - -	32 - -	30 - -	33 - -	32 - -

Максимальное раскрытие концов ножей, мм	360	140	25	-	-	140	159	160	228	150
Габаритные размеры, мм: длина; ширина; высота	790 196 262	720 225 155	45 194 70	450 182 210	785 200 184	546 202 155	- - -	718 236 158	726 211 163	875 230 270
Масса изделия, кг	15,5	13,1	2,0	9,0	10,3	11,6	13,8	14,5	14,8	18,2

Таблица 3  
Тактико-технические характеристики домкратов и гидроцилиндров

Параметр, единицы измерения	Наименование ГАСИ									
	Ермак	Спрут	Кругт	Эконт	Медведь	Агрегат	Холматор	Вебер	Лукас	Урсус
Допустимая температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	-45 +80	-45 +80	-40 +80	-45 +80	-40 +80	-45 +80	-40 +80	-30 +80	-30 +60	-45 +80
Максимальное давление рабочей жидкости, МПа	63	80	70	80	80	80	72	70	70	70
Максимальное усилие на штоке в режиме расширения, кН	120	140	196	350	220	145	161	137	135	125
Максимальное усилие на штоке в режиме стягивания, кН	45	55	-	180	130	60	50	26	-	50
Ход штока, мм	320	270	17	35	400	320	250	320	300	385
Длина с втянутым штоком, мм	565	610	537	125	1060	960	762	850	750	990
Габаритные размеры, мм: длина; ширина; высота	565 140 215	885 100 340	520 94 155	260 120 90	660 120 220	640 335 100	512 - -	530 155 220	450 86 174	605 165 320
Масса изделия, кг	10,0	21,4	4,7	6,0	17,9	14,0	11,1	11,7	13,0	17,5

Таблица 4  
Тактико-технические характеристики разжимов

Параметр, единицы измерения	Наименование ГАСИ									
	Ермак	Спрут	Кругт	Эконт	Медведь	Агрегат	Холматор	Вебер	Лукас	Урсус
Допустимая температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$	-45 +80	-45 +80	-40 +80	-45 +80	-40 +80	-45 +80	-40 +80	-30 +80	-30 +60	-45 +80
Максимальное давление рабочей жидкости, МПа	63	80	70	80	80	80	72	70	70	70
Максимальное раскрытие концов лезвий, мм	360	335	310	225	240	340	510	610	605	605
Максимальная разжимающая сила, кН	80	36	12,7	24	30	64	131	149	112	126

Максимальная стягивающая сила, кН	42	-	-	24	-	95	47	68	28	28
Габаритные размеры, мм: длина; ширина; высота	790 196 262	780 160 200	354 143 55	500 200 280	585 305 177	750 200 150	685 274 207	715 239 176	750 355 255	910 390 300
Масса изделия, кг	15,5	14,0	4,2	15,0	18,1	13,0	9,6	13,4	17,0	20,4

Данные, представленные в таблицах, показывают, что ГАСИ различных производителей по тактико-техническим характеристикам практически идентичны. Следует отметить, что по основным параметрам превосходит инструмент марок Урсус, Холматро и Лукас. Однако в ходе эксплуатации ГАСИ сотрудниками и работниками подразделений всех видов пожарной охраны были выявлены некоторые недостатки, на основе которых сформулированы предложения по их совершенствованию (табл. 5).

Таблица 5  
Предложения по доработке ГАСИ

№ п/п	Марка ГАСИ	Недостатки	Предложения по доработке
1	Ермак	1. Неудовлетворительное качество разъемов и уплотнителей (прокладок). 2. Модель РКГ м 63 неудобен в эксплуатации.	1. Улучшить стабильную работу мотопривода в условиях низких температур. 2. Усилить места соединения со штуцерами и гидравлические рукава. 3. Уменьшить массу. 4. Добавить второй пост. 5. Увеличить мощность.
2	Спрут	1. Медленная скорость работы (требуется много времени для приведения в рабочее состояние). 2. Соединение рукавов резьбовое (имеет некоторое неудобство). 3. Неудовлетворительное качество разъемов и уплотнителей (прокладок).	1. Доукомплектовать комплект АСИ ремкомплектами (манжетами, заглушками и т.д.). 2. Комплектовать рукавами высокого давления минимальной длиной 5 м. 3. Усилить места соединения со штуцерами и гидравлические рукава. 4. Уменьшить массу. 5. Увеличить мощность.
3	Круг	Неудовлетворительное качество разъемов и уплотнителей (прокладок).	1. Уменьшить массу исполнительного инструмента. 2. Повысить качество разъемов и уплотнителей (прокладок). 3. Комплектовать рукавами высокого давления минимальной длиной 5 м.
4	Эконт	Соединение рукавов резьбовое (имеет некоторое неудобство).	1. Уменьшить вес исполнительного инструмента. 2. Комплектовать рукавами высокого давления минимальной длиной 5 м. 3. Уменьшить массу.

5	Медведь	1. При ограниченном пространстве неудобен в работе 2. Ручной привод. 3. Течь масла из уплотнителей.	1. Доукомплектовать комплект АСИ ремкомплектами (манжетами, заглушками и т.д.). 2. Повысить качество разъемов и уплотнителей (прокладок). 3. Комплектовать рукавами высокого давления минимальной длиной 5 м. 4. Уменьшить массу.
6	Агрегат	Требуется много времени для приведения в рабочее состояние.	1. Усиление плунжера насоса ручного двухступенчатого НР-2/80. 2. Увеличить ход рукоятки насоса. 3. Комплектовать рукавами высокого давления минимальной длиной 5 м.
7	Холматро		Уменьшить массу.
8	Вебер		Уменьшить массу.
9	Лукас	Неудовлетворительное качество разъемов и уплотнителей (прокладок).	1. Повысить качество разъемов и уплотнителей (прокладок). 2. Комплектовать рукавами высокого давления минимальной длиной 5 м. 3. Уменьшить массу.
10	Урсус	Неудовлетворительное качество разъемов и уплотнителей (прокладок).	1. Увеличить длину гидравлических рукавов. 2. Повысить качество разъемов и уплотнителей (прокладок). 3. Комплектовать рукавами высокого давления минимальной длиной 5 м.

Исходя из представленных данных можно сделать вывод о том, что в эксплуатации лучшем образом зарекомендовали себя ГАСИ марок Холматро и Вебер, так как представители подразделений всех видов пожарной охраны отметили только их массу.

### Литература

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Инструмент аварийно-спасательный гидравлический. Общие технические требования (Издание с Поправкой). ГОСТ Р 22.9.18-2014: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200110384> (дата обращения: 07.12.2020).
2. Гидравлический спасательный инструмент "Ермак": официальный сайт НПО «Простор» [Электронный ресурс]. – URL: <http://npo-prostор.ru> (дата обращения: 07.12.2020).
3. Гидравлический спасательный инструмент "Спрут": официальный сайт фирмы «СПРУТ» [Электронный ресурс]. – URL: <http://sprut.com/> (дата обращения: 07.12.2020).
4. Гидравлический спасательный инструмент "Круг": официальный сайт компании «Энерпред» [Электронный ресурс]. – URL: <http://sankt-peterburg.enerpred.com/> (дата обращения: 07.12.2020).
5. Гидравлический спасательный инструмент "Эконт": официальный сайт ООО «Пожоборонсервис» [Электронный ресурс]. – URL: <http://pogservice.ru/> (дата обращения: 07.12.2020).
6. Гидравлический спасательный инструмент "Медведь": официальный сайт АО «Средства спасения» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.spasenie-mchs.ru/catalogue/item-110> (дата обращения: 07.12.2020).
7. Гидравлический спасательный инструмент "Агрегат": официальный сайт ПАО «Агрегат» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.agregat-avia.com/produktsija/avarijno-spasatelnyjj-instrument/> (дата обращения: 07.12.2020).

8. Гидравлический спасательный инструмент "Холматро": официальный сайт фирмы «Holmatro» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.holmatro.ru/> (дата обращения: 07.12.2020).

9. Гидравлический спасательный инструмент "Вебер": официальный сайт корпоративной группы «WEBER-HYDRAULIK» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.weber-hydraulik.com/en/> (дата обращения: 07.12.2020).

10. Гидравлический спасательный инструмент "Лукас": официальный сайт фирмы «Lukas Hydraulik GmbH» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.weber-hydraulik.com/en/> (дата обращения: 07.12.2020).

11. Гидравлический спасательный инструмент "Урсус": официальный сайт ООО ТПП «Пеленг» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.peleng.info/catalogs/rescue-tools> (дата обращения: 07.12.2020).

УДК 614.847.9

*marat-shavaleev@mail.ru*

**Тухватулин П. А.<sup>1</sup>, Шавалеев М. Р.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Центр управления в кризисных ситуациях Главного управления МЧС России по Алтайскому краю, Барнаул,*

<sup>2</sup>*Уральский институт МЧС России, Екатеринбург*

## ***Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга ЧС на примере ГУ МЧС России по Алтайскому краю***

В статье представлен опыт использования беспилотных летательных аппаратов для мониторинга ЧС на примере ГУ МЧС России по Алтайскому краю. Описаны преимущества и недостатки каждого из используемых аппаратов. Представлена статистика их использования в зависимости от ЧС.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, мониторинг, квадрокоптер.

*Tukhvatulin P. A., Shavaleev M. R.*

## ***Use of unmanned aerial vehicles for emergency monitoring on the example of the main directorate of the ministry of emergencies of Russia in the Altai territory***

The article presents the experience of using unmanned aerial vehicles for monitoring emergency situations on the example of the Main Directorate of the Ministry of Emergencies of Russia in the Altai Territory. The advantages and disadvantages of each of the devices used are described. The statistics of their use depending on emergency situations are presented.

**Keywords:** unmanned aerial vehicles, monitoring, quadcopter.

Авиационное обеспечение деятельности МЧС осуществляется воздушными судами основными, из которых являются: Ил-76, Ми-26, Ми-8, Ка-32, Бе-200, Ан-74, Як-42 с широким спектром задач по выполнению авиационно-спасательных и специальных авиационных работ. Эксплуатация этой техники - довольно дорогостоящее мероприятие и не всегда адекватна выполняемым задачам. Выполнение некоторых задач, связанных с работой в зонах загрязнений при авариях на химически и радиационно-опасных объектах представляет значительную опасность для здоровья экипажа, бортовых и наземных специалистов. На этом фоне применение беспилотных систем для решения задач в интересах МЧС занимает особое место.

Беспилотные авиационные комплексы идеально подходят для решения широкого круга задач, стоящих перед авиационными подразделениями МЧС России.

МЧС России активно участвует в работе по организации взаимодействия между заинтересованными организациями и ведомствами в области разработки, производства и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами. Разработана «Программа создания робототехнических средств для решения задач МЧС России», в которой были определены основные направления развития беспилотных систем в Министерстве и базовые требования к комплексам беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА).

В целях организации работы по применению БЛА приказом Главного управления от 19 января 2016 года № 20 в составе ФКУ «ЦУКС ГУ МЧС России по Алтайскому краю» (далее – ЦУКС) создана группа по применению беспилотных летательных аппаратов.

На вооружении ЦУКС Главного управления МЧС России по Алтайскому краю находятся следующие беспилотные летательные аппараты:

- самолетного типа ZALA 421-08;
- самолетного типа Supercam S-250;
- вертолетного типа Фантом 4 про +.

Беспилотный летательный аппарат ZALA 421-08 (рис. 1) разработан по аэродинамической схеме «летающее крыло» и состоит из планера с системой автоматического управления автопилотом, органов управления и силовой установки, бортовой системы питания, системы посадки на парашюте и съемных блоков целевой нагрузки. Для того, чтобы самолет не терялся в позднее время суток, на корпусе установлены миниатюрные светодиодные светильники, требующие малого потребления энергии.

Достоинствами данного аппарата являются: высокая скорость и дальность полета, компактность, возможность планирования, значительная высота полета.

Основными недостатками являются: низкое качество фото и видео материала, периодически прерывание видео, маленький радиус действия радио сети – не более 8 км.



*Рис. 1. БЛА ZALA 421-08*

Supercam S-250 – российское многоцелевое беспилотное воздушное средство, разработанное компанией «Беспилотные системы» (рисунки 2 - 4).

Беспилотное воздушное средство модели Supercam S-250 предназначено для выполнения задач связанных с разведкой местности (геологическая, геодезическая, топографическая и прочие функции), осуществлением патрульных и наблюдательных полётов, проведением мониторинговых миссий, аэрофотографированием и аэросъёмкой местности и пр.

Особенностью данного воздушного средства стала его уменьшенная масса, что позволяет беспрепятственно осуществлять запуск устройства, а также увеличенная продолжительность автономного полёта, которая составляет 3 часа, что является весьма эффективным. Российский многофункциональный дрон Supercam S-250 оборудован электрической силовой установкой, которая способна разгонять устройство до максимальной скорости полёта в 120 км/ч, при этом, эффективная дальность следования составляет 70 км.

Достоинства аппарта выявленные при работе с данным БЛА: значительный радиус и время полета, а также простота в управлении.

К недостаткам можно отнести: жесткая посадка, частые прерывания видео сигнала при удалении более чем на 5 км, дорогостоящий ремонт.



Рис. 2. БЛА Supercam S-250 в собранном виде



Рис. 3. БЛА Supercam S-250 в полёте



*Рис. 4. БЛА Supercam S-250 в транспортируемом состоянии*

Квадрокоптер Фантом 4+ (рисунок 5, 6) предназначен для выполнения задач связанных с разведкой местности, осуществлением патрульных и наблюдательных полётов, проведением мониторинговых миссий и аэросъёмкой местности. Квадрокоптер способен летать на расстояния до 7 км. Имеет высокую точность посадки в заданной точки, а также хорошо держится в воздухе даже при умеренном ветре.

Достоинствами данного БЛА являются: компактность, мобильность, хорошее качество фото и видео, хорошая передача данных, возможность трансляции в прямом эфире, взлёт и посадка в любой очки местности.

К недостаткам можно отметить: маленький радиус действия (полета), маленькая продолжительность полета, не возможно использовать при отрицательных температурах.



*Рис. 5. Общий вид квадрокоптера Фантом 4+*

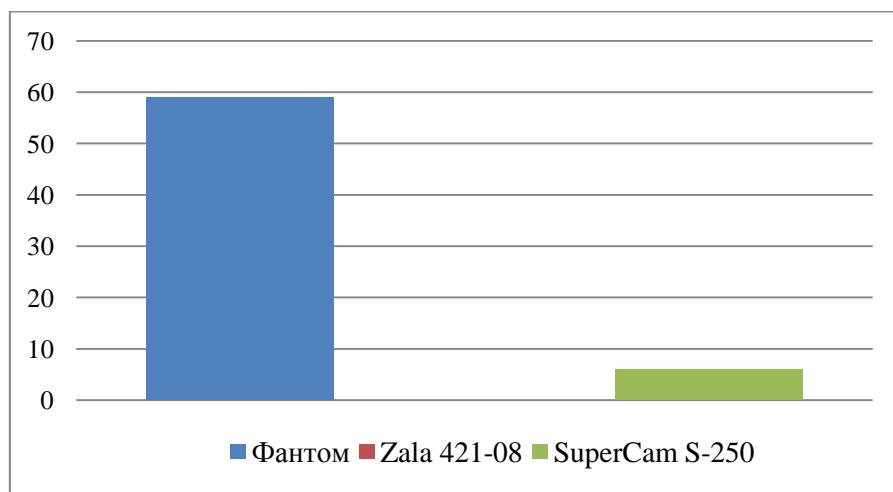


*Рис. 6. Квадрокоптер Фантом 4+ в процессе полёта*

Количество полетов осуществлённых на БЛА за 2017 год:

- на Фантоме выполнено 59 вылетов (из них 3 – мониторинг лесопожарной обстановки, 24 - мониторинг паводковой обстановки, 32 – тренировочных и прочее) общий налет составил 13 часов 00 мин, обследовано 90 кв.км.;
- Zala 421-08 в 2017 году не применялась;
- на SuperCam S-250 выполнено 6 вылетов (из них 3 – мониторинг паводковой обстановки, 3 – тренировочных вылета и прочее), общий налет составил 9 часов 40 мин, обследовано 338 кв.км.;

Общий налет всех БЛА за 2017 год составил 22 часа 40 мин, обследовано 428 кв.км.

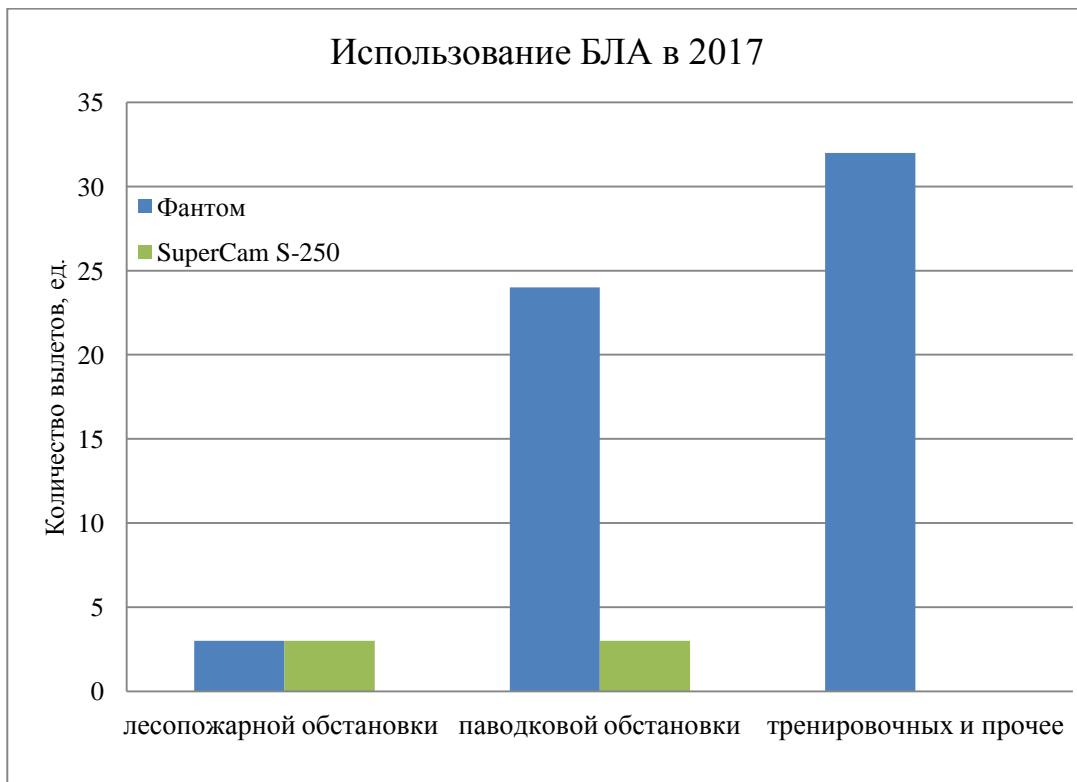


*Рис. 7. Количество применений БЛА в 2017 году*

Количество полетов осуществлённых на БЛА за 2018 год:

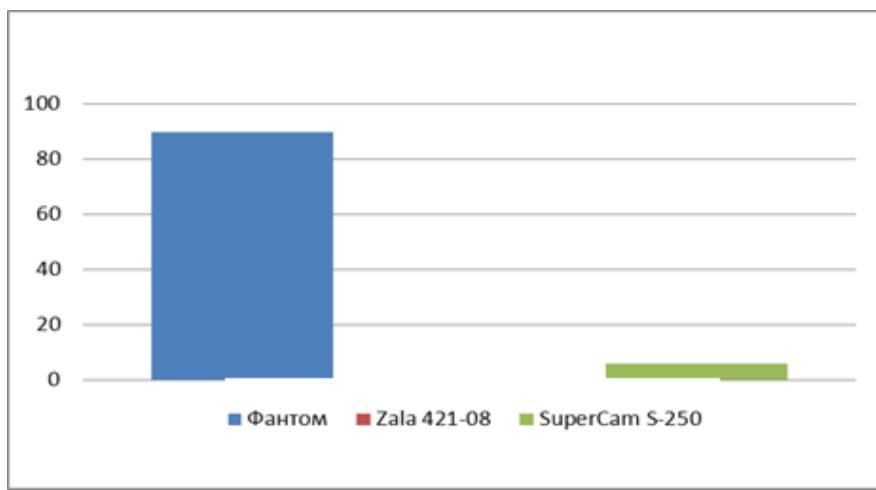
- на БЛА системы Фантом выполнено 90 вылетов (из них 18 – мониторинг лесопожарной обстановки, 41 - мониторинг паводковой обстановки, 31 – тренировочные и прочее) общий налет составил 20 часов 52 мин, обследовано 196 кв.км.;

- на SuperCam S-250 выполнено 4 вылета ( из них 2 – по акции «Вода безопасная территория», 2 – тренировочных вылета), общий налет составил 2 часа 20 мин, обследовано 16 кв.км.;
- Zala 421-08 в 2017 году не применялась.



*Рис. 8. Количество применений БЛА в 2017 году  
в зависимости от целей применения*

Общий налет всех БЛА составил 23 часа 12 мин, обследовано 212 кв.км.



*Рис. 9. Количество применений БЛА в 2018 году*

В настоящее время внедрение комплексов с БПЛА в системе МЧС России осуществляется в соответствии с положениями «Концепции применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами государственной авиации на период до 2030 года» согласованной и утвержденной руководителями МО РФ, МЧС, ФСБ, МВД России в 2013 году.

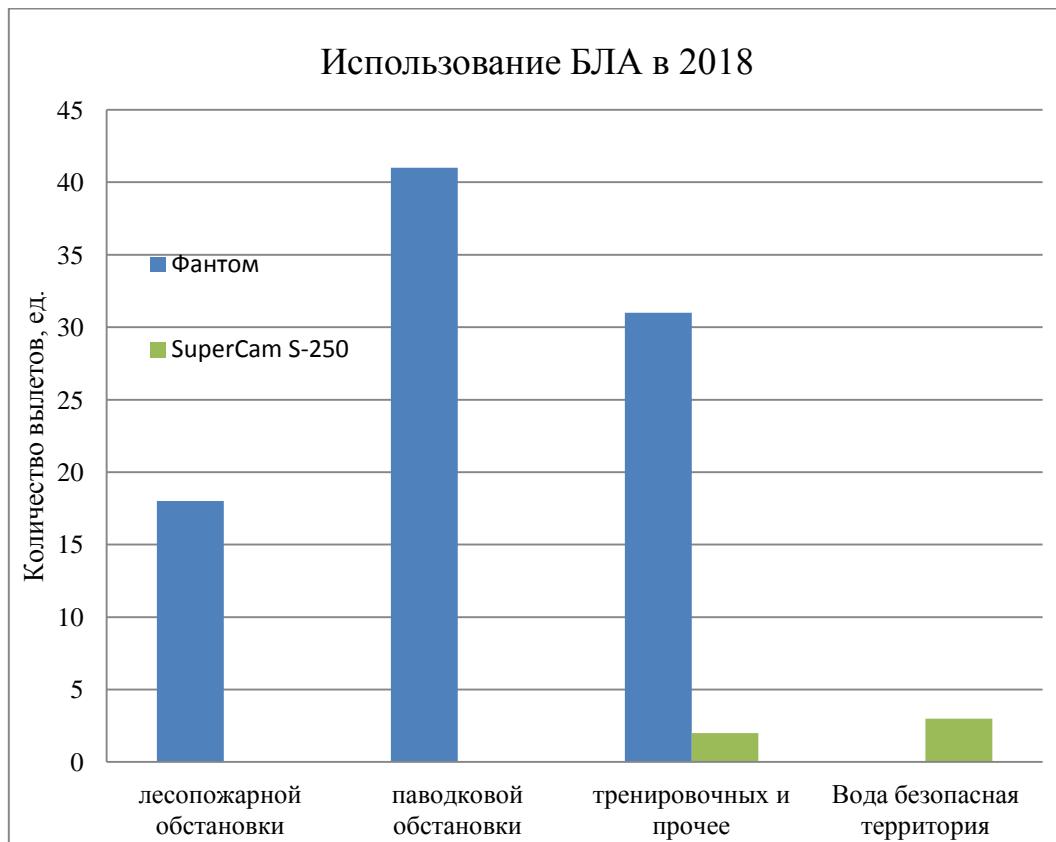


Рис. 10. Количество применений БЛА в 2018 году  
в зависимости от целей применения

Применение беспилотных вертолетов наиболее целесообразно для детальной разведки района ЧС, объекта (группы объектов), оценки их состояния, осмотра отдельных элементов строений, сооружений, в том числе и внутри них, отдельных участков местности, дорог, мостов и др., определения маршрутов ввода наземных аварийно-спасательных сил и координации их действий с передачей информации в реальном масштабе времени на пункт управления.

Для разведки труднодоступных и масштабных зон чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и террористического характера, территориальными органами МЧС России, как правило, заключаются договора с авиапредприятиями либо применяется авиация региональных центров. Однако использование возможностей пилотной авиации не всегда эффективно из-за достаточно длительного времени реагирования (до 6 часов), больших финансовых затрат (стоимость одного часа полёта более 25 тыс. рублей), жёсткой зависимости от погодных условий и т.д.

Наиболее перспективным направлением для решения данной проблемы, является применение беспилотных летательных аппаратов, которыми можно оснастить оперативные группы территориальных органов управления МЧС. Рассмотрим возможности их применения на примере такой крупномасштабной ЧС, как лесной пожар.

Важную роль в управлении пожарной оперативной обстановкой имеет знание динамики развития лесного пожара во времени с момента его возникновения, последующего тушения и ликвидации. Продолжительность

действия пожаров определяет затраты материальных и трудовых ресурсов на ликвидацию их и вызываемых ими отрицательных последствий. Основной задачей управления пожарами является сокращение сроков их действия на стадиях, предшествующих началу тушения, и на последующих этапах их ликвидации, что позволяет снизить величину условно допустимой площади пожара и повысить, таким образом, уровень их охраны. Как известно, развитие лесного пожара при отсутствии управляющих воздействий протекает по следующей схеме: возникновение горения лесных горючих материалов (самовозгорание, вынужденное возгорание и зажигание), распространение горения по лесной площади, сгорание лесных горючих материалов и потухание.

Таким образом, встает задача уменьшения временных интервалов, начиная с этапа разведки лесного пожара и до момента его ликвидации. Одним из способов её решения является применение БПЛА. Их основное предназначение состоит в постоянной разведке зоны ЧС (в нашем случае лесного пожара), начиная с этапа собственно разведки и заканчивая окарауливанием зоны пожара. При этом руководитель тушения пожара постоянно получает информацию:

- о виде и размерах пожара, рельфе местности, скорости и направлении распространения огня, ожидаемом развитии пожара в период его тушения, вероятности его распространения на населенные пункты, пансионаты, дома отдыха, объекты лесозаготовки, торфяные поля;
- об участках, где возможно наиболее интенсивное развитие пожара (хвойный молодняк, захламленные участки леса, площади пожароопасных культур, временные склады лесоматериалов, торфоразработки и т.п.).

Для правильной организации тушения РТП получает наглядную информацию о возможных препятствиях, способствующих остановке огня; выгодных для организации защиты рубежах; возможностях и путях подъезда к кромке леса, границе пожара с целью применения механизированных средств локализации и тушения, а также о наличии и возможностях использования естественных водоисточников; безопасных местах стоянки транспортных средств и путях отхода людей в места укрытия на случай прорыва огня. При необходимости, оценив обстановку на основании данных, полученных с БПЛА, РТП своевременно принимает решение на манёвр сил и средств, выбор решающего направления действий по тушению лесного пожара.

Совершенно очевидно, что на сегодняшний день применение беспилотных систем имеет явную экономическую выгоду, так как стоимость 1 моточаса работы беспилотных систем в пять и более раз меньше стоимости работы обычных типов самолётов и вертолётов, применяемых в системе авиационной охраны лесов (далее - АОЛ). Для АОЛ первоочередными путями повышения эффективности является широкое применение инструментальных средств разведки лесных пожаров. Оснащение БПЛА АОЛ тепловыми датчиками инфракрасного и микроволнового диапазонов в качестве инструментальных средств разведки и диагностики пожаров следует признать основным направлением совершенствования охраны лесов. Терроролокатор микроволнового диапазона (РТЛ) способен получать информацию о положении горящей кромки и протяжённости активной зоны горения, как при верховых,

так и при низовых (скрытых пологом леса) и подземных пожарах (пожары на торфяниках). Многочисленные исследования очагов лесных пожаров показали, что наибольшей информативностью для решения задач АОЛ обладает миллиметровый диапазон радиоволн. Основными требованиями к РТЛ можно считать высокую вероятность обнаружения очага, обеспечение максимальной ширины полосы обзора, возможность опережающего (по полёту) получения информации о положении горящей кромки в целях обеспечения безопасности личного состава, задействованного на тушение лесного пожара

УДК 62-192

*furin.konstantin@list.ru*

**Фасахутдинов Я. А., Крудышев В. В., Фурин К. А.**  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

***Анализ состава пожарных автомобилей кунгурского пожарно-спасательного гарнизона и возникающих неисправностей***

В работе представлены данные по составу и возрасту эксплуатируемой пожарной техники, а также по возникающим отказам. Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о причинах отказов пожарной автомобилей и их последствиях.

**Ключевые слова:** пожарный автомобиль, эксплуатация, отказы, время прибытия, оперативность движения.

***Krudyshev V. V., Fasakhutdinov Y. A., Furin K. A.***

***The analysis of the composition of fire vehicles of the kungur fire and rescue garrison and occurred malfunctions***

The work presents data on the composition and age of the operated firefighting vehicles, and on the emerging failures. The analysis of the results obtained allows us to make a conclusion about the causes of fire engine failures and their consequences.

**Keywords:** fire vehicle, operation, failures, arrival time, efficiency of movement.

В рамках выполняемой магистерской работы по совершенствованию системы обслуживания и ремонта пожарных автомобилей Кунгурского пожарно-спасательного гарнизона был выполнен анализ количественного состава пожарной техники, сроков ее эксплуатации, а также характера и частоты возникающих отказов за период эксплуатации. Для этого использовалась отчетная документация по направлению деятельности материально-технического обеспечения 13 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Пермскому краю [1]. Для анализа систем и агрегатов, выходивших из строя в период эксплуатации, использовались формуляры пожарных автомобилей, эксплуатируемых в подразделениях, а также годовые планы эксплуатации и ремонта техники 13 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Пермскому краю [2, 3].

На данный момент в 13 ПСО находятся 40 единиц автотранспортных средств, из них 12 единиц находятся на хранении, 28 единиц находится на эксплуатации в подразделениях отряда (14 единиц основной, 3 единицы

специальной, 11 единиц автомобильной техники). Разделение техники по типам представлено на рисунке 1.

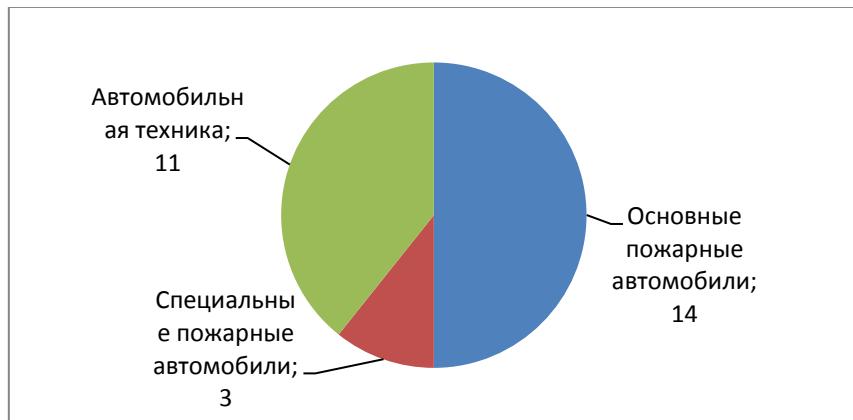


Рис. 1. Разделение техники по типам

Основные пожарные автомобили включают:

- 13 пожарных автоцистерн (9 тяжелого класса, 4 среднего класса): АЦ 6,0-40 (5557)-009МИ - 4 ед., АЦ-6,0-40 (5557) - 1 ед., АЦ-8,0-70 (43118) - 1 ед., АЦП-6/6-40(5557) - 2 ед., АЦ-40 (43202) - 1 ед., АЦ 5,0-40(5557)11ВР - 1 ед., АЦ-4,0-40 (4320) 9ВР - 2 ед., АЦ 2,5-40 (131Н) 6ВР - 1 ед..
- пожарная насосная станция ПНС-100 (5557).

На рисунке 2 представлено разделение основных пожарных автомобилей по классам.

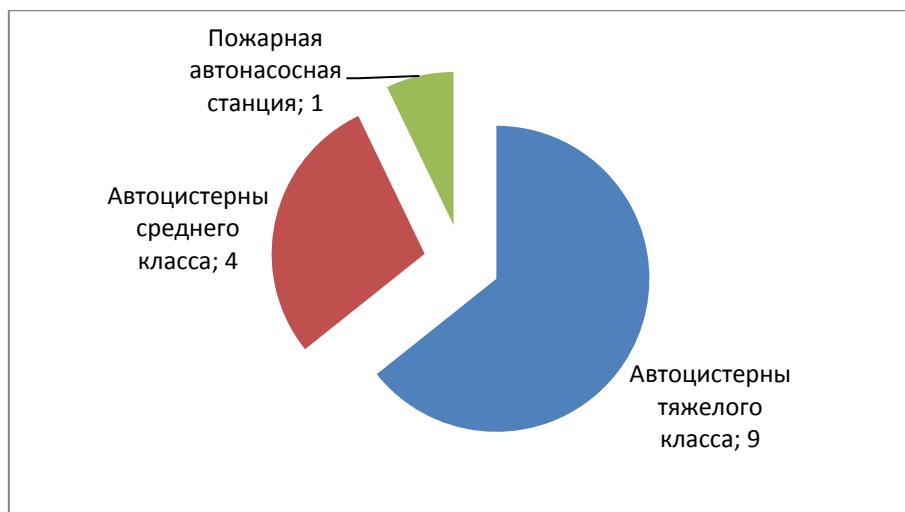


Рис. 2. Основные пожарные автомобили 13 ПСО

Специальные пожарные автомобили включают:

- 1 автолестница АЛ-30(43101) ПМ-512;
- 1 автомобиль рукавный АР-1,9/2,8(5557);
- 1 автомобиль штабной АШ-5 (390994).

Кроме пожарных автомобилей имеется автомобильная техника:

- 5 легковых автомобилей: ВАЗ-21120 - 1 ед., УАЗ-31512-031 - 1 ед., Renault Logan - 1 ед., ВАЗ-2123 - 1 ед., УАЗ-3909 - 1 ед.;

- 3 грузопассажирских автомобиля: УАЗ-390992 - 1 ед., УАЗ-39094 - 1 ед., УАЗ-390994 - 1 ед.;
- 1 грузовой бортовой автомобиль: КАМАЗ-43105;
- 1 автобус пассажирский: УАЗ 220694-04;
- 1 квадроцикл РМ 500-2.

Был выполнен анализ данных по срокам эксплуатации пожарных автомобилей 13 ПСО. В результате пришли к заключению:

- автоцистерны: до 5 лет - 2 ед., от 11 до 15 лет - 5 ед., от 16 до 20 лет - 3 ед., 20 лет и более - 1 ед.
- пожарная насосная станция - 13 лет.
- автолестница более 20 лет.
- автомобиль рукавный – 13 лет.
- автомобиль штабной – 13 лет.

На рисунке 3 представлено распределение пожарных автомобилей по срокам эксплуатации.

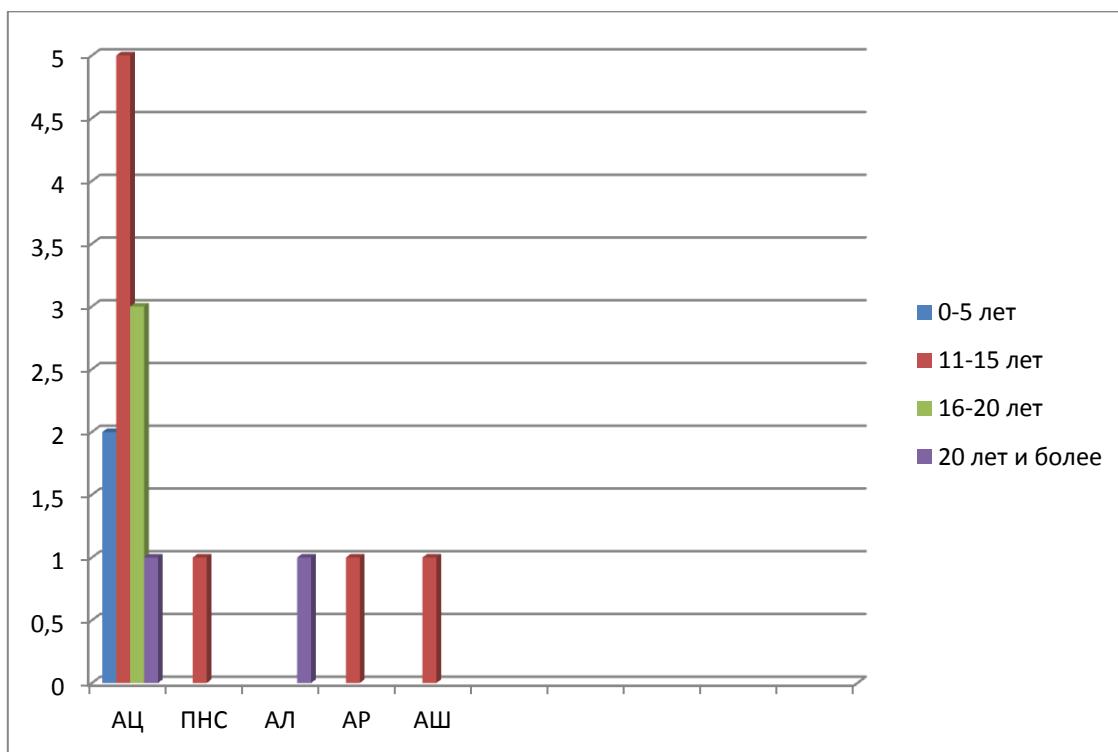


Рис. 3. Распределение пожарных автомобилей 13 ПСО по срокам эксплуатации

Изучив документацию на пожарную и автомобильную технику, получили данные по возникающим отказам. Тормозная система – 12 случаев. Подвеска автомобиля – 3 случая. Трансмиссия – 8 случаев. Пожарный насос и коробка отбора мощности – 10 случаев. Пожарная надстройка и кузов автомобиля – 11 случаев. Цистерна для воды – 4 случая. Электрооборудование – 12 случаев. Сцепление – 21 случай. Система охлаждения – 11 случаев. Двигатель внутреннего сгорания – 15 случаев. Система питания двигателя – 7 случаев. Система выпуска отработавших газов – 1 случай. Рулевое управление – 1 случай. Досрочная замена автомобильных шин – 1 случай.

Распределение отказов по узлам и системам автомобилей представлено (рис. 4).

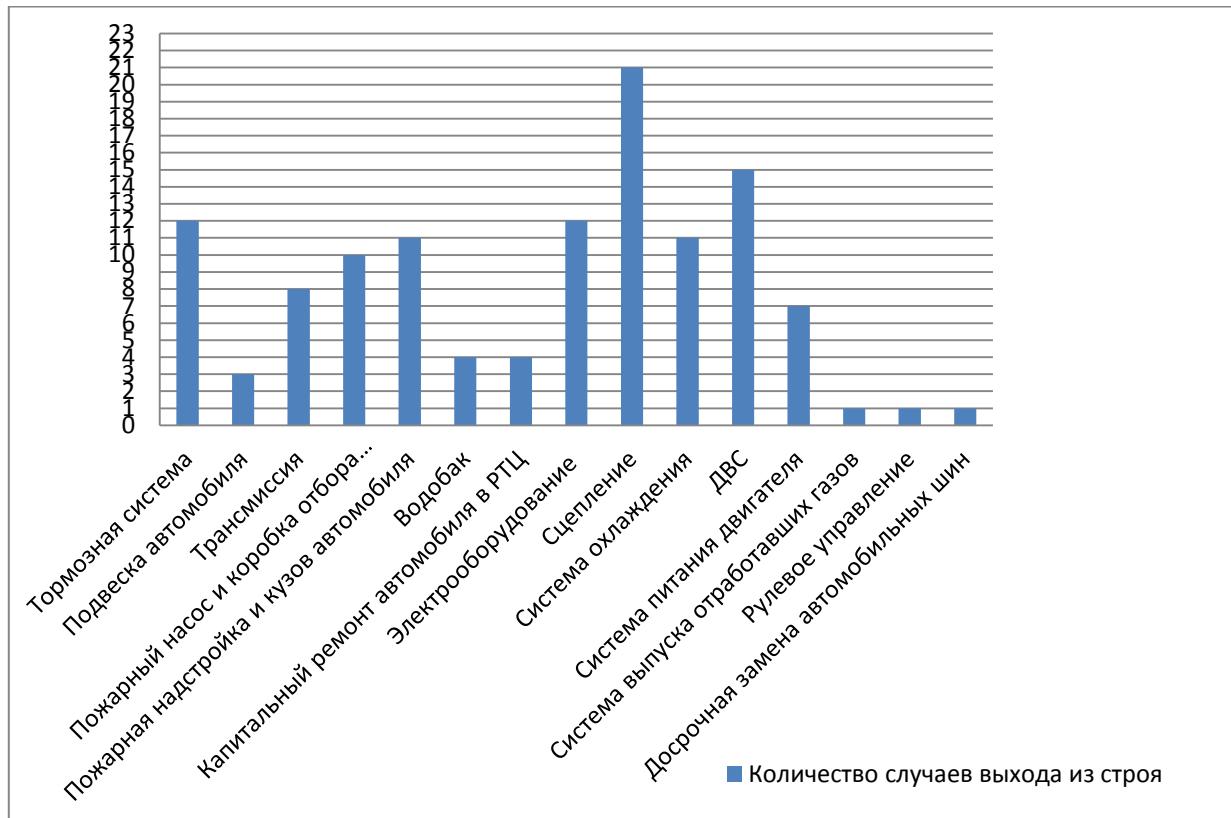


Рис. 4. Отказы техники 13 ПСО

Исходя из данных, полученных в ходе проведения работы следует, что наиболее характерными отказами в ходе эксплуатации техники 13 ПСО являются: двигатель внутреннего сгорания, тормозная система и сцепление.

Исправность тормозной системы влияет на безопасность водителя и личного состава при движении к месту вызова, а также на безопасность движения в целом, учитывая массу пожарного автомобиля, скорость движения к месту вызова, а также управление пожарным автомобилем, при движении со специальными звуковыми и световыми сигналами.

Исправность сцепления влияет на возможность прибытия к месту вызова, а также на возможность работы на специальном агрегате пожарного автомобиля, ввиду того, что сцепление используется интенсивно как в транспортном, так и в стационарном режимах.

Исправность пожарного насоса и коробки отбора мощности влияет на подачу огнетушащих веществ к месту пожара.

Исправность кузова и пожарной надстройки влияет на безопасность личного состава, а также на надежность крепления пожарно-технического вооружения и оборудования.

Исправность двигателя и электрооборудования внутреннего сгорания напрямую влияет на возможность эксплуатации техники.

Для безотказной работы техники, а также для безопасности личного состава, необходимо не допускать выходов из строя данных систем и агрегатов пожарного автомобиля, чтобы выполнять требования к эксплуатации транспортных средств.

Для достижения безотказности работы пожарных автомобилей предлагается использовать метод прогнозирования отказов. Данный метод

подразумевает расчет среднего значения общего пробега до отказа того или иного агрегата. На основании данного метода возможно предположение сроков, в которые может произойти отказ агрегата, планирование диагностики автомобиля при ТО-2, а также планирование денежных средств на проведение ремонта или замены запасной части или агрегата.

### **Литература**

1. Анализ оперативно-служебной деятельности 13 пожарно-спасательного отряда ФПС ГПС Главного управления МЧС России по Пермскому краю за 2015-2020 гг.
2. Формуляры пожарных автомобилей.
3. Годовой план эксплуатации и ремонта техники 13 пожарно-спасательного отряда за 2015-2020 гг.

УДК 656.614.3

*habirov.t@mail.ru*

**Хабиров Т. Р., Зотов Л. В., Чернов Н. Э.**

*Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал  
Санкт Петербургского университета ГПС МЧС России,  
Владивосток*

### ***Анализ пожарной безопасности при перевозке генеральных грузов на морском транспорте***

В статье рассмотрены следующие вопросы: анализ пожарной безопасности при перевозке грузов морским транспортом и разработка рекомендаций, направленных на минимизацию данного негативного фактора, понятие генеральных грузов и правила их транспортировки на морском транспорте, генеральные грузы, представляющие опасность для судна и экипажа, методы предотвращения пожаров, основные проблемы при перевозке генеральных грузов и рекомендации, направленные на их минимизацию.

**Ключевые слова:** генеральный груз, пожарная безопасность морской перевозки, проблемы перевозки генеральных грузов.

*Khabirov T. R., Zotov L. V., Chernov N. E.*

### ***Rules for transportation of general cargo and analysis of fire safety by sea transport***

The article discusses the following issues: analysis of fire safety during cargo transportation by sea and development of recommendations aimed at minimizing this negative factor, the concept of general cargo and the rules for their transportation by sea, general cargo that poses a danger to the ship and crew, methods of preventing fires, the main problems in the transportation of general cargo and recommendations aimed at their minimization.

**Keywords:** general cargo, fire safety of sea transportation, problems of transportation of general cargo.

На сегодняшний день именно морским перевозкам отведено особое место в мировой торговле, что связано не только с низкой стоимость перевозки, но и с низкими рисками. То есть именно морские перевозки характеризуются низким процентом потерь, связанных с различными авариями и стихийными бедствиями.

Несмотря на это, определенные опасности при перевозке грузов морем существуют, одной из таких опасностей выступает возможность возгорания, как груза, так и отдельных отсеков морского судна.

Именно поэтому актуальным на сегодняшний день выступает анализ пожарной безопасности при перевозке грузов морским транспортом и разработка рекомендаций, направленных на минимизацию данного негативного фактора. Следует отметить, что морским транспортом перевозятся следующие виды грузов:

- сухие грузы, включающие навалочные, генеральные и лесные грузы;
- наливные грузы.

В связи с тем, что темой данной статьи является исследование генеральных грузов, то более детально рассмотрим именно данный вид.

Так, генеральными грузами является штучный груз, товар (продукция), которая перевозится в упаковке.

При перевозке генеральных грузов морским транспортом основным нормативно-правовым актом, регулирующим перевозку, выступает РД 31.11.21.16-96 Правила безопасности морской перевозки генеральных грузов. Общие требования и положения. РД 31.11.21.01-97. Правила безопасности морской перевозки лесных грузов [1].

Следует отметить, что сами по себе генеральные грузы не опасны, но в комплексе с определенными факторами могут наступить последствия, способные оказать негативное влияние на окружающую среду, здоровье населения, уничтожить материальные ценности. Соответственно, в качестве основного требования, предъявляемого к перевозке морским транспортом генерального груза, выступает безопасность [2].

Особое внимание при перевозке генеральных грузов должно быть уделено именно пожарной безопасности.

Так, в период с 2004 по 2019 год было зафиксировано 56 пожаров на морских судах при перевозке генеральных грузов – рисунок 1.

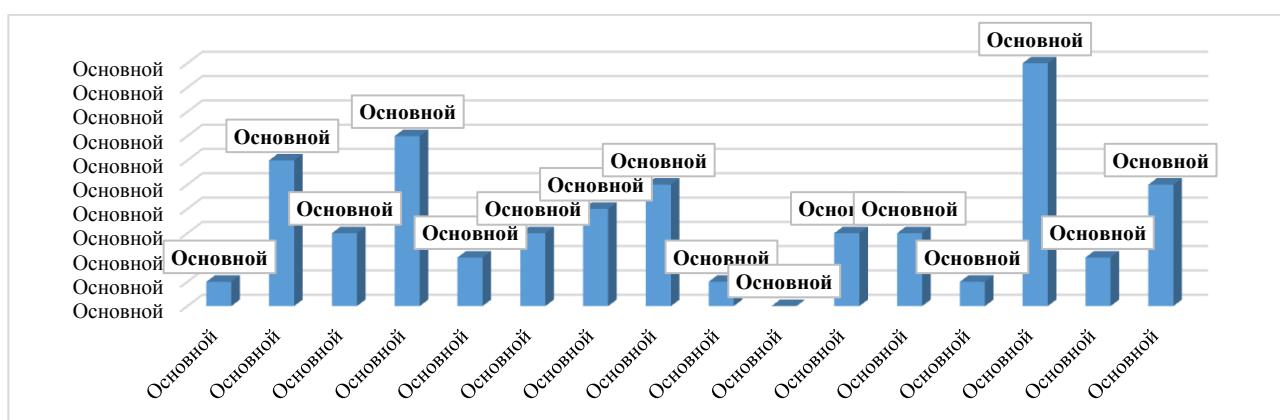


Рис. 1. Статистика пожаров на морских судах при перевозке генеральных грузов в 2004–2019 гг.

В соответствии с представленной динамикой на рисунке 1 следует отметить, что не все данные пожары привели к взрыву на морском транспорте. Так, количество взрывов на морских судах при перевозке генеральных грузов, приведших к пожару, представлено на рисунке 2.

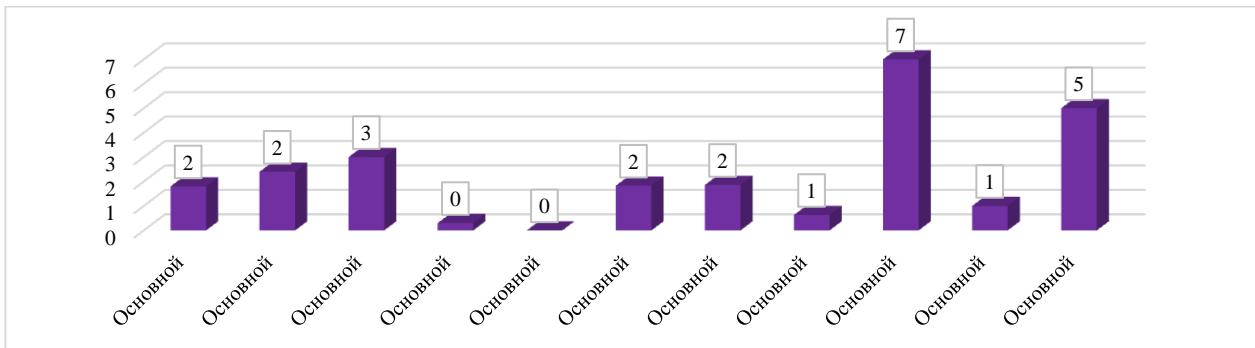


Рис. 2. Статистика взрывов на морских судах при перевозке генеральных грузов, приведших к пожару в 2009-2019 гг.

В соответствии с данными, представленными на рисунке 2 можно сделать вывод, что в период 2009-2019 гг., динамика взрывов на морских судах при перевозке генеральных грузов, приведших к пожару, не характеризовалась какой-либо определенной динамикой. Также следует отметить, что в рассматриваемый период существенно возросла размерность морских судов, используемых в перевозке генеральных грузов.

В связи, с чем можно сделать вывод, что ни вместимость судов, ни какие-либо иные факторы не оказывают влияние на возникновение взрывов на морских судах при перевозке генеральных грузов, приведших к пожару.

Частота пожаров на судах различной вместимости представлена на рисунке 3.

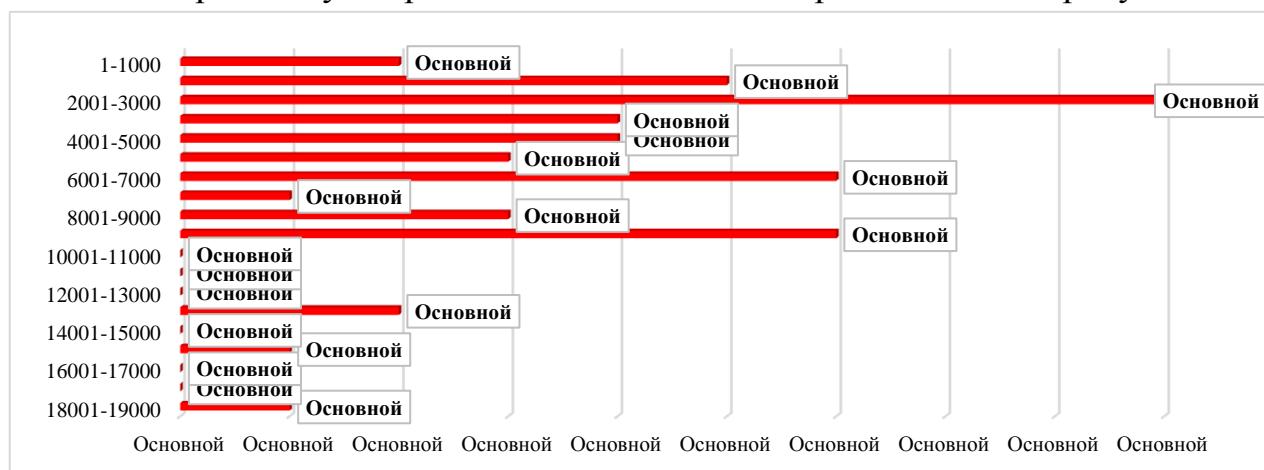


Рис. 3. Частота пожаров на судах различной вместимости

Из рисунка 3 видно, что минимальное количество пожаров происходило на судах вместимостью более 10 000 ТЕУ. Лишь 8,5% всех пожаров произошло на судах вместимостью более 10 000 ТЕУ. Суда такого размера имеют на своем борту все необходимое для эффективной борьбы с огнем.

Следует отметить, что опасные грузы являются разновидностью генеральных грузов, к которым предъявляются особые требования безопасности, в том числе пожарной безопасности.

При рассмотрении наиболее опасных генеральных грузов следует особое внимание уделить именно удобрениям, основу которых составляет нитрат аммония. Данный вид удобрения перевозится преимущественно морским путем. Но, следует отметить, что особенностью данного груза выступает то, что он способен подвергаться реакции самоподдерживающегося разложения (дефлаграции), что может явиться следствием взрыва [3].

Данные удобрения подразделяются на три основных класса. При этом наиболее опасным выступает группа удобрений, относящихся к классу А, содержание аммония в которых превышает 90%. При большом содержании аммония в соединении он выступает окислителем, что даже при малой искре может явиться следствием крупного взрыва. Также известны случаи, когда при неправильной морской перевозке, а именно, при несоблюдении мер безопасности, данный вид удобрения нагревался, что приводило к детонированию.

Помимо этого, причиной взрыва может также явиться и контакт с определенными органическими веществами. По статистике, данные взрывы достаточно редки и случаются не чаще, чем раз в три года. Но, тем не менее, способны нанести существенный ущерб как грузоотправителю и перевозчику, так и окружающей среде.

Следует отметить, что правила перевозки опасных грузов не ограничиваются необходимостью применения правильной упаковки и соответствующей маркировки груза. Одним из важных условий является соблюдение определенных норм совместимости различных классов между собой при перевозке сборными грузами [4].

Допустимые сочетания между группами:

- разрешена погрузка разных классов опасности;
- совместная погрузка запрещена;
- совместная погрузка разрешена, но расстояние между грузами должно быть не менее одного метра;

При рассмотрении основных проблем при перевозке генеральных грузов морским транспортом можно выделить несколько направлений [5]:

— Фактор сохранность груза, как в порту при перевалке или погрузке, так и на самом транспортном средстве. А именно, повреждения упаковки груза.

— Следующим фактором являются неполные либо некорректные сведения о перевозимом грузе. Так, ярким примером данного нарушения является пожар на судне «Yantian Express» в январе 2019 года, когда вместо гранулированного кокса в декларации был указан просто кокс, вследствие чего были нарушены правила перевозки.

— Объекты водного транспорта, как правило, оснащены системой углекислотного пожаротушения. Однако, меры пожарной безопасности, применяемые в настоящее время на объектах водного транспорта, малоэффективны поскольку на судах (контейнеровозах) наличие противопожарных отсеков не регламентировано в отличие от наземных складских помещений.

На сегодняшний день в Российской Федерации особое внимание уделяется разработке мер, направленных на минимизацию негативных факторов, оказывающих влияние на безопасную перевозку грузов морским транспортом.

Так, наиболее значимыми на данный момент мерами государственного регулирования в данной сфере необходимо: сформировать требования, регламентирующие организацию лицензирования погрузочно-разгрузочной деятельности в морских портах и на внутреннем водном транспорте; разработать регламента обращения с разными видами грузов на каждом этапе транспортировки, в том числе на этапе перевалке, транспортировки, оформления документов;

Особое внимание следует уделить портовой инфраструктуре. Большинство портов не снабжены необходимым оборудованием, способным безопасно осуществлять перевозку грузов на морском транспорте, что существенно увеличивает возможность возникновения рисков [6].

### **Литература**

1. РД 31.11.21.01-97. Правила безопасности морской перевозки лесных грузов
2. Сб. мат. МВД РФ по перевозке опасных грузов. Письма и разъяснения. М., 2012. 84 с.
3. Соколов Ю.И. Вопросы безопасности транспортировки опасных грузов //Проблемы анализа риска. – 2009. – том 6, №1, с. 38-74.
4. Лисафеева В. В., Грасс Е. Ю., Исследование проблем устойчивого развития морского транспорта на современном этапе. Экономика устойчивого развития – 2017 – том 1, с. 194-201 [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_29007239\\_93561684.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_29007239_93561684.pdf)
5. Григорьев Е. А., Внутренний водный транспорт России: проблемы, перспективы развития, влияние глобализации. Экономика: теория и практика. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_41162667\\_62911202.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41162667_62911202.pdf)
6. Изотов О. А., Кириченко А. В., Кузнецов А. Л., Технологические решения для организации отправок сборных грузов посредством контейнерных транспортно-технологических систем. Вестник государственного университета морского и речного флота им. Адмирала С. О. Макарова. [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_41192699\\_52338235.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_41192699_52338235.pdf).

УДК 004.58

*shidlovsky.g@igps.ru*

**Шидловский Г. Л., Терёхин С. Н., Вострых А. В.**  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,  
Санкт-Петербург

### ***Разработка системы характеристик качества интерфейсов специализированных программных продуктов МЧС России***

Анализ программных продуктов, используемые в МЧС России показал необходимость их совершенствования в аспектах интерфейсов. Выявлены факторы, влияющие на создание не качественных интерфейсов, одним из которых является низкий уровень стандартов, в которых отсутствует единая система характеристик качества. В статье разработана двухуровневая система характеристик качества интерфейсов.

**Ключевые слова:** информационная система, программный продукт, графический пользовательский интерфейс, система характеристик качества.

*Shidlovsky G. L., Terekhin S. N., Vostrykh A. V.*

### ***Development of a system of quality characteristics for interfaces specialized software products the ministry of emergency situations of Russia***

Analysis of software products used in the state fire supervision showed the need to improve them. The factors influencing the creation of low-quality graphical user interfaces are identified, one of which is the low level of standards in the field of software design and evaluation and their interfaces. The article develops a system of interface quality characteristics.

**Keywords:** information system, software product, graphical user interface, quality characteristics system.

Сегодня, модернизация и улучшение современных информационных технологий обеспечения эффективной работы подразделений МЧС России

является решением приоритетных стратегических задач национальной экономики [1], что достигается за счёт обеспечения на более высоком уровне пожарной безопасности объектов защиты с помощью качественных информационных систем целиком и полностью соответствующим целям и условиям работы МЧС России.

Своевременность реагирования на происшествия и чрезвычайные ситуации подразделениями МЧС России, а также повышение точности и качества прогнозирования являются приоритетными задачами ведомства, которые могут быть достигнуты только с использованием качественных информационных систем [2].

Проблема проектирования и выбора наиболее подходящего программного обеспечения заключается в отсутствии системы характеристик качества графических пользовательских интерфейсов (далее – ГПИ) по причине низкого уровня проработки существующих стандартов [3-12]. В нормативных документах основные понятия, характеризующие качество ГПИ, не точны, дублируются синонимами, а иногда и противоречат друг другу [13]. Анализ и использование терминов осложняется также двусмысленным переводом иностранных источников и проблемой «герменевтики». Всё это приводит к множественному созданию авторских характеристик качества, проектируемых в гармонии с целями и мотивами компаний, а не целевой аудитории. Полученные таким образом оценочные результаты невозможно сравнить с аналогами конкурентов или эталоном. Сравнительный анализ стандартов [13] позволил отобрать список «характеристик качества» необходимых для комплексной оценки ГПИ, которые приведены в таблице (табл.1).

Таблица 1  
Таблица «характеристик качества» оценки интерфейсов

Наименование	Характеристика
Доступность элементов	Поиск необходимого элемента ГПИ должен занимать минимальное время, с минимальной нагрузкой
Структурность	Расположение элементов ГПИ должно происходить с учётом простоты доступности визуального поиска
Информативность	Элементы ГПИ должны способствовать минимизации информационной загруженности
Читабельность	Приоритетная информация должна выделяться, элементы ГПИ должны легко считываться
Стандартность	Использование типовых приёмов, алгоритмов ГПИ
Привлекательность (эстетика ГПИ)	ГПИ должен визуально привлекать пользователей, своей современностью и простотой использования
Управляемость	Наличие в продукте или системе атрибутов, обеспечивающих простое управление и контроль.
Понятность	Усилия пользователя по пониманию общей логической концепции и ее применимости в ГПИ
Обучаемость	Усилия пользователя по обучению его применению (например, оперативному управлению, вводу, выводу).
Простота использования	Усилия пользователя по эксплуатации и управлению ГПИ
Мобильность	Удобство адаптации ГПИ к различным условиям эксплуатации.
Устойчивость к ошибкам	Возможность возобновлять операции с места сбоя или ошибки, без потери временных и информации

Наименование	Характеристика
Пригодность к индивидуализации	Возможность реализовать индивидуальные предпочтения
Сохранения навыков	Возможность адекватно взаимодействовать с системой после длительных перерывов в работе
Результативность	Степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов
Эффективность	Соотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами.
Удовлетворенность	Отсутствие у пользователя дискомфорта при использовании ГПИ

Приведённый выше список «характеристик качества» предлагается в качестве эталонного, способного покрыть все необходимые составляющие интерфейса для проведения полноценной многокритериальной оценке качества ГПИ.

Для основы разработанной двухуровневой системы показателей качества интерфейсов приняты показатели Шнейдермана [14], состоящие из следующих параметров: скорость работы пользователя в программе, количеством ошибок, скорость обучения навыкам оперирования интерфейсом, степень сохранения навыков взаимодействия, субъективная удовлетворенность. Данные параметры лежат в основании первого уровня системы, на втором уровне будут находиться характеристики качества из стандартов (рис.1)

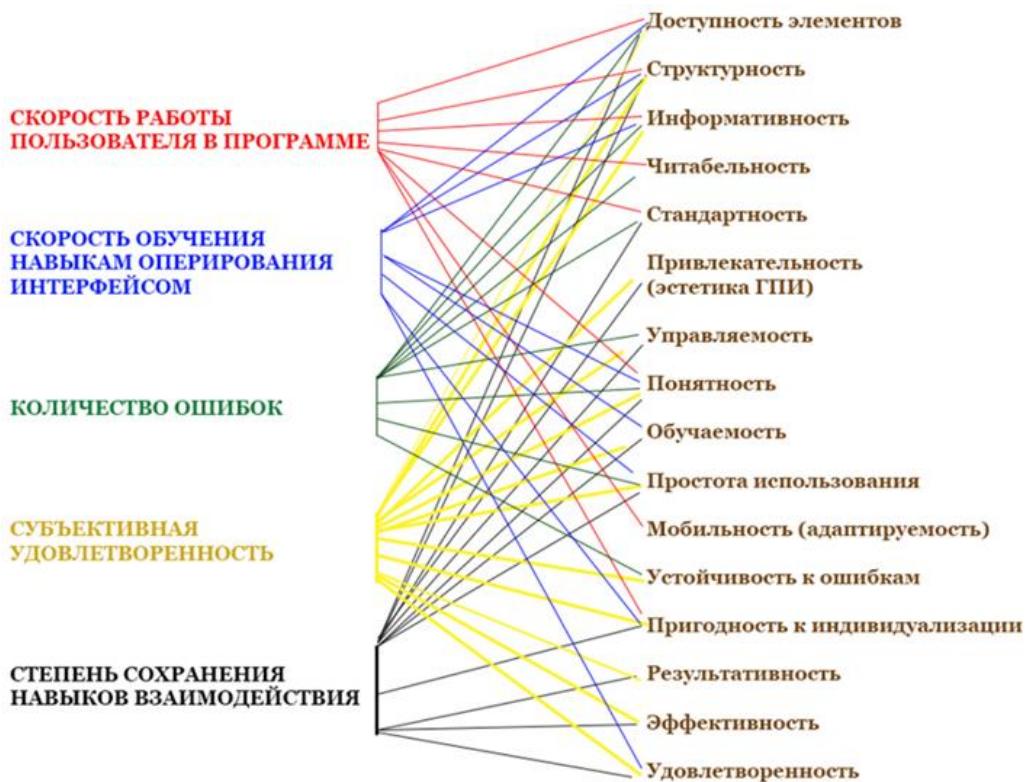


Рис. 1. Разработанная система характеристик качества ГПИ

Показатели качества Шнейдермана являются «объёмными» терминами, расширение и конкретизация которых показателями второго уровня позволит проводить более гибкую, многокритериальную оценку ГПИ с применением последних идей целевоориентированных концепций построения интерфейсов [15]. Так как каждая из отмеченных в системе характеристик второго уровня в

большой или меньшей степени относится практически к каждой характеристике 1 уровня, построим таблицу отношений этих связей, присвоив каждой из них вес от 1 до 5, где 1 наибольший вес (табл. 2.).

Таблица 2

Таблица отношения между 1 и 2 уровнями системы характеристик качества

1 уровень	2 уровень														
	Структурность	Информативность	Читабельность	Доступность элементов	Привлекательность	Управляемость	Понятность	Обучаемость	Простота использования	Мобильность	Устойчивость к ошибкам	Индивидуализация	Результативность	Эффективность	Удовлетворенность
Скорость работы	2	2	2	1	5	2	2	3	1	3	3	1	5	2	3
Скорость обучения	2	1	1	1	3	1	1	1	1	3	3	2	1	1	2
Количеством ошибок	3	2	2	1	4	2	1	2	2	2	1	2	5	2	3
Удовлетворенность	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	1	1	1	1
Сохранение навыков	2	3	2	2	1	2	1	1	1	5	3	1	1	1	1

Многочисленные опросы специалистов, личный опыт работы в системе МЧС России и специальные исследования показали, что в противопожарной службе от оперативности поступления информации о чрезвычайных ситуациях и происшествиях, а также от информационных систем и процедур принятия решений должностными лицами во многом зависит скорость реагирования экстренных служб на происшествия – а это значит, минимизация рисков, потерь и негативных последствий. Внедрение разработанной двухуровневой системы характеристик качества интерфейсов позволит проектировать специализированные программные продукты и их ГПИ на более высоком, качественном уровне, что в последствие положительно скажется на результатах работы специалистов МЧС России в новых информационных системах.

### Литература

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации № 474 от 21 июля 2020 г. // РОС. газета. 2020. № 239.
2. О плане мероприятий на 2018-2024 годы (I этап) по реализации МЧС России Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 г.: приказ МЧС России № 467 от 22.10.2018. М., 2018.
3. Эргономика мультимедийных пользовательских интерфейсов. Часть 1. Принципы проектирования и структура: ГОСТ Р ИСО 14915-1-2016. М.: Стандартинформ, 2016. С.-42
4. Эргономика мультимедийных пользовательских интерфейсов. Часть 2. Навигация и управление мультимедийными средствами: ГОСТ Р ИСО 14915-2-2016. М., 2016.
5. Эргономика мультимедийных пользовательских интерфейсов. Часть 3. Выбор и сочетание медиаформ: ГОСТ Р ИСО 14915-3-2016. М.: Стандартинформ, 2016.
6. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 110. Принципы организации диалога: ГОСТ Р ИСО 9241-110-2016. М.: Стандартинформ, 2016.

7. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 129. Руководство по индивидуализации программного обеспечения: ГОСТ Р ИСО 9241-129-2014 М., 2014.
8. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 161. Элементы графического пользовательского интерфейса: ГОСТ Р ИСО 9241-161-2016. М.: Стандартинформ, 2016.
9. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 210. Человеко-ориентированное проектирование систем: ГОСТ Р ИСО 9241-210-2016. М.: Стандартинформ, 2016.
10. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 220.: ПНСТ 169-2016/ISO/DIS 9241-220 – М.: Стандартинформ, 2016.
11. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 11. Руководство по обеспечению пригодности использования: ГОСТ Р ИСО 9241-11-2010. М.: Стандартинформ, 2016.
12. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению: ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. М., 2019.
13. Вострых А.В. Терминологический базис оценки пользовательских интерфейсов: обзор стандартов // Актуальные проблемы инфо-телекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО-2020): сборник научных статей VIII международной научно-технической и научно-методической конференции. 2020. Т.2 С. 200-207.
14. Shneiderman B., Plaisant C., Cohen M., Jacobs S. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer, 5th Edition, 2010. 624 с.
15. Ахунова Д. Г., Вострых А.В. Преимущества перехода на целеориентированное проектирование интерфейсов для мобильных пользователей информационных систем // «РОСИНФОКОМ-2019» №1 С. 5-9.

УДК 614.894.732

artur11082000@mail.ru

**Ягудин А. Р., Кириллов В. С.**  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург

***Сравнительный анализ возникающих неисправностей составных частей  
ДАСВ разных производителей, а также методы их устранения***

В статье представлен сравнительный анализ неисправностей узлов и механизмов дыхательных аппаратов со сжатым воздухом (далее – ДАСВ) разных производителей, а также методы их устранения. Рассмотрены ДАСВ, неисправности у которых устраняются либо на базе газодымозащитной службы (далее – база ГДЗС), либо на предприятии-изготовителе.

**Ключевые слова:** дыхательный аппарат со сжатым воздухом, неисправность, метод устранения.

***Yagudin A. R., Kirillov V. S.***

***Comparative analysis of emerging malfunctions of components of SCBA  
of different manufacturers, as well as methods for their elimination***

This article presents a comparative analysis of malfunctions of components and mechanisms of compressed air breathing apparatus (hereinafter – SCBA) from different manufacturers, as well as methods for their elimination. Considered SCBA, the malfunctions of which are eliminated either on the basis of the gas and smoke protection service (hereinafter referred to as the GSPT base), or at the manufacturer.

**Keywords:** compressed air breathing apparatus, malfunction, elimination method.

Единственное оборудование, которое позволяет пожарному защитить свои органы дыхания и зрение от токсичных продуктов горения – это дыхательные аппараты либо со сжатым воздухом, либо со сжатым кислородом. В

большинстве, а это около 90%, в подразделениях пожарной охраны мира преобладают дыхательные аппараты на сжатом воздухе, которых в мире насчитывается более десяти разновидностей.

В соответствии п.п.4.2.1, 4.2.2 ГОСТ Р 53255-2009 ДАСВ должны иметь срок службы не менее 10 лет, а вероятность безотказной работы за время защитного действия должна быть не менее 0,98 [1]. Как и любое оборудование, имеющее сложные узлы и механизмы, дыхательные аппараты со временем также могут выйти из строя, особенно те аппараты, которые эксплуатируются более 10 лет. Поэтому, чтобы не допустить поломки, необходимо своевременно проводить техническое обслуживание ДАСВ. Под техническим обслуживанием подразумевается комплекс работ и мер, направленных на эффективное использование СИЗОД и поддержание его в исправном состоянии в процессе эксплуатации [2]. Порядок проведения технического обслуживания каждого дыхательного аппарата определен Руководством по эксплуатации (далее – Руководство) [3-6]. Кроме этого, именно в Руководствах на дыхательные аппараты отражены вопросы по возможно возникающим неисправностям, а также о методах их устранения.

Цель данной статьи – проанализировать возможные неисправности, их отличия, а также методы их устранения.

Для выполнения данной работы нами выбраны один дыхательный аппарат российского производства, который эксплуатируется многими подразделениями пожарной охраны России, и три иностранного производства (табл. 1). Каждый из них по-своему уникален и имеет свои отличия.

Таблица 1

Перечень ДАСВ для сравнительного анализа

№ п/п	Наименование ДАСВ	Название фирмы / дата основания	Место размещения фирмы
1.	АП «Омега»	Акционерное общество «КАМПО» / 1955 г.	Россия, Московская область, г. Орехово-Зуево
2.	ДАСВ «ACS-RU» SCOTT	Компания «Scoot Safety» / 1932 г.	США, штат Северная Каролина, Монро
3.	ДАСВ «AirMaXX» MSA AUER	Компания Mine Safety Appliances ("Эм Эс Эй Сэйфэти") / 1914 г.	США, штат Пенсильвания, Кранберри
4.	ДАСВ Dräger PSS® 4000	«Drägerwerk AG» / 1889 г.	Германия, г. Любеке

Для наглядности и более подробного освещения рассматриваемого вопроса в таблицах 2 и 3 приведена информация о возможных неисправностях ДАСВ. Из таблицы 2 видно, что в двух позициях неисправности узлов и механизмов схожи друг с другом. Например, повреждения, связанные с срабатыванием предохранительного клапана в Руководствах отмечены двумя заводами-изготовителями для следующих аппаратов: АП «Омега» и ДАСВ «Dräger PSS® 4000». Неисправность, связанная с не герметичностью воздуховодной системы наблюдается у ДАСВ «Dräger PSS® 4000» и «ACS-RU» Scott.

Таблица 2

## Возможные неисправности, возникающие у ДАСВ (часть 1)

№ п/п	Наименование неисправностей	Название ДАСВ		
		АП «Омега»	ДАСВ «Dräger PSS® 4000»	ДАСВ «ACS- RU» Scott
1.	Воздуховодная система негерметична		+	+
2.	Неисправности, связанные срабатыванием предохранительного клапана	+	+	

В таблице 2 отражена лишь часть неисправностей, которые одинаковы по наименованию и подходят для нескольких ДАСВ. У многих дыхательных аппаратов поломки отличаются друг от друга (табл. 3).

Таблица 3

## Возможные неисправности, возникающие у ДАСВ (часть 2)

№ п/п	Название ДАСВ	Наименование неисправностей
1.	АП «Омега»	- нарушение герметичности при разъединении шлангов устройства для дозарядки баллонов; - не стыкуется замок для подключения спасательного устройства.
2.	ДАСВ «Dräger PSS® 4000»	- слишком высокое или низкое среднее давление; - слабый звук свистка; - свисток не работает правильно.
3.	ДАСВ «ACS- RU» Scott	- недостаточная подача воздуха для дыхания.

В Руководствах также отражены вопросы касающиеся наиболее вероятных причин неисправностей, а также методов их выявления и устранения. Для сравнения ссылаемся на таблицу 1, где нами уже выявлены одинаковые поломки для двух дыхательных аппаратов. При негерметичной воздуховодной системе таблица с причинами неисправностей и методами их устранения для ДАСВ «Dräger PSS® 4000» и «ACS-RU» Scott выглядит следующим образом (табл. 4).

По наиболее вероятным причинам повреждений, из таблицы видно, что у ДАСВ «Dräger PSS® 4000» они отличаются от ДАСВ «ACS-RU» Scott, к тому же, у последнего возможных причин и методов устранения в два раза больше. В связи с тем, что воздуховодная система у дыхательных аппаратов в основном состоит из шлангов высокого и редуцированного давления, а в сложных механизмах имеются также уплотнительные кольца, соответственно и методы их устранения друг от друга характерно ничем не отличаются. Также стоит отметить, что основной упор для устранения повреждения идет на область панорамной маски, а также на уплотнительные кольца. Последние имеют свойство терять свою способность герметизировать соединения. Необходимо отметить, что для устранения не герметичности лицевой части ДАСВ «ACS-RU» Scott необходимо руководствоваться инструкцией по эксплуатации на лицевую часть.

Таблица 4

Наиболее вероятные причины неисправностей и методы их устранения для ДАСВ  
ПТС «Профи-М», «Dräger PSS® 4000» и «ACS-RU» Scott

№	ДАСВ «Dräger PSS® 4000»	ДАСВ «ACS-RU» Scott
Причины неисправностей		
1.	Неплотный или грязный соединитель	Негерметична лицевая часть
2.	Дефектный шланг или компонент	Негерметично соединение шланга легочного автомата или спасательного устройства со шлангами низкого давления
3.	-	Негерметично соединение шлангов низкого и высокого давления с редуктором
4.	-	Негерметично соединение баллона с редуктором
Методы их устранения		
1.	Отсоедините, очистите и повторно соедините соединения, затем повторите проверку	Согласно инструкции по эксплуатации на лицевую часть
2.	Замените принадлежности, заменяемые пользователем, и повторите проверку	Осмотреть разъемы и при необходимости заменить уплотнительные кольца
3.	-	Отсоединить шланги от редуктора, осмотреть и при необходимости заменить уплотнительные кольца на штуцерах
4.	-	Подтянуть соединение или заменить уплотнительное кольцо в канавке штуцера

Таблица 5

Наиболее вероятные причины неисправностей и методы их устранения  
для ДАСВ АП «Омега» и «Dräger PSS® 4000»

АП «Омега»	«Dräger PSS® 4000»
Причины неисправностей	
Попадание посторонних частиц на подушку клапана	Дефектное уплотнительное кольцо, упор, пружина или редуктор давления
Методы их устранения	
Разобрать вентиль и промыть подушку клапана	Сервисная задача

В таблице 5 представлена информация по неисправностям и методам устранения, когда у ДАСВ возникли поломки, связанные со срабатыванием предохранительного клапана. Из таблицы видно, что у всех заводов-изготовителей разные причины поломок, а также методы их устранения. При поломке уплотнительного кольца, пружины или редуктора у ДАСВ «Dräger PSS® 4000», методом устранения является сервисная задача.

Таблица с наиболее вероятными причинами неисправностей и методами их устранения для ДАСВ, у которых эти неполадки отличаются друг от друга, выглядит следующим образом (табл. 6).

Не всегда в подразделениях пожарной охраны удается справится с некоторыми поломками. Так, при неполадках редуктора давления и механизма активации у ДАСВ «Dräger PSS® 4000» неисправность устраняется только сервисным путем (табл. 6).

Таблица 6

Наиболее вероятные причины неисправностей и методы их устранения для ДАСВ АП «Омега», «Dräger PSS® 4000» и ДАСВ «ACS-RU» Scott

№ п/п	Название ДАСВ	Причина неисправности и метод их устранения		
1.	АП «Омега»	Причины неисправностей	1) произошло попадание посторонних частиц на детали соединения или их обмерзание; 2) произошло случайное срабатывание замка	Методы их устранения
2.	ДАСВ «Dräger PSS® 4000»		1)неисправность редуктора давления; 2) грязный свисток; 3)неисправность механизма активации	
3.	ДАСВ «ACS- RU» Scott		Засорен фильтр в штуцере соединения редуктора с баллоном недостаточная подача воздуха для дыхания	

Проанализировав таблицы, можно прийти к выводу, что у многих заводов-изготовителей неисправности устраняются разными способами. Лишь некоторые одинаковые неполадки в большинстве случаях устраняются одним и тем же методом (например, при не герметичности воздуховоной системы). Бывает, что у некоторых производителей в Руководствах отражены не все неисправности, либо совсем не указаны. К примеру, при возникновении неполадок на дыхательном аппарате американского производства «AirMaXX» MSA AUER, аппарат должен быть проверен и, в случае обнаружения дефекта, отремонтирован специалистом или сервисным центром, уполномоченным MSA. Так же обстоят дела и с дыхательными аппаратами «ACS-RU» Scott и АП «Омега». В Руководствах данных аппаратов в качестве примечании отмечено, что в случаях неисправностей, которые не отражены в таблице, ремонт производится на предприятии-изготовителе или на базе ГДЗС лицами, прошедшими соответствующую подготовку на предприятии-изготовителе и получившими сертификат на право технического обслуживания и ремонта дыхательного аппарата.

### Литература

1. Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ Р 53255-2009. URL: <https://www.garant.ru/produkt/ipo/prime/doc/71322486/>.
2. Грачев В.А., Поповский Д.В. Газодымозащитная служба. М., 2004. 384 с.
3. Руководство по эксплуатации АП «ОМЕГА». URL: <https://fireman.club/literature/rukovodstvo-po-eksploatatsii-ap-omega/>.

4. Руководство по эксплуатации ДАСВ «ACS-RU». URL: <https://docplayer.ru/39734116-Apparat-dyhatelnyy-so-szhatym-vozduhom-acs-ru-rukovodstvo-po-ekspluatacii.html>.
5. Руководство по эксплуатации ДАСВ «Dräger PSS® 4000». URL: [https://www.kpo-elektro.ru/files/rukovodstva\\_listovki/pss\\_4000\\_rukovodstvo.pdf](https://www.kpo-elektro.ru/files/rukovodstva_listovki/pss_4000_rukovodstvo.pdf).
6. Руководство по эксплуатации ДАСВ «AirMaXX» MSA AUER. URL: <https://docplayer.ru/81087481-Rukovodstvo-po-ekspluatacii-airxpress-dyhatelnyy-apparat-szhatogo-vozduha-zakaz-01.html>.

УДК 614.84

*pas\_ural@ural.ru*

**Якупов А. А.**

*62 ПСЧ «1 отряда ФПС ГПС по Свердловской области», Екатеринбург*

**Перевалов А. С.**

*Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

**Бервенова О. В.**

*Академия ГПС МЧС России, Москва*

## ***Особенности пожаров в Российской Федерации, приводящие к детской смертности***

В работе анализируется статистика пожаров в Российской Федерации. Отмечаются причины возникновения пожаров, приводящие к гибели детей. Приводится распределение погибших на пожарах детей, указываются профилактические меры.

*Ключевые слова:* пожар, гибель, дети, статистика.

*Yakupov A. A., Perevalov A. S., Bervenova O. V.*

### ***Features of fires in the Russian Federation leading to child mortality***

In paper are provided the fire statistics in the Russian Federation. The causes of fires that lead to the death of children are noted. The list of children dead in fires is given, and preventive measures are indicated.

*Keywords:* the fire, death, children, statistics.

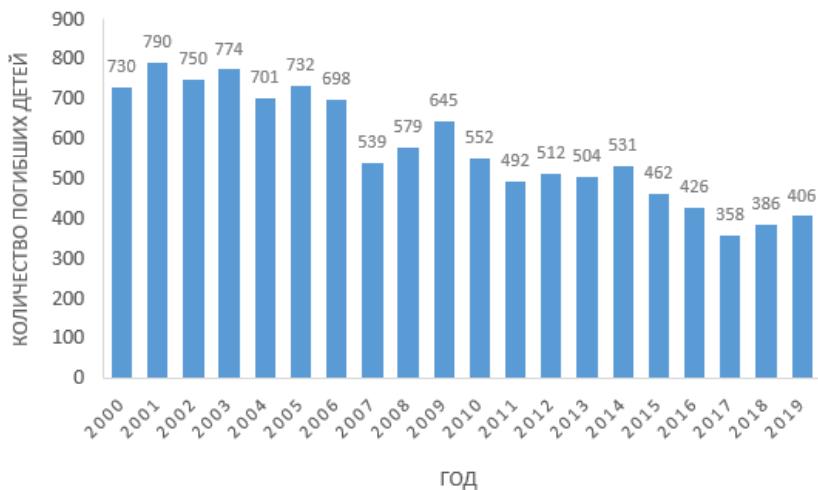
Гибель детей на пожарах – это трагедия. Проблема гибели несовершеннолетних от огня и дыма затрагивает не только личные интересы граждан, родителей и родственников погибших, но и является важнейшей социальной проблемой общества и государства в целом [1]. Поэтому выявление особенностей пожаров с гибелью детей играет важную роль.

Целью данной работы является выявление категории детей, с которыми необходимо проводить профилактические мероприятия, определить наиболее существенные пробелы в культуре безопасности жизнедеятельности подрастающего поколения.

В целом, за последние годы на территории Российской Федерации наблюдается динамика на уменьшение количества несовершеннолетних, погибающих на пожарах (рисунок 1).

Что касается текущего года, согласно отчету Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России [2], за 9 месяцев 2020 года на территории Российской Федерации произошло 350653 пожара (прирост в сравнении с аналогичным периодом прошлого года (АППГ) составляет -

0,11%), на которых погибло 5477 человек (прирост АППГ составляет -0,10%), в том числе 224 несовершеннолетних (прирост АППГ составляет -0,23%), получили травмы 6075 человек (прирост АППГ составляет -0,13%).

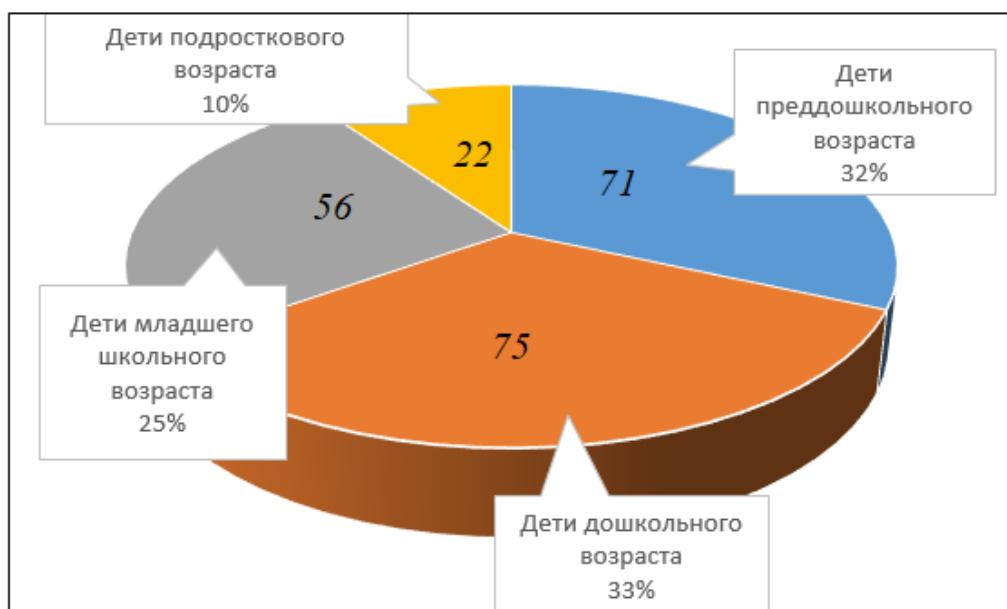


*Рис. 1. Количество погибших на пожарах детей по годам в Российской Федерации*

В среднем ежедневно происходило 1280 пожаров, огнем уничтожалось 120 строений, погибало 20 человек, в том числе 1 ребенок.

На рисунке 2 можно увидеть распределение погибших несовершеннолетних по возрастным группам. В соответствии с общепринятой классификацией [3], нами принятые следующие возрастные группы детей в зависимости от развития психики ребенка:

- предшкольный возраст (до 3-х лет);
- дошкольный возраст (4-6 лет);
- младший школьный возраст (7-12 лет);
- подростковый возраст (13-17 лет).



*Рис. 2. Распределение погибших детей по возрастным группам*

Как видно, наиболее подвержены губительному влиянию огня дети дошкольного и преддошкольного возрастов (146 случаев - 65% от всего числа погибших детей), наименее – подростки, дети среднего и старшего школьного возраста (78 случаев – 35%).

Наибольшее количество несовершеннолетних погибло в возрасте 2-х и 3-х лет (по 29 детей), 4-х лет (25 детей), 5-и лет (26 детей). Сравнительное распределение числа погибших несовершеннолетних по возрасту приведено на рисунке 3.

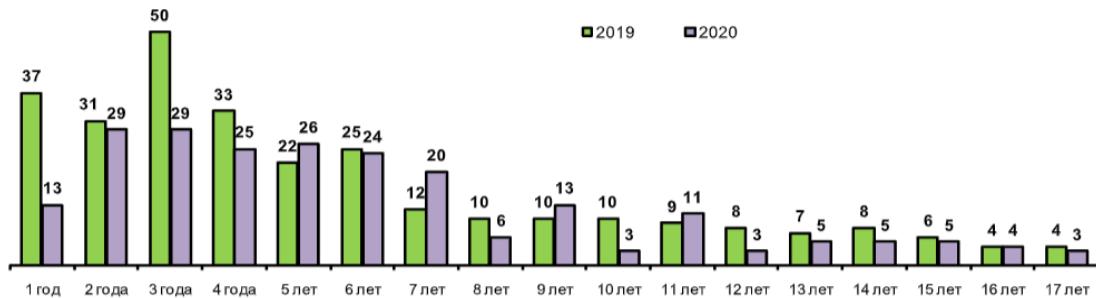


Рис. 3. Сравнительное распределение числа погибших детей по возрасту

Если рассматривать места в которых погибали дети, то в частных жилых домах на пожарах погибло 129, многоквартирных домах – 61, в иных объектах жилого назначения (дачи, бани, надворные постройки) – 24 ребенка. Причины этих пожаров различны, однако основным сопутствующим фактором является оставление детей без присмотра взрослых.

На открытых территориях, в том числе в лесу, на пожаре погибло 10 детей. Данная статистика позволит в дальнейшем акцентировать внимание обучающихся действиям в той либо иной обстановке.

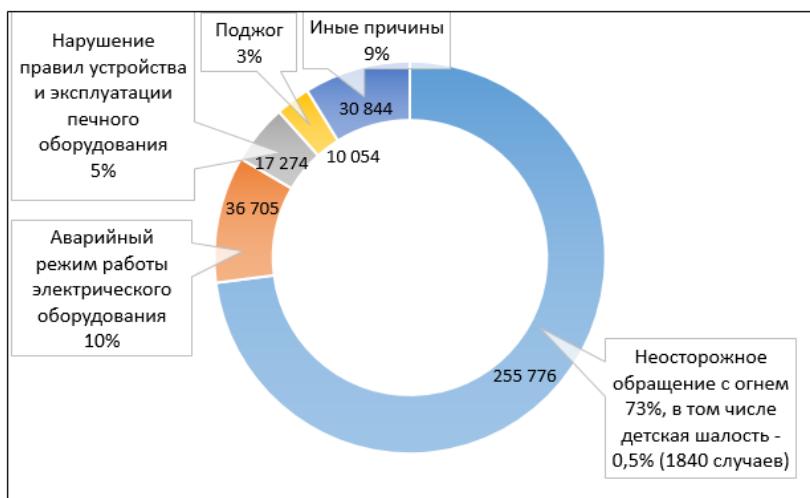


Рис. 4. Причины возникновения пожара в РФ в 2020 году

Также необходимо выявить причины возникновения пожара, что в дальнейшем позволит акцентировать разъяснительную работу в данных направлениях. Для 2020 года распределение основных причин представлено на рисунке 4.

К сожалению, увеличение количества погибших детей при пожарах наблюдается более, чем в тридцати регионах России (рисунок 5).

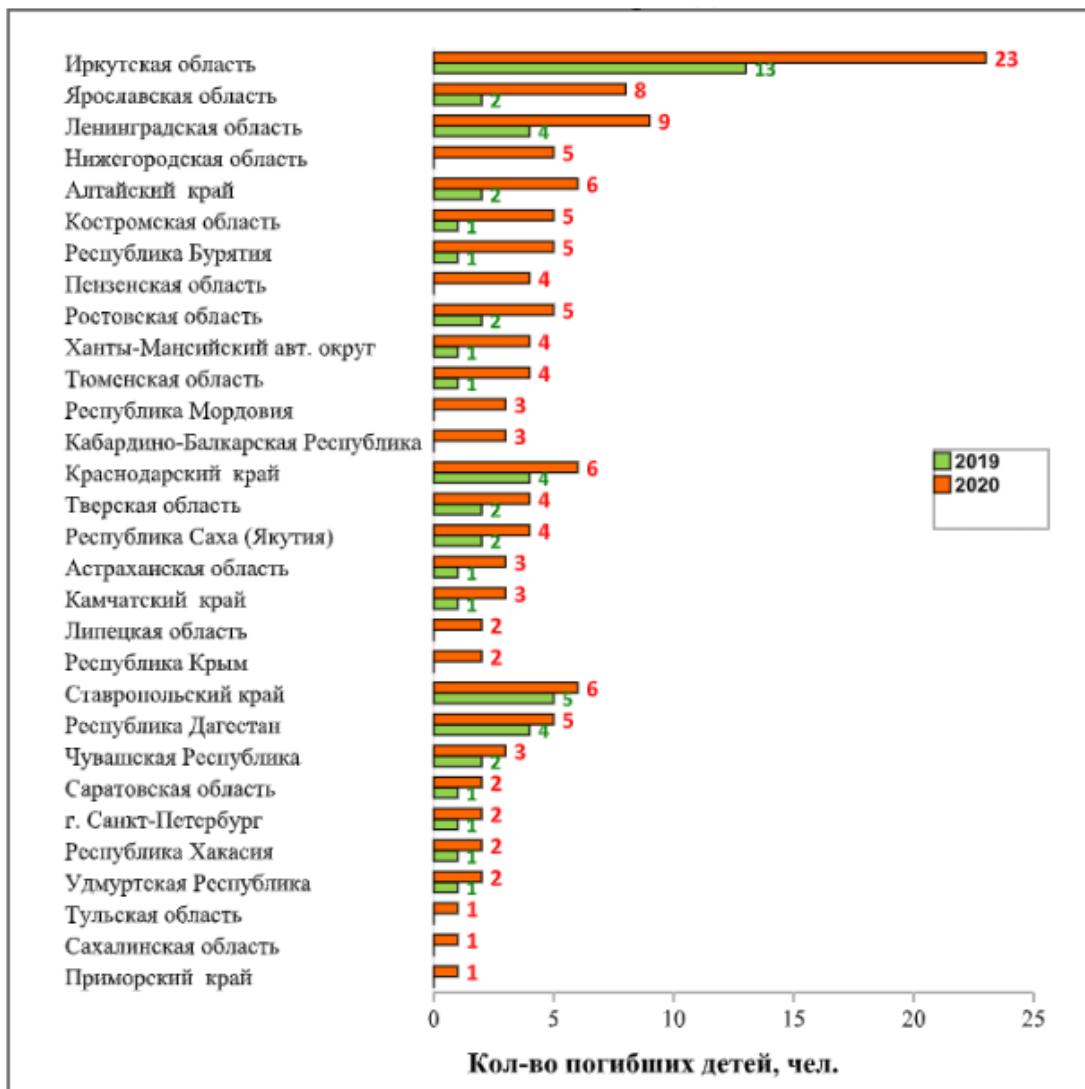


Рис. 5. Количество погибших на пожарах детей в субъектах РФ

Таким образом, большое количество гибели на пожарах в жилых помещениях детей дошкольного возраста, в том числе по причине детской шалости и неисправных электроприборов и печного оборудования говорит о необходимости сосредоточить большие усилия по профилактике детской смертности на пожарах. К основным направлениям данной деятельности можно отнести [4-6]:

- организация обучения младшей категории населения мерам пожарной безопасности;
- проведение обследования противопожарного состояния своего жилья гражданами;
- проведение профилактических бесед и мер по профилактике пожара со стороны родителей.

Уменьшение детской смертности на пожарах является важной задачей общества и государства в целом, в связи с чем профилактические меры по предупреждению пожаров и гибели на них несовершеннолетних выходят на передний план.

## **Литература**

1. Профилактика гибели детей на пожарах – важнейшее направление. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4149678>.
2. Анализ обстановки с пожарами и их последствий на территории Российской Федерации за 9 месяцев 2020 г.: официальный сайт МЧС России. URL: [https://mchs.gov.ru/uploads/resource/2020-05-28/statisticheskie-dannye\\_15906632521525482342](https://mchs.gov.ru/uploads/resource/2020-05-28/statisticheskie-dannye_15906632521525482342).
3. Маклаков А. Г. Общая психология [Текст] : учебное пособие для вузов и слушателей курсов психологических дисциплин. – СПб.: Издательский дом «Питер», 2012. – 593 с.
4. Исаев, И. А. Планирование действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и мероприятия гражданской обороны [Текст] : рекомендации / И.А. Исаев и др. – М. : МЧС России. - 2004. - 228 с.
5. Перевалов, А. С. О выборе методов управления силами и средствам поисково-спасательных формирований МЧС России [Текст] / А. С. Перевалов // Автоматизированные системы управления экологической и пожарной безопасностью объектов : межвуз. сб. науч. тр. - Иваново : Изд-во Ивановского института ГПС МЧС России. - 2013.
6. С.А. Окишева, А.А. Зубкова. Профилактика детской смертности при пожарах // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. г. Железногорск, 2015, Т. 1. С.192-196.

*Научное издание*

*Редакционная коллегия:*

**Корнилов Алексей Александрович, Демченко Ольга Юрьевна,  
Беззапонная Оксана Владимировна, Контобойцева Мария Георгиевна,  
Шавалеев Марат Рамилевич**

# Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности

## Часть 1

Сборник материалов  
Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием, посвященной 30-летию МЧС России  
(14–16 декабря 2020 г.)

*Материалы публикуются в оригинале предоставленных авторами статей*

Подписано в печать 15.02.2021  
Бумага писчая. Цифровая печать. 12,87 п. л.  
11,2 учет.-изд. л. Тираж 40

Издано в редакционно-издательском отделе  
Уральского института ГПС МЧС России  
620062, Екатеринбург, ул. Мира, 22

Отпечатано в редакционно-издательском отделе  
Уральского института ГПС МЧС России  
620062, Екатеринбург, ул. Мира, 22