

1929  
**95**  
2024

Проблемы  
и перспективы  
развития IT-  
и VR-технологий  
в области  
комплексной безопасности

Сборник материалов  
III Всероссийской  
научно-практической  
конференции,  
посвященной 95-летию  
Уральского института  
ГПС МЧС России

7 ноября  
2024  
Екатеринбург





Редакционная коллегия:

М. В. Елфимова, заместитель начальника Уральского института ГПС МЧС России по научной работе, канд. техн. наук, доцент;

О. В. Беззапонная, профессор кафедры криминалистики и инженерно-технических экспертиз Уральского института ГПС МЧС России, канд. техн. наук, доцент;

Е. В. Головина, Е. В. Головина, доцент кафедры надзорной деятельности и права Уральского института ГПС МЧС России, канд. техн. наук, доцент;

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

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

М. А. Красильникова, научный сотрудник отделения научных исследований научно-исследовательского отдела Уральского института ГПС МЧС России

«Проблемы и перспективы развития IT- и VR-технологий в области комплексной безопасности, посвященной 95-летию Уральского института ГПС МЧС России»: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции (7 ноября 2024 г.) / ред. кол. М. В. Елфимова, О. В. Беззапонная, Е. В. Головина [и др.]. - Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2024

В сборник включены материалы III Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития IT- и VR-технологий в области комплексной безопасности, посвященной 95-летию Уральского института ГПС МЧС России», состоявшейся 7 ноября 2024 г.

Сборник предназначен для научных работников, адъюнктов, аспирантов, студентов, курсантов, практических работников и специалистов в сфере IT- и VR-технологий.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Акимов В.А., Егоров В.М.</b> <b>Информационные технологии прогнозирования опасных факторов пожара.....</b>	<b>6-10</b>
<b>Анфимов М. А., Данильченко А. А., Иванов Е. В., Рыбаков А. В.</b> <b>Применение технологий VR для создания интерактивного обучающего пространства в области ликвидации чрезвычайных ситуаций.....</b>	<b>10-13</b>
<b>Арефьева Е. А., Шавалеев М. Р., Сидаш И. А., Кобелев А. М.</b> <b>Применение компьютерной программы-тренажера «Анализ времени отработки вызова о происшествии».....</b>	<b>14-17</b>
<b>Бессонов М.Э., Шавалеев М.Р., Осипенко С.И., Субачев С.В.</b> <b>Применение компьютерного моделирования в вопросах организации бесперебойной подачи воды к месту пожара.....</b>	<b>17-21</b>
<b>Ермилов А.В., Кузнецов А.В., Суровегин А.В</b> <b>Разработка и реализация сценариев ситуационной пожарно-тактической задачи с применением МВТК МЧС.....</b>	<b>21-30</b>
<b>Зубарев И.А., Терентьев В.В., Баринов А.П., Красильникова М.А., Синицын А.П.</b> <b>Дистанционное управление специальной аварийно-спасательной техникой с применением технологии лазерного сканирования местности и vr -интерфейсом.....</b>	<b>31-35</b>
<b>Калюжнина Ж.С.</b> <b>Методы машинного и глубокого обучения для векторизации отсканированных чертежей.....</b>	<b>35-39</b>
<b>Кокшаров А.В., Талалаева Г.В.</b> <b>Практика применения цифровых технологий при проведении учебных занятий по дисциплине экология.....</b>	<b>40-43</b>
<b>Кононенко Е.В., Мокроусова О.А., Черкасский Г.А.</b> <b>Перспективы стандартизации в области информационного обеспечения комплексной безопасности.....</b>	<b>44-47</b>
<b>Кочнов О.В.</b> <b>Специфика и особенности обеспечения речевой разборчивости при проектировании СОУЭ согласно новой редакции СП 3.13130.....</b>	<b>47-52</b>
<b>Москвина Н.В.</b> <b>Цифровая трансформация единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на основе платформенного подхода.....</b>	<b>52-55</b>
<b>Порошин А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А.</b> <b>Разработка программы для расчета количества основных и специальных пожарных автомобилей территориальных подразделений пожарной охраны....</b>	<b>56-60</b>
<b>Сибирко В. И., Фирсов А. Г., Чечетина Т. А.</b> <b>Информационно-аналитическая система предупреждения и мониторинга пожаров и их последствий.....</b>	<b>60-63</b>

<i>Субачев С.В., Субачева А.А.</i> <i>Анализ изменений методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах на практических примерах</i>	<b>64-69</b>
<i>Трояк Е.Ю., Убиенных Е.С., Слепов А.Н., Горбунов А.С.</i> <i>Виртуальный тренажер для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы</i>	<b>69-74</b>
<i>Фирсов А.Г., Надточий О.В., Арсланов А.М.</i> <i>Использование современных информационных систем МЧС России для предупреждения и мониторинга рисков чрезвычайных ситуаций и их последствий</i>	<b>75-79</b>
<i>Фоминых И.М., Булатова В.В., Луговкин В.В. Кобелев А.М., Девяткин Н.О.</i> <i>Опыт и перспективы применения обучающих компьютерных программ в преподавании специальных технических дисциплин</i>	<b>79-82</b>

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

### ***Информационные технологии прогнозирования опасных факторов пожара***

Пожары являются одной из наиболее актуальных проблем, приводящей к нарушению функционирования и состояния лесов, гибели людей и потери жилищ. В связи с этим ключевой задачей становится снижение опасных факторов пожара, для реализации которой необходимо применение инновационных технологий. Основной целью представленной статьи является выполнение анализа относительно применения информационных технологий, предназначенных для прогнозирования опасных факторов пожара. Авторами обосновывается актуальность и необходимость применения цифровых технологий в обеспечении пожарной безопасности. В работе приведены результаты комплексного анализа относительно возможностей применения информационных технологий, а также их преимуществ в прогнозировании факторов пожара.

*Ключевые слова:* Информационные технологии, цифровые технологии, пожар, моделирование, прогнозирование, пожарная безопасность.

***Akimov V.A.***

***Egorov V.M.***

### ***Information technology forecasting fire hazards***

Fires are one of the most pressing problems, leading to disruption of the functioning and condition of forests, loss of life and loss of homes. In this regard, the key task is to reduce fire hazards, which requires the use of innovative technologies. The main purpose of the presented article is to perform an analysis regarding the use of information technologies designed to predict fire hazards. The authors substantiates the relevance and necessity of using digital technologies in ensuring fire safety. The paper presents the results of a comprehensive analysis regarding the possibilities of using information technologies, as well as their advantages in predicting fire factors.

*Keywords:* Information technology, digital technologies, fire, modeling, forecasting, fire safety.

Проблема пожаров в России остается одной из наиболее острых в области обеспечения безопасности жизнедеятельности, охраны окружающей среды и защиты имущества на момент 2024 года. Ежегодно в стране регистрируется значительное количество пожаров, что сопровождается гибелью и травмами людей, разрушением инфраструктуры, экономическими потерями

и экологическими катастрофами. На текущий момент времени проблема пожаров продолжает оставаться актуальной по ряду основных причин.

Первое – высокий уровень риска для жизни и здоровья населения. Так, пожары ежегодно уносят тысячи жизней. По данным МЧС России на территории Российской Федерации в среднем по стране происходит 1000 пожаров ежедневно. За 2023 год произошло 360962 пожаров, на которых погибло 7825 человек и травмировано 8506 человек [1].

Распределение общего количества пожаров по группам объектов, представлено на рисунке 1.



Рис. 1. Распределение пожаров по группам объектов [1]

Второе – значительный ущерб экономике страны. Экономические потери от пожаров в России достигают сотен миллиардов рублей ежегодно. Эти убытки включают восстановление жилых домов, промышленных объектов, инфраструктуры и затраты на тушение пожаров. Кроме того, разрушение бизнеса в результате пожаров приводит к росту безработицы и снижению уровня жизни. Вместе с этим сохраняется высокий уровень площади пожаров, охвативший в 2024 году свыше 12,8 миллиона гектар [2]. При этом по данным информационно-статистического агентства «Если быть точным» в 2024 года площадь пожаров остается выше средних значений в периоде с 2010 до текущего года (рисунок 2).

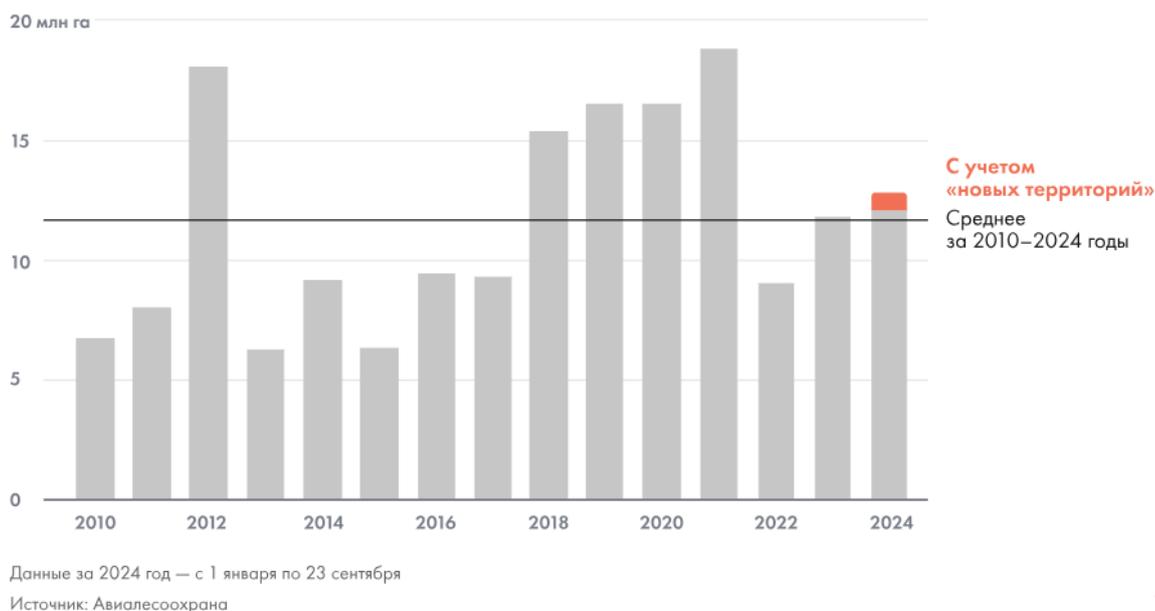


Рис. 2. Площадь пожаров в периоде с 2010 по 2024 года [2]

Совокупность данных факторов требует применения инновационных технологий для снижения опасных факторов пожара. Особое значение приобретает использование информационных технологий (далее – ИТ) для моделирования и прогнозирования опасных факторов, что позволяет повысить эффективность мероприятий по предотвращению и ликвидации пожаров, а также минимизировать их последствия [3]. Современные ИТ-технологии позволяют решать широкий круг задач в области пожарной безопасности. В таблице представлены результаты анализа и систематизации автором ключевых направлений использования ИТ в прогнозировании опасных факторов пожара.

Таблица

ИТ в прогнозировании опасных факторов пожара

№	Направление	Технологии
1	Моделирование и прогнозирование пожаров	Системы компьютерного моделирования - используются для прогнозирования развития пожаров в различных условиях, включая лесные, промышленные и жилые зоны
		ГИС-технологии (геоинформационные системы) - применяются для анализа местности, определения зон риска и моделирования распространения огня в зависимости от метеоусловий, типа растительности или характеристик зданий
		Технологии машинного обучения и искусственного интеллекта (ИИ) - позволяют анализировать большие объемы данных для прогнозирования вероятности возникновения пожара и его последствий на основе статистики, данных о погоде и состоянии инфраструктуры
2	Мониторинг и оперативное реагирование	Дроны и беспилотные летательные аппараты - используются для круглосуточного мониторинга обширных территорий (лесных массивов, промышленных объектов) и обнаружения возгораний на ранних стадиях
		Технологии IoT (интернет вещей) - датчики температуры, дыма и газоанализаторы интегрируются в интеллектуальные системы

		зданий для автоматического оповещения о пожаре и управления противопожарными системами.
		Системы анализа видеоизображений - применяются для обнаружения признаков пожара или задымления на объектах в реальном времени
3	Анализ и предотвращение пожаров	Большие данные (Big Data) - собирают и анализируют данные о предыдущих пожарах, чтобы выявить закономерности и разработать превентивные меры
		Цифровые двойники объектов - создаются для анализа устойчивости зданий и инфраструктуры к пожарам и разработки эффективных систем противопожарной защиты

Как видно из таблицы, ИТ позволяют значительно улучшить точность прогнозирования опасных факторов и скорость обнаружения пожаров, обеспечивая оптимальное использование ресурсов для борьбы с огнем. Автоматизация процессов мониторинга и оповещения ускоряет реакцию на возгорания, а анализ больших объемов данных помогает выявлять закономерности и разрабатывать превентивные меры [4]. Помимо этого, обучение пожарных и персонала объектов становится более качественным благодаря симуляциям и моделированию реальных ситуаций, что способствует повышению уровня их подготовки.

Также важно отметить, что использование ИТ для моделирования и прогнозирования пожаров обладает рядом значительных преимуществ. Во-первых, это позволяет заблаговременно выявлять зоны повышенного риска на основе географических, климатических и инфраструктурных данных, что способствует предотвращению пожаров еще до их возникновения [5]. Во-вторых, такие технологии обеспечивают высокую точность прогнозирования развития пожаров, включая скорость распространения огня, зоны воздействия опасных факторов и возможные пути эвакуации [6]. Это критически важно для быстрого принятия решений и организации эффективной эвакуации населения. В-третьих, модели, созданные с использованием ИИ и машинного обучения, могут анализировать исторические данные и в режиме реального времени предсказывать, какие факторы способствуют возникновению пожаров, что облегчает разработку стратегий профилактики и минимизации рисков. Вместе с этим, применение ГИС-технологий и систем визуализации данных позволяет создавать наглядные карты зон риска, облегчая взаимодействие между пожарными службами, местными органами власти и населением. Все это повышает общий уровень безопасности, снижает количество человеческих жертв и минимизирует материальный ущерб.

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа относительно применения информационных технологий, предназначенных для прогнозирования опасных факторов пожара. Авторами определено, что внедрение информационных технологий в сферу пожарной безопасности становится необходимым условием для повышения эффективности предупреждения и борьбы с пожарами. Установлено, что

моделирование и прогнозирование опасных факторов позволяет не только минимизировать риски, но и сократить время реакции служб, улучшить управление ресурсами и обеспечить безопасность населения. В заключение следует отметить, что применение таких технологий открывает широкие возможности для предотвращения пожаров, снижения их разрушительных последствий и улучшения координации между различными ведомствами. Это делает информационные технологии важным инструментом в решении проблемы пожаров в России, отвечая на вызовы современности.

#### Литература

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году, статистика пожаров и их последствий: информационно-аналитический сборник, Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с.
2. Информационно-статистическое агентство «Если быть точным» URL: <https://tochno.st/materials/ploshhad-pozarov-v-2024-godu-na-10-bolse-cem-v-srednem-za-poslednie-15-let-ogromnye-territorii-goriat-v-novykh-regionax>.
3. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Григорьева М.П., Вагнер П.С. Моделирование в области обеспечения пожарной безопасности (обзор) // Пожаровзрывобезопасность. 2023. № 1. С. 57-68.
4. Кислинская Ю. Г., Липатова Т. А. Современные системы мониторинга, обнаружения и предупреждения лесных пожаров // Вестник науки. 2024. №5 (74). С. 1842-1848.
5. Родионов А.М., Иванов С.А. Анализ современных моделей информационных систем при прогнозировании и мониторинге лесных пожаров // Экономика. Информатика. 2023. №4. С. 913-923.
6. Филиппенко В.А., Зотов А.В. Прогнозирование площади горения лесного пожара с помощью машинного обучения // Безопасность техногенных и природных систем. 2019. №3. С. 17-22.
7. Пивоварова И. И., Белоус П. С. ГИС-проектирование и анализ многолетней региональной изменчивости лесных пожаров // ИВД. 2022. № 2 (86). С. 167-176.

УДК 004.946

*maximanf@mail.ru*

**Анфимов М. А.,  
Данильченко А. А.,  
Иванов Е. В.,  
Рыбаков А. В.**

*Академия Гражданской Защиты МЧС России,  
Химки*

### ***Применение технологий VR для создания интерактивного обучающего пространства в области ликвидации чрезвычайных ситуаций***

Статья посвящена описанию решения проблемной ситуации, связанной с необходимостью внедрения VR-технологий в практику подготовки курсантов и студентов в организациях высшего образования МЧС России. Приведены основные результаты проделанной работы по созданию программы для подготовки специалистов в сфере спасательных работ при чрезвычайных ситуациях техногенного характера с использованием технологии виртуальной реальности. Показаны пути интеграции представленной программы в учебный процесс как составной части полигона виртуальной реальности.

**Ключевые слова:** чрезвычайные ситуации, подготовка спасателей, VR-технологии, полигон виртуальной реальности

*Anfimov M. A.,  
Danilchenko A. A.,  
Ivanov E. V.,  
Rybakov A. V.*

### ***Using VR technologies to create an interactive learning space in the field of emergency response***

The article is devoted to describing a solution of the problematic situation related to the need for the introduction of VR technologies in the practice of training of cadets and students in higher education organizations of MES of Russia. The main results of the work done on the creation of a program for training specialists in rescue in emergencies of a technological nature using virtual reality technology are given. The ways of integration of the presented program into the educational process as a part of the virtual reality polygon are shown.

*Keywords:* emergency situations, training rescuers, VR technology, virtual reality polygon

#### **Введение**

Подготовка специалистов в сфере ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера является комплексной задачей, которая требует большого количества ресурсов, временных и материальных. Для сокращения требуемых средств и для повышения качества подготовки есть разные методы, одним из которых являются VR-технологии. Создание программы (комплекса программ в составе полигона виртуальной реальности) может помочь как в подготовке специалистов соответствующего профиля, так и в просветительской работе с населением при ознакомлении с порядком ликвидации чрезвычайных ситуаций и действию людей в зоне чрезвычайной ситуации.

Отметим, что данная технология не заменяет классический метод подготовки специалистов, а дополняет его, поскольку подготовка специалистов предусматривает не только овладение теоретическими знаниями, но и формирование практических навыков и умений, включающих в том числе и физическую тренировку будущих спасателей.

Целью нашей работы является описание созданной программы симулятора действий спасателя, реализующей современные технологии VR, в которой рассматривается сценарий ликвидации чрезвычайной ситуации техногенного характера в торговом центре. Выбор локации обусловлен высоким уровнем потенциальной опасности указанной категории зданий [1] и местом потенциального скопления большого количества людей — параметрами, при которых ошибки в действиях, направленных на ликвидацию чрезвычайной ситуации, могут повлечь большое количество жертв. Использование программы должно оказать помощь в подготовке высококвалифицированных специалистов на стадии преподавания основ аварийно-спасательного дела.

В программе нашли отражение тактика ликвидации чрезвычайной ситуации, работа с современными аварийно-спасательными инструментами (реализованы функции огнетушителя, гидравлического домкрата, гидравлических кусачек, а также работа с поисковой собакой).

Для создания программы была построена 3D-модель торгового центра, в котором и происходит чрезвычайная ситуация, а также, с помощью специализированного редактора Unreal Engine 5, который является лучшим, если опираться на современную графическую составляющую [2], смоделирована ситуация, связанная с возникновением очага горения и возникновением завала.

В Unreal Engine 5 была запрограммирована логика работы с такими инструментами, как огнетушитель, а именно возможность выбора через меню, физика и его возможность тушить огонь (рис. 1); подъемник — возможность выбора, физика и естественная работа, подъем объектов при завалах (рис. 2); поисковая собака — логика поиска человека в пожаре (рис. 3).

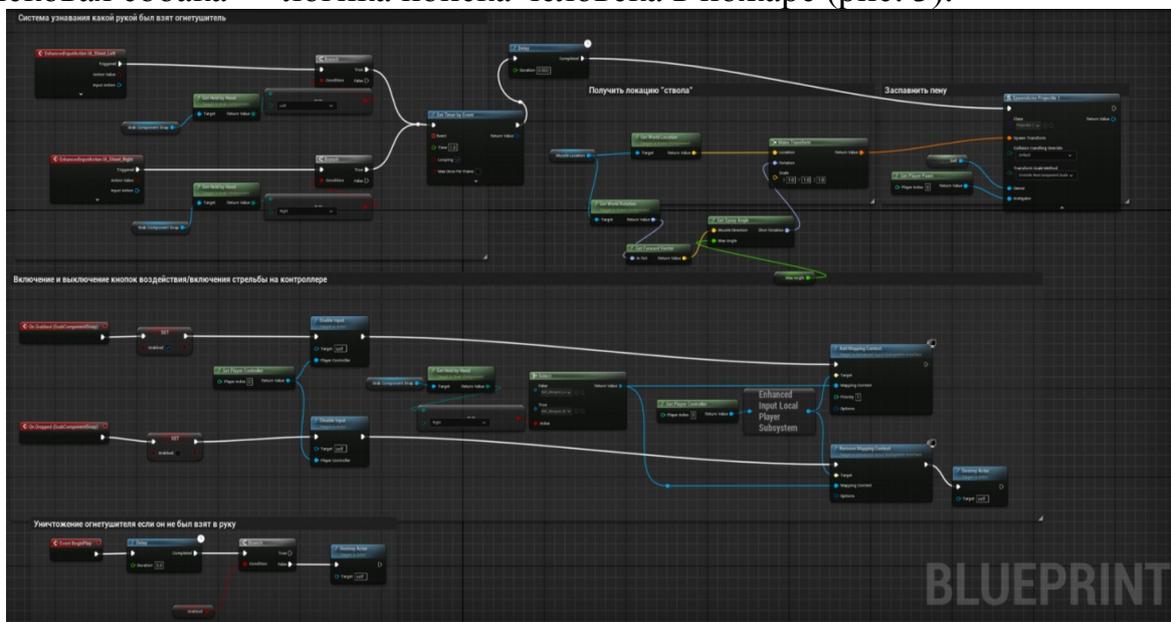
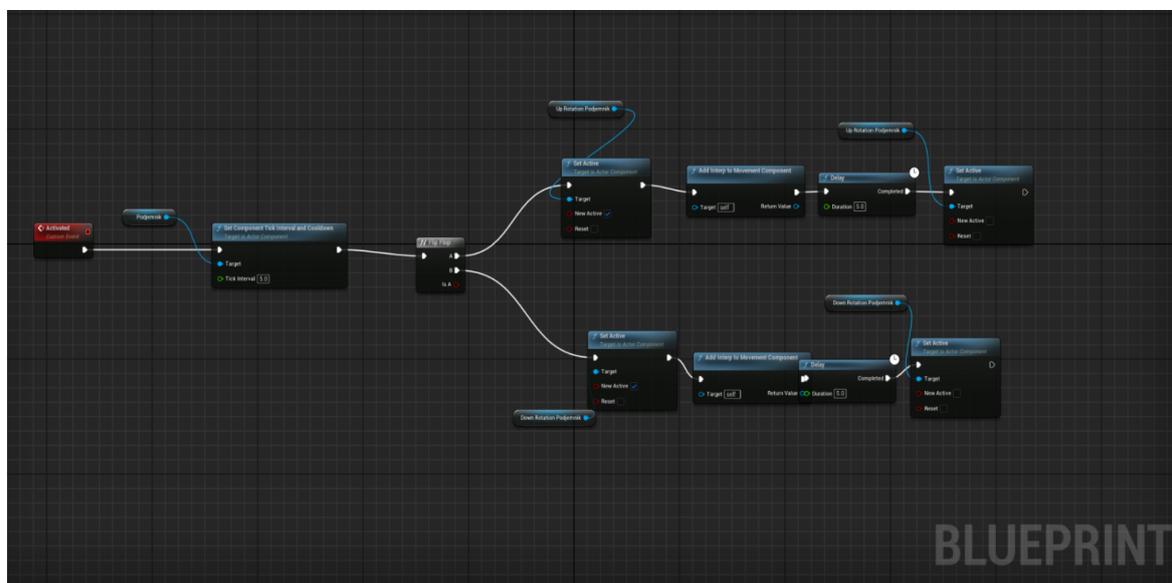


Рис. 1. Blueprint с огнетушителем





***Применение компьютерной программы-тренажера «Анализ времени отработки вызова о происшествии»***

Дано описание программы (компьютерной программы-тренажера) для отработки вызова без использования и с использованием автоматизированной системы управления (АСУ) при изучении дисциплины «Автоматизированные системы управления и связь». Компьютерная программа ориентирована на индивидуальную работу обучаемых на аудиторных занятиях и вне аудитории при подготовке к работе по приему и обработке экстренных вызовов о происшествиях, а также диспетчеров пожарно-спасательных формирований для отработки профессиональных навыков.

*Ключевые слова:* интерактивные формы обучения, автоматизированная система оперативного управления, компьютерная программа, обработка вызова, пожарно-спасательные формирования

***Arefyeva E. A.***

***Shavaleev M. R.***

***Sidash I. A.***

***Kobelev A. M.***

***The use of a computer simulator program «Analysis of the time of processing an incident call»***

The description of the program (computer simulator program) for testing a call without the use and with the use of an automated control system (ACS) in the study of the discipline "automated control systems and communications" is given. The computer program is focused on the individual work of students in the classroom and outside the classroom in preparation for working with real radio stations, as well as dispatchers of fire and rescue units to practice their professional skills.

*Keywords:* interactive forms of training, automated operational management system, computer program, call processing, fire and rescue formations

Автоматизированная система управления — это человеко-машинная система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления объектом [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

При одновременном (или с незначительным смещением во времени) возникновении более двух пожаров в городе, быстром усложнении

оперативной обстановки диспетчера не в состоянии без средств автоматизации рационально (тем более оптимально) управлять силами и средствами гарнизона пожарной охраны.

Ощутимые потери времени образуются при обосновании выбора имеющейся в гарнизоне техники, установлении связи, выдаче приказов и контроле за их исполнением. Неоправданно теряется время на текущую ручную работу и регистрацию основных управленческих решений, приказов по использованию сил и средств, текущему учету. В экстремальных условиях, создающихся при сложной оперативной обстановке в городе, резко возрастают ошибки как диспетчера, так и руководителей, организующих тушение пожаров.

Для управления силами и средствами тушения пожара создается автоматизированная система оперативного управления пожарно-спасательными формированиями (АСОУПСФ).

Системы управления позволяют автоматизировать процессы обработки и передачи информации, что сокращает время реакции на ЧС и уменьшает вероятность ошибок, а также помогают улучшить взаимодействие с другими службами и организациями, обеспечивая оперативный обмен данными и координацию совместных действий [1].

Для обучающихся учебных заведений и диспетчеров гарнизона разработана компьютерная программа для отработки вызова без использования и с использованием автоматизированной системы управления (АСУ) «Анализ времени отработки вызова о происшествии» (рис. 1) [3], позволяющая на практике отработать управление силами и средствами пожарного гарнизона, а также провести измерение времени, затраченного на вызов пожарных подразделений без использования автоматизированной системы управления и с помощью нее.

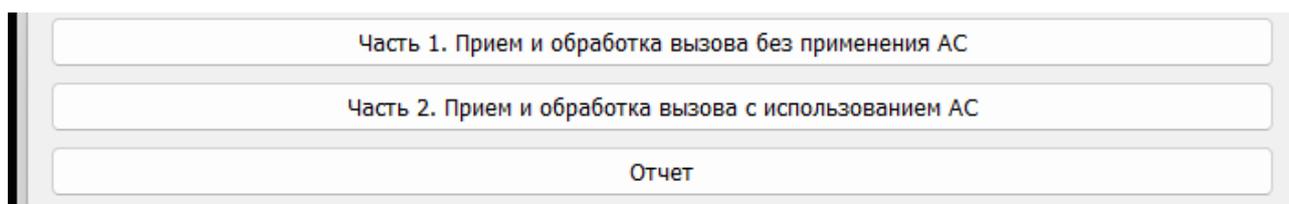


Рис. 1. Начальный экран

В программе пользователю можно выбрать, каким способом выполняется прием и обработка вызова: без применения автоматизированной системы реагирования на ЧС, с использованием автоматизированной системы.

При выборе способа без применения автоматизированной системы реагирования на ЧС получаемую из диалога о месте происшествия информацию о том, что горит, ФИО очевидца и о наличии пострадавших нужно

самостоятельно записать в журнал пункта связи подразделений пожарной охраны.

В соответствии со списком адресов, на которые высылаются пожарные подразделения по повышенным номерам вызова, определить номер (ранг) пожара, далее в соответствии с расписанием выезда подразделений пожарной

охраны для тушения пожаров определить привлекаемые подразделения и отметить их в списке подразделений (рис. 2). После чего появится диалог оповещения диспетчером «01» привлекаемых подразделений для тушения пожара.

По результатам приема и обработки вызова без использования АСУ будет известно время работы с информацией, полученной от очевидца.

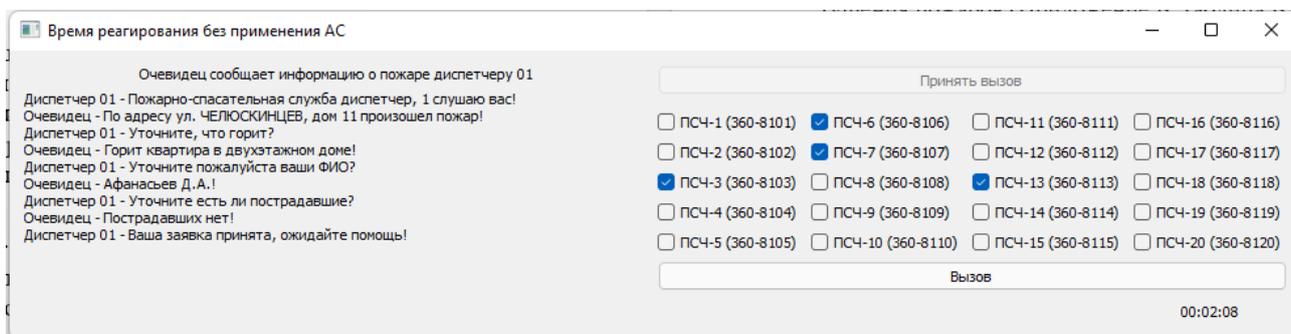


Рис. 2. Области окна для приема и передачи оперативной информации без использования АСУ

При выборе способа отработки вызова с использованием автоматизированной системы управления после появления диалога очевидца и диспетчера «01» получаемую из диалога о месте происшествия информацию о том, что горит, ФИО очевидца и о наличии пострадавших необходимо записать в поля на экране «Улица», «Дом», «Что горит», «ФИО» и «Пострадавшие» (рис. 3).

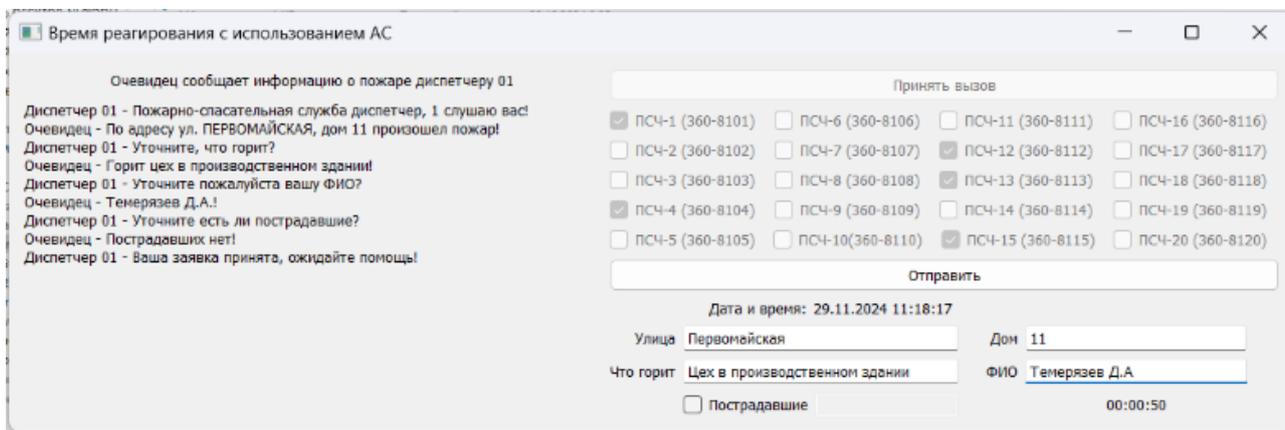


Рис. 3. Области окна для приема и передачи оперативной информации с использованием АСУ

После заполнения всех полей программа в автоматическом режиме определит привлекаемые подразделения, необходимо только нажать на кнопку «Отправить». Время работы с информацией будет выведено на монитор по окончании работы с обработкой вызова.

После выполнения всех действий необходимо нажать на кнопку «Отчет» и внести выведенные на монитор данные о затратах времени во всех опытах. После чего обучаемым предлагается провести расчетное обоснование применения АСУ с помощью определения количества диспетчерского состава для двух случаев [4].

Рассмотренная компьютерная программа-тренажер по обработке вызова о происшествии внедрена в учебный процесс в Уральском институте ГПС МЧС России при подготовке бакалавров и специалистов по направлениям «Пожарная безопасность» и «Техносферная безопасность», изучающих курс «Автоматизированные системы управления и связь».

Представленная компьютерная программа-тренажер позволяет существенно дополнить технологии обучения курсантов, студентов, слушателей по дисциплине «Автоматизированные системы управления и связь». Комплекс может быть полезен для сотрудников и работников МЧС России.

#### Литература

1. Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие. / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 333 с.
2. Автоматизированные системы управления и связь. Учебник / В. И. Зыков [и др.]. М. : Академия ГПС МЧС России, 2006. 665 с.
3. Постников, В. М. Основы эксплуатации автоматизированных систем обработки информации и управления / М. : МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2013. 177 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/31494.html> (дата обращения: 03.12.2024).
4. Смирнов, Ю. А. Технические средства автоматизации и управления. СПб. : Лань, 2017. 456 с. URL: <http://e.lanbook.com/book/91063> (дата обращения: 03.12.2024).

УДК 614.846.63

*bessonovme@uigps.ru*

***Бессонов М. Э.,***

***Шавалеев М. Р.,***

***Осипенко С. И.,***

***Субачев С. В.***

*Уральский институт ГПС МЧС России,*

*Екатеринбург*

#### ***Применение компьютерного моделирования в вопросах организации бесперебойной подачи воды к месту пожара***

Приведены результаты программного моделирования при организации бесперебойной подачи воды на примере поселка Чашевита, Свердловская область. Проведена оценка актуальности программного комплекса.

*Ключевые слова:* бесперебойная подача воды, перекачка, программа, безводный участок

***Bessonov M. E.,***

***Shavaleev M. R.,***

***Osipenko S. I.,***

***Subachev S. V.***

#### ***The use of computer modeling in the organization of uninterrupted water supply to the fire site***

The results of software modeling for the organization of uninterrupted water supply are presented on the example of the village of Chashchevita, Sverdlovsk region. The relevance of the software package has been assessed.

Keywords: uninterrupted water supply, pumping, program, anhydrous area

В Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий ключевую позицию при осуществлении боевых действий по тушению пожаров занимает вопрос по организации бесперебойной подачи воды к месту пожара. При решении данной проблемы учитываются такие факторы, как рельеф местности, удаленность ближайшего водоисточника от места пожара, тип водоисточника, технические характеристики пожарного автомобиля и так далее. Зачастую ввиду недостаточной теоретической подготовленности личного состава пожарных подразделений и сложности расчетных формул возникают трудности с оптимизацией данного процесса, что увеличивает время по организации бесперебойной подачи воды к месту пожара. В практике существуют два способа по организации бесперебойной подачи воды к месту пожара: подвоз и перекачка. Каждый из способов имеет свои достоинства и недостатки. В настоящее время нет нормативного документа, который четко бы определял выбор конкретного способа, вследствие чего решение принимает именно руководитель тушения пожара (далее — РТП). Оно зависит от многих условий, но в первую очередь от тактических возможностей гарнизона.

Организация перекачки включает в себя ряд вопросов, в которых одним из основных является проведение расчета необходимого количества сил и средств. Методика расчета прописана в справочнике РТП и активно используется в учебном процессе [1]. Однако в каждом расчете есть свои особенности и нюансы, для решения которых необходимо обладать достаточными знаниями в конкретной сфере и практическим опытом по выполнению вычислений. Для решения ключевого вопроса была разработана

компьютерная программа, которая в автоматическом режиме производит расчеты по определению количества необходимых для осуществления перекачки сил и средств.

Рассмотрим работу программы, основанной на расчетах из справочника РТП [1], на примере поселка Чащевита, Свердловская область. Расстояние от ближайшего водоисточника реки Выя до крайнего дома составляет 1 километр, что в свою очередь характеризуется как безводный участок. Безводный участок — это участок местности, на котором водоотдача в сети наружного противопожарного водопровода составляет менее 10 литров в секунду или расстояние от места пожара до водоисточника более 500 метров [2]. В таких случаях РТП принимает решение по организации бесперебойной подачи воды при помощи подвоза или перекачки. Также особенностью данной территории является рельеф местности, перепад которого от начальной точки до конечной составляет 25 метров в высоту. Особенности топографической местности с графиком перепада рельефа представлен на рис. 1.



Рис. 1. Карта топографической местности поселка Чашчевита с графиком перепада рельефа местности.

*Красной линией выделен кратчайший маршрут от реки Выя до самого дальнего дома*  
 Источник: [https://votetovid.ru/#58.7108,59.8280,16z,tb,!eeieJw\\_dIJoCTyMrDiBoDyC68qRhEyFpA!pt](https://votetovid.ru/#58.7108,59.8280,16z,tb,!eeieJw_dIJoCTyMrDiBoDyC68qRhEyFpA!pt)

Программа производит данные расчеты автоматически с учетом топографии местности.

Рассмотрим проведенный расчет сил и средств исходя из заданных условий. После того как мы определились с водоисточником и маршрутом прокладки рукавных линий, данные с сайта votetovid.ru переносятся в программу.

Зададим программе следующие параметры для расчета:

- способ перекачки выберем из насоса в насос;
- перекачка будет осуществляться при помощи пожарной автоцистерны;
- напор на насосе с учетом коэффициента его износа составит 90 метров водного столба;
- диаметр пожарных рукавов — 77 мм.;
- расход для подачи двух комбинированных универсальных ручных стволов, требуемый для перекачки, — 16 л/с по одной магистральной линии.

После чего нажимаем на кнопку «Выполнить расчет». Выполненный расчет при помощи программы представлен на рис. 2.

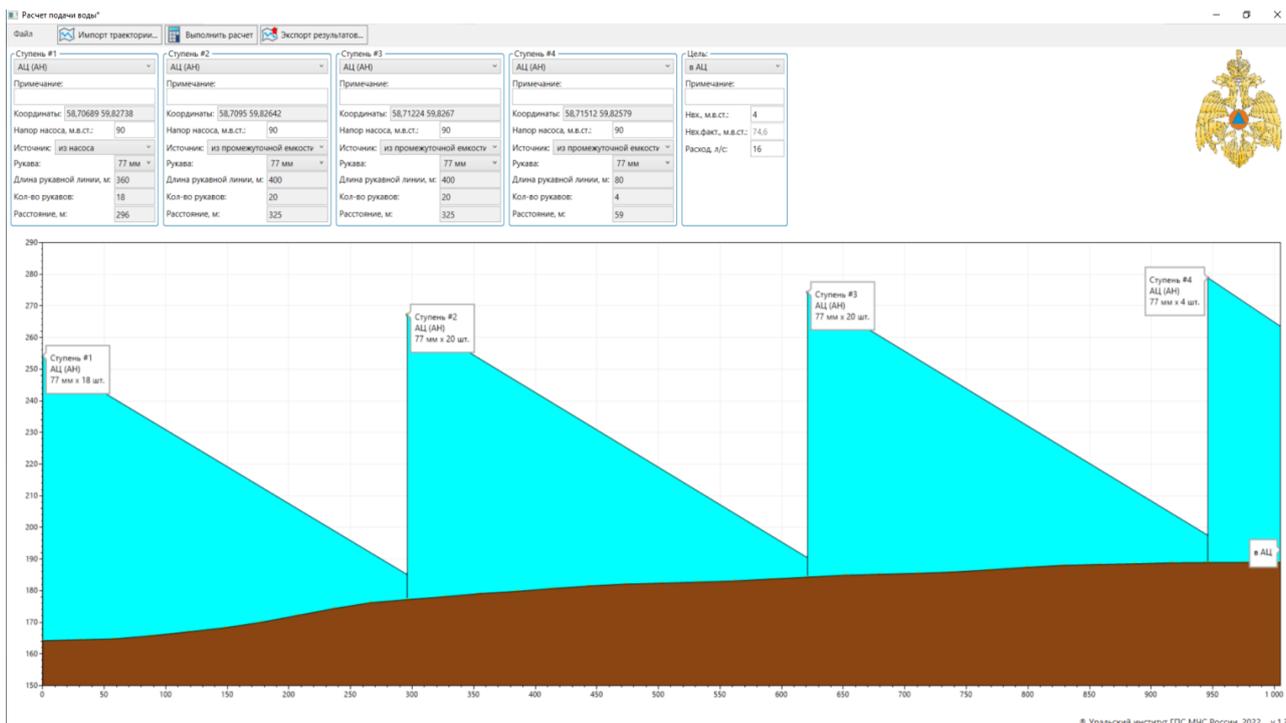


Рис. 2. Программный расчет по определению количества сил и средств необходимых для осуществления перекачки

Результаты программного расчета показывают нам, что для организации оптимальной перекачки от ближайшего водоисточника до крайнего дома с учетом топографии местности на 1 километр необходимо задействовать 4 пожарные автоцистерны и 62 пожарных рукава диаметром 77 миллиметров. Также программа показывает координаты точки, где именно необходимо установить пожарный автомобиль непосредственно на местности, что представлено на рис. 3.

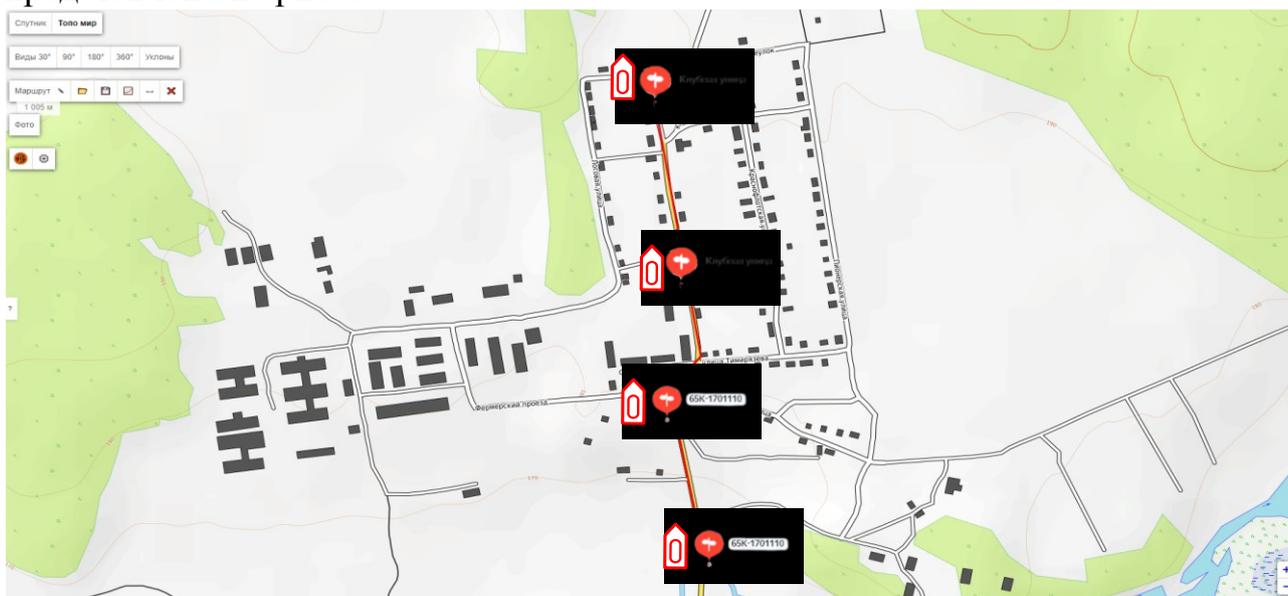


Рис. 3. Размещение пожарных автоцистерн на топографической карте для осуществления оптимальной перекачки

Проводя оценку актуальности предложенного программного комплекса, можно выделить как преимущества, так и недостатки программы.

#### Преимущества:

- программа проста в использовании и быстро осваивается, что в свою очередь не требует специальных знаний в организации бесперебойной подачи воды;
- помогает оперативно производить расчеты с учетом сложности любого рельефа;
- наглядное указание расположения пожарных автомобилей на местности поможет РТП правильно произвести расстановку задействованных сил и средств подразделений пожарной охраны на пожаре;
- отсутствуют аналоги, которые бы позволяли производить такие расчеты сил и средств.

#### Недостатки:

- необходимость наличия интернета для определения топографии местности;
- наличие компьютера в полевых условиях при тушении пожара.

Таким образом, внедрение рассматриваемого программного комплекса в сферу пожаротушения могло бы помочь оптимизировать и рационализировать процесс по организации бесперебойной подачи воды к месту пожара.

#### Литература

1. Иванников В. П., Ключ П. П. Справочник руководителя тушения пожара. М. : Стройиздат 1987. 288 с.
2. Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ : приказ МЧС России № 444 от 16 октября 2017 г.

УДК 004.946

*skash\_666@mail.ru*

**Ермилов А. В.,**

**Кузнецов А. В.,**

**Суровегин А. В.**

*Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

*Иваново*

#### ***Разработка и реализация сценариев ситуационной пожарно-тактической задачи с применением МВТК МЧС***

Приведены результаты исследования профессиональной среды, в которой работают участники боевых действий при тушении пожара. Выделены основные требования к разработке сценариев ситуационных пожарно-тактических задач. Раскрыт способ реализации сценариев в VR-среде.

*Ключевые слова:* фактор риска, профессиональная подготовка, курсант, руководитель тушения пожара, сценарий, виртуальная среда

*Ermilov A. V.,  
Kuznetsov A. V.,  
Surovegin A. V.*

### ***Development and implementation of scenarios for situational fire-tactical tasks using the ministry of emergency situations***

The results of a study of the professional environment in which participants in combat operations work when extinguishing a fire are presented. The main requirements for the development of scenarios for situational fire-tactical tasks are highlighted. The method of implementing scenarios in the VR environment is revealed.

*Keywords:* risk factor, professional training, cadet, fire extinguishing supervisor, scenario, virtual environment

Профессиональная деятельность сотрудников МЧС России осуществляется в условиях повышенного риска. В работах Ю. С. Шойгу [1] и Е. И. Гермацкой [2] подчеркивается, что риск является неотъемлемой частью профессиональной среды, в которой осуществляют деятельность участники боевых действий по тушению пожара. Среди стресс-факторов авторы в большей степени выделяют угрозу жизни и здоровью пострадавших и пожарных, а также необходимость быстрого принятия решений руководителем тушения пожара.

Необходимость внедрения стресс-факторов в учебную деятельность курсантов подтверждается трудами Е. В. Битюцкой, Н. А. Лебедевой и Ю. Р. Цаликовой [3]. Авторы подчеркивают, что стрессогенные стимулы оказывают благоприятное воздействие на увеличение кратковременной памяти человека, которая, в свою очередь, влияет на устойчивость курсантов при решении задач в ситуации риска, а также рационального оценивания своих сил и возможностей. Это обуславливает необходимость совершенствования способов профессиональной подготовки.

Одним из направлений совершенствования является внедрение в учебный процесс VR-технологий, которые являются необходимой формой поддержки принятия решения в различных сферах деятельности [4]. С этой целью требуется создание сценариев ситуационных пожарно-тактических задач, которые будут не противоречить процессу ликвидации пожара на различных объектах функционального назначения. Сценарии максимально приближаются к реальным условиям профессиональной среды за счет следующего.

1. **Тактические возможности дежурного караула.** В качестве дежурного караула выступает одно либо два отделения на основных пожарных автомобилях.

2. **Место расположения очага пожара.** Очаг возгорания может находиться в различных местах: урна для бумаги, окурки, короткое замыкание в электрическом щитке, электробытовые приборы, навесной потолок и другие объекты.

3. Внешние признаки пожара. Вход в объект пожара может сопровождаться густым дымом, а также пожарные могут слышать крики о помощи людей, которые эвакуируются из здания.

4. Обстановка внутри помещения. Размер площади пожара, открытое пламя на твердых горючих материалах, скрытое горение.

5. Количество пострадавших и их расположение также играют важную роль в моделировании учебной ситуации.

6. Погодные условия, такие как скорость ветра, время суток, время года и осадки (дождь, снег), делают ситуацию более реалистичной.

7. Деструктивные события:

- основные события (требования к способностям личности). Блокировка входной двери в помещении с пожаром, размыкание полугаек рабочей рукавной линии, разрушение остекления с последующим выбросом пламени;

- отвлекающие события (требования к готовности личности). Обрушение осветительного оборудования, вентиляционных каналов, разрушение остекления окон, потолочный огонь во время тушения пожара, обвал материальных ценностей.

8. Звуковые отвлекающие эффекты.

Внутри здания можно услышать крики о помощи; звуки пламени, а также работающих водяных стволов; радиоэфир от радиостанции; перемещение пожарных; звук СИЗОД (средства индивидуальной защиты органов дыхания); срабатывание звукового сигнализатора СИЗОД; истечение жидкости под давлением; разбившееся стекло; горение легковоспламеняющейся жидкости; стоны пострадавших; звук взаимодействия лома с полом; капающую воду; открывающиеся двери; падающие материальные ценности и другие звуки.

Снаружи здания можно услышать звуки сирен; работу двигателей пожарных автомобилей, насосов; проезжающего автотранспорта; дождя; ветра; открывающегося (закрывающегося) вентиля трехходового разветвления; приглушенные шумовые эффекты, доносящиеся из здания; звук открывания крышки колодца гидранта и другие шумы.

На основе выделенных особенностей профессиональной среды разработан сценарий для МВТК МЧС, раскрывающий особенности ликвидации пожара в складах высотой 5,5 м. При реализации сценария преподаватель выбирает курсанта в VR-среде, который будет являться руководителем тушения пожара, а также создает профессиональную среду тушения пожара (рис. 1).

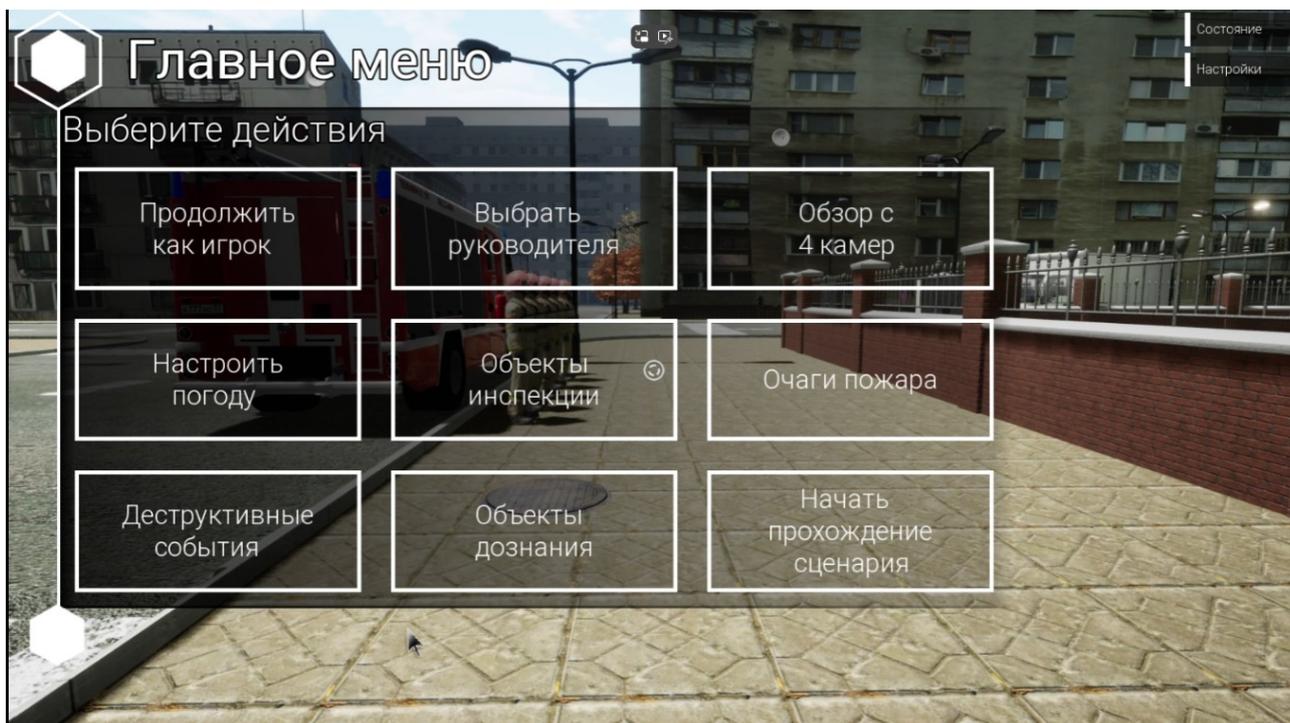


Рис. 1. Окно создания сценария

Преподаватель может настроить погодные условия, при которых происходят действия обучающихся (рис. 2).

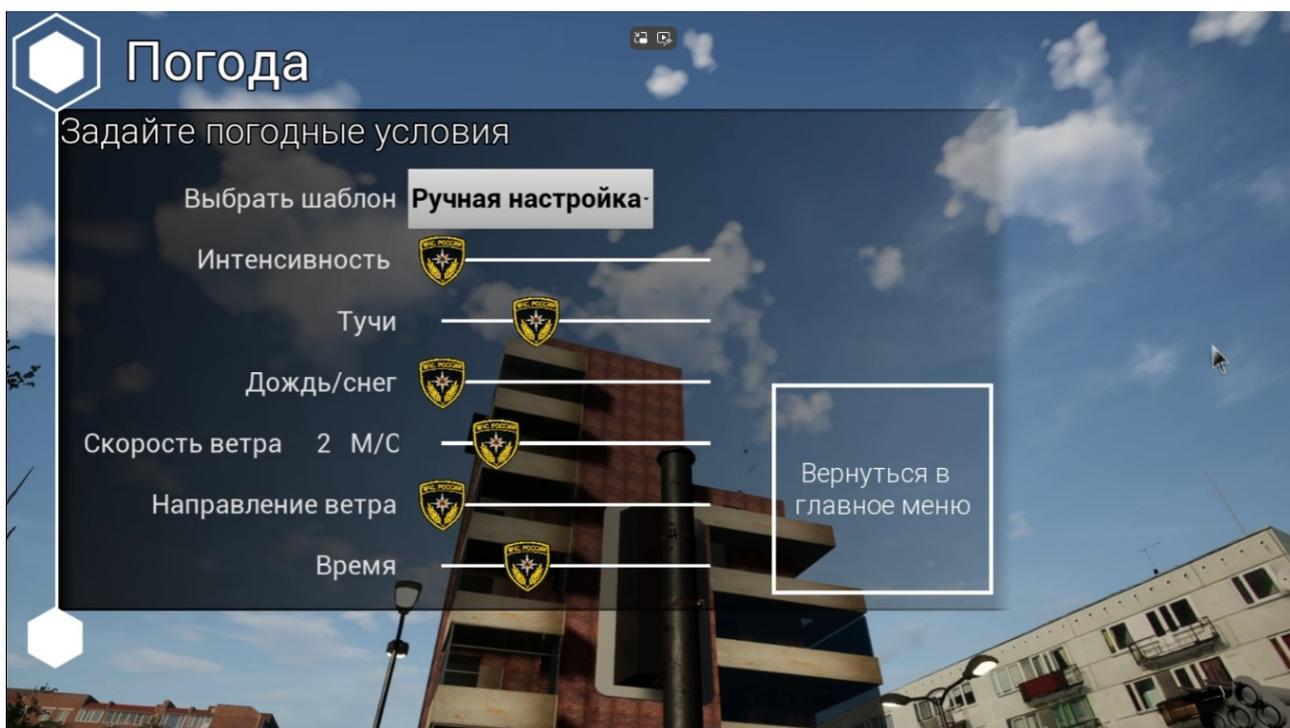


Рис. 2. Окно создания погодных условий сценария

Преподаватель может выбрать деструктивные события сценария, такие как обрушение кровли, количество и места размещения пострадавших, разрушение инженерных систем здания (рис. 3).

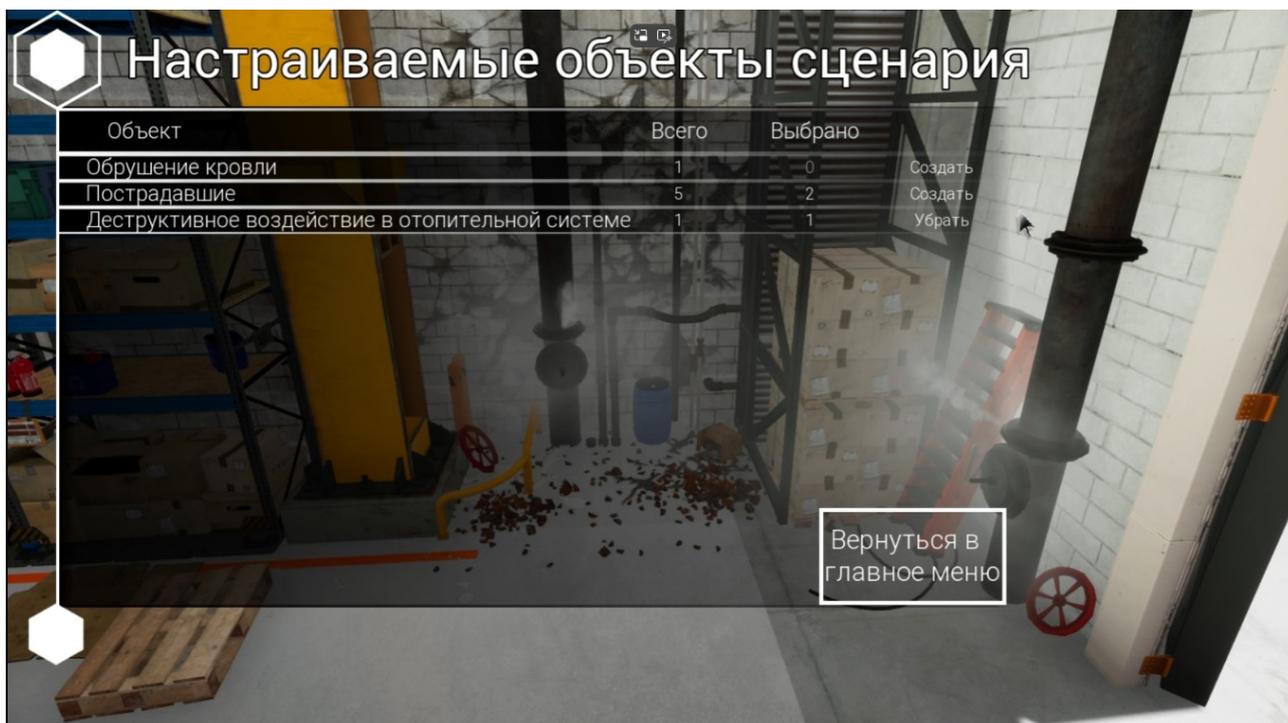


Рис. 3. Выбор деструктивных событий сценария

Преподаватель может выбрать очаги пожара и сложность воздействия опасных факторов пожара на обучающихся в среде VR (плотность задымления) (рис. 4).

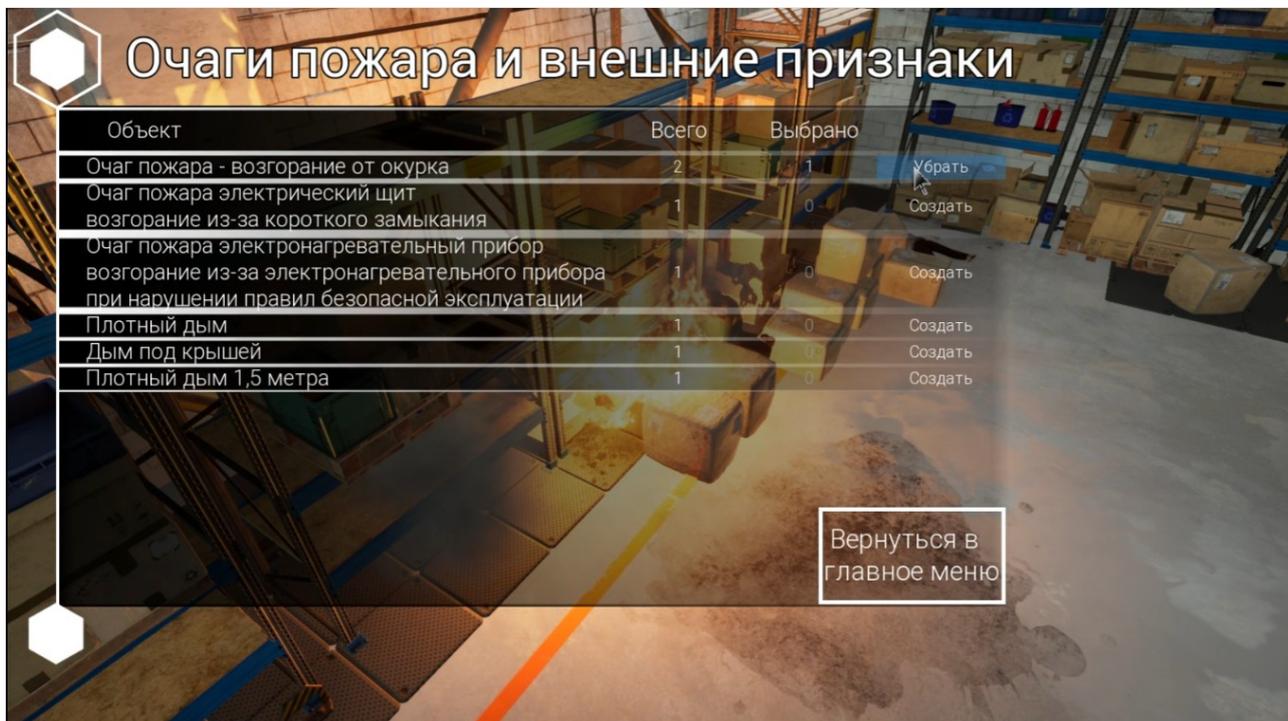


Рис. 4. Выбор очагов пожара и задымления в сценарии

В VR среде обучающийся последовательно реализует 12 этапов ликвидации чрезвычайной ситуации [5]:

1) построение у автомобиля (рис. 5), постановка задач руководителем тушения пожара (начальником караула) (рис. 6);



Рис. 5. Построение обучающихся либо ботов (при выполнении упражнения одним исполнителем) у пожарного автомобиля



Рис. 6. Постановка задач руководителем тушения пожара (начальником караула) личному составу

2) подготовка пожарного оборудования и инструмента (рис. 7);



Рис. 7. Подготовка оборудования для решения поставленной задачи

- 3) выполнение рабочей проверки дыхательного аппарата со сжатым воздухом;
- 4) включение в дыхательный аппарат со сжатым воздухом;
- 5) вход в объект пожара / задымленную зону (рис. 8);



Рис. 8. Работа курсантов в непригодной для дыхания среде

- 6) движение по объекту пожара;
- 7) обнаружение и спасение «пострадавшего» (рис. 9);



Рис. 9. Надевание маски на пострадавшего с его последующим выводом из непригодной для дыхания среды

- 8) локализация «очага пожара» (рис. 10);
- 9) ликвидация «очага пожара»;



Рис. 10. Локализация и ликвидация горения

- 10) выход из объекта пожара (задымленной зоны);
- 11) выключение из дыхательного аппарата со сжатым воздухом;
- 12) сбор и готовность к следованию в место постоянной дислокации.

Курсант, который является руководителем тушения пожара, может повысить ранг пожара. При этом в VR-сценарии дополнительно появятся дежурные караулы (боты) и автолестница (рис. 11), а также оперативный штаб на месте пожара (боты) и скорая помощь. Ботам можно отдавать распоряжения.

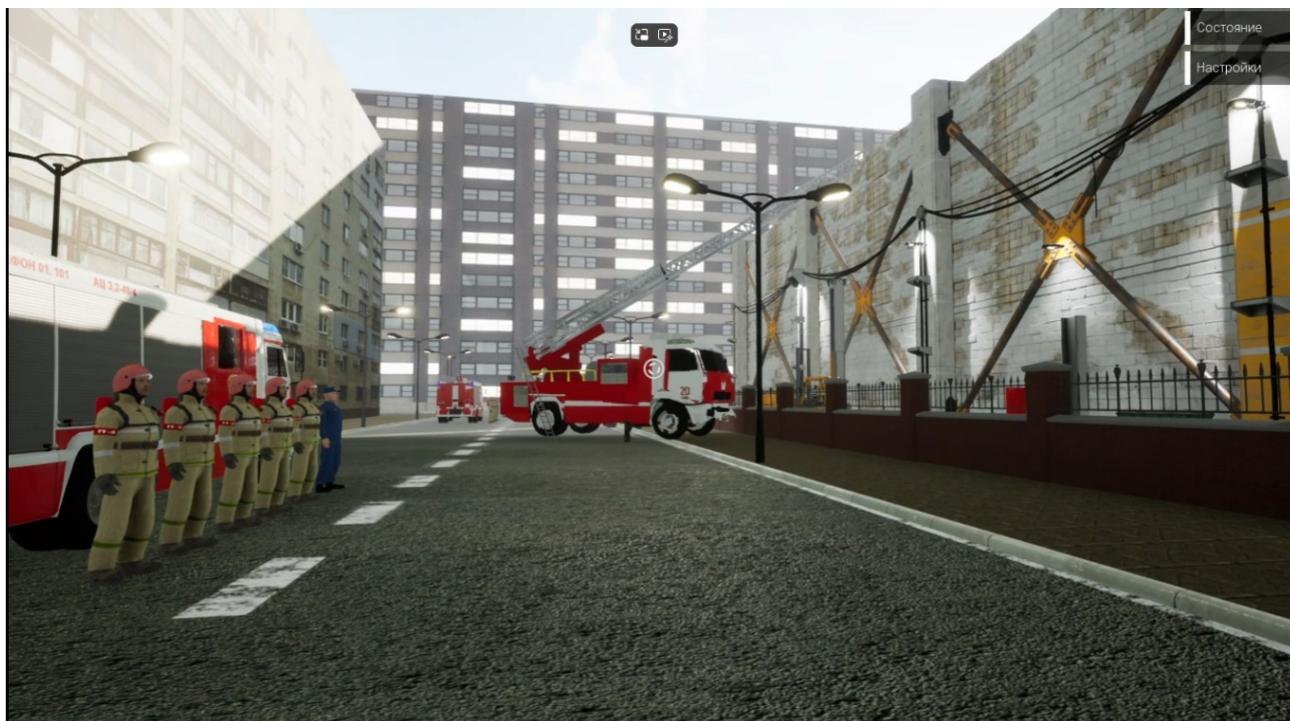


Рис. 11. Силы и средства по повышенному рангу пожара



Рис. 12. Оперативный штаб на месте пожара и скорая помощь

При необходимости преподаватель может вывести картину тушения пожара обучающимися в VR с четырех ракурсов (рис. 13).

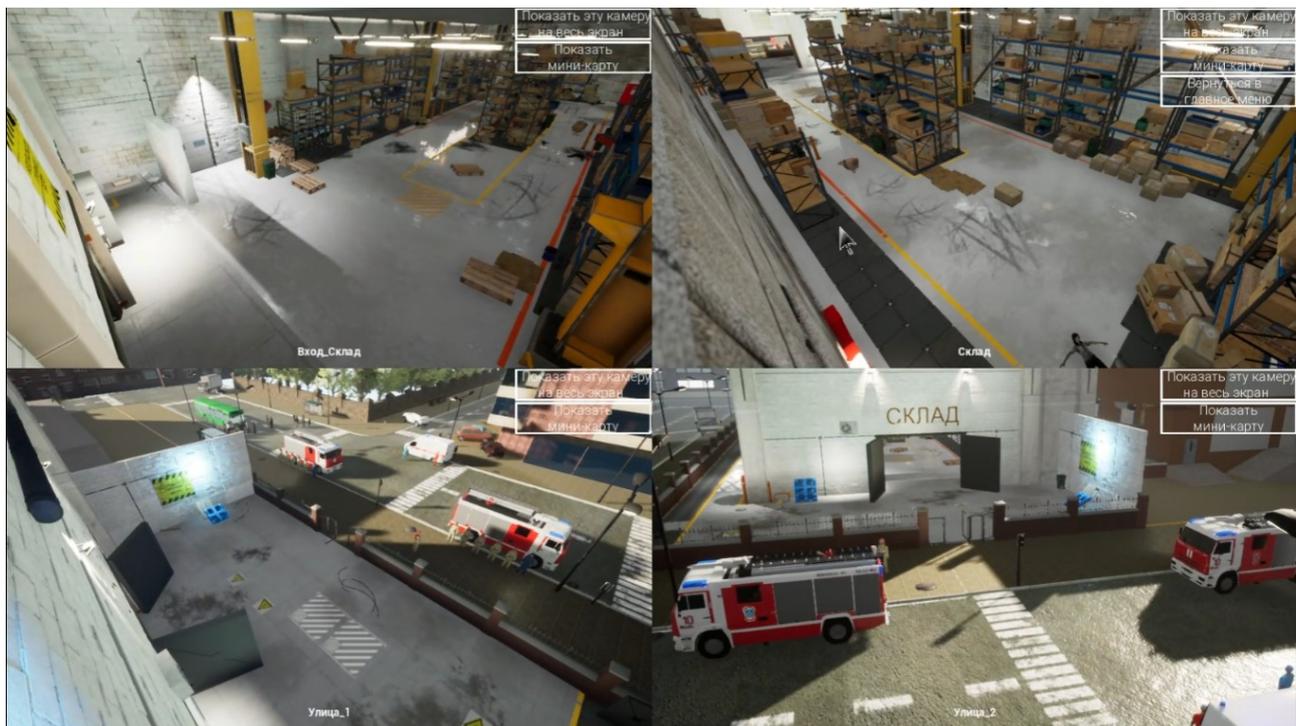


Рис. 13. Отслеживание действий курсантов в VR

В работе была поставлена цель разработать сценарий тушения пожара для VR. В ходе анализа было установлено, что ключевыми составляющими сценария должны быть: тактические возможности дежурного караула; место расположения очага пожара; внешние признаки пожара; обстановка внутри помещения; количество пострадавших и их расположение; погодные условия; деструктивные события; звуковые отвлекающие эффекты.

Однако следует отметить некоторые ограничения нашего исследования, такие как высокая утомляемость курсантов при погружении в VR-среду и неустойчивость оборудования. Несмотря на эти ограничения, полученные данные представляют собой значительный вклад в профессиональной подготовке и открывают новые перспективы для дальнейших исследований.

Таким образом, наше исследование подтверждает значимость нового подхода в становлении личности сотрудника в области тушения пожаров и подчеркивает необходимость дальнейшего изучения выделенной проблемы.

#### Литература

1. Шойгу Ю. С. Пыжьянова Л. Г. Прогнозирование и управление социально-психологическими рисками во время чрезвычайной ситуации // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2011. № 4. С. 76–83.
2. Гермацкая Е. И. Оценка уровня развития отдельных профессионально значимых психологических качеств будущих специалистов экстремальных профессий // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2020. Т. 4, № 1. С. 433–441.
3. Битюцкая Е. В. Лебедева Н. А., Цаликова Ю. Р. Изменение объема кратковременной памяти под влиянием стрессогенного воздействия у курсантов // Российский психологический журнал. 2020. №17 (1). С. 27–43.
4. Обзор систем виртуальной реальности / А.Ю. Тычков и [др.] // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. 2020. №2 (54). С. 3–13. DOI: 10.21685/2072-3059-2020-2-1.
5. Ермилов А. В., Никишов С. Н., Баканов М. О. Адаптация условий учебной деятельности курсантов в соответствии с особенностями профессиональных функций по тушению пожаров // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2022. Т. 6, № 3. С. 361–371.

***Дистанционное управление специальной аварийно-спасательной техникой с применением технологии лазерного сканирования местности и VR-интерфейсом***

В статье предлагается вариант модернизации беспилотной аварийно-спасательной техники, предназначенной для работы в зонах повышенной взрывопожароопасной обстановки, путем применения современных информационно-коммуникационных систем.

*Ключевые слова:* модернизация, беспилотная аварийно-спасательная техника, VR-интерфейс

***Zubarev I. A.,***

***Terentiev V. V.,***

***Krasilnikova M. A.,***

***Sinitsyn A. P.,***

***Barinov E. P.***

***Remote control special emergency rescue equipment using the technology of laser scanning of the terrain and a VR-interface***

The article proposes a variant of modernization of unmanned emergency rescue equipment designed to work in areas of increased explosive and fire hazard by using modern information and communication systems.

*Keywords:* modernization, unmanned emergency rescue equipment, VR-interface

Специфика решаемых задач МЧС России — мгновенное реагирование на любые чрезвычайные ситуации и пожары. Особенности техники, создаваемой в интересах ведомства, — высокая мобильность, работа в экстремальных условиях и многозадачность. Пожаротушение и проведение аварийно-спасательных работ в зонах повышенной взрывопожароопасной обстановки требует особой защиты личного состава, которая может решаться с помощью беспилотной техники. Главная задача беспилотной техники — заменить спасателя в опасных зонах, избежать несчастных случаев и повысить безопасность пожарных, не снизив эффективность решаемых задач.

Одним из примеров решения такой задачи является применение модернизации беспилотной аварийно-спасательной техники, созданной на базе серийно выпускаемой модели бульдозера (рис. 1).



Рис. 1. Дистанционно управляемый бульдозер D-12

Подготовка специалистов для управления такой техникой требует времени и ресурсов. Мы предлагаем использовать IT-решения, которые увеличивают производительность, снижают расходы и обеспечивают безопасность.

Система сканирования пространства умеет распознавать и объезжать препятствия, что защитит машину от аварий и столкновений [1].

Предусматривается два основных блока — система автоматического управления рис. 2 и система построения цифровой модели местности рис. 3.



Рис. 2. Сканирование местности с помощью системы автоматического управления

Для получения трехмерной модели местности с точностью 3–5 см используется система построения цифровой модели. Эта модель применяется для помощи оператору в режиме дистанционного управления. Оператор может видеть положение платформы на трехмерной модели местности. В режиме автономного управления платформой, цифровая модель рельефа служит в качестве базовой системы навигации.

Система состоит из комплекта БПЛА (квадрокоптер) и установленного на нем лидара, ЭВМ со специализированным программным обеспечением, шлема виртуальной реальности (опция).

САУ (система автоматического управления) имеет два режима работы:

- режим ручного дистанционного управления;
- автономный режим управления.

Система навигации состоит из четырех модулей:

- рабочее место оператора;
- система построения цифровой модели местности;
- ГЛОНАСС (глобальная навигационная спутниковая система) — спутниковая система, используемая для определения местоположения в любой точке земной поверхности с применением приемников. На платформе установлены два приемника ГЛОНАСС;

- SLAM-навигация — система вычисления положения устройства с одновременным построением карты в реальном времени. Это позволяет составлять карту неизвестной среды на ходу и постоянно обновлять ее с учетом движения объектов.



Рис. 3. Система построения цифровой модели местности

Разработка специального программного обеспечения, которое включает в себя весь спектр задач, решаемых реагирующими подразделениями, может эффективно подготовить спасателей к любым условиям эксплуатации беспилотной аварийно-спасательной техники, предназначенной для работы в зонах повышенной взрывопожароопасной обстановки.

Разработка специального программного обеспечения состоит из шести основных этапов, некоторые из которых представлены на рисунках ниже.



Рис. 4. Цифровая модель техники и ее позиционирование в пространстве

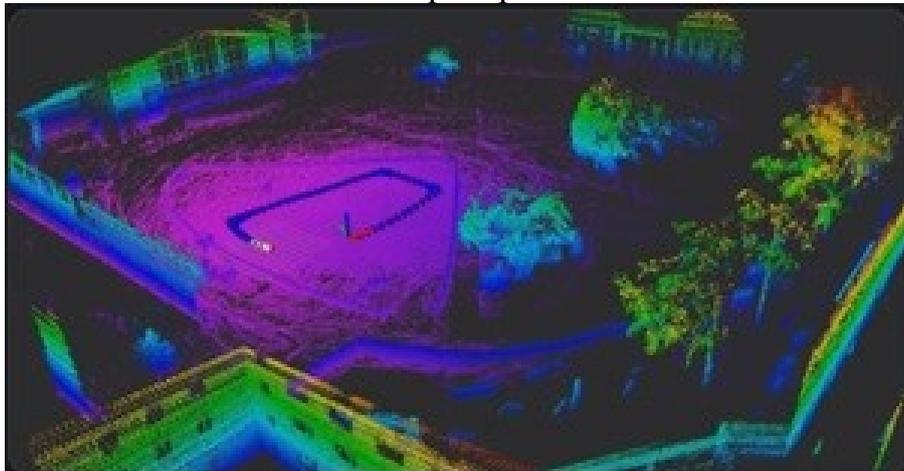


Рис. 5. Компьютерный код точной позиции машины с учетом препятствий в реальном времени

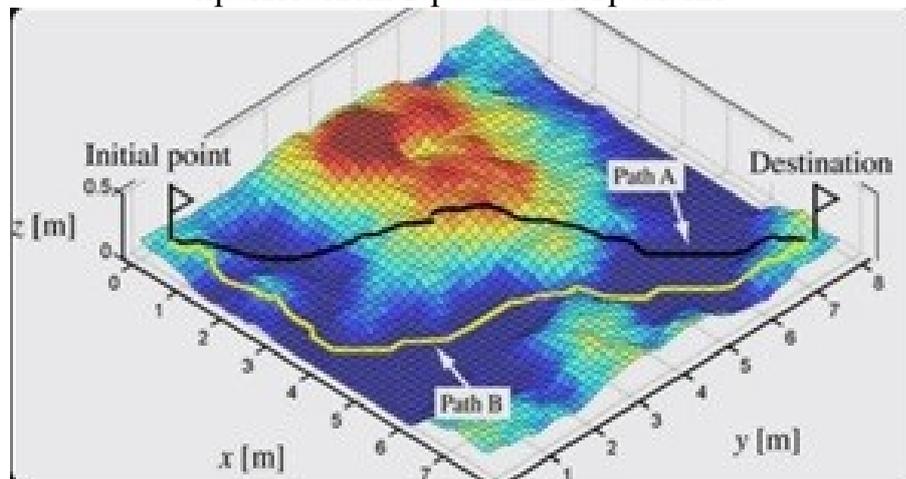


Рис. 6. Модель траектории пути и навигация

Основные этапы создания специального программного обеспечения.

1. Создается цифровая модель техники с виртуальными камерами, радарами, лидарами и датчиками положения.

2. Пишется код блока, который будет в реальном времени определять точную позицию машины и наносить препятствия на карту. Применяются алгоритмы AMCL, SLAM. Система принимает сигналы с лидаров и датчиков

положения машины, а также использует данные спутниковых систем позиционирования.

3. Моделируются траектория пути и навигация. Прорабатываются Path Planning алгоритмы и передаются данные в блоки, которые обеспечивают движение.

4. Программируется движение робота и его частей под выполнение конкретных задач. Настраиваются контроллеры для робототехнической системы.

5. Специалист по компьютерному зрению разрабатывает алгоритмы детекции и определения объемов камерой с помощью нейросетевых подходов или OPEN CV.

6. EMBEDDED-программист интегрирует разработанные алгоритмы в логические контроллеры, которые будут установлены на технику.

Предлагаемое техническое решение соответствует требованиям нормативных документов [2] и тенденциям развития мобильных роботизированных комплексов [3], а также повысит эффективность применения беспилотной техники, предназначенной для работы в зонах повышенной взрывопожароопасной обстановки, связанной с риском воздействия опасных факторов пожара с повышенной опасностью для жизни и здоровья оператора и возможность ее применения в интересах МЧС России.

#### Литература

1. ДСТ КиберТех : сайт. URL: <https://cyberdst.ru/#rec685567488> (дата обращения: 10.12.2024).
2. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны : приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11.12.2020 г. № 881н // Кодекс : электрон. фонд правовых и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573191712> (дата обращения: 10.12.2024).
3. Мобильные роботизированные комплексы : учеб. пособие / сост. А. И. Телегин, А. В. Филиппов, В. В. Терентьев, И. С. Лазарев. Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2015. 58 с.

УДК 614:84

zh2543588@gmail.com

**Калюжина Ж. С.**

*Сибирская пожарно-спасательная  
академия ГПС МЧС России  
Красноярск*

### ***Методы машинного и глубокого обучения для векторизации отсканированных чертежей***

Приведены основные аспекты векторизации чертежей с применением методов машинного обучения. Описан этап первичной обработки сканированного изображения с помощью нейронной сети на основе архитектуры U-Net, оценки геометрических примитивов при помощи нейронных сетей ResNet и Transformers и оптимизации параметров примитивов на заключительном этапе.

*Ключевые слова:* векторизация, нейронная сеть, машинное обучение, технические изображения, инженерные чертежи

## ***Machine and Deep Learning Methods for Vectorizing Scanned technical images***

The main aspects of vectorizing drawings using machine learning methods are presented. The stage of primary processing of the scanned image using a neural network based on the U-Net architecture, evaluation of geometric primitives using ResNet and Transformers neural networks, and optimization of primitive parameters at the final stage are described.

*Keywords:* vectorization, neural network, machine learning, technical images, engineering drawings

Векторизация технических чертежей, планов зданий и сооружений представляет собой важную и сложную задачу в области машинного обучения, которая до сих пор не имеет полного решения. Существует множество методов, которые решают различные вариации проблемы и ориентированы на разные типы входных и выходных данных, которые зависят от нужд конечного пользователя. Автоматическое распознавание планов зданий является актуальным направлением исследований и разработок для нужд сотрудников ГПС МЧС России:

- для руководящего состава пожарной охраны при составлении документов предварительного планирования боевых действий по тушению пожаров;
- для начальников караулов (руководителям тушения пожара) при составлении отчетной документации;
- сотрудникам надзора при проведении контрольно-надзорных мероприятий;
- инженерно-техническому персоналу объектов при составлении планов эвакуации и проведении работ по проектированию средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, которые введены в эксплуатацию, и выполнению инженерных расчетов и обоснований в области обеспечения пожарной безопасности.

Один из наиболее известных методов векторизации изображений — нахождение контурных кривых — Potrace, который находит контурные кривые [37]. Второй наиболее распространенный метод основан на извлечении сети кривых и очистке топологии [3], [1], [6], [5].

Суть метода, предложенного отечественными разработчиками [1], [2] и дорабатываемого в Академии для нужд ГПС МЧС России, состоит в следующем: система (рис. 1) принимает на вход растровый чертеж и создает набор графических примитивов, таких как отрезки линий и квадратичные кривые Безье, у которых есть ширина.

Алгоритм метода включает четыре шага.

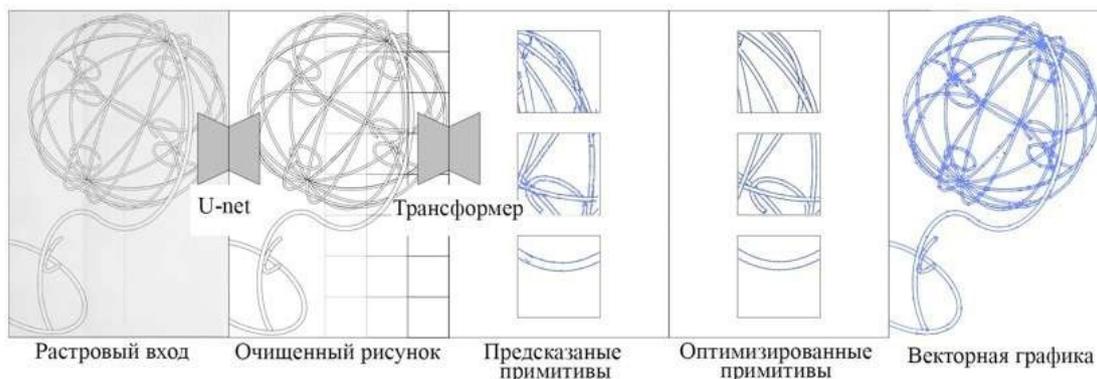
**1. Предварительная обработка сканированного изображения.** На

этом этапе нейронная сеть удаляет шум, корректирует контраст и заполняет отсутствующие части пропуски на изображении.

2. **Первоначальная оценка примитивов.** Очищенное изображение разделяется на фрагменты, и для каждого из них оцениваются начальные параметры примитивов с помощью нейронной сети.

3. **Оптимизация параметров примитивов.** Уточнение параметров примитивов происходит путем выравнивания их по очищенному растру.

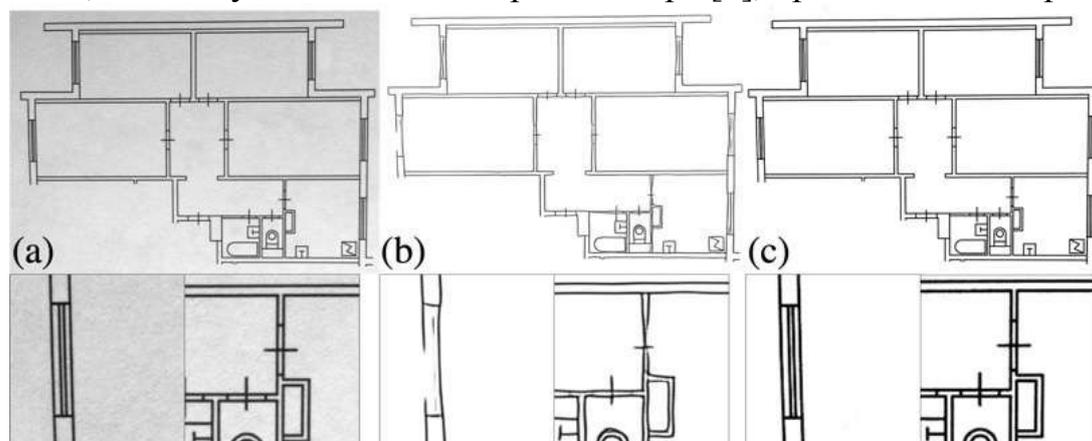
4. **Постобработка.** Объединяются предсказания из всех фрагментов и удаляются лишние примитивы.



*Рис. 1. Обзор представленного метода векторизации*

Рассмотрим каждый шаг подробнее.

Задача предварительной обработки изображения состоит в устранении шума, заполнении пропущенных частей линий и перевода фона в белый цвет. Описанная задача — сегментация изображения на два класса, где один класс представляет собой фон, а другой — все остальное. В работе используется архитектура типа U-net [7], которая широко применяется в задачах сегментации. Модель обучается на данных, сгенерированных искусственно, и дообучается на реальных данных. В качестве функции потерь используется бинарная перекрестная энтропия. Сравнение работы метод с наиболее известным, использующим сеть дискриминатора [8], представлено на рис. 2.



*Рис. 2. Пример предварительной обработки изображения: (a) — исходное сырое изображение, (b) — результат метода из работы [8], (c) — результат работы нашей модели*

Для начала очищенное растровое изображение, полученное из предыдущего этапа, разделяется на патчи. Далее параметры примитивов для каждого патча независимо инициализируются с помощью нейронной сети. Нейронная сеть состоит из энкодера на основе ResNet [4] и последовательности  $n_{\text{dec}}$  трансформерных блоков [9]. Каждый участок  $I_p \in [0, 1]^{64 \times 64}$  кодируется с помощью сети энкодера  $X^{\text{im}} = \text{ResNet}(I_p)$ , а затем признаки вложения примитивов  $X_i^{\text{pr}}$  декодируются с помощью трансформерных блоков (1):

$$X_i^{\text{pr}} = \text{Transformer}(X_{i-1}^{\text{pr}}, X^{\text{im}}) \in \mathbb{R}^{n_{\text{prim}} \times d_{\text{emb}}}, \quad i = 1, \dots, n_{\text{dec}} \quad (1)$$

На выходе получается набор параметров  $n_{\text{prim}}$  размером  $d_{\text{emb}}$ . Максимальное количество примитивов задается размером (0)-го вложения  $X_0^{\text{pr}} \in \mathbb{R}^{n_{\text{prim}}} \times d_{\text{emb}}$ .

Для предсказания параметров примитивов была обучена нейронная сеть с использованием функции потерь, оценивающей точность одновременного решения нескольких задач: бинарная энтропии для значения уверенности и взвешенной суммы отклонений от параметров ( $L_{\text{cls}}$ ) и ( $L_{\text{loc}}$ ):

$$L(p, \hat{p}, \Theta, \hat{\Theta}) = \frac{1}{n_{\text{prim}}} \sum_{k=1}^{n_{\text{prim}}} \left( L_{\text{cls}}(p_k, \hat{p}_k) + L_{\text{loc}}(\theta_k, \hat{\theta}_k) \right), \quad (2)$$

$$L_{\text{cls}}(p_k, \hat{p}_k) = -\hat{p}_k \log p_k - (1 - \hat{p}_k) \log (1 - p_k), \quad (3)$$

$$L_{\text{loc}}(\theta_k, \hat{\theta}_k) = (1 - \lambda) \|\theta_k - \hat{\theta}_k\|_1 + \lambda \|\theta_k - \hat{\theta}_k\|_2^2. \quad (4)$$

Поскольку эта функция потерь зависит от порядка и расположения элементов и их контрольных точек в наборе данных, конечные точки в примитивах и сами примитивы располагаются в определенном порядке, основываясь на сравнении их значений.

Нейронная сеть для классификации примитивов стремится минимизировать среднеквадратическую ошибку, однако даже при небольшой средней ошибке возможны отдельные неточности в оценках. Для уточнения параметров примитивов разработан функционал (5), который выравнивает примитивы по растровому изображению:

$$\Theta^{\text{ref}} = \underset{\Theta}{\text{argmin}} E(\Theta, I_p). \quad (5)$$

Оптимизационный функционал определяется как сумма трех членов для каждого примитива:

$$E(\Theta^{\text{pos}}, \Theta^{\text{size}}, I_p) = \sum_{k=1}^{n_{\text{prim}}} E_k^{\text{size}} + E_k^{\text{pos}} + E_k^{\text{rdn}}, \quad (6)$$

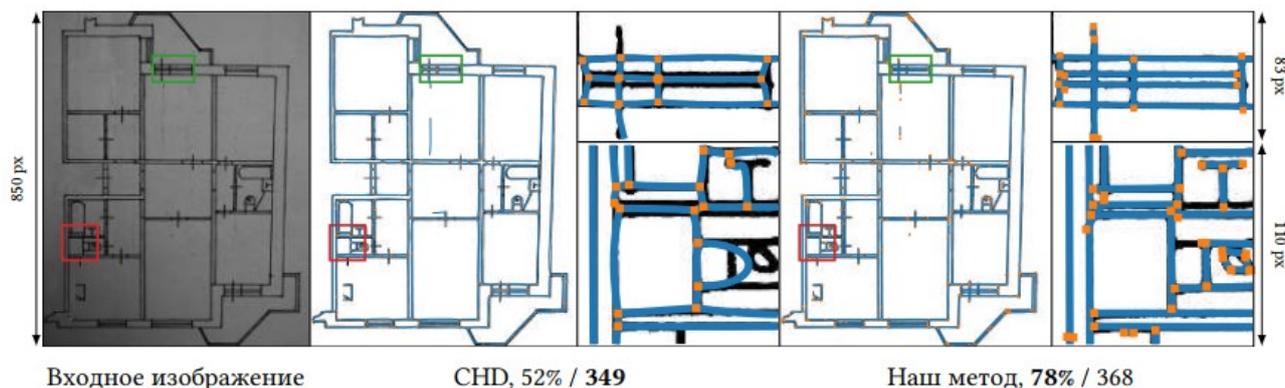
где  $\theta^{\text{pos}} = \{\theta_k^{\text{pos}}\}_{k=1}^{n_{\text{prim}}}$  — это параметры положения примитива,  $\theta^{\text{size}} = \{\theta_k^{\text{size}}\}_{k=1}^{n_{\text{prim}}}$  — параметры размера,  $\theta_k = (\theta_k^{\text{pos}}, \theta_k^{\text{size}})$ .

Положения линии заданы координатами ее средней точки и углом наклона, а размер — по ее длине и ширине. В случае дуги определяется средняя точка на пересечении кривой и биссектрисы угла между отрезками, соединяющими среднюю контрольную точку и конечные точки. Также

используются длины этих сегментов и углы наклона, соединяющие «среднюю точку» с конечными точками.

Для оценки работы алгоритма было использовано 15 тестовых изображений. Качественные результаты оценки представлены на рис. 3.

Хорошая векторизация должна реализовываться малым числом примитивов, но при этом максимально точно повторять входное изображение. По параметрам качества аппроксимации предложенная система превосходит другие методы, но уступает по количеству примитивов модели FvS.



*Рис. 3. Качественное сравнение на скане реального плана помещения. С лучшим результатом выделены жирным шрифтом. Примитивы показаны синим цветом с оранжевыми конечными точками поверх очищенного растрового изображения*

### **Заключение**

Предложенный метод векторизации технических изображений с использованием нейронных сетей значительно улучшает качество полученных векторных изображений технических сканов и уменьшает количество гиперпараметров благодаря использованию методов глубокого обучения и нового подхода к оптимизации.

### **Литература**

1. Latent-space laplacian pyramids for adversarial representation learning with 3d point clouds / V. Egiazarian et al. // Proceedings of the 15th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications. SCITEPRESS — Science and Technology Publications, 2020.
2. Bessmeltsev M., Solomon J. Vectorization of line drawings via polyvector fields // ACM Transactions on Graphics (TOG). 2019. № 38 (1). pp. 1–9.
3. Favreau J.-D., Lafarge F., Bousseau A. Fidelity vs. simplicity: a global approach to line drawing vectorization // ACM Transactions on Graphics (TOG). 2016. № 35 (4). P. 120.
4. Deep residual learning for image recognition / Kaiming He et al. // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016. Номер выпуска? pp. 770–778.
5. Ruchin K., Subodh K. A vectorization framework for constant and linear gradient filled regions // The Visual Computer. 2015. № 31 (5). pp. 717–732.
6. Topology-driven vectorization of clean line drawings / G. Noris et al. // ACM Transactions on Graphics (TOG). 2013. № 32 (1):4. страницы?
7. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation // International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention. Springer, 2015. pp. 234–241.
8. Simo-Serra E., Iizuka S., Ishikawa H.. Mastering sketching: adversarial augmentation for structured prediction // ACM Transactions on Graphics (TOG). 2018. № 37 (1):11. страницы?
9. Attention is all you need / A. Vaswani et al. // Advances in neural information processing systems. 2017. pp. 5998–6008.

***Практика применения цифровых технологий при проведении учебных занятий по дисциплине экология***

В статье представлен опыт применения цифровых технологий интернета для формирования у курсантов вуза компетенций, предусмотренных федеральными стандартами обучения по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность и направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

*Ключевые слова:* экология, температурные качели, комплексная безопасность, мониторинг

***Koksharov A. V.***

***Talalaeva G. V.,***

***Practice of using digital technologies in conducting training sessions on the discipline of ecology***

The article presents the experience of using digital Internet technologies to develop university cadets' competencies stipulated by federal standards of training in the specialty 20.05.01 Fire safety and the training direction 20.03.01 Technosphere safety.

*Keywords:* ecology, temperature swings, integrated security, monitoring.

Постановка проблемы. Федеральные государственные образовательные стандарты предусматривают в качестве обязательных общепрофессиональных компетенций курсантов, обучающихся пожарной и техносферной безопасности, наличие навыков использования теории и методов фундаментальных наук, достижений измерительной, вычислительной техники и информационных технологий для осуществления профессиональной деятельности, в том числе в сфере экологической безопасности. Одной из актуальных проблем экологической безопасности современности является адаптация территорий, экономики и населения к быстрому потеплению климата и феномену температурных качелей [1–4]. Инструментарий для отслеживания этого феномена представлен в интернете. В настоящее время существует ряд интерактивных сайтов, позволяющих осуществлять мониторинг температурных качелей и других параметров экологической безопасности дистанционно в формате онлайн.

В связи с изложенным мы сочли актуальным и своевременным дополнить названным материалом учебные занятия дисциплины «Экология», читаемой в ведомственном вузе. В текущем учебном году знакомство со структурой и алгоритмами работы указанных сайтов было включено в лист изменений

рабочей программы «Экология», преподаваемой на кафедре химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России. Учебно-методические разработки проведения практических занятий были актуализированы и апробированы на примере обучения курсантов второго курса факультета пожарной и техносферной безопасности и студентов факультета управления и комплексной безопасности.

Внесенные изменения были структурированы в соответствии с содержанием учебной рабочей программы. С учетом новых экологических вызовов и угроз, а также распространением сферы ответственности сотрудников МЧС России на Арктическую зону Российской Федерации было актуализировано содержание четырех из десяти тем учебной дисциплины «Экология», первоначальный вариант которой был разработан одним из авторов (Талалаевой Г. В.) в 2017 г. применительно к деятельности кафедры гражданской защиты Уральского института ГПС МЧС России. Дополнения, внесенные в рабочую программу в 2023–2024 учебном году, учитывают современный тренд подготовки специалистов, обозначенный приказом Минобрнауки РФ от 11.05.2022 № 445, согласно которому группа специальностей 2.10 Техносферная безопасность расширена за счет включения в нее новой специальности 2.10.2. Экологическая безопасность с подготовкой научных кадров по двум отраслям науки: химическим и техническим наукам. Ниже приводятся дополнения, внесенные в учебную рабочую программу «Экология» в 2023–2024 учебном году.

Тема 3. Состав и границы биосферы. Учение о биосфере. Влияние глобального потепления и температурных качелей на состав биосферы и продовольственную безопасность населения. Пожарная безопасность сити-фермерства. Формы взаимодействия сотрудников МЧС России с экологическими волонтерами и сити-фермерами, проект мобильного приложения «Моя безопасная сити-ферма».

Тема 5. Геофизические аспекты пожарной опасности лесов. Источники информации о синоптических рисках лесных пожаров: метеостанции, метеозонды, метеорологические радары, метеоспутники, суперкомпьютеры. Методы прогноза погоды: картография, компьютерное моделирование, анализ временных рядов.

Тема 6. Адаптация пожарных и спасателей к экстремальным факторам среды. Болезни адаптации: их виды, социальное значение, проявления и последствия; хронология проявления дизадаптационных нарушений при кратко- и долгосрочных программах адаптации человека; особенности климата Арктики, феномен северного сияния, температурных качелей, синдром полярного напряжения, северный тип метаболизма постоянных и пришлых жителей Арктики.

Тема 8. Адаптация человека к цифровой среде обитания. Использование интерактивных карт интернета для прогноза пожароопасной ситуации в регионе: оперативный мониторинг пожаров на карте НИИ «АЭРОКОСМОС», Windy: Wind map and weather forecast; IQAir Earth Air Pollution Map; ERA-5.

Полученные результаты. Обучающиеся с интересом, а некоторые даже увлеченно знакомятся с современной областью экологии, прикладной метеорологией, содержащей в себе информацию о технологиях двойного назначения, которые могут быть использованы для решения задач комплексной безопасности мирного и военного времени. Практико-ориентированные занятия концентрировали внимание обучающихся на геометрии и масштабах зон покрытия поллютантами (оксидами серы и азота) территорий; на зависимости этих параметров от направления доминирующих ветров, преобладания в их структуре ламинарных потоков или циркулярных вихрей; на значимости географического расположения вихрей с высоким и низким давлением в различных районах (зонах сосредоточения промышленных, сельскохозяйственных, стратегически важных объектов; логистических магистралей; высокой плотности населения; ландшафтных пожаров; расположения сил и средств МЧС России). В связи с участием курсантов старших курсов института в ликвидации наводнений в Оренбургской области живой интерес был проявлен обучающимися во время изучения основ гидродинамики речных бассейнов Урала и Сибири, а также при составлении прогноза возможных негативных последствий влияния температурных качелей и неустойчивости региональных метеоусловий на водостоки крупных рек и связанные с их изменением потенциальные угрозы комплексной безопасности территорий и населения.

Ряд курсантов и студентов пожелали углубить свои знания в этой области, приняв участие в работе научного кружка кафедры. Темами научно-исследовательских работ активной группы обучающихся стали следующие.

- Мониторинг температурных качелей на территории Уральского федерального округа, Зауралья и Арктики.
- Изменение характеристик лесных пожаров в условиях потепления климата.
- Сити-фермы как технология защиты неустойчивости региональных метеоусловий и способ снижения риска продовольственной безопасности региона.

Эмпирическую информацию для своих исследований участники научного кружка методом ежедневного мониторинга погоды с помощью сайтов, перечисленных выше (Тема 8). В аналитическую разработку были приняты такие показатели сайтов, как температура воздуха; атмосферное давление; уровни загрязнения воздуха оксидами углерода, азота и серы; направления ветров; значения влажности, ультрафиолетового индекса, пожарной опасности территорий с разным масштабом разрешения. Статистическая обработка полученных эмпирических данных осуществлялась методом анализа временных рядов. Результаты научно-исследовательских работ обучающихся отражены в восьми публикациях, четыре из которых включены в базу данных РИНЦ. Подробно алгоритм перехода крупных лесных пожаров в катастрофические в условиях глобального потепления климата изложен в публикации [5].

За период внедрения актуализированной рабочей программы дисциплины «Экология» в учебный процесс вуза двое курсантов приняли участие в конкурсах работ молодых ученых и были удостоены дипломов первой степени. Опыт учебно-методической работы по интеграции знаний в области цифрового мониторинга экологических угроз населению и территорий, а также материалы научных исследований кафедры химии и процессов горения по этой теме успешно апробированы на ряде международных конференций, в том числе на XXXVI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности» (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России, Москва, 31 мая 2024 г.) и на Международном форуме «KAZAN DIGITAL WEEK-2024» (Казань, 9–10 сентября 2024 г.) [6].

**Выводы и заключение.** Изменения, внесенные в рабочую программу в рамках цифровизации учебного процесса, повышают заинтересованность, активность и креативность обучающихся. Внедренные инновационные дополнения к методике проведения учебных занятий имеют практико-ориентированный и профессионально-значимый характер, актуализируют стремления обучающихся углубить личные знания в области экологии, экологической, пожарной и комплексной безопасности.

**Практически рекомендации.** На наш взгляд, дальнейшее внедрение цифровых технологий, включая интерактивные карты по прикладной климатологии, региональной метеорологии и экологической безопасности целесообразно внедрять в учебный процесс ведомственных вузов с ориентацией на современные педагогические технологии, а именно такие, как решение ситуационных задач с элементами ролевых игр и геймификации, разработки дидактических приложений с элементами искусственного интеллекта, создание образовательных программ персонализированного обучения и индивидуальных образовательных траекторий.

#### Литература

1. Информационные системы, банки данных, реестры, регистры // МЧС России : офиц. сайт. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/informacionnye-sistemy> (дата обращения: 02.10.2023).
2. Цифровизация МЧС России направлена на сохранение жизни людей и снижение ущерба при ЧС // МЧС России : офиц. сайт. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/presscentr/novosti/4274526> (дата обращения: 02.10.2023).
3. Атлас опасностей и рисков // МЧС России : офиц. сайт. URL: [https://atlas.mchs.gov.ru/?startDate=2023-10-04&endDate=2023-10-04&\\_u=65134](https://atlas.mchs.gov.ru/?startDate=2023-10-04&endDate=2023-10-04&_u=65134) (дата обращения: 02.10.2023).
4. Башкин, В. Н. Системный анализ экологических и природных рисков // Проблемы анализа риска. 2023. № 20 (4). С. 8–9. URL: <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-4-8-9> (дата обращения: 02.10.2023).
5. Талалаева Г. В. Каскадный алгоритм перехода крупных лесных пожаров в катастрофические в условиях глобального потепления климата // Развитие науки и общества в современных условиях. Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. С. 356–396.
6. Талалаева Г. В., Клименко И. П. Включение интерактивных метеорологических карт Интернета в процесс изучения экологической безопасности // Международный форум KAZAN DIGITAL WEEK – 2024 : сб. материалов / сост. Р. Ш. Ахмадиева, Р. Н. Минниханов ; под общей ред. член-корр. Академии наук Республики Татарстан, д-ра техн. наук, проф. Р. Н. Минниханова. Казань : НЦБЖД АН РТ, 2024. Ч. 1. С. 1240–1246.

### ***Перспективы стандартизации в области информационного обеспечения комплексной безопасности***

Стандартизация служит основой нормативной базы технического регулирования, направленного на обеспечение комплексной безопасности. Перспективным направлением стандартизации является разработка «умных» стандартов.

*Ключевые слова:* стандартизация, пожарная безопасность, предварительные национальные стандарт

***Kononenko E. V.,  
Mokrousova O. A.,  
Cherkasskiy G. A.***

### ***Prospects for standardization in the field of information security***

Standardization serves as the basis for the regulatory framework of technical regulation aimed at ensuring comprehensive safety. A promising area of standardization is the development of "smart" standards.

*Keywords:* standardization, fire safety, preliminary national standards

Проблемы объективной оценки соответствия объектов обязательным требованиям безопасности, содержащимся в действующих технических регламентах, в значительной степени обусловлены недостаточным уровнем информированности специалистов. Одной из причин является большой объем документов по стандартизации — стандартов и сводов правил, входящих в перечни нормативных документов, сопровождающих технические регламенты. Только по направлению обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений действуют три технических регламента, для соблюдения требований которых предусмотрено выполнение минимум 452 стандартов и сводов правил из трех перечней, а для оценки комплексной безопасности — 1 071 документа.

Сложности проведения сравнительного анализа документов для принятия взвешенных решений определяются также тем, что бумажный и pdf форматы интерпретируются исключительно человеком и не являются машинопонимаемыми, так что работа с ними зависит от профессиональной компетенции и даже просто внимательности сотрудника. В настоящее время не существует некоторого универсального стандартизованного формата представления документов.

В целях сокращения скорости роста числа действующих стандартов с 2011 г. применяются предварительные национальные стандарты (ПНСТ, предстандарты), которые входят в национальную систему стандартизации, но принимаются только на три года: в течение этого срока их опробуют и на основании оценки эффективности предстандарты составят заключение о продолжении или прекращении действия документов.

До настоящего времени разработано свыше 900 ПНСТ, в том числе серия документов по безопасности в ЧС, например ПНСТ 775–2022 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасный город. Прогнозирование последствий разлива нефти и нефтепродуктов. Общие требования» (введен с 01.07.2023 до 01.07.2026) [1].

С 1 февраля 2024 г. действует первый документ из новой серии стандартов: ПНСТ 864–2023 «Умные (SMART) стандарты. Общие положения» [2]. В сложившейся ситуации можно решать вопросы цифровизации применительно к обеспечению пожарной безопасности и безопасности объектов строительства.

SMART (Standards Machine Applicable Readable and Transferable) стандарт рассматривается как совокупность данных, представленных в машиночитаемом, машиноинтерпретируемом и машинопонимаемом форматах, что обеспечивает возможность прямой обработки данных с использованием информационных систем наряду с обычным чтением. ПНСТ 864–2023 может применяться для разработки внутренних стандартов любых организаций в целях оценки состояния или управления процессами производственного менеджмента или обеспечения безопасности.

Важнейшей практической задачей является представление стандартов в виде, при котором любой конструктор, технолог, специалист по обеспечению безопасности могут применять цифровой документ по стандартизации на этапах проектирования, изготовления, эксплуатации продукции, к которой относятся, в частности, здания и сооружения. Анализ данных из доступных источников информации свидетельствует, что пока это перспективная разработка, однако перспективы ее для технического регулирования в пожарной безопасности широки в плане исходного обеспечения и контроля безопасности объектов защиты.

Для полноценного внедрения SMART-стандартов необходима разработка комплекса, среди них можно назвать ПНСТ 909–2024 «Требования к цифровым информационным моделям объектов непроизводственного назначения. Ч. 1. Жилые здания» [3]. Следующие стандарты должны касаться SMART-сервисов по представлению и обмену данными требований и методики разработки самих SMART-стандартов.

Согласно СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» [4], цифровая информационная модель — *трехмерная модель* — это электронный документ в составе информационной модели объекта капитального строительства. Цифровая информационная модель объекта капитального строительства представляет

собой совокупность взаимосвязанных инженерно-технических и инженерно-технологических данных об объекте капитального строительства, представленных в цифровом объектно-пространственном виде. Технические решения и нормы, относящиеся к пожарной безопасности, также входят в состав модели.

Отечественный консорциум «Кодекс» много лет ищет цифровой формат представления документов, который будет способствовать развитию экономики. Для этой цели в 2021 г. был образован проектный технический комитет ПТК 711 «Умные (SMART) стандарты», взаимодействующий со Стратегической консультативной группой ИСО по машиночитаемым стандартам (ISO SAG MRS). Разработки «Кодекса» приняли для себя как ИСО, так и СЕН/СЕНЭЛЕК — международная и европейская организации по стандартизации.

В настоящее время решаются следующие задачи:

- формирование единой терминологии, а также общей архитектуры SMART-стандартов;
- разработка необходимых на этом этапе предварительных национальных стандартов;
- согласование действий с международными экспертами и техническими комитетами;
- разработка программной технологической базы применения SMART-стандартов в управлении и производстве.

Консорциум «Кодекс» создает IT-инструменты для работы с нормативными и техническими документами и принимает участие в решении проблем в абсолютно новой сфере для всего IT-рынка, связанных с нормативным языком для обобщения и описания предлагаемых практик. Опыт, приобретенный в строительном бизнесе и в других сферах применения IT-технологий, показывает, что необходимо наличие содержания, ориентированного на человека; в результате было принято решение от взаимодействия с человеком полностью не отказываться.

На сегодняшний день ПТК 711 разработано три проекта ПНСТ: ныне действующий ПНСТ 864–2023 «Умные (SMART) стандарты. Общие положения» (разработчик АО «Кодекс») [2]; стандарт по классификации объектов стандартизации в рамках SMART-стандартов (разработчик ООО «ИндигоСофт»), который находится на доработке по итогам публичного обсуждения; стандарт серии «Архитектура и форматы данных» (разработчик АО «Кодекс»), представленный на публичное обсуждение в марте 2024 г.

Информация о работе ПТК 711, развитии концепции SMART-стандартов и прикладном развитии SMART-технологий регулярно обновляется на [цифровой платформе «Техэксперт»](#). По мнению С. Дмитриевой, директора по SMART-технологиям Консорциума «Кодекс», следует готовиться к решению вопросов правового регулирования применения SMART-стандартов, а для решения юридических вопросов и судебной практики лучше иметь единые правила в оцифрованном виде.

В настоящее время осуществляются обучение искусственного интеллекта для формирования базы знаний по структурированным текстам нормативных документов и поиск способов автоматизированного выделения и классификации требований в документах для решения задачи разработки и внедрения SMART-стандартов.

Что касается развития рассмотренного направления цифровизации, то в области строительства и проектирования происходит переход от реестра документов по инженерным изысканиям, проектированию, строительству и сносу зданий к реестру требований с учетом вида объектов защиты. С 2024 г. обязательно представление требований в машиночитаемом и машинопонимаемом виде. Это является инновационным решением, требующим разработки программного и юридического обеспечения, применения информационных моделей типовых проектов и обучения персонала применению новых подходов.

В свою очередь, задачей преподавателей дисциплин кафедры пожарной безопасности в строительстве — как строительного профиля, так и технического регулирования — является постоянный мониторинг ситуации в развитии стандартизации и цифровизации, своевременное обновление учебных материалов и подготовка методических материалов для обучающихся и преподавателей института.

#### Литература

1. ПНСТ 775–2022. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасный город. Прогнозирование последствий разлива нефти и нефтепродуктов. Общие требования : предварительный нац. стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 29 ноября 2022 г. № 126-пнст : срок действия с 2023-07-01 до 2026-07-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300388265> (дата обращения: 06.12.2024).
2. ПНСТ 864–2023. Умные (SMART) стандарты. Общие положения : предварительный нац. стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 23 октября 2023 г. № 41-пнст : срок действия с 2024-02-01 до 2027-02-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300388265> (дата обращения: 06.12.2024).
3. ПНСТ 909–2024. Требования к цифровым информационным моделям объектов непромышленного назначения. Ч. 1. Жилые здания : предварительный нац. стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 10 января 2024 г. № 1-пнст : срок действия с 2024-02-01 по 2027-02-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1304734135> (дата обращения: 06.12.2024).
4. СП 333.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла : свод правил : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. № 928/пр и введен в действие с 1 июля 2021 г. : введен впервые : дата введения 2021-07-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573514520> (дата обращения: 06.12.2024).

***Специфика и особенности обеспечения речевой разборчивости при проектировании СОУЭ согласно новой редакции СП 3.13130***

С целью совершенствования программно-вычислительных комплексов, используемых для автоматизации процессов вычисления (программы типа «Нанософт» и других программных продуктов), необходимо разрабатывать соответствующую адекватную методологию. В статье предложены некоторые подходы, необходимые для обеспечения речевой разборчивости при проектировании СОУЭ.

*Ключевые слова:* системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, автоматизированные методы расчета, расчет речевой разборчивости, соотношение сигнал/шум, расстановка речевых оповещателей

***Kochnov O. V.***

***The specifics and features of ensuring speech intelligibility in the design of SOUE according to the new version of SP 3.13130***

In order to improve the software and computing systems used to automate computing processes (programs such as Nanosoft and other software products), it is necessary to develop an appropriate adequate methodology. In this article, some approaches are proposed that are necessary to ensure speech intelligibility in the design of SOUE.

*Keywords:* warning and evacuation management systems in case of fire, automated calculation methods, calculation of speech intelligibility, signal-to-noise ratio, placement of voice announcers

1. В настоящий момент на обсуждение вынесена редакция нового свода правил СП 3.13130 с новыми существенными изменениями, в соответствии с которыми нам, по всей видимости, предстоит работать в дальнейшем. Предлагаемый проект новой редакции свода правил 3.13130 «Система противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей. Требования пожарной безопасности» [1] представляет собой более сложный и более объемный нормативный документ.

2. В документе подробно изложен и существенно расширен спектр задач, возлагаемых на СОУЭ и оказывающих существенное влияние на сложность проектных расчетов. Одна из причин создания нового документа — установление взаимосвязи с новыми текущими стандартами [2–4]. Классификация и требования к пожарным оповещателям повторяет требования ГОСТ Р 34699-2020 [2]. В этой статье мы не станем проводить сравнение преимуществ и недостатков описанного подхода, а рассмотрим пункты 6.7, 6.11 [1]. Свод правил различает помещения квартир от других помещений. Обратим внимание на соотношение «сигнал/шум». Обозначим его  $\Delta_{с/ш}$ . Для помещений

квартир  $\Delta_{с/ш} = 10$ дБ; для остальных помещений  $\Delta_{с/ш} = 15$ дБ, что является вполне обоснованным. Это требование вносит недоразумение, когда указывает, что *уровень звукового давления сигнала оповещения о пожаре должен быть не менее 55 дБА в помещениях квартир*.

3. В Приложении Д приведена шум таблица Д.1, в которой для жилых комнат квартир указан эквивалентный уровень звукового давления постоянного шума  $L_{Аeq} = 40$ дБА. Обозначим *уровень звукового давления сигнала оповещения о пожаре*  $L_{дБА}$ . Так как не указано, на каком расстоянии должен быть обеспечен  $L_{дБА} = 55$ дБА, то следует рассматривать наихудший случай —  $r = 1$ м. Очевидно, что на 3 метрах звуковое давление снизится на 9,5дБ, чего далее потребует пункт 6.11.1. Кроме того, согласно [5], речевые оповещатели (далее — РО) должны быть установлены в помещениях с постоянным пребыванием людей (в том числе в помещениях жилого назначения, на путях эвакуации людей, включая лестничные клетки). В жилых квартирах допускается устанавливать РО только в прихожей при площади квартиры не более 150 м<sup>2</sup>. Тогда при межкомнатных дверях со звукопоглощением  $\sim 15$ –20 дБ, уровень звукового давления в комнате составит максимум  $L = 55 - 9,5 - 15 = 30,5$  дБ, что гораздо ниже 40 дБ. Таким образом, уровень звукового давления в помещениях квартир д. б. не менее (с учетом: 40 дБ — уровень шума; 10 дБ — запас; 9,5 дБ — ослабление на расстоянии; 15 дБ — ослабление на двери), итого  $L_{дБА} = 74,5$  дБА. Далее СП указывает способы реализации требования п. 6.7.2: «Для выполнения данного требования следует использовать данные о шуме по результатам фактических измерений в октавных или третьоктавных полосах частот в условиях эксплуатации при работе создающего шум оборудования или проведения иных процессов. Данные о шуме должны быть отражены в проектной документации». Укажем на то, что данное требование практически не реализуемо, так как неясно, кто из исполнителей в какой момент и каким образом будет выполнять замеры (в том числе по отдельным октавным полосам); каким образом будет осуществляться усреднение результата; какие административные решения будут приниматься при несовпадении предварительных и реальных результатов проектирования. Заметим, что подобного рода измерения могут выполнить профессиональные акустики на уже эксплуатируемых объектах защиты. На раннем же этапе проектирования СОУЭ подобного рода исследования не могут быть выполнены.

4. Рассмотрим требование, обеспечивающее речевую разборчивость (6.11.1). Способы обеспечения «удовлетворительной разборчивости» приведены далее (6.11.4). Весь пункт является сплошным противоречием как основных положений теории речевой разборчивости [6], [7], так и приведенного в списке литературы ГОСТа к этому СП [8]. Разберем каждый из подпунктов. Рассмотрим пункт (а). Обеспечить обозначенное требование можно: непосредственным замером; расчетом времени реверберации по формуле Эйринга [7]. При использовании этой формулы возникает вопрос: а каким образом определить среднее звукопоглощение на все той же ранней стадии проектирования? Рассмотрим пункт (б). Это совершенно некорректное ограничение, так как основным критерием разборчивости речи является не

уровень шума или помехи, а соотношение  $\Delta_{c/ш} > 10$  дБ. Рассмотрим пункт (в). Это допущение не повышает, а наоборот, снижает уровень разборчивости, так как допускает  $\Delta_{c/ш} = 10$  дБ вместо требуемых  $\Delta_{c/ш} = 15$  дБ. Рассмотрим пункт (г). Предлагаемое ограничение в виде шага расстановки  $Ш = 6$  м и минимального расстояния между РО и расчетной точкой (далее — РТ) или оповещаемым  $r = 6$  м само по себе не является ошибкой, однако противоречит Приложению Д [1], в котором для обеспечения удовлетворительной разборчивости расстояние между РО не должно превышать 20 м, а расстояние от РО до оповещаемого не должно превышать 8 м, что, с одной стороны, является ошибкой, с другой — противоречием. Сложность в том, что требование пункта (г) может быть выполнено только способом плотной квадратной решетки для потолочных РО при высоте потолков менее 4 м, рис. 2 (а), и для настенных РО с расстановкой в шахматном порядке вдоль двух стен в помещении шириной не более 6 м. Достаточно эффективно с задачей расстановки РО справляется «Программа для электроакустического расчета, выполняемого при проектировании СОУЭ» [9], рис. 1.

**ЭЛЕКТРО-АКУСТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ**

Параметры громкоговорителя

91 чувствительность громкоговорителя (SPL, дБ)

6 мощность громкоговорителя (P, Вт)

90 ширина диаграммы направленности на частоте 4 кГц (ШДН, град)

1 тип громкоговорителя (ТИПЕ: 1 - потолочные, 2 - настенные, 3 - рупорные)

Уровень шума в помещении

задать вручную

выбрать из списка согласно требованиям СП 51.13330.2011

60 уровень шума в помещении (УШ, дБ)

Параметры помещения

15 длина помещения (а, м), громкоговорители ставятся вдоль этой стены

15 ширина помещения (b, м)

3 высота установки громкоговорителей (Н, м)

Условия расчета

15 запас звукового давления (ЗД, дБ)

1 расстояние до расчетной точки (r, м)

учитывать отражение поверхности

Ламинат, Кпогл=0.07

Он-лайн калькулятор работает по методике, представленной в учебном пособии "Системы оповещения и проводной связи. Учебное пособие." (Кочнов О.В., 2021)

Выбранный громкоговоритель: ROXTON PA-620T - Потолочный громкоговоритель (SPL=91 дБ, P=6 Вт, ШДН=90°, Тип=1)

Уровень шума в помещении: 60 дБ

Длина помещения: 15 м

Ширина помещения: 15 м

Высота установки громкоговорителя: 3 м

Тип отражающей поверхности: Ламинат, Кпогл=0.07

Звуковое давление громкоговорителя: 99,78

Звуковое давление в расчетной точке (РТ): 99,78

Выбранная схема расстановки: "Размещение потолочных громкоговорителей в цепочке С УЧЕТОМ отражений"

Эффективная дальность звучания (1-го громкоговорителя): 14,42 м

**РЕКОМЕНДАЦИИ**

Количество цепочек громкоговорителей: 2

Шаг расстановки громкоговорителей (в цепочке): 9,00 м

Количество громкоговорителей (в цепочке): 2

Площадь озвучиваемого помещения: 225,00 м<sup>2</sup>

Общее количество громкоговорителей: 4

Выберите громкоговоритель:

ROXTON PA-620T - Потолочный громкоговоритель

Размещение потолочных громкоговорителей в цепочке С УЧЕТОМ отражений

Корресп. Вид обзора

Рис. 1. «Программа для электроакустического расчета, выполняемого при проектировании СОУЭ» № 2024611103

5. Альтернативной расстановкой по схеме «плотная квадратная решетка» могут служить такие схемы, как «квадратная решетка» и «плотная квадратная решетка с учетом отражений», также выполняемые калькулятором. На рис. 2 приведены результаты расчета количества РО в зависимости от площади озвучиваемого помещения для различных схем расстановки.



Рис. 2. Зависимость необходимого количества громкоговорителей от площади озвучиваемого помещения

### **Анализ полученных результатов**

1. Предлагаемая редакция свода правил [1] имеет ряд принципиальных несоответствий, требующих доработки, например, несоответствие требований к соотношению сигнал/шум; избыточные и трудновыполнимые требования к определению времени задержки; избыточные требования к ограничению минимального расстояния между РО и оповещаемым человеком.

2. Согласно рис. 2, количество РО, необходимое для озвучивания помещения площадью 2 000 м<sup>2</sup>, полученное с использованием схемы «плотная квадратная решетка» без учета отражений в 1,9 раз превышает результат, полученный расстановкой РО по схеме «квадратная решетка» и в 4,84 раза результат, полученный расстановкой РО по схеме «плотная квадратная решетка» с учетом отражений, обеспечивающих речевую разборчивость с оценкой «удовлетворительно» при должном обосновании [8].

3. Адекватная реализация методик расчетов позволяет строить достаточно простые и эффективные для проектировщиков программы (электроакустических) расчетов и при необходимости внедрять полученный результат в более мощные продукты, например отечественный автоматизированный расчетный комплекс «Нанософт».

### **Литература**

1. СП 3.13130. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности : свод правил : утвержден и введен в действие приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 173 : введен впервые : дата введения 2009-05-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения: 04.12.2024).
2. ГОСТ 34699-2020. Технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний : межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 29 июня 2021 г. № 599-ст : введен впервые

: дата введения 2023-07-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180195> (дата обращения: 04.12.2024).

3. ГОСТ Р 59639-2021. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность : нац. стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 24 августа 2021 г. № 792-ст : введен впервые : дата введения 2021-09-15 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180686> (дата обращения: 04.12.2024).

4. СП 484.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования : свод правил : утвержден и введен в действие приказом МЧС России от 31 июля 2020 г. № 582 : введен впервые : дата введения 2021-03-01 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 04.12.2024).

5. СП 477.1325800.2020. Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности : свод правил : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 29 января 2020 г. № 45/пр и введен в действие с 30 июля 2020 г. : введен впервые : дата введения 2020-07-30 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564612859> (дата обращения: 04.12.2024).

6. Сапожков М. А. Электроакустика. М. : Издательство Связь, 1978. 272 с.

7. Акустика : учебник для вузов / Ш. Я. Вахитов [и др.] ; под ред. Ю. А. Ковалгина. М.: Горячая линия-Телеком, 2009. 660 с.

8. Кочнов О. В. Специфика проектирования систем проводного речевого оповещения: монография. Казань : Издательство «БУК», 2023. 312 с.

9. Программа для электроакустического расчета, выполняемого при проектировании СОУЭ : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024612813.

УДК 614.8; 004.021

[natkamoskvina@mail.ru](mailto:natkamoskvina@mail.ru)

**Москвина Н. В.**

*Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий)*

### ***Цифровая трансформация единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на основе платформенного подхода***

Сформулирована ключевая проблема информационного взаимодействия сил и средств различного ведомственного подчинения при реагировании на происшествия и чрезвычайные ситуации. Рассмотрены вопросы создания коммуникационной платформы общественной безопасности — цифровой платформы спасателей — для совместного реагирования экстренных оперативных служб, сил и средств с целью повышения эффективности их совместных действий при происшествиях и ЧС за счет возможности быстро получать больше объективной информации и осуществлять взаимодействия в цифровой форме.

*Ключевые слова:* единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, виртуальная реальность, защита населения и территорий, цифровая трансформация, цифровая платформа, искусственный интеллект.

***Digital transformation of the unified State emergency prevention and response system based on a platform approach***

It defines the key problem of information interaction of forces and means of various departmental subordination in response to accidents and emergencies. The article discusses the issues of creating a public safety communication platform – the first responders' digital platform for emergency services, forces and means, in order to increase the effectiveness of their joint actions in accidents and emergencies by quickly obtaining more objective information and digital interaction.

*Key words:* unified emergency prevention and response state system, emergencies; virtual reality; digital transformation, digital platform, artificial intelligence

В 2019 году был запущен федеральный проект по внедрению в федеральных органах исполнительной власти искусственного интеллекта (далее — ИИ) [1]. Президиум Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности на заседании 27 августа 2020 года [2] утвердил Паспорт федерального проекта. Начиная с 2021 года в органах государственной власти применяется программно-целевой принцип планирования цифровой трансформации [3].

В соответствии с принятыми Правительством Российской Федерации руководящими документами МЧС России развивает применение современных цифровых технологий. Так, МЧС России впервые в 2023 году применило систему на основе ИИ для выявления по спутниковым снимкам [4]. Развивается беспилотная авиация, в том числе для мониторинга опасных природных явлений [5].

Рост применения систем, генерирующих цифровые данные, закономерно ведет к увеличению их объемов, это требует, с одной стороны, увеличения пропускной способности каналов передачи данных, с другой — наличия пользовательских устройств, которые способны эти данные принять и, как минимум, правильно отобразить. В действующих нормативных документах [6] такое положение дел не могло найти отражения в силу стремительного развития технологий по сравнению с принятием нормативных документов.

Формально руководящие документы обязывают использовать любые цифровые данные, получаемые из «совокупности информационных ресурсов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций» [7]. Однако это не так, и особенно остро проблема проявляется в случае межведомственного обмена данными [8], когда в зоне ЧС работают отряды различной ведомственной подчиненности.

С учетом того, что в настоящее время всестороннее развитие получили самые разнообразные системы мобильной связи и предстоит переход на использование 5G сетей [9], стоит всерьез задуматься над формированием российской высокоскоростной коммуникационной платформы для обмена данными между экстренными оперативными и спасательными службами

(далее — ЭОС), использующей существующие сети связи для работы со всеми умными устройствами: телефонами, планшетами, ноутбуками, дронами и тому подобное.

В США в 2012 году в соответствии с федеральным законодательством было создано управление сети быстрого реагирования (FirstNet), а с 2017 года компанией AT&T в партнерстве с правительством США активно создается FirstNet (<https://www.firstnet.com/>) — общенациональная высокоскоростная коммуникационная платформа для улучшения связи между службами общественной безопасности. Она обеспечивает надежную и безопасную сеть с функциями приоритета и упреждающего доступа во время чрезвычайных ситуаций, гарантируя, что у служб экстренного реагирования есть необходимые инструменты для эффективной работы в критических ситуациях.

Ключевым компонентом возможностей FirstNet является ее группа оперативного реагирования: специализированная команда, обеспечивающая поддержку на местах во время крупных инцидентов, стихийных бедствий и запланированных мероприятий. Эта группа обеспечивает бесперебойную связь с помощью различных устройств, включая передвижные сотовые станции.

В 2023 финансовом году было зафиксировано более 4,7 млн подключений к FirstNet. Эти цифры подчеркивают важную роль платформы в обеспечении общественной безопасности.

Выделенная сеть FirstNet также помогает с внедрением нескольких функций следующего поколения для системы вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «911», включая возможность колл-центрам получать фотографии и видео с места происшествия, а затем отправлять эти изображения полиции, пожарным и парамедикам, а также персоналу отделения неотложной помощи. Помимо этого, использование цифровых данных улучшает определение местоположения. Все перечисленное в совокупности помогает ЭОС быстрее идентифицировать и классифицировать инцидент и определить характер требуемого реагирования.

С учетом уже заключенных соглашений о намерениях по различным направлениям развития широкополосных сетей связи следующего поколения между Минцифры России и государственными компаниями Ростех и Ростелеком можно рассмотреть возможность расширения их действия в направлении построения сети передачи данных для ЭОС.

Помимо развертывания сети передачи данных и в связи с необходимостью хранения больших объемов данных следует предусмотреть формирование выделенных центров обработки данных (далее — ЦОД), используя в том числе ранее созданные компанией Ростелеком мощности и применяя виртуализацию вычислительных мощностей. Такой подход потенциально должен сократить необходимые инвестиции и время развертывания, а также позволить эффективнее использовать существующие мощности.

Для доступа в сеть должен использоваться единый интерфейс. Это требует разработки соответствующего программного решения, предлагающего не только удобный доступ к связи, но и обеспечивающего надежную защиту

данных, которыми оперирует платформа.

Для упрощения организации взаимодействия между ведомствами необходимо перейти от заключения соглашений «каждый с каждым» к принципу «присоединения» к единому соглашению и регламентированному информационному обмену в рамках платформы.

Платформа будет использоваться для передачи данных, видео, изображений и текста, а также как для двустороннего, так многостороннего голосового взаимодействия. При этом она не будет являться заменой для штатных ведомственных средств оперативной связи.

Создание программной части платформы целесообразно разбить на этапы. На первом этапе можно ограничиться относительно небольшими затратами на разработку и внедрение ядра системы, определяющего основные правила взаимодействия с ней. Позже можно допустить независимых разработчиков к созданию отдельных решений на базе созданной платформы.

Создание платформы должно помочь разрешить проблемы создания конвергентной высокоскоростной среды для передачи больших объемов цифровых данных между спасателями вне зависимости от их ведомственного подчинения. Применение всей совокупности данных значительно повысит ситуационную осведомленность ЭОС, что положительно отразится на эффективности их действий.

#### Литература

1. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации : указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 // Официальный интернет-портал правовой информации : сайт. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003> (дата обращения: 09.10.2024).

2. Паспорт федерального проекта Искусственный интеллект национальной программы Цифровая экономика Российской Федерации (приложение N 3 к протоколу президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности от 27.08.2020 № 17) // Судебные и нормативные акты РФ (СудАкт) : сайт. URL: <https://sudact.ru/law/pasport-federalnogo-proekta-iskusstvennyi-intellekt-natsionalnoi-programmy/> (дата обращения: 09.10.2024).

3. О мерах по обеспечению эффективности мероприятий по использованию информационно-коммуникационных технологий в деятельности федеральных органов исполнительной власти и органов управления государственными внебюджетными фондами : постановление Правительства Российской Федерации от 10.10.2020 № 1646 // Официальный интернет-портал правовой информации : сайт. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010140027> (дата обращения: 09.10.2024).

4. В 2023 году МЧС РФ впервые применило ИИ для предупреждения весеннего половодья // Искусственный интеллект Российской Федерации : сайт. URL: <https://ai.gov.ru/mediacenter/v-2023-godu-mchs-rf-vprvuye-primenilo-ii-dlya-preduprezhdeniya-vesennego-polovodya/> (дата обращения: 09.10.2024).

5. Паводковая обстановка в регионах России контролируется с помощью беспилотных авиационных систем // МЧС России : офиц. сайт. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/vse-novosti/4973305> (дата обращения: 09.10.2024).

6. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций : постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 // Официальный интернет-портал правовой информации : сайт. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102084851> (дата обращения: 09.10.2024).

7. Об утверждении Положения о системе и порядке информационного обмена в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций : приказ МЧС России от 26.08.2009 № 496 : зарегистрирован в Минюсте РФ 15 октября 2009 г. № 15039 // МЧС России : офиц. сайт. URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/664> (дата обращения: 09.10.2024).

8. Москвина Н. В. Создание цифровой платформы спасателей как элемент цифровой трансформации единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Технологии гражданской безопасности. 2021. №2 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sozдание-tsifrovoy-platformy-spasateley-kak-element-tsifrovoy-transformatsii-edinoy-gosudarstvennoy-sistemy-preduprezhdeniya-i> (дата обращения: 09.10.2024).

9. Дмитрий Чернышенко провёл заседание президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию // Правительство Российской Федерации : официальный сайт. URL: <http://government.ru/news/40895/> (дата обращения: 09.10.2024).

***Разработка программы для расчета количества основных и специальных пожарных автомобилей территориальных подразделений пожарной охраны***

Создана компьютерная программа, предназначенная для автоматизации расчета требуемого числа основных и специализированных пожарных машин, необходимых для укомплектования местных подразделений служб пожарной охраны. При определении необходимого числа пожарных автомобилей принимаются во внимание оперативно-тактические характеристики районов (подрайонов), из которых выезжают реагирующие группы пожарной охраны.

*Ключевые слова:* пожарный автомобиль, пожарная охрана, расход воды, населенный пункт, база данных, интегрированная среда программирования

***Poroshin A. A.,***

***Bobrinev E. V.,***

***Udavtsova E. Yu.,***

***Kondashov A. A.***

***Development of a program for calculating the number of basic and special fire trucks of territorial fire protection units***

A computer program has been created designed to automate the calculation of the required number of basic and specialized fire engines needed to staff local fire protection units. When determining the required number of fire trucks, the operational and tactical characteristics of the districts (subdistricts) from which the responding fire protection groups leave are taken into account.

*Keywords:* fire truck, fire protection, water consumption, locality, database, integrated programming environment

С целью усовершенствования Методики определения численности и технического оснащения подразделений пожарной охраны, утвержденной приказом МЧС России от 15 октября 2021 года № 700, была создана математическая модель, которая позволяет вычислить количество пожарных структур в населенных пунктах и их оснащение основными и специализированными автомобилями, принимающая во внимание оперативно-тактические характеристики районов (подрайонов) работы этих подразделений [1, 2]. При расчете необходимого числа пожарных автомобилей учитываются специфические особенности выездных районов, закрепленных за

подразделениями, такие как расход огнетушащих средств для наружного тушения, а также демографические, инфраструктурные и климатические факторы.

Чтобы автоматизировать процесс расчета нужного количества основных и специальных пожарных автомобилей для оснащения территориальных подразделений, была разработана программа «Оснащенность территориальных подразделений пожарной охраны», реализованная на языке C++.

В ходе разработки программного обеспечения использовалась интегрированная среда программирования C++ Builder от компании Borland Software [3], а для работы с базой данных применен Borland Data Engine (BDE). Блок-схема программы «Оснащенность территориальных подразделений пожарной охраны» представлена на рис. 1.

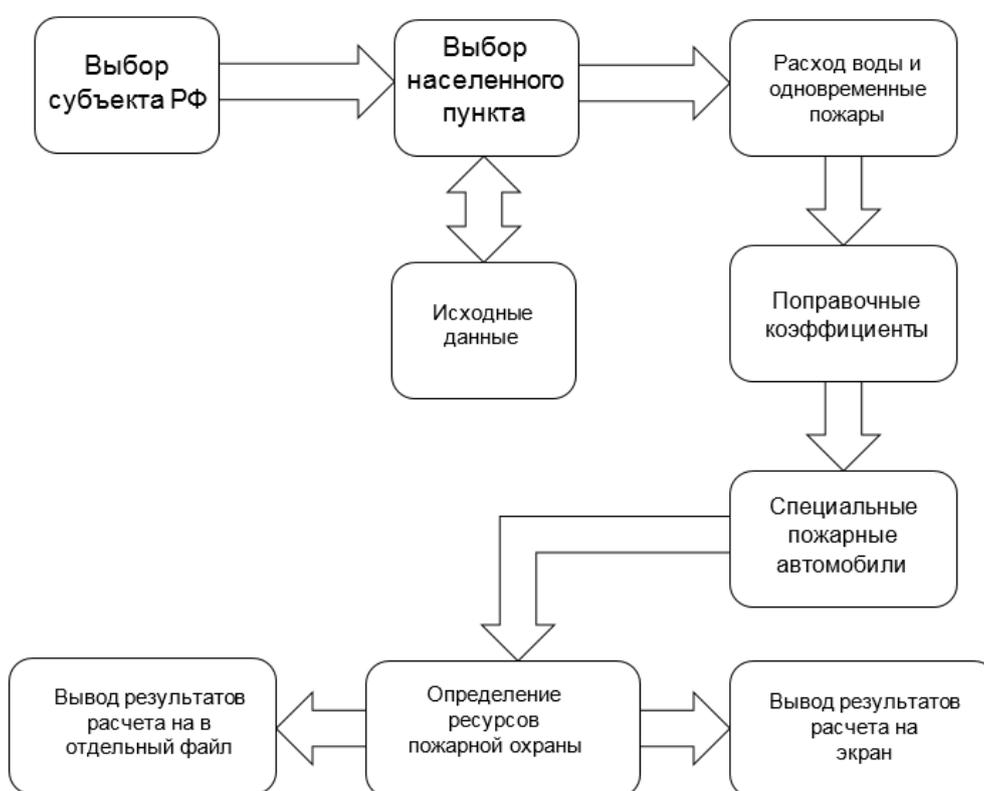


Рис. 1. Блок-схема программы «Оснащенность территориальных подразделений пожарной охраны»

В главном окне программы (рис. 2) задается субъект Российской Федерации. Для заданного субъекта можно выбрать или изменить населенный пункт, или создать новый. Список населенных пунктов выводится в левой части окна. Для выбранного населенного пункта задаются следующие показатели (кнопка «Исходные данные»):

- численность населения, чел.;
- площадь территории, кв. км;
- природно-климатическая зона;
- количество неблагоприятных факторов, влияющих на беспрепятственный проезд пожарного автомобиля, ед.;
- тип дорожного покрытия;

- характер местности;
- количество организаций, технологические процессы которых связаны с обращением взрывопожароопасных, пожароопасных веществ и материалов, ед.;
- наличие безводных участков;
- доля зданий и сооружений V степени огнестойкости, %;
- наличие зданий высотой 12 метров и более;
- доля домов с этажностью 5 этажей и более, %.

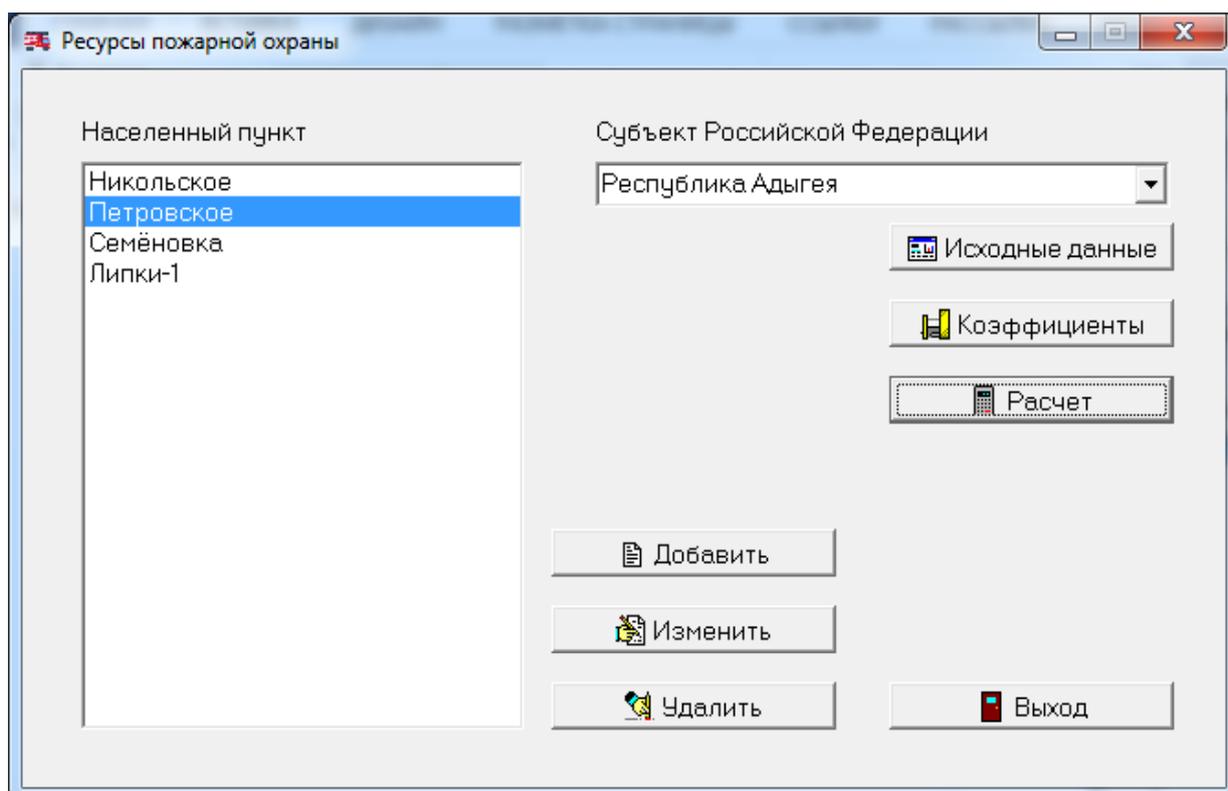


Рис. 2. Главное окно программы «Оснащенность территориальных подразделений пожарной охраны»

Для расчета необходимого количества пожарных автомобилей используются поправочные коэффициенты, зависящие от особенностей населенного пункта, значения которых можно задать, нажав кнопку «Коэффициенты». Например, в зависимости от природно-климатических условий по умолчанию заданы следующие значения поправочного коэффициента  $k_1$ :

- зона I подзона IA — 0,94;
- зона I подзона IB — 0,96;
- зона I подзона IB — 0,98;
- зона II — 1;
- зона III — 1,05.

Для расчета также используются данные о количестве одновременных пожаров и расходе воды на наружное пожаротушение в районе выезда оперативного подразделения пожарной охраны в зависимости от численности жителей, которые можно изменить в окне «Расход воды и одновременные

пожары». Кроме того, в окне «Специальные пожарные автомобили» задается минимальное количество специальных пожарных автомобилей в зависимости от численности населения населенного пункта.

При нажатии кнопки «Расчет» открывается окно, в котором отображаются расчетные значения (рис. 3):

- минимально необходимое количество подразделений пожарной охраны, ед.;
- радиус обслуживания района выезда, км;
- требуемый расход воды на наружное пожаротушение, л/с;
- количество основных пожарных автомобилей, ед.;
- количество автолестниц (автоподъемников), ед.;
- количество автомобилей газодымозащитной службы, ед.;
- количество автомобилей связи и освещения, ед.;
- количество штабных автомобилей, ед.;
- количество аварийно-спасательных автомобилей, ед.

Результаты расчета вместе с исходными данными можно экспортировать в отдельный файл в формате Microsoft Word или отправить на печать.

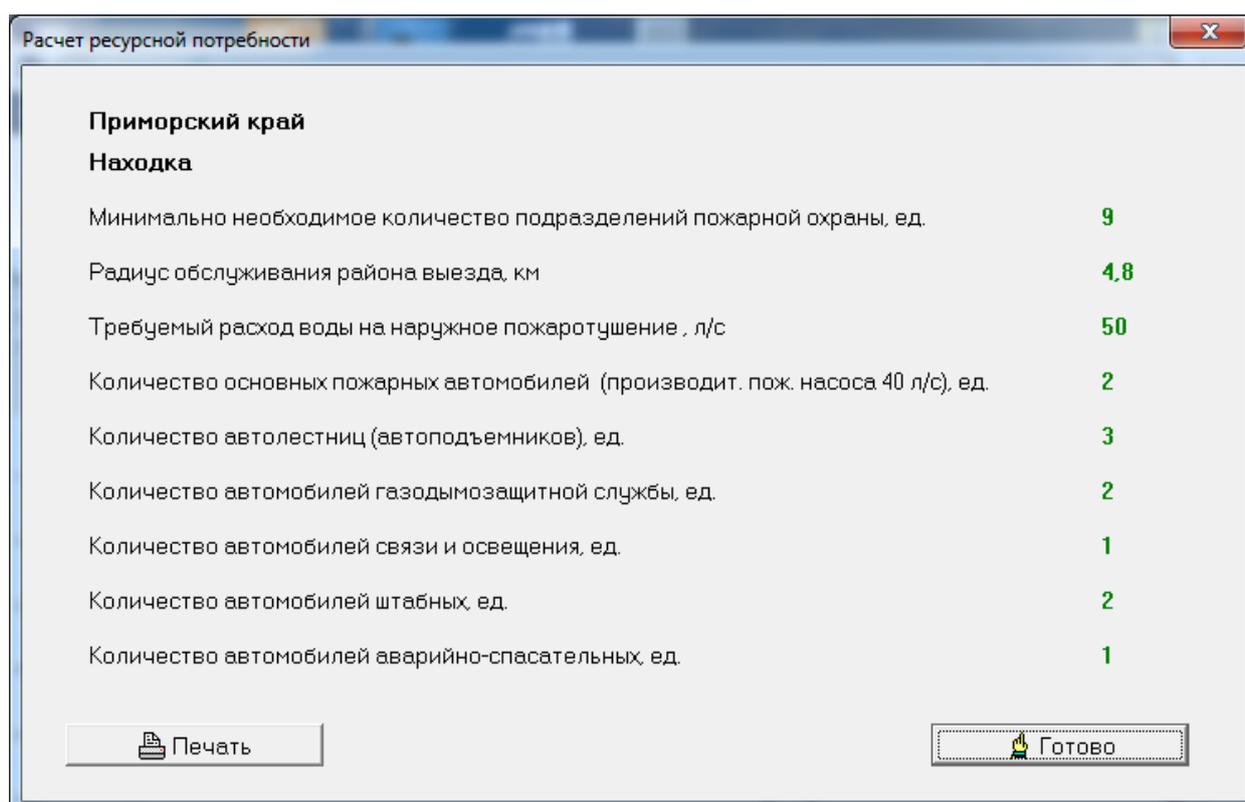


Рис. 3. Окно с результатами расчета ресурсов пожарной охраны

Таким образом, разработана программа «Оснащенность территориальных подразделений пожарной охраны», предназначенная для автоматизации процесса расчета необходимого количества основных и специальных пожарных автомобилей для укомплектования территориальных подразделений пожарной охраны. Расчеты выполняются с учетом оперативно-тактических характеристик

районов (подрайонов) выезда оперативных подразделений пожарной охраны в населенных пунктах.

#### **Литература**

1. Вопрос о нормировании количества основных и специальных пожарных автомобилей в населенном пункте / В. В. Харин [и др.] // Актуальные проблемы пожарной безопасности : материалы XXXVI Международной научно-практической конференции, посвященной 375-й годовщине образования пожарной охраны России. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. С. 3–9.

2. Метод определения количества территориальных подразделений пожарной охраны на основе базового радиуса обслуживания пожарной части / А. А. Порошин [и др.] // Актуальные проблемы пожарной безопасности : материалы XXXVI Международной научно-практической конференции, посвященной 375-й годовщине образования пожарной охраны России. М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. С. 15–21.

3. Архангельский А. Я., Тагин М. А. Программирование в C++ Builder 6 и 2006. М.: Бином-Пресс, 2007. 1184 с.

УДК 614.84.31

*otdel-16@vniipo.ru*

**Сибирко В. И.,**

**Фирсов А. Г.,**

**Чечетина Т. А.**

*ФГБУ ВНИИПО МЧС России*

*Балашиха*

### ***Информационно-аналитическая система предупреждения и мониторинга пожаров и их последствий***

В статье рассмотрена информационно-аналитическая система ААСКНД, направленная на обеспечение комплексной безопасности объектов защиты, жизни и здоровья людей при возникновении пожарных рисков. Приведены ее основные функциональные возможности и перспективы дальнейшего совершенствования.

*Ключевые слова:* информационно-аналитическая система, база данных «Пожары», Модуль учета пожаров, ААСКНД, искусственный интеллект

***Sibirko V. I.,***

***Firsov A. G.,***

***Chechetina T. A.***

### ***Information and Analytical System for Prevention and Monitoring of Fires and Their Consequences***

The article discusses the information and analytical system of the AASKND, aimed at ensuring the integrated safety of objects of protection, life and health of people in the event of fire risks. Its main functional capabilities and prospects for further improvement are given.

*Key words:* information and analytical system, Fire database, Fire Accounting Module, AASKND, artificial intelligence

Развитие современных IT-технологий неразрывно связано с научно-техническим прогрессом нашего общества. Бурное развитие сегодняшней науки и техники обеспечивает появление новых технологий и материалов, которые в дальнейшем успешно применяются в различных компьютерных

сферах, в свою очередь стимулирующих развитие науки и в целом научно-технического и промышленного процессов. Задачи, стоящие перед современным обществом, требуют от IT-индустрии создания технологий, способных обеспечить его неиссякаемым информационным потоком с целью оперативного принятия эффективных и научно обоснованных управленческих решений, в том числе направленных на предоставление комплексной безопасности объектов защиты, а также жизни и здоровья людей.

В современных условиях важно не только сформировать и передать на большие расстояния огромный массив информации, обладающий мультимедийными, текстовыми, картографическими и иными характеристиками, но и в оперативном режиме осуществить его обработку. Решение таких сложных задач, как правило, возлагается на различные информационные системы. Одной из таких систем в области обеспечения пожарной безопасности является информационно-аналитическая система «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России» (далее — ААСКНД) [1].

Основная функция ААСКНД — осуществление процесса автоматизации контрольно-надзорной деятельности органов государственного пожарного надзора МЧС России. Данная система является сложной многоуровневой и многозадачной программой. ААСКНД связана в плане обмена информацией с другими информационными системами: «Единым порталом государственных услуг», «Единым реестром проверок», системой «Досудебное обжалование», государственной автоматизированной системой «Управление», системой межведомственного информационного взаимодействия ФОИВ, Государственной информационной системой о государственных и муниципальных платежах и другими. [2]. Главное меню выбора контрольно-надзорной деятельности МЧС России представлено на рис. 1.

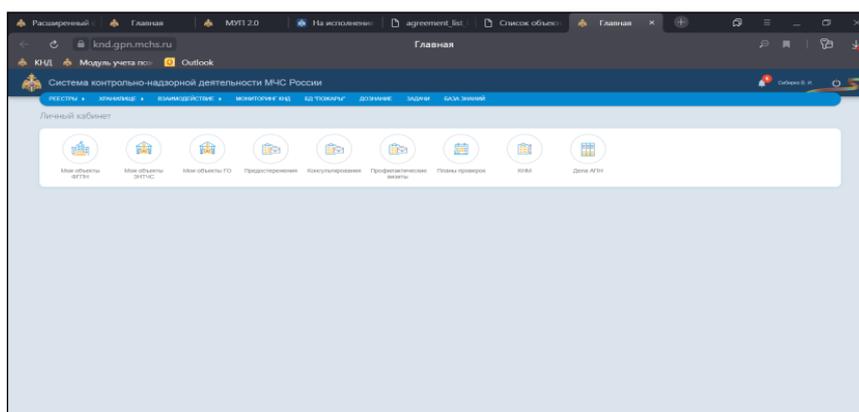


Рис. 1 Главное меню выбора направления контрольно-надзорной деятельности ААСКНД

ААСКНД — модульная информационно-аналитическая программа, объединяющая в себе различные направления контрольно-надзорной деятельности МЧС России. Составной частью ААСКНД является отдельный программный кластер «Модуль учета пожаров» (далее — МУП) [3]. Работа программы осуществляется во внутренней сети МЧС России (интранет). ААСКНД обеспечивает аккумулирование статистической информации о

пожарах, зарегистрированных на территории Российской Федерации, и их последствиях. Ввод информации о пожарах осуществляется территориальными подразделениями МЧС России. Информация о пожаре заносится в систему в течение 3–5 дней и в дальнейшем при необходимости может корректироваться в зависимости от результатов проведенного дознания по факту пожара. На рис. 2 представлен пример заполненной карточки учета пожара (далее — КУП).

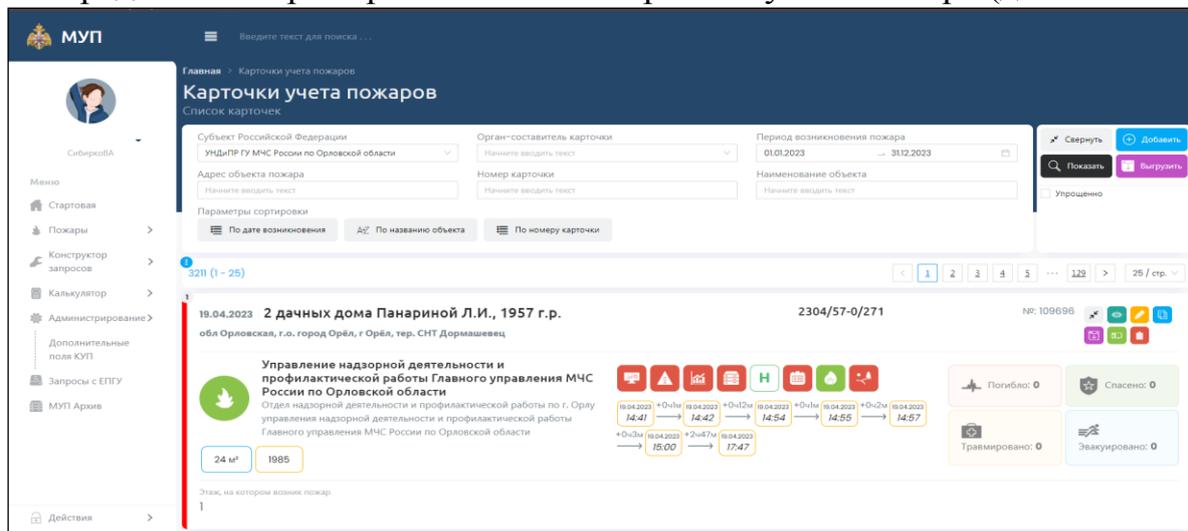


Рис. 2 Карточка учета пожара и его последствий

Учитывая, что КУП включает в себя большой перечень данных, который трудно в полном объеме представить в визуальном формализованном виде, основная информация выведена в индикаторном формате на экран в виде цветных пиктограмм и основных регистрационных полей. Выбор стандартизированной информации (например, объект пожара, причина пожара и тому подобное) осуществляется за счет разветвленной системы справочников. При необходимости пользователь может заносить в КУП дополнительную информацию, используя функцию «Дополнительные поля КУП».

В МУП встроен электронный калькулятор расчета материального ущерба от пожара. Все функции его расчета соответствуют разработанной методике расчета материального ущерба от пожара [4]. Через специальный конструктор запросов осуществляется построение системы запросов информации к сформированной базе данных. Хранение массива данных в базе данных пожаров и все расчеты, связанные с ней, функционально осуществляются через специальный сервер.

Для удобства обобщенная информация по основным показателям, характеризующим обстановку с пожарами и их последствиями на территории, выведена в визуальном формате в виде работы дашборда. Пример представления такой информации приведен на рис. 3. Визуализации подлежат следующие показатели: количество пожаров, погибших, травмированных, спасенных и эвакуированных людей, различные объекты пожара и их причины, а также основные категории поднадзорных объектов. Информация обновляется автоматически в зависимости от наполняемости базы данных. Перечень визуализированных показателей на дашборде не статичен и может настраиваться пользователем в зависимости от складывающейся обстановки.

Информация о пожарах и их последствиях связана с ААСКНД, что позволяет пользователю одновременно с информацией об объекте надзора получить информацию о зарегистрированных пожарах на объекте.

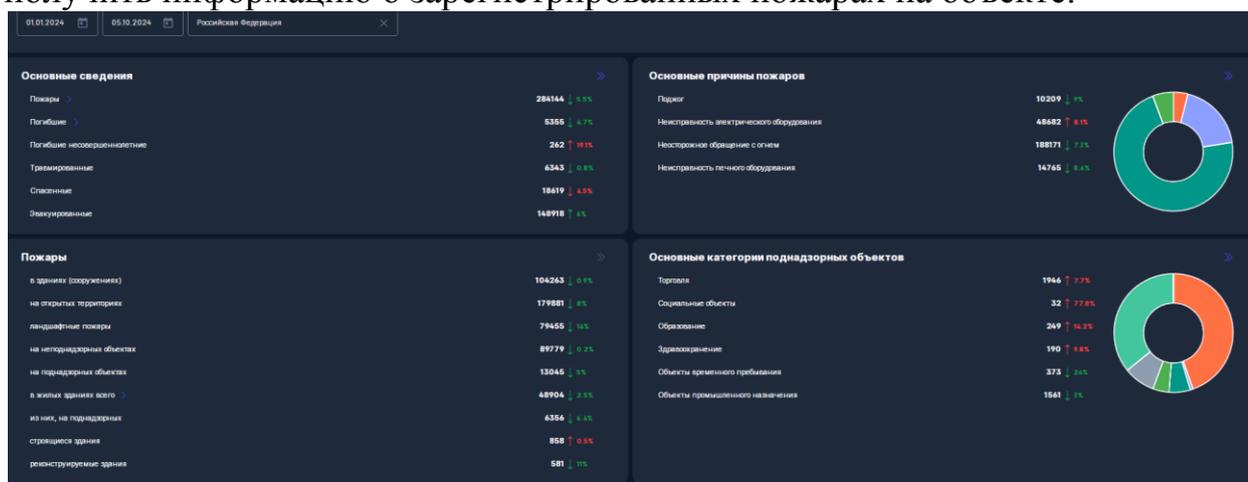


Рис. 3 Система визуализированных показателей обстановки с пожарами на дашборде в МУП ААСКНД

Авторы считают, что дальнейшее совершенствование существующих программных модулей ААСКНД дополнительными функциями и сервисами, а также создание новых в значительной степени расширит ее функциональные возможности. Выдвигается идея модернизации ААСКНД путем добавления встроенной системы искусственного интеллекта, которая в значительной степени облегчит ввод информации (контроль за полнотой и целостностью вводимой информации), а также значительно расширит возможности поисковой системы запросов. Итогом улучшений информационно-аналитической системы предупреждения и мониторинга пожаров и их последствий должно стать повышение уровня пожарной безопасности, снижение территориальных пожарных рисков и улучшение обстановки с пожарами и их последствиями в целом.

#### Литература

1. Об утверждении Регламента работы в информационной системе «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России»: приказ МЧС России от 4 октября 2022 г. № 954.
2. Шаймитов, А. В. Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России как один из видов автоматизации контрольно-надзорной деятельности МЧС России // Молодой ученый. 2023. № 38 (485). С. 233–236. URL: <https://moluch.ru/archive/485/105891/> (дата обращения: 09.10.2024).
3. Об утверждении Регламента работы в информационной системе «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России» : приказ МЧС России от 2 ноября 2023 г. № 1148.
4. Об организации расчета материального ущерба от пожаров должностными лицами органов государственного пожарного надзора : приказ МЧС России от 28 января 2022 г. № 43.

***Анализ изменений методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах на практических примерах***

Проведен анализ изменений порядка определения избыточного давления взрыва, длины пламени и вероятности эвакуации в новой редакции методики расчета пожарного риска на производственных объектах, показано как изменится величина риска при выполнении расчетов по новым формулам.

*Ключевые слова:* пожарный риск, методика расчета риска, давление взрыва, длина пламени, вероятность эвакуации, сравнение методик.

***Subachev S. V.,  
Subacheva A. A.***

***Analysis of changes in the methodology for determining the calculated values of fire risk at industrial facilities using practical examples***

An analysis of changes in the procedure for determining excess explosion pressure, flame length and evacuation probability in the new version of the methodology for calculating fire risk at industrial facilities is carried out, and it is shown how the risk value will change when performing calculations using new formulas.

*Keywords:* fire risk, risk calculation methodology, explosion pressure, flame length, evacuation probability, comparison of methodologies

Приказом МЧС России от 26.06.2024 № 533 [1] утверждена новая редакция Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, которая вводится в действие с 1 января 2025 года взамен предыдущей редакции [2]. В числе изменений, утвержденных приказом [1], есть изменения в формулах расчета некоторых опасных факторов пожара и взрыва, которые в зависимости от исходных данных приведут к уменьшению или увеличению расчетных величин пожарного риска по сравнению с величинами, получаемыми по формулам предыдущей редакции методики.

В частности, изменены формулы для определения безразмерного давления  $P_x$  и импульса фазы сжатия  $I_x$  для класса 1 режима сгорания облака (формулы (ПЗ.40) и (ПЗ.41) [1, 2]), кроме того, для классов 2–6 режима сгорания облака в редакции Приказа № 533 [1] добавлено условие, что величины  $P_x$  и  $I_x$  не могут превышать соответствующие величины, рассчитанные по формулам для класса 1 режима сгорания облака.

На рисунке 1 показаны эти изменения на примере расчета избыточного давления взрыва для различных классов режима сгорания облака с одинаковым эффективным энергозапасом горючей смеси. Как видно по графикам, для класса 1 режима сгорания облака результаты расчета по новой формуле на небольших расстояниях отличаются в большую сторону по сравнению с предыдущей редакцией методики, а с увеличением расстояния — в меньшую сторону, причем значительно. Для классов 2–6 режима сгорания облака избыточное давление взрыва по предыдущей редакции методики часто превышало давление для класса 1, в новой редакции это исправлено. Как видно, графики для классов 2–6 ограничены сверху графиком класса 1, поэтому избыточное давление взрыва для классов 2–6 по новой методике будет либо таким же, либо значительно меньше, чем при расчетах по приказу № 404 [2].

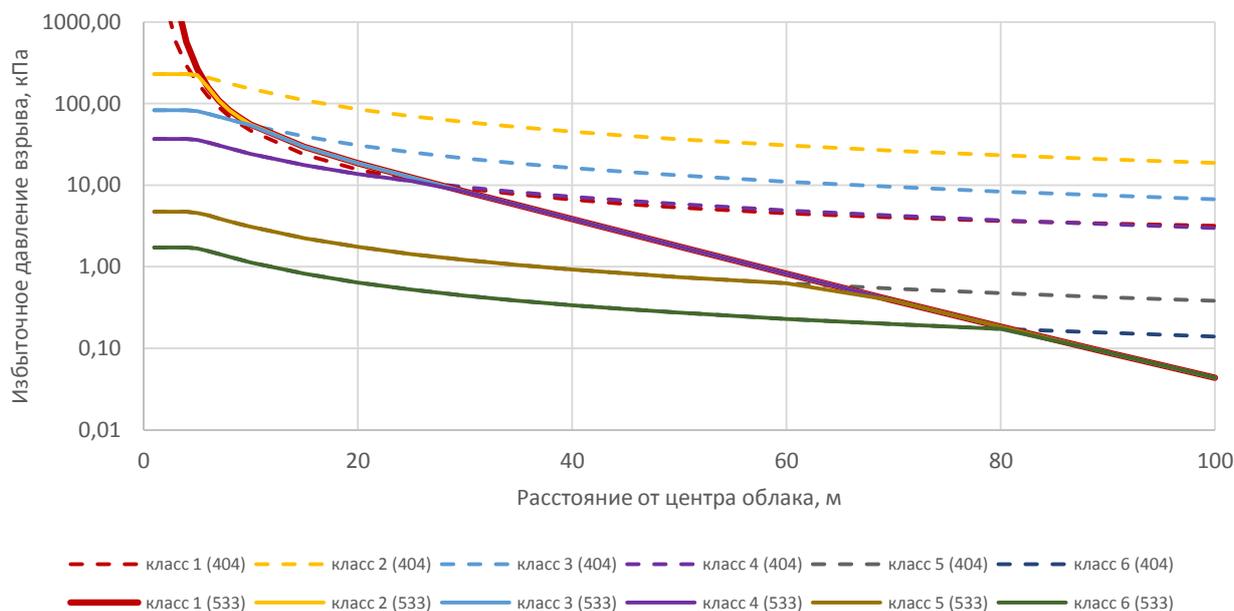


Рис. 1. Результаты расчета избыточного давления взрыва по методикам [1] и [2]

В отношении импульса фазы сжатия аналогично: для класса 1 расчетные значения по новой методике будут немного выше, а для классов 2–6 они теперь не будут превышать величину, рассчитанную для класса 1 (рис. 2), но в целом изменения не столь существенные.

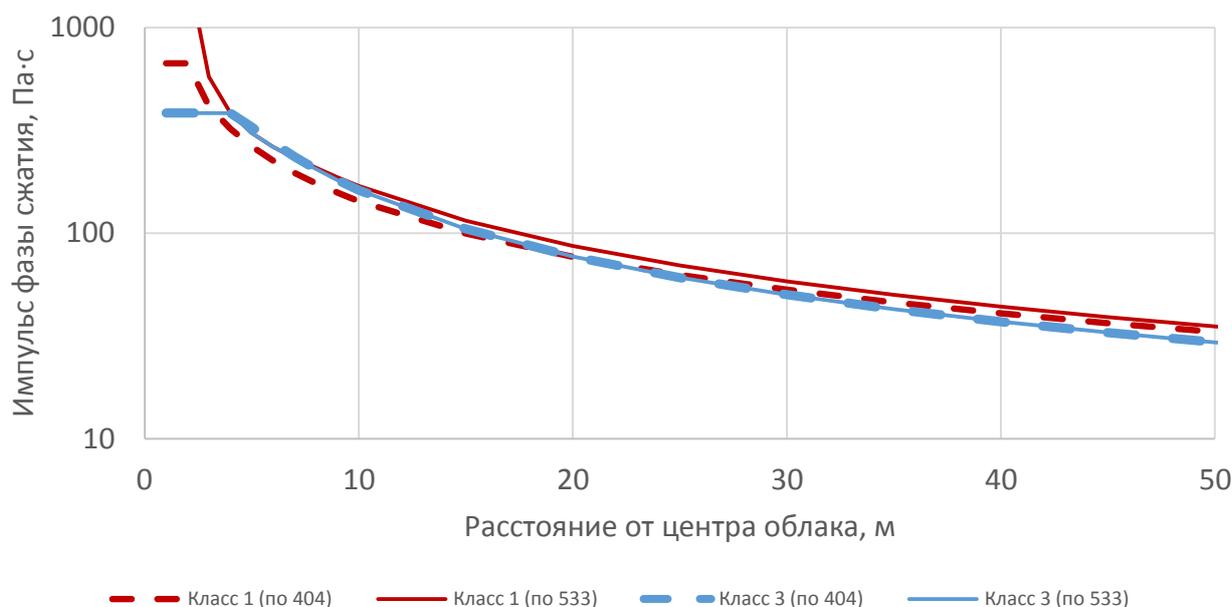


Рис. 2. Результаты расчета импульса фазы сжатия по методикам [1] и [2]

Таким образом, можно сказать, что при расчетах пожарного риска на территории производственных объектов, если риск обусловлен поражением людей волной давления при взрыве, то величина риска будет, как правило, меньше по сравнению с величинами, полученными по предыдущей редакции методики.

Изменения также коснулись формулы (ПЗ.59) [1, 2] для определения длины пламени: добавлен знак минус в показатель степени, в которую возводится параметр  $u_*$ , как это было указано в первоисточнике [3]. Поэтому расчетная величина длины пламени по методике [1] будет меньше величины по методике [2], особенно при большой скорости ветра. Это показано на рисунках 3, 4 на примере горения бензина с эффективным диаметром пролива 15 м.

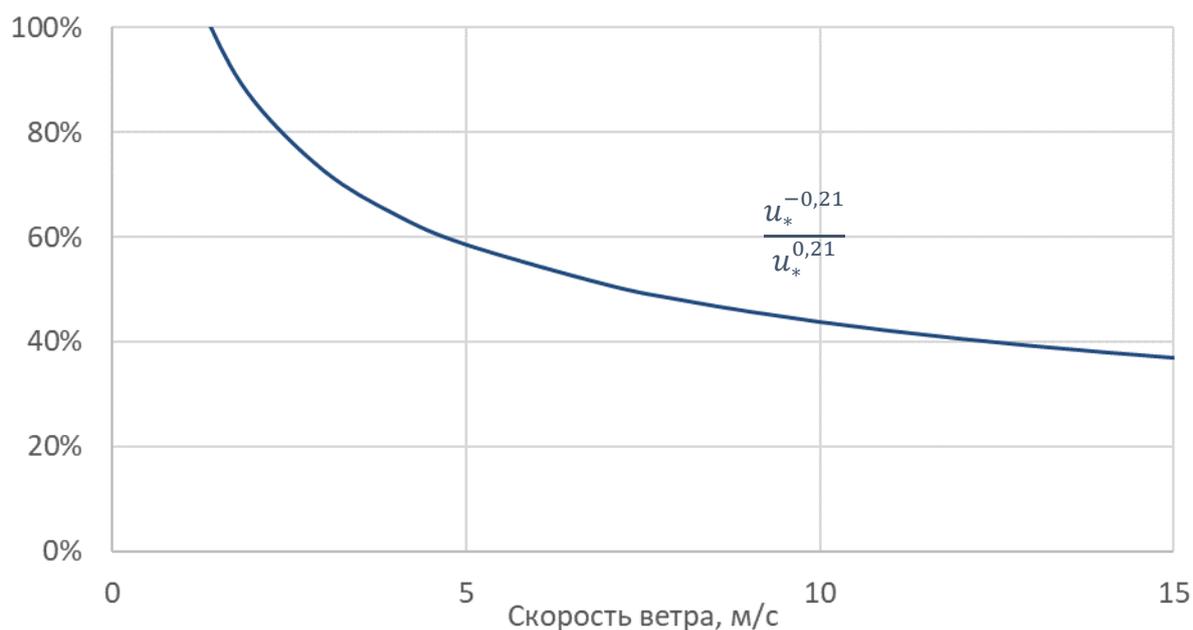


Рис. 3. Отношение степеней параметра  $u_*$  по методикам [1] и [2]

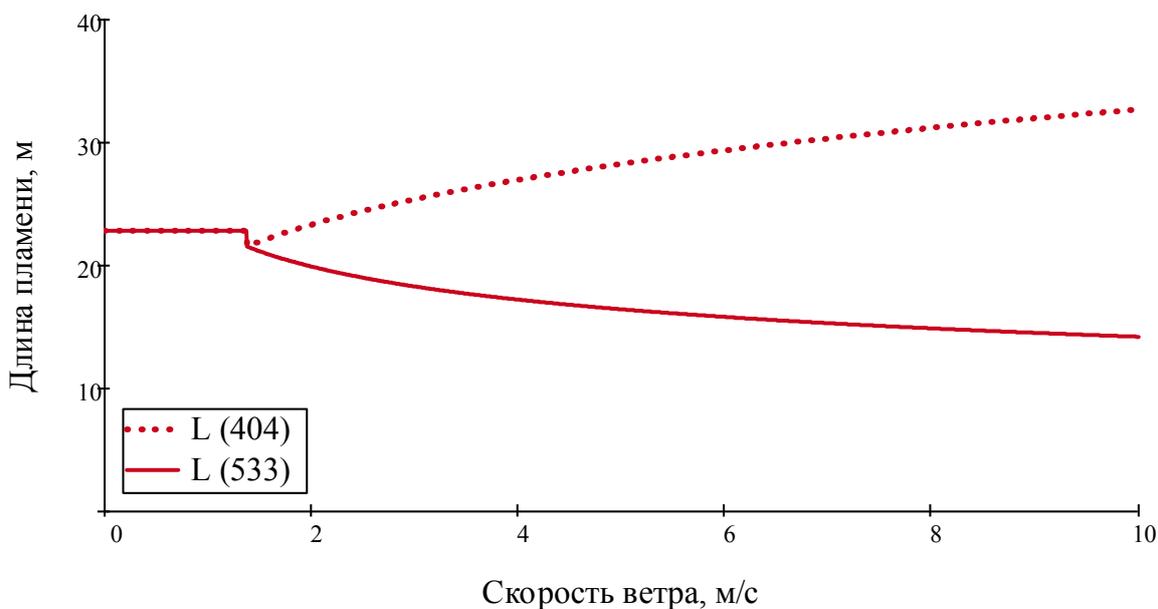


Рис. 4. Длина пламени  $L$  по методикам [1] и [2]

Соответственно, если пожарный риск на производственном объекте обусловлен воздействием теплового потока при пожарах проливов горючих жидкостей, то величина риска будет также меньше по сравнению с величинами, полученными по предыдущей редакции методики.

Кроме того, изменения коснулись метода определения вероятности эвакуации. По методике [1] для помещений категорий В3, В4, Г и Д по взрывопожарной и пожарной опасности для определения вероятности эвакуации вместо формулы (6) [1] допускается использовать формулу (7) [1], учитывающую вероятностный характер времени эвакуации и времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара. Однако, как показывает сравнительный анализ этих формул (на рисунке 5 показаны результаты расчета вероятности эвакуации при  $t_p = 50$  с,  $t_{н.э.} = 30$  с,  $\sigma_2 = 0$  и разных величинах времени блокирования), при таких исходных данных, когда по формуле (6) вероятность эвакуации равна 0,999, по формуле (7) она составит лишь 0,5, тем самым величина пожарного риска будет в 500 раз больше. А для того, чтобы получить величину 0,999 по формуле (7) время блокирования должно значительно превышать суммарное время эвакуации ( $t_p + t_{н.э.}$ ): на 33 % при  $\sigma_1 = 0,1t_p$  и на 76 % при  $\sigma_1 = 0,3t_p$ .

Поэтому на практике формула (7) [1], по нашему мнению, будет использоваться расчетчиками очень редко.

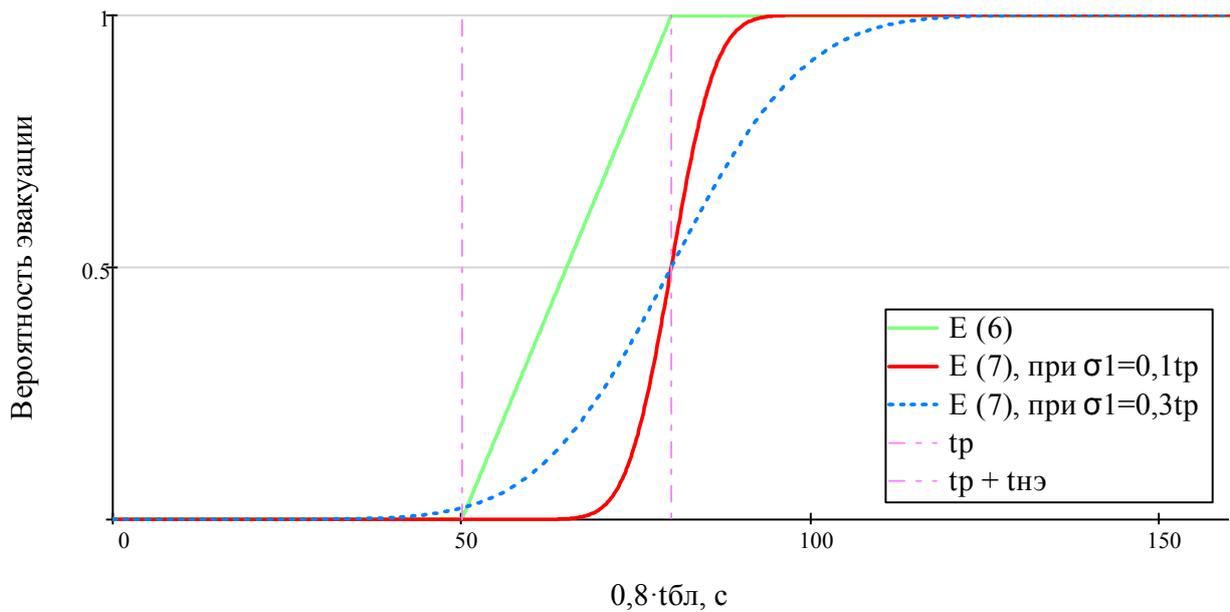


Рис. 5. Вероятность эвакуации по формулам (6) и (7) методики [1]

В завершение обратим внимание на метод определения критической продолжительности пожара по условию блокирования эвакуационных путей в результате воздействия теплового излучения и (или) повышенной температуры по времени достижения на путях эвакуации эффективной тепловой дозой  $Q_{FED}$  величины, равной 1. Эффективная тепловая доза определяется по формуле (П5.1) [1] в зависимости от допустимого времени воздействия теплового излучения и допустимого времени воздействия повышенной температуры.

Допустимое время воздействия теплового излучения  $t_{Irad}$  определяется по формуле (П5.2) [1], график зависимости этой величины от интенсивности теплового потока показан на рисунке 6, а допустимое время воздействия повышенной температуры  $t_{conv}$  — по формулам (П5.3) и (П5.4) [1], его зависимость (без защитной одежды) от температуры воздуха показана на рисунке 7.

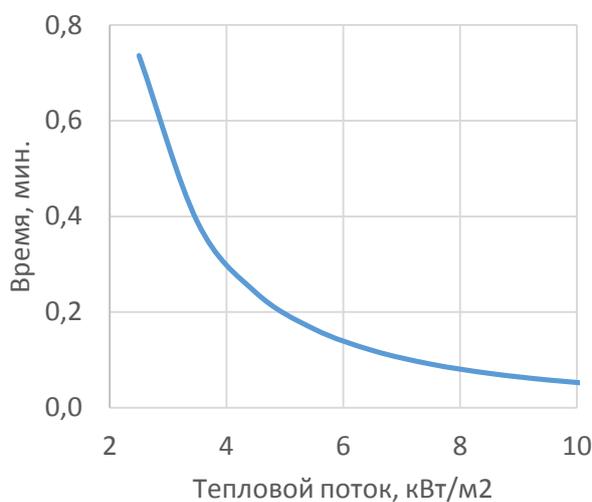


Рис. 6. Допустимое время воздействия

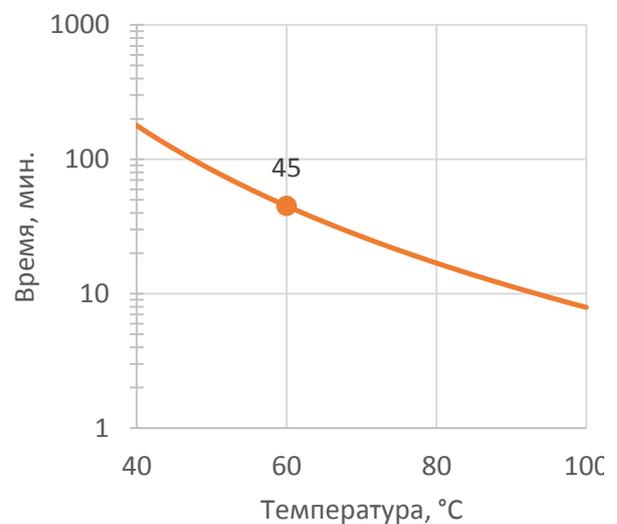


Рис. 7. Допустимое время

теплового излучения

воздействия повышенной  
температуры

Судя по представленным графикам, можно предположить, что в формулах (П5.3) и (П5.4) [1] допущена опечатка, и получаемые результаты представляются в секундах, а не в минутах. Поэтому эти величины необходимо делить на 60 перед тем, как подставлять в формулу (П5.1).

Анализ изменений вышеприведенных формул проведен в рамках переработки программного обеспечения расчета пожарного риска на территории производственных объектов «PromRisk» для реализации требований новой редакции методики, которая вводится в действие с 1 января 2025 года.

#### Литература

1. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : утв. приказом МЧС России от 26.06.2024 № 533.
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : утв. приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404, с изм.
3. Thomas P. H. The size of flames from natural fires // Symposium (International) on Combustion 9 (1). 1963. P.844–859.

УДК 378.147; 614.841.2.001.5

*trev191186@mail.ru*

**Трояк Е. Ю.,  
Убиенных Е. С.,  
Слепов А. Н.,  
Горбунов А. С.**

*Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,  
Железнодорожск*

### ***Виртуальный тренажер для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы***

Приведено описание разработанного специализированного методического обеспечения образовательного процесса подготовки специалистов в области расследования и экспертизы пожаров при исследовании инициаторов горения с использованием современных технологий виртуальной реальности.

*Ключевые слова:* виртуальный тренажер, инициаторы горения, поджог, экспертиза пожаров

***Troyak E. Yu.,  
Ubiennykh E.S.,  
Slepov A.N.,  
Gorbunov A.S.***

***A virtual simulator for detecting and classifying fire initiators in the study of  
fire-technical expertise facilities***

The description of the developed specialized methodological support for the educational process of training specialists in the field of investigation and examination of fires in the study of initiators of fire using modern virtual reality technologies is given.

Keywords: virtual simulator, initiators of fire, arson, fire examination

Разработка и внедрение в образовательный процесс методики применения виртуального тренажера, созданного на базе технологии виртуальной реальности, может обеспечить более качественное усвоение учебной программы и формирование необходимых компетенций специалистов при освоении учебных дисциплин «Расследование и экспертиза пожаров», «Пожарно-техническая экспертиза», «Особенности расследования дел по пожарам», а также повышение профессиональных качеств действующих специалистов в области расследования пожаров при использовании данного комплекса в рамках повышения их профессионального мастерства.

Методологическую и теоретическую основу исследования составляют: исследования в области компетентности и компетентностного подхода (И. А. Зимняя, Джон Равен, Н. В. Кузьмина, О. Е. Лебедев, М. И. Лукьянова), работы, посвященные профессионально-педагогическим компетенциям (Н. В. Кузьмин, А. К. Маркова), отечественные концепции содержания образования (И. Я. Лернер, В. В. Краевский, В. С. Леднев), учебные и методические пособия по подготовке специалистов в области расследования и экспертизы пожаров (М. А. Галишев, Ю. Н. Бельшина, В. Г. Плотников, И. Д. Чешко), современные разработки в области внедрения в образовательный процесс технологий виртуальной реальности (С. П. Данилов, И. Н. Пожаркова, А. Н. Слепов, Е. Ю. Трояк, Н. А. Таратанов), соответствующие действующим государственным стандартам и нормативно-правовым актам. Также данный тренажер является продолжением исследований в данной области в работах [1–2].

В исследовательской работе под специалистами в области расследования пожаров определены лица, которые по роду своей деятельности наделены полномочиями и правомочны проводить процессуальные следственные действия на месте пожара, также лица, которые принимают непосредственное участие в установлении причины возникновения пожара, лица, осуществляющие профилактическую работу в сфере пожарной безопасности, а также обучающиеся в высших пожарно-технических учебных заведениях по специальности «Пожарная безопасность», «Судебная экспертиза» и иные специалисты в области исследования процессов горения. Такими специалистами могут выступать следователи, дознаватели правоохранительных органов, специалисты и эксперты испытательных пожарных лабораторий, экспертно-криминалистических центров и иных экспертных учреждений, курсанты и слушатели пожарно-технических вузов, специалисты в области пожарной безопасности.

Для разработки виртуальной среды использовались программы трехмерной компьютерной графики Blender, а также программная платформа Unity3D. Также для создания виртуальной среды использовались панорамные снимки, сделанные на месте пожара.

Реализация разработанного виртуального тренажера предполагается с использованием очков виртуальной реальности Oculus Quest 2. Подключение данного устройства к сети Интернет осуществляется через Wi-Fi.

Для создания программы были использованы трехмерные модели объектов, которые подверглись воздействию высоких температур и пламени. Эти объекты имеют сложную геометрическую форму, поэтому для их моделирования был применён метод 3D-сканирования с использованием сканера RangeVision NEO.

Виртуальный тренажер представляет собой виртуальное пространство, соответствующее месту пожара, произошедшего в жилом помещении. В пространстве размещаются трехмерные модели различных предметов, таких как древесина, бутылка, ткань и грунт. Также виртуальный тренажер дополняется пространством лаборатории пожарно-технических экспертиз. На столах лаборатории находятся предметы, которые были изъяты с места пожара и доступны для более подробного изучения. Для исследования объектов можно использовать информационные окна с дополнительными данными (инструкциями, комментариями, подсказками).

Созданный виртуальный тренажер содержит основные функции, необходимые для обучения специалистов, использование которых позволяет:

- проводить осмотр места происшествия и проводить манипуляции (вращать, перемещать, приближать, разбирать) с трехмерными моделями различных объектов (древесина, бутылка, ткань, грунт), чтобы в дальнейшем выявить наличие на них инициаторов горения;
- передвигаться по виртуальному пространству;
- получать дополнительные сведения о применяемом методе исследования объектов в условиях виртуальной лаборатории;
- проводить сами исследования.

На рисунках 1–5 представлены фрагменты виртуального тренажера, в том числе общий вид помещения, предназначенного для проведения занятий с использованием виртуального тренажера и виды лаборатории с установленным оборудованием.

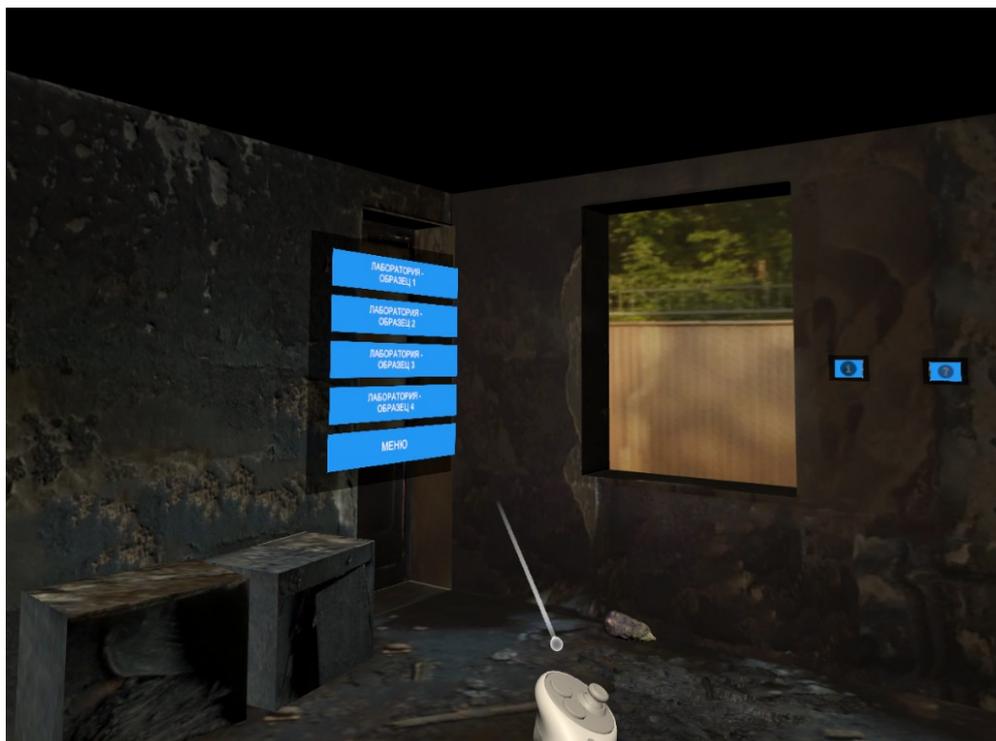
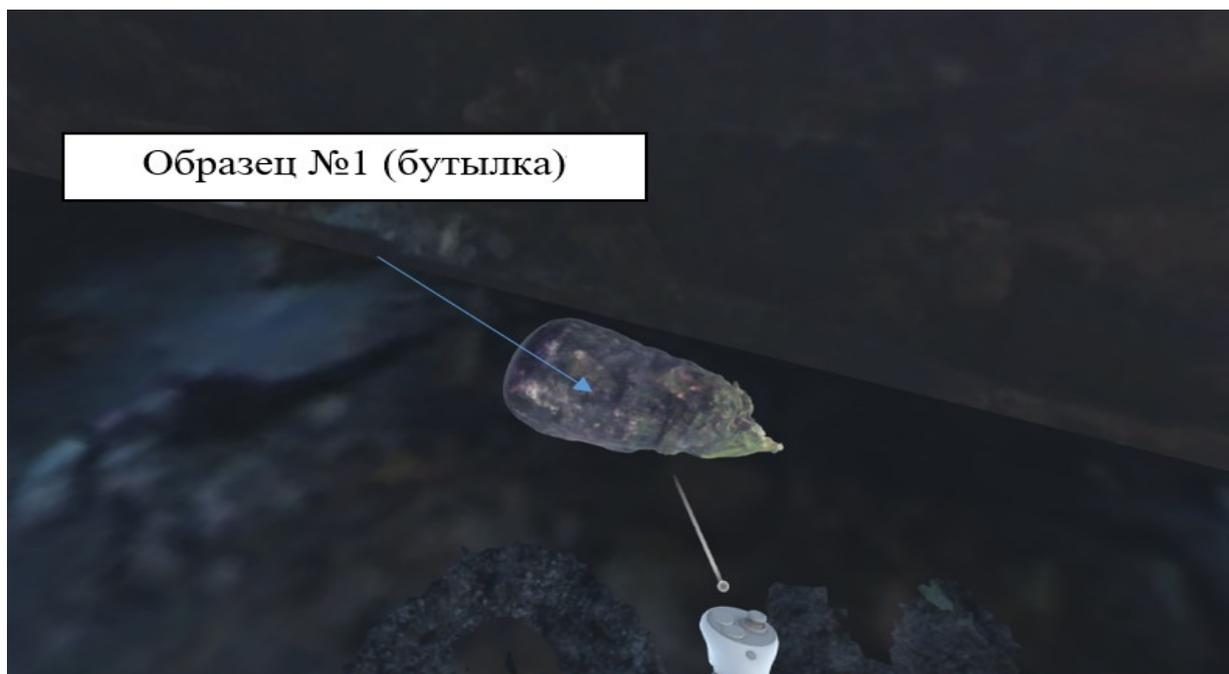


Рис. 1. Общий вид места происшествия и меню виртуального тренажера



Рис. 2. Очаг пожара



Образец №1 (бутылка)

Рис. 3. Объект для изъятия с места происшества



Рис. 4. Общий вид лаборатории



Рис. 5. Информационная панель на столе с методом ультрафиолетовой спектрофотометрией

Применение технологий виртуальной реальности позволяет формировать научную и методическую базу в образовательном процессе подготовки специалистов в области расследования и экспертизы пожаров. Представленный тренажер позволяет сформировать профессиональные компетенции при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы для обнаружения и классификации инициаторов горения.

#### Литература

1. Разработка виртуального тренажера исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования / Пожаркова И. Н. [и др.] // Сибирский пожарно-спасательный вестник : научно-аналитический журнал. 2022. № 3. С.48–54.
2. Трояк Е. Ю., Слепов А. Н. Применение виртуального тренажера для исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования // Проблемы и перспективы развития IT- и VR-технологий в области комплексной безопасности : сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2023. С. 4545–58.

***Использование современных информационных систем МЧС России  
для предупреждения и мониторинга рисков чрезвычайных ситуаций и их  
последствий***

В статье рассмотрены инновационные IT-технологии МЧС России, направленные на обеспечение комплексной безопасности при возникновении рисков чрезвычайных ситуаций и их последствий. Приведены их основные функциональные возможности и перспективы дальнейшего совершенствования.

*Ключевые слова:* информационная система, база данных, чрезвычайная ситуация, «База знаний ЧС», «Атлас опасностей и рисков»

***Firsov A. G.,  
Nadtochiy O. V.,  
Arslanov A. M.***

***Use of modern information systems of the Ministry of Emergency Situations  
of Russia for the prevention and monitoring of risks of emergency situations and  
their consequences***

The article discusses innovative IT technologies of the Ministry of Emergency Situations of Russia aimed at ensuring integrated security in the event of risks of emergencies and their consequences. Their main functional capabilities and prospects for further improvement are given.

*Keywords:* information system, database, emergency situation, Emergency Knowledge Base, Atlas of Hazards and Risks

Вся информация о произошедших чрезвычайных ситуациях (далее — ЧС) и их последствиях на территории России аккумулируется в специализированных базах данных и используется в дальнейшем для анализа ЧС, расчета возможных рисков возникновения ЧС и их последствий, разработки прогнозных сценариев развития ЧС на территории субъектов Российской Федерации. Одной из таких информационных систем является «База знаний ЧС», которая размещена в ведомственной сети МЧС России — интранет. Система включает в себя две основные формы ввода сведений о ЧС: «Происшествия ЧС», «Силы и средства». Введенные пользователем статистические данные о ЧС формируют определенный статистический массив в виде электронной базы данных. На рис. 1 приведен пример сформированной базы данных ЧС и их последствий.

Скриншот веб-интерфейса «База знаний ЧС». В верхней части экрана отображены хлебные крошки: «База знаний», «Происшествия (ЧС)». В центре — панель управления с полями для выбора подразделения МЧС России, конкретной даты (08.10.2024) и периода. Ниже — таблица с заголовками: Действия, История изменений, Дата создания карточки происшествия/ЧС, Исполнитель, Статус, Дата возникновения происшествия/ЧС, Время возникновения происшествия/ЧС (местное), Дата закрытия происшествия/ЧС, Время закрытия происшествия/ЧС, Дата возникновения (Московское время), Время возникновения (Московское время), Дата закрытия (Московское время). В таблице отображен один записи: 6 действий, дата 08.10.2024, исполнитель Чичин Сергей, статус «В работе», дата и время возникновения 08.10.2024 00:20, дата и время закрытия 08.10.2024 02:36.

Рис. 1 Фрагмент базы данных ЧС и их последствий в информационной системе «База знаний ЧС»

Указанная база данных включает в себя следующую информацию, характеризующую ЧС: дату и время возникновения ЧС, адрес, вид и состояние события, масштаб, размер ущерба, источник и причина возникновения, краткое описание события, количество пострадавших, погибших и пропавших без вести людей, количество спасенных, госпитализированных людей, количество людей с нарушенными условиями жизнедеятельности, количество эвакуированных людей, количество личного состава и техники МЧС России, количество личного состава и техники РСЧС, количество другого личного состава и техники, а также другие данные, необходимые для учета и анализа ЧС.

В частности, в специальном файловом хранилище могут быть размещены фото и видеоматериалы ЧС, карты и схемы местности, где она произошла, виды используемой техники, метеорологические данные и другая дополнительная информация о ЧС. Информация о ЧС заносится в «Базу знаний ЧС» в оперативном режиме и соответственно также отображается в реальном времени в базе данных. Доступ к информации о ЧС возможен только зарегистрированным (авторизованным) пользователям. Пользователь через систему фильтров может получить запрашиваемую им информацию как по конкретной ЧС, так в целом по субъекту Российской Федерации или России. Пример получения такого рода информации о ЧС приведен на рис.2.

Информация о ЧС необходима не только для МЧС России, но и для других органов управления (федеральных, региональных, муниципальных), применяется с целью определения возможных рисков возникновения ЧС техногенного и природного характера для населения и объектов экономики, разработки соответствующих превентивных мероприятий по их защите от ЧС, а также формирования и подготовки необходимых ресурсов (сил и средств) для предупреждения, защиты и ликвидации ЧС.

Общая информация | Файлы оперативной информации

**Время возникновения происшествия/ЧС**

Дата возникновения*	Время возникновения (местн.)*	Статус события	Дата закрытия*
08.10.2024	00:20	Завершено	08.10.2024
Время закрытия*			
02:36			

**Место происшествия/ЧС**

Международное происшествие (ЧС)

Адрес\*

обл Волгоградская, р-н Камышинский

Федеральный округ\*

Южный

Субъект Российской Федерации\*

Волгоградская область

Ближайший адрес к зоне ЧС\*

Волгоградская область, Камышинский муниципальный район, село Усть-Грязнуха

Выбор зоны ЧС\*

Рис. 2 Фрагмент запрашиваемой пользователем информации о ЧС из информационной системы «База знаний ЧС»

Сегодня наше общество находится на той ступени развития, когда для его эффективного функционирования требуется получение информации в более оперативном виде — онлайн-режиме. Получение информации о возможных ЧС и их последствиях в онлайн-режиме и принятие на их основе оптимальных научно-обоснованных управленческих решений по защите населения и территорий от ЧС является жизненно необходимым условием для успешной деятельности МЧС России, различных органов управления и оперативных служб.

В связи с этим МЧС России совместно с Российской Академией наук был разработан электронный «Атлас опасностей и рисков» (далее — Атлас Рисков) [1]. Его работа основана на австрийской программной платформе ProxmoX Virtual Environment (VE) с открытым системным кодом. Одним из источников получения данных в программе является открытый сервис NASA EOSDIS GIBS, который позволяет загружать необходимые для работы системы спутниковые снимки. Окончательно в эксплуатацию Атлас Рисков был сдан в 2021 г. Общие затраты, связанные с его разработкой, составили более 112 млн руб. [2]. В Атлас Рисков интегрирован искусственный интеллект, позволяющий анализировать информацию из электронных паспортов территорий, систем космического мониторинга поверхности Земли, различных информационных систем федеральных органов исполнительной власти (далее — ФОИВ), метеорологические данные и другие сведения из открытых источников.

Атлас Рисков в визуальном плане представляет собой геоинформационную систему с набором интерактивных электронных карт, на которых приведена информация о различных ЧС на территории Российской Федерации в реальном времени [3]. Система оснащена различными сервисами,

облегчающими поиск, визуализацию и анализ информации. Атлас Рисков состоит из трех модулей (частей). Первая часть предназначена для открытого доступа в сети Интернет и в целях кибер-безопасности имеет ряд ограничений в предоставлении информации. Вторая часть предназначена для сотрудников МЧС России и соответственно имеет более широкий спектр сервисов и информационных контентов. Она также размещена в сети Интернет и на ее функционирование тоже наложены определенные ограничения. Третья часть Атласа Рисков предназначена исключительно для органов управления МЧС России, размещена в ведомственной сети МЧС России (интранет) и предполагает полный доступ к данным различных ЧС и заложенным в систему сервисам.

Для пользователя в первом варианте доступны следующие информационные сервисы: «Данные из внешних источников» (ФОИВ, организации и т. д.), «Данные из открытых источников», «Данные МЧС России». Наибольшее количество информации представлено сервисом МЧС России — это размещение сил и средств, карты рисков различных ЧС. В сервисе «Данные из открытых источников» представлены вкладки «Глобальная система лесных пожаров» и «Прогноз подтоплений». Сервис «Данные из внешних источников» содержит в себе сведения МВД России по дорожно-транспортным происшествиям. Результат работы информационной системы в режиме открытого доступа в сети Интернет приведен на рис. 3.

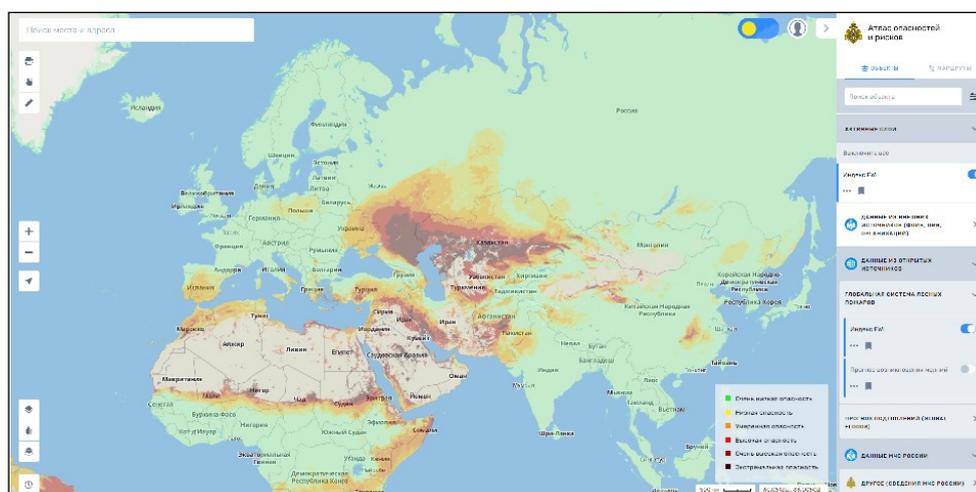


Рис. 3 Результат работы информационной системы «Атлас опасностей и рисков» — фрагмент карты сервиса «Глобальная система лесных пожаров»

В целом новая геоинформационная система Атлас Рисков предоставляет возможность пользователям получать информацию о возможных рисках и ЧС в своем регионе, а также необходимые справочные и прогнозные данные о состоянии той или иной территории. Атлас Рисков позволяет рационально строить социально-экономическую политику в регионе, учитывая возможные риски тех или иных событий, заблаговременно формировать систему превентивных мероприятий защиты от ЧС и резервировать необходимое количество сил и средств для ликвидации последствий ЧС.

Авторы считают, что включение в Атлас Рисков дополнительных сервисов, предоставляющих информационный контент об обстановке с пожарами и их последствиях в субъектах России, результатах деятельности органов государственного пожарного надзора, значительно расширит функциональные возможности данной информационной системы, повысит к ней интерес со стороны не только органов управления, но и граждан, бизнес-сообществ и страховых организаций. В итоге следует ожидать повышение уровня пожарной безопасности, снижение территориальных пожарных рисков и в целом улучшение обстановки с пожарами и их последствиями.

#### Литература

1. МЧС презентовало Атлас опасностей и рисков // ТАСС : информационный ресурс. URL: <https://tass.ru/obschestvo/6510205> (дата обращения: 30.09.2024).
2. МЧС перерисует атлас опасностей // Коммерсантъ : информационный ресурс. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5436158> (дата обращения 30.09.2024).
3. Атлас опасностей и рисков (mchs.gov.ru) : информационный ресурс. URL: [https://atlas.mchs.gov.ru/?ysclid=m1p3hnow1v51810983&startDate=2024-09-30&endDate=2024-09-30&\\_u=84279](https://atlas.mchs.gov.ru/?ysclid=m1p3hnow1v51810983&startDate=2024-09-30&endDate=2024-09-30&_u=84279) (дата обращения: 30.09.2024).

УДК 004.9, 614.8

*bulatova1902@mail.ru*

**Фоминых И. М.**

**Булатова В. В.**

**Луговкин В. В.**

**Кобелев А. М.**

**Девяткин Н. О.**

*Уральский институт ГПС МЧС России*

*Екатеринбург*

#### ***Опыт и перспективы применения обучающих компьютерных программ в преподавании специальных технических дисциплин***

Обоснована актуальность применения обучающей компьютерной программы по решению комплексной задачи защиты объекта системой пожарной автоматики для формирования профессиональных компетенций обучающихся пожарно-технического профиля.

*Ключевые слова:* профессиональные компетенции, система пожарной сигнализации, система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

***Fominykh I. M.***

***Bulatova V. V.***

***Lugovkin V. V.***

***Kobelev A. M.***

***Devyatkin N. O.***

#### ***Experience and prospects of using educational computer programs in teaching special technical disciplines***

The relevance of using a training computer program to solve the complex problem of protecting an object with a fire-fighting automation system for the formation of professional competencies of students in the fire-fighting profile is substantiated.

Keywords: professional competencies, fire alarm system, warning and evacuation management system for people in case of fire

Основной особенностью в преподавании специальных технических дисциплин является необходимость не просто рассмотреть области применения, классификации, устройства, принципы работы и характеристики определенных технических средств, но и применить действующие нормативные правовые акты для решения задач по внедрению и эксплуатации систем противопожарной защиты комплексно. При этом технические средства создают различные производители с техническими особенностями. Существуют сложности в обеспечении дисциплины учебной литературой.

Кроме того, хочется отметить, что технический прогресс не стоит на месте и технические решения непрерывно обновляются. Нормативные правовые акты также дополняются и изменяются [1].

Системы пожарной автоматики изучаются на всех уровнях обучения: как при подготовке специалистов среднего звена, так и при подготовке специалистов высшего уровня бакалавриата, специалитета и магистратуры.

Система пожарной автоматики является органичным элементом общей системы безопасности и совокупностью нескольких взаимодействующих систем:

- пожарной сигнализации;
- передачи извещений о пожаре;
- оповещения и управления эвакуацией людей;
- противодымной вентиляции;
- установок автоматического пожаротушения (АУП);
- и иного оборудования автоматической противопожарной защиты, предназначенных для обеспечения пожарной безопасности объекта [1].

Для каждой системы существуют свои нормативные документы, по которым определяется, какие виды требуются для защиты конкретных объектов, стандарты по сертификационным испытаниям, в которых приводятся определения и классификации технических средств данной системы, стандарты по проектированию монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Кроме того, существуют отдельные стандарты по проектированию и условным графическим обозначениям данных систем. При этом нормативные документы достаточно динамично обновляются.

Таким образом, перед преподавателями стоит достаточно сложная задача сформировать навыки работы с нормативными документами, отработать практическое применение наиболее значимых в практической деятельности нормативных документов, например СП 486 «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования подлежащих защите АУП и СПС».

Для систематизации знаний, умений, навыков и формирования необходимых профессиональных компетенций необходимо умение применять нормативные требования для обеспечения пожарной безопасности на конкретном объекте при решении комплексной задачи.

В связи с вышесказанным применение обучающих компьютерных программ в обучении специальных технических дисциплин имеет особое значение.

Профессорско-преподавательским составом кафедры автоматизированных систем противопожарной защиты разработана обучающая программа в среде программирования CODESYS (акроним англ. Controller Development System). Она распространяется бесплатно и может быть без ограничений установлена на нескольких рабочих местах [2].

На программу «Разработка проектных решений безадресной системы пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуации при пожаре» получено свидетельство регистрации [3].

Программа предназначена для изучения основных положений нормативных документов в области проектирования систем противопожарной защиты в процессе выполнения виртуального автоматизированного практического задания и обеспечивает решение следующих задач:

- ознакомление обучаемого с основными нормативными документами по разработке безадресной системы пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- визуализацию выполнения этапов задания с контролем правильности их выполнения;
- тестирование и оценивание усвоения изученного материала.

Программа может применяться в образовательном процессе организаций пожарно-технического профиля.

Данная программа применяется в учебном процессе на всех уровнях очной формы обучения, также возможны варианты применения в дистанционном формате.

Применение программы для решения комплексной задачи позволяет:

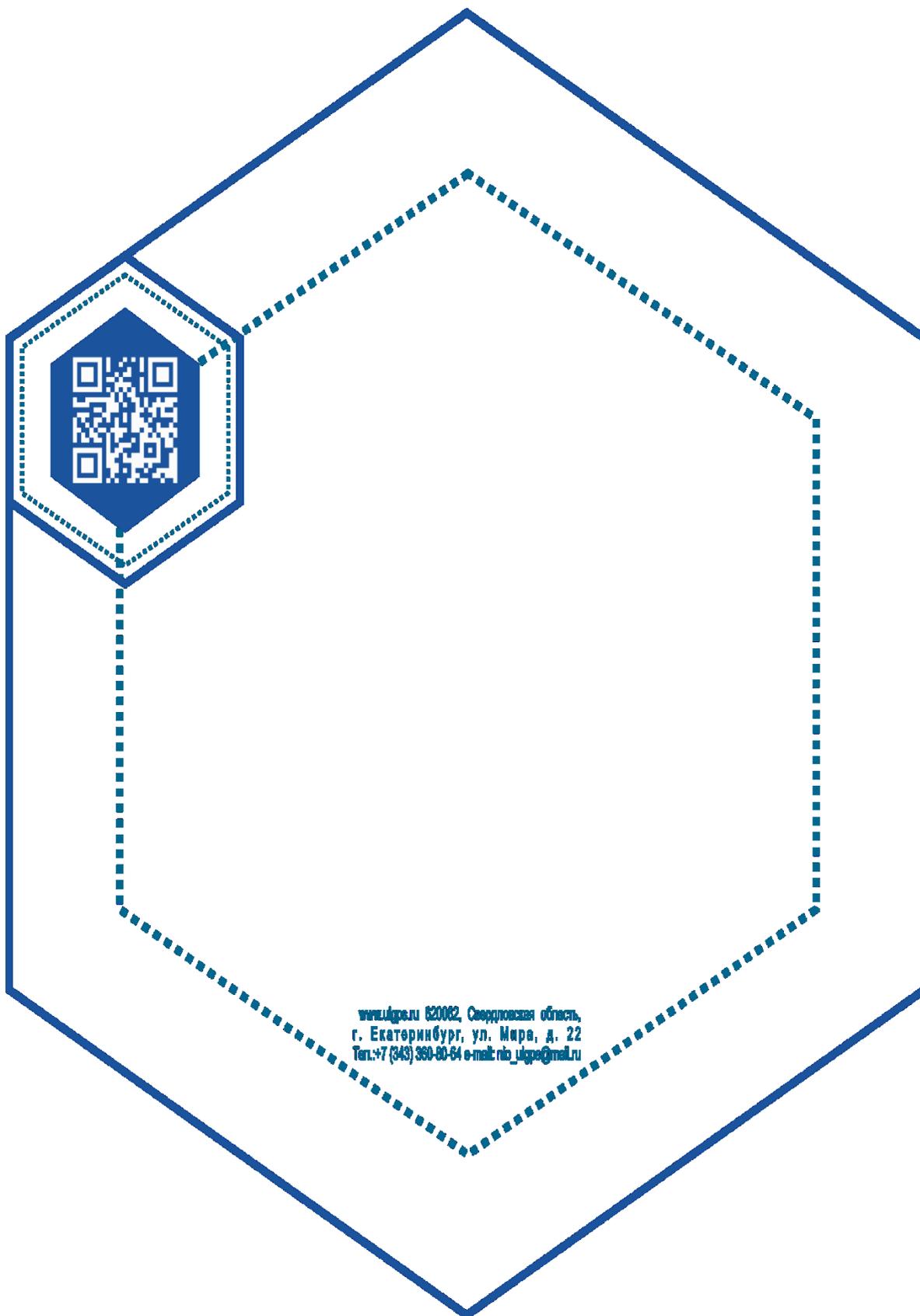
- систематизировать и углубить теоретические знания по пожарной автоматике;
- закрепить практические навыки выбора, размещения и подключения технических средств пожарной автоматики;
- закрепить умения применять нормативные документы для решения практических задач;
- сформировать профессиональные компетенции в соответствии с требованиями федеральных государственных стандартов среднего и высшего образования.

В планах ППС кафедры разработка программы по проектированию адресной СПС и СОУЭ с визуализацией электрического подключения оборудования российских производителей.

### Литература

1. О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения : технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 043/2017 : принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23.06.2017 № 40 // Консорциум кодекс : электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456080708> (дата обращения: 04.12.2024).
2. CODESYS V3 // ОВЕН : сайт. URL: [https://owen.ru/product/codesys\\_v3](https://owen.ru/product/codesys_v3) (дата обращения: 04.12.2024).
3. Разработка проектных решений безадресной системы пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуации при пожаре / В. В. Луговкин [и др.] // Elibrary : сайт. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=64598702> (дата обращения: 10.12.2024).





www.ugre.ru 620062, Свердловская область,  
г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22  
Тел.: +7 (343) 360-80-64 e-mail: rio\_ugre@mail.ru