



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

IV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ IT- VR-ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ



28 ноября
Екатеринбург, 2025

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, 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, старший научный сотрудник отделения планирования, организации и координации научных исследований научно-исследовательского отдела Уральского института ГПС МЧС России

«Проблемы и перспективы развития IT- и VR-технологий в области комплексной безопасности»: сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции (28 ноября 2025 г.) / ред. кол. М. В. Елфимова, О. В. Беззапонная, Е. В. Головина [и др.].- Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2025

В сборник включены материалы IV Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития IT- и VR-технологий в области комплексной безопасности», состоявшейся 28 ноября 2025 г.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Вахрушев М.В., Шавалеев М.Р. <i>Искусственный интеллект в подготовке специалистов по пожаротушению</i>	8-12
Волков Д.И., Субачева А.А. <i>Сравнение расчета эффективности газового пожаротушения аналитическим методом и методом компьютерного моделирования</i>	12-17
Загуменнова М.В., Малёмина Е.Н., Фирсов А.Г. <i>Искусственный интеллект в обеспечении аналитики пожаров и их последствий</i>	17-22
Кайбичев И.А. <i>Microsoft Excel при прогнозе обстановки с пожарами в России</i>	22-25
Кайбичев И.А. <i>Компьютерное моделирование обстановки с пожарами в Свердловской области</i>	25-30
Киселев В.В. Суровегин А.В., Кузнецов И.А., Палин Д.Ю. <i>Применение иммерсивных технологий в практической подготовке обучающихся образовательных организаций высшего образования МЧС России</i>	31-35
Корнелюк Д.А., Шавалеев М.Р., Дьяков М.В. <i>Применение искусственного интеллекта в обучении профессиональных дисциплин</i>	35-39
Логинов В.В. <i>Алгоритм работы искусственного интеллекта при информационной поддержке принятия решений в условиях ведения гражданской обороны</i>	39-43
Мингалеев С.Г. <i>Использование мобильных роботов МРК -15 для локализации и ликвидации последствий ударов БПЛА и дистанционного минирования объектов в приграничных субъектах РФ</i>	43-47
Мокроусова О.А., Кононенко Е.В., Черкасский Г.А., Смольников М.И. <i>Разнообразное применение информационных технологий в подготовке специалистов по пожарной безопасности</i>	47-50
Пеньков И. А., Багаев Ю.А., Тимофеев В.Д., Валяев Е.В. <i>Актуальные проблемы и перспективы применения VR-технологий для подготовки операторов робототехнических средств МЧС России</i>	50-55
Слепов А.Н., Трояк Е.Ю. <i>Опыт применения программно-аппаратного комплекса для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы при изучении дисциплины «Расследование и экспертиза пожаров»</i>	55-60

Талалаева Г.В.

База данных теста САН как элемент системы поддержки принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций..... 60-65

Тюмкина Е.А., Кращенко Н.А.

Перспективы использования технологий виртуальной реальности при подготовке специалистов в области пожарной безопасности 65-68

Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Надточий О.В.

Использование роботизированных систем тушения под управлением средств искусственного интеллекта для обнаружения и тушения пожаров на объектах защиты..... 68-72

***Искусственный интеллект
в подготовке специалистов по пожаротушению***

В статье рассмотрены возможности применения технологий искусственного интеллекта в образовательной деятельности обучаемых ВУЗов МЧС России. Проведён анализ программных решений, способных визуализировать тактические задачи пожаротушения с помощью генерации изображений. Определены преимущества и ограничения использования ИИ-сервисов при подготовке будущих специалистов в области пожарной безопасности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, обучение курсантов, визуализация, пожарная тактика, нейросеть.

Vakhrushev M.V., Shavaleev M.R.

Artificial Intelligence in the Training of Firefighting Specialists

The article discusses the possibilities of using artificial intelligence technologies in the educational activities of the training universities of the Russian Ministry of Emergencies. It analyzes software solutions that can visualize tactical firefighting tasks using image generation. The advantages and limitations of using AI services in the training of future specialists in the field of fire safety are identified.

Keywords: artificial intelligence, training of cadets, visualization, fire tactics, neural network.

Развитие IT-технологий и искусственного интеллекта открывает новые возможности в образовательном процессе учреждений МЧС России. Современные нейросетевые системы позволяют не только автоматизировать рутинные задачи, но и визуализировать сложные тактические ситуации, что способствует повышению качества обучения курсантов и студентов [1-3].

Использование нейросетей в учебном процессе способствует индивидуализации обучения, ускоряет получение наглядного материала и позволяет обучаемым самостоятельно моделировать пожарно-тактические ситуации. Благодаря интерактивным возможностям ИИ, обучающийся может наблюдать последствия своих решений, визуально воспринимать развитие событий, анализировать тактические ошибки и делать выводы, что существенно повышает эффективность усвоения материала [4-6].

В рамках работы проведён анализ трёх наиболее доступных сервисов визуализации изображений: ИИ от Яндекс Алисы, Midjourney и Шедеврум. Для проверки возможностей генерации изображений использовались тестовые

запросы, отражающие различные тактические ситуации — от ликвидации пожара в жилом доме до тушения объектов хранения нефтепродуктов.

Особое внимание уделялось формулировке промта — текстового описания, по которому нейросеть создаёт изображение. Правильный промт должен содержать следующие элементы:

- чёткое указание объекта (например, пожарная машина на базе шасси УРАЛ 5557);
- описание действий (пожарные тушат двухэтажный дом);
- условия среды (ночное время, густой дым, реалистичный стиль);
- дополнительные детали (на рукаве пожарного повязка с надписью РТП).

Такая структура запроса позволяет нейросети точнее интерпретировать задачу и создавать изображения, максимально соответствующие реальной тактической обстановке.

Каждый из сервисов оценивался по критериям: степень реалистичности, корректность отображения элементов пожарной техники и возможность модификации исходного изображения.

Ниже представлены примеры изображений (рис. 1-3), сгенерированных с использованием нейросетевых технологий (ИИ Midjourney [7], Шедеврум [8], Яндекс Алиса [9]). Они демонстрируют возможности искусственного интеллекта по визуализации пожарно-тактических задач.



Рис. 1. Пожарная машина на базе шасси УРАЛ 5557 перед горящим деревянным домом (ИИ Midjourney)



Рис. 2. Пожарные тушат многоквартирный дом, огонь на верхних этажах, вид с земли (Яндекс Алиса)



Рис. 3. Эвакуация пострадавшего пожарными в задымленном подъезде (ИИ Шедеврум)

Проведённые эксперименты показали, что наибольший потенциал для использования в учебных целях имеет Midjourney, обеспечивающий высокое качество визуализации и детализированность изображений.

Применение ИИ позволяет курсантам формировать представления о тактической обстановке, моделировать действия подразделений и анализировать ошибки руководителя тушения пожара (РТП).

Однако в ходе анализа выявлены трудности: нейросети часто некорректно отображают специфику пожарной техники и экипировки. Это объясняется тем,

что используемые модели обучены на общедоступных наборах изображений, где пожарная тематика представлена фрагментарно. В результате в сгенерированных изображениях наблюдаются ошибки — неправильная форма пожарных стволов, несоответствие цветовых схем техники стандартам МЧС России, неверное расположение пожарных рукавов и элементов формы. Для устранения этих недочётов необходима адаптация обучающих выборок с включением реальных фотографий и схем из учебных материалов МЧС.

Использование ИИ способствует развитию у курсантов навыков системного мышления, анализа обстановки и визуального восприятия. Работа с промтами развивает точность формулировок и логическую последовательность мышления, что напрямую влияет на качество тактического планирования.

Создание специализированных баз данных изображений и сценариев, адаптированных под пожарно-тактические задачи, может стать основой для внедрения VR-технологий в обучение. Используя эти данные обучаемые смогут отрабатывать действия при организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в интерактивной среде. Формирование изображения с необходимыми сценариями, сгенерированных с использованием ИИ, позволит моделировать уникальные и опасные ситуации без риска для жизни, что повысит практическую подготовку личного состава.

Стоит отметить, что точность изображения от запрашиваемого промта напрямую зависит от умения преподавателей и обучаемых правильно формулировать запросы. Для достижения высокого уровня реализма необходимо формировать собственные базы изображений пожарной тематики, интегрировать их в обучающие нейромодели и использовать в связке с VR-платформами.

Таким образом, дальнейшее развитие искусственного интеллекта в образовательной сфере МЧС должно идти по пути создания специализированных отечественных нейросетевых систем, обеспечивающих точную визуализацию пожарно-тактических процессов. Это позволит объединить традиционные методы обучения с цифровыми технологиями, сделав подготовку пожарных-спасателей более наглядной, безопасной и современной.

Литература

1. Копылов Н.П., Кошелева Е.А. Современные технологии моделирования чрезвычайных ситуаций в образовательном процессе МЧС России // Безопасность жизнедеятельности. — 2022. — №6. — С. 14–19.
2. Курочкин В.П., Михайлов А.Г. Информационные технологии в подготовке специалистов противопожарной службы. — Екатеринбург: УИГПС МЧС России, 2020. — 112 с.
3. Головина Е.В. Использование VR-технологий в обучении курсантов пожарно-спасательных подразделений // Вестник пожарной безопасности. — 2023. — №2. — С. 37–42.
4. Латышев С.Н., Черкасов Ю.В. Применение нейросетевых технологий при моделировании тактических действий пожарных подразделений // Технологии гражданской безопасности. — 2021. — №4. — С. 25–33.
5. Тарасов А.И. Виртуальная реальность в образовательной среде МЧС России: опыт внедрения и перспективы // Инновации в образовании. — 2023. — №5. — С. 21–28.
6. Мельников Р.В., Ларин А.В. Нейросетевые методы визуализации учебных ситуаций при подготовке пожарных // Научно-практический журнал «Пожарная безопасность». — 2024. — №1. — С. 45–50.
7. Midjourney. Официальный сайт нейросети для генерации изображений. — URL: <https://www.midjourney.com>

8. Шедевр — отечественный генератор изображений на базе нейросети. — URL: <https://shdvrn.ru>

9. Яндекс Алиса. Официальная страница голосового помощника и ИИ-платформы. — URL: <https://yandex.ru/alice>

УДК 614:844:4

alla-subacheva@yandex.ru

Волков Д.И., Субачева А.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Екатеринбург

***Сравнение расчета эффективности газового пожаротушения
аналитическим методом и методом компьютерного моделирования***

Volkov. D.I, Subacheva A.A.

Приведены результаты сравнения расчета эффективности газового пожаротушения аналитическим методом и методом компьютерного моделирования, с использованием программы PyroSim для герметичного помещения и для помещения с открытым дверным проемом.

Ключевые слова: газовое пожаротушение, автоматическая установка пожаротушения, компьютерное моделирование.

***Comparison of calculation of gas fire extinguishing efficiency by analytical and
computerized modeling method***

The results of comparison of calculation of gas fire extinguishing efficiency by the analytical and computerized modeling method using the PyroSim program for a sealed room and for a room with an open doorway are presented in the article.

Keywords: gas fire extinguishing, automatic fire extinguishing system, computerized modeling.

Системы газового пожаротушения играют ключевую роль в защите объектов, имеющих ценное оборудование, архивных материалов или в условиях, где применение воды или порошка недопустимо. Традиционные аналитические методы расчета, хотя и являются основой, часто не способны учесть всю сложность реальных сценариев пожара и динамики распространения огнетушащего вещества. Наиболее перспективным видится использование программного комплекса Fire Dynamics Simulator (FDS) с графическим интерфейсом PyroSim.

Расчет эффективности газового пожаротушения с помощью компьютерного моделирования имеет ряд значительных преимуществ, которые делают этот подход особенно актуальным для проектирования современных систем безопасности. Компьютерное моделирование позволяет учитывать множество факторов, таких как геометрия помещения, расположение объектов, тип и количество газа, а также характеристики горючих материалов, в результате чего получаются более точные и детализированные результаты по

сравнению с традиционными методами расчета.

Моделирование помогает избежать дорогостоящих испытаний в реальных условиях, которые могут потребовать значительных затрат на оборудование и материалы, появляется возможность выявлять слабые места в системе и оптимизировать проект до его реализации, а также снижаются риски, связанные с физическими испытаниями.

В работе проведен сравнительный анализ эффективности систем газового пожаротушения диоксидом углерода (CO_2) в помещении объемом 125 м^3 , рассчитанных аналитическим методом и смоделированных с помощью PyroSim, как для герметичного помещения, так и для помещения с открытым дверным проемом.

Газовое пожаротушение – это метод подавления горения с использованием газовых огнетушащих веществ (ГОТВ). Механизм их действия может быть основан на:

- ингибировании, т.е. на химическом торможении реакции горения. Этим свойством обладают хладоны (например, Хладон 23, Хладон 125, Хладон 227еа, ФК-5-1-12). Они распадаются в зоне горения, образуя свободные радикалы, которые прерывают цепные реакции горения;

- разбавлении имеющегося в помещении кислорода ниже уровня, необходимого для поддержания горения. В качестве огнетушащих веществ в данном случае используют инертные газы (азот, аргон, инерген – смесь азота, аргона и CO_2), а также диоксид углерода (CO_2), который кроме всего прочего обладает охлаждающим эффектом.

Выбор ГОТВ зависит от типа пожарной нагрузки, наличия людей в помещении, экологических требований и экономической целесообразности. CO_2 является одним из старейших и эффективных ГОТВ, но его применение ограничено из-за токсичности для человека при огнетушащих концентрациях.

В нашем исследовании методом аналитического расчета [1] было определено время тушения пожара углекислым газом в помещении объемом 125 м^3 , если оно практически герметично и в случае вскрытия одного проема, высота которого 1,6 м, ширина – 1,3 м. Огнетушащая концентрация газа 36,0 %, плотность $1,4 \text{ кг/м}^3$, секундный расход $0,4 \text{ кг/с}$. Температура пожара в момент начала тушения 120°C . Температура воздуха 20°C .

При расчете аналитическим методом время тушения для герметичного помещения составило 155 секунд (2 мин 35 с), а для помещения с открытым проемом 350 секунд (5 мин 50 с).

Для сравнения результатов, мы провели моделирование тушения пожара с применением газовой автоматической установки пожаротушения (АУПТ) в программе PyroSim.

Для моделирования выбрано помещение размерами $5 \times 10 \times 2,5 \text{ м}$ (рис. 1), объемом 125 м^3 . В помещении имеется дверной проем, высота которого 1,6 м, ширина 1,3 м.

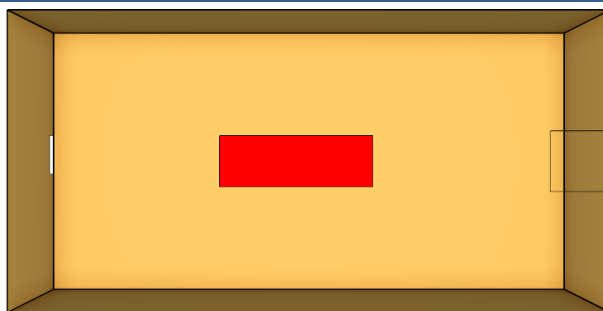


Рис. 1 Модель помещения в PyroSim

В центре помещения располагается горючая нагрузка, площадь которой 3 м^2 . В качестве огнетушащего вещества используется углекислый газ (CO_2). Начальная температура воздуха в помещении 20°C . Температура пожара в момент начала тушения 120°C . Скорость расхода огнетушащего вещества (CO_2) такая же, как в аналитическом расчете, а именно $0,29 \text{ м}^3/\text{с}$.

Было проведено несколько компьютерных экспериментов с различным положением дверного проема и расположением системы пожаротушения, относительно этого проема.

В эксперименте 1 с закрытым дверным проемом (герметичное помещение) среднеобъемная температура 120°C достигалась на 50 секунде, после чего активировалась подача CO_2 . Огнетушащая концентрация 36% была достигнута к 174 секунде, т.е. за 124 секунды подачи газа (рис. 2).

Фактическое прекращение горения (снижение мощности пожара до нуля) произошло на 112 секунде, т.е. тушение заняло 62 секунды (рис. 3). Результат по достижению концентрации (124 с) близок к аналитическому (155 с), однако PyroSim также показывает более раннее фактическое прекращение горения.

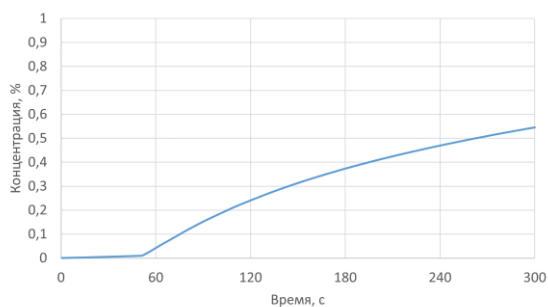


Рис. 2. Изменение концентрации углекислого газа во времени в герметичном помещении

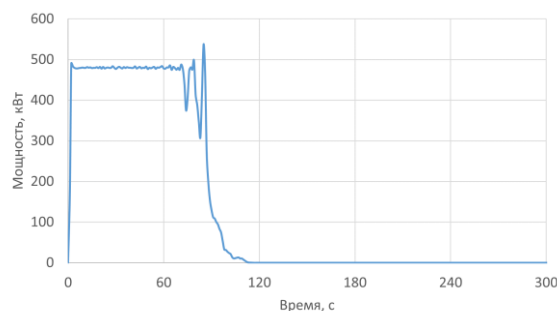


Рис. 3. Развитие мощности пожара в герметичном помещении

Для оценки динамики пожара был проведен эксперимент 2 – негерметичное помещение с открытым дверным проемом, без системы пожаротушения. Среднеобъемная температура в помещении в данном эксперименте достигает 120°C в момент 65 с, т.е. немного позднее (на 15 секунд) чем в герметичном помещении, в связи с интенсивным газообменом через открытый проем.

На рисунке 4 представлено движение потоков газовой среды в момент 65 с. Так как в помещении не установлена система газового пожаротушения, то схема движения газовых потоков представляет классическую картину газообмена горящего помещения с окружающей средой. Из очага пожара к потолку поднимаются нагретые газы, которые, достигнув потолка помещения, растекаются под ним в разные стороны в виде радиальной струи, а в очаг пожара из зоны с практически неизменными начальными параметрами устремляются новые порции свежего холодного воздуха.

Следующие эксперименты (2а, 2б, 2в) были проведены для негерметичного помещения с открытым дверным проемом и различным расположением автоматической установки пожаротушения.

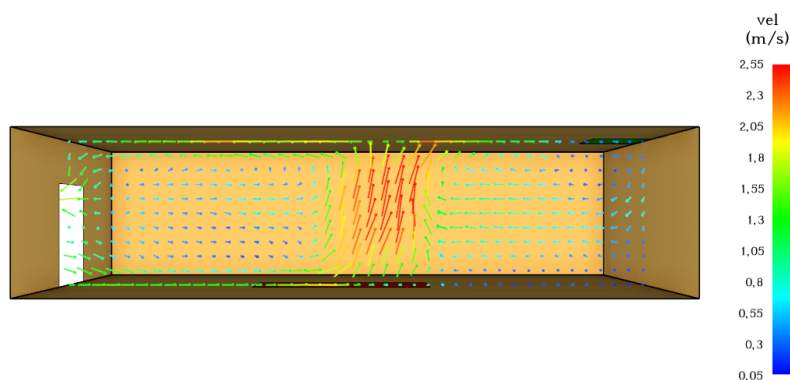


Рис. 4. Движение потоков газовой среды в момент 65 с

В эксперименте 2а АУПТ располагалась вдали от проема, в противоположной от двери стене, температура 120°C достигалась на 65 секунде. Огнетушащая концентрация 36% была достигнута к 222 секунде, т.е. за 157 секунд подачи газа (рис. 5). Фактическое прекращение горения произошло на 205 секунде (тушение заняло 140 секунд).

Анализируя данную информацию и сравнивая ее с результатами, полученными при расчете по формулам для негерметичного помещения, в котором тушение наступало спустя 350 с от начала пожара мы делаем вывод, что при моделировании пожара в программе PiroSim учитываются не среднеобъемные параметры показателей газовой среды, а конкретные показатели всех параметров пожара в каждой точке пространства, а также расположение проемов, АУПТ и т.д. При этом в программе реализуется такой механизм газового пожаротушения, при котором газ разбавляет имеющийся в помещении кислород и опускаясь на поверхность горения вытесняет его, что способствует затуханию пожара.

В эксперименте 2б (негерметичное помещение с открытым дверным проемом и установкой АУПТ у проема) огнетушащая концентрация CO_2 не была достигнута. Концентрация стабилизировалась на уровне около 6%, что значительно ниже требуемых 36% (рис.6). Основная масса огнетушащего вещества выходила из помещения через открытый проем вместе с продуктами горения.

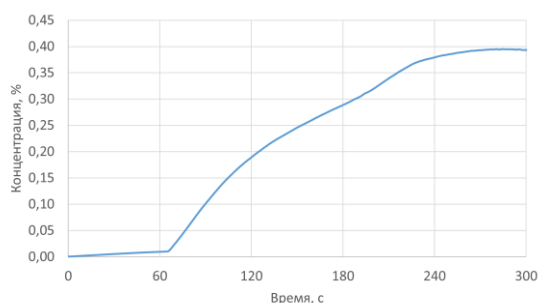


Рис. 5. Изменение концентрации углекислого газа во времени в негерметичном помещении (эксперимент 2а)

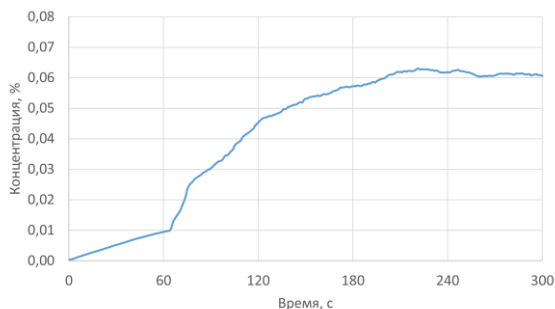


Рис. 6. Изменение концентрации углекислого газа во времени в негерметичном помещении (эксперимент 2б)

Среднеобъемная температура держалась на уровне 150°C , а мощность пожара достигала 500 кВт и не уменьшалась, т.е. тушение пожара не происходило.

В эксперименте 2в (негерметичное помещение с открытым дверным проемом и установкой АУПТ посередине помещения) огнетушащая концентрация 36% была достигнута к 258 секунде (193 секунды подачи). Однако, при уменьшении мощности горения и скорости потока выходящих из помещения газов, концентрация CO_2 стабилизировалась на уровне около 30%, что ниже огнетушащей. Полного прекращения горения не произошло, хотя мощность пожара значительно снизилась.

Этот эксперимент показывает, что даже при центральном расположении АУПТ в негерметичном помещении могут возникнуть проблемы с поддержанием необходимой концентрации ГОТВ.

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы:

1. В условно герметичных помещениях расчетное время тушения, полученное аналитическим методом, сопоставимо с результатами компьютерного моделирования по времени достижения огнетушащей концентрации. Однако моделирование дает более детальную картину, включая время фактического подавления горения.

2. В негерметичных помещениях (с крупными открытыми проемами) место подачи огнетушащего газа имеет решающее значение. Подача ГОТВ должна осуществляться на максимальном удалении от таких проемов. При подаче ГОТВ вблизи проема значительная его часть выходит из помещения, не достигая огнетушащей концентрации, и тушение не происходит.

3. Компьютерное моделирование газового пожаротушения с помощью

полевой модели (FDS/PyroSim) позволяет учесть фактические геометрические параметры помещения, расположение проемов, свойства горючей нагрузки и другие факторы. Это обеспечивает получение более достоверной информации об эффективности системы в конкретных условиях по сравнению с упрощенными аналитическими методами.

Таким образом, для проектирования надежных и эффективных систем газового пожаротушения, особенно для сложных или негерметичных объектов, применение инструментов компьютерного моделирования является предпочтительным и часто необходимым подходом. Это позволяет оптимизировать размещение оборудования, проверить различные сценарии и избежать потенциальных ошибок проектирования, которые могут привести к неэффективной работе системы в реальных условиях пожара.

Литература

1. Гайнуллина Е.В. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учебное пособие: специальность 20.05.01 Пожарная безопасность, направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Е.В. Гайнуллина, А.В. Кокшаров, М.Л. Кондратьева, В.Ф. Марков, Л.Н. Маскаева – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2020. 175 с.

УДК 614.84.31

otdel-16@vniipo.ru

Загуменнова М.В., Малёмина Е.Н., Фирсов А.Г.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Балашиха

Искусственный интеллект в обеспечении аналитики пожаров и их последствий

Статья рассматривает реперные точки генезиса искусственного интеллекта. Приведена классификация и перечень наиболее популярных в мире средств искусственного интеллекта. Рассмотрены основные перспективы его развития в России. Анализируются основные тенденции использования искусственного интеллекта в вопросах обеспечения пожарной безопасности. В частности, в вопросах обнаружения и тушения пожаров, противопожарной пропаганды и агитационно-массовой работы. Отдельно авторами рассмотрена возможность использования средств искусственного интеллекта в анализе обстановки с пожарами и управленческой деятельности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматическая система обнаружения и тушения, мобильный роботизированный противопожарный комплекс, противопожарная пропаганда, учет пожаров, анализ пожаров и их последствий.

Zagumennova M.V., Malemina E.N., Firsov A.G.

Artificial intelligence in providing analysis of fires and their consequences

This article examines the landmarks in the genesis of artificial intelligence. It provides a classification and list of the most popular AI tools worldwide. The main

prospects for its development in Russia are discussed. The article analyzes the main trends in the use of artificial intelligence in fire safety, specifically in areas such as fire detection and suppression, fire prevention education, and public awareness campaigns. The authors also examine the potential of using artificial intelligence tools in fire situation analysis and management.

Key words: Artificial intelligence, automatic detection and extinguishing system, mobile robotic fire-fighting system, fire prevention propaganda, fire recording, analysis of fires and their consequences.

Искусственный интеллект (далее – ИИ) прошел длительный путь развития начиная от Древней Греции и Средних веков до настоящих дней. Теоретические основы ИИ были сформированы философами Аристотелем (логика рассуждений) и Евклидом (формальные рассуждения). На основе их исследований испанский философ Луллий разработал несколько логических машин для получения знаний. В XVII веке исследователи Лейбниц, Гоббс и Декарт пришли к выводу, что рациональные умозаключения могут быть систематизированы как точные науки. На основе их идей Беббидж в XIX веке разработал механический калькулятор способный осуществлять сложные математические действия. Позднее математик А. Лавлейс предложила использовать аналитический двигатель данного механического калькулятора не только для математических расчетов, но и для создания музыкальных и графических объектов, а также различных игр. Предложенная ею идея «машинного интеллекта» в итоге стала отправной точкой в создании ИИ [1].

Интенсивное развитие ИИ получил в середине XX века. Этому способствовали с одной стороны исследования, связанные с открытием нейронной сети мозга человека, а с другой стороны создание и активное использование компьютеров и становление кибернетики как науки. С целью избежать путаницы с кибернетикой термин «машинный интеллект» был заменен Д. Маккарти на понятие ИИ (Дартмутский семинар по ИИ 1956 г.). В период с 1970-1980 гг. были разработаны новые алгоритмы и математические методы работы ИИ. В т.ч. нейронные байесовские сети, генетические алгоритмы, дерево решений, метод опорных векторов, машинное обучение и др. Свое дальнейшее развитие ИИ получил в 1990 г. с появлением интернета и значительным приростом вычислительной мощности компьютерной техники [2]. Большую популярность в мире ИИ получил с разработкой различных экспертных систем, отвечающих на вопросы с целью решения задачи в узкой или специфической области знаний, сформированных на основе логических знаний самих экспертов. Среди систем ИИ наиболее известными являются: ChatGPT (чат-бот), Deep Blue (шахматная программа), AlphaGo (программа игры в ГО), Watson (поисковая программа с использованием большого количества различных алгоритмов), MYCIN (медицинская экспертная система), ViaVoice (программа распознавания речи), Midjourney (программа для генерации изображения по текстовому запросу). Среди отечественных программ ИИ можно выделить следующие: Алиса (голосовой помощник),

Маруся (голосовой помощник), Салют (голосовой помощник), Шедеврум (генерация картинок по текстовому описанию), SteosVoice (синтезатор речи), умная камера «Яндекса» (визуальное распознавание объектов, перевод на др. языки, решение математических задач) и др.

В Российской Федерации развитие ИИ определено соответствующим Указом Президента Российской Федерации на период до 2030 г. [3]. В нем под ИИ понимается – *«комплекс технологических решений, позволяющих имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач, результаты сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека»* [3, с. 4, п.5.а]. Технологии ИИ включают в себя: компьютерное (машинное) зрение, обработку естественного языка, распознавание и синтезирование человеческой речи, интеллектуальную поддержку принятия решения, а также перспективные методы развития. С целью регулирования процессов разработки, внедрения и эксплуатации средств ИИ в последнее время принят ряд основополагающих нормативно-технических документов:

ГОСТ Р 71476-2024 (ИСО/МЭК 22989:2022) «Искусственный интеллект. Концепции и терминология искусственного интеллекта»;

ГОСТ Р 71539-2024 «Процессы жизненного цикла системы искусственного интеллекта»;

ГОСТ Р 71540-2024 «Эталонная архитектура инженерии знаний»;

ГОСТ Р ИСО/МЭК 20547-3-2024 «Эталонная архитектура больших данных»;

ГОСТ Р ИСО/МЭК 24029-2-2024 «Оценка робастности нейронных сетей»;

ГОСТ Р ИСО/МЭК 42001-2024 «Система менеджмента».

Исходя из технических характеристик и выполняемых функций ИИ делится на следующие виды: узконаправленный и универсальный. Узконаправленный ИИ предназначен для решения конкретных задач в какой-то одной области, на основе заложенных в него математических алгоритмов. В основном все существующие сегодня программные средства ИИ завязаны на выполнение отдельных задач, например, экспертные системы, голосовой помощник и др. Соответственно универсальный ИИ может выполнять любые поставленные перед ним задачи независимо от тех алгоритмов действий, которые в него заложены. На сегодняшний день пока не существует действующего универсального ИИ. Его появление ученые связывают не только с дальнейшим развитием нейронной сети, но и с созданием квантового компьютера.

Сегодня ИИ успешно используется в таких областях экономики и сферах общества как финансовая деятельность, алгоритмическая торговля, исследование рынка и интеллектуальный анализ данных, государственное управление, дипломатия, военное дело, промышленность, медицина, сельское хозяйство, рекрутинг, искусство, издательское дело, техническое обслуживание

телекоммуникаций, транспорт и игровая индустрия [1]. Внедрение средств ИИ направлено не только на упрощение и комфортабельность жизнедеятельности человека, но и для обеспечения его безопасности. Одним из таких направлений ИИ является обеспечение пожарной безопасности.

ИИ в данной области знаний эффективно развивается в направлениях, связанных с тушением пожара. С одной стороны, это разработка автоматизированных систем обнаружения и тушения пожара в помещениях зданий и сооружений [4, 5]. Обнаружение пожара, как правило, основано на автоматической пожарной сигнализации, использующей умные пожарные датчики (дымовые, тепловые, газовые, звуковые и др.) с искусственным интеллектом. Такой подход позволяет быстро идентифицировать пожар по критериальным значениям опасных факторов пожара, проводить эвакуацию людей и осуществлять его тушение в начальной стадии развития и тем самым значительно минимизировать социальные и материальные последствия пожара. В отличие от традиционных систем пожарной автоматики системы с ИИ обладают рядом технологических преимуществ, позволяющих обеспечивать «гибкое», достаточно экономичное и эффективное тушение пожара в сложных объемно-планировочных решениях и производственно-технических условиях (химическое производство, радиационное заражение и т.п.), а также осуществлять быструю адаптацию к изменяющимся внешним условиям.

Второе направление где активно используется ИИ – это робототехника. В частности, разработка мобильных роботизированных противопожарных комплексов. Данный вид техники предназначен для проведения оперативными подразделениями необходимых действий по тушению пожаров в условиях особого риска. Они предназначены для выполнения мероприятий по разведке и тушению пожара в условиях повышенного радиационного фона, химического заражения, осколочно-фугасного поражения и др. опасных факторов проявляющихся при проведении аварийно-спасательных работ [6]. Использование средств ИИ позволяет мобильным роботизированным комплексам самостоятельно в автономном режиме выполнять поставленные перед ними задачи. Также проводятся исследования по использованию беспилотных летательных аппаратов с ИИ для тушения пожаров.

Еще одно направление использования ИИ – это противопожарная пропаганда и агитационно-массовая работа среди населения. Для создания видеороликов используется компьютерная программа «Deepfake» или ее аналоги, работающие под управлением средств ИИ. Данный подход позволяет увеличивать в разы просмотры видеороликов на противопожарную тематику за счет использования образов популярных персонажей из видеоконтента [7].

По мнению авторов возможности ИИ могут быть использованы значительно шире. ФГБУ ВНИИПО МЧС России располагает объемной базой данных о пожарах зарегистрированных на территории субъектов Российской Федерации за несколько десятков лет. Электронная карточка учета пожара содержит полную статистическую информацию о каждом пожаре: дата пожара,

адрес, место возникновения, объект пожара, причина пожара, информация по погибшим и травмированным людям, уничтоженной (поврежденной) площади, участникам тушения и оперативным временам реагирования и т.д. Опираясь на данный массив данных с помощью средств ИИ можно осуществлять анализ обстановки с пожарами практически молниеносно не только в целом по России и субъектам РФ, но и вплоть до муниципальных округов и районов. Рассчитать прогнозные значения пожаров и их последствий опускаясь до минимального уровня локализации места пожара. Проводить математическое моделирование развития обстановки с пожарами с учетом меняющихся социально-экономических условий, природно-климатических и погодных параметров территорий. В дальнейшем возможно четко знать какие количественные и качественные характеристики сил и средств пожарных подразделений, а также их локализация на местности, необходимы для тушения пожаров. Ряд разработанных ранее моделей и методик в области пожарной безопасности (например, по размещению пожарных частей) можно адаптировать для использования ИИ. Также потребуется существенная работа по разработке и оптимизации соответствующих алгоритмов управления ИИ. Также ИИ можно успешно использовать и в экспертизе пожаров.

В целом внедрение ИИ в аналитическую деятельность МЧС России даст возможность оперативно определять тенденции и складывающиеся изменения в пожарной обстановке, своевременно принимать необходимые управленческие решения, оптимально размещать силы и средства и более эффективно использовать их в обеспечении пожарной безопасности. С появлением универсального ИИ вышерассмотренные отдельные средства узконаправленного ИИ можно объединить в единую систему обеспечения пожарной безопасности, что позволит обеспечить максимальную безопасность людей (10^{-6}) и имущества от пожара.

Литература

1. История искусственного интеллекта / Википедия URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.846b7e6a-68efb397-4d8309d1-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence (дата обращения: 15.10.2025).
2. Калайджян Е.В. Анализ современных интеллектуальных систем поддержки принятия решений по снижению пожарного риска на объектах нефтегазового комплекса по производству и хранению сжиженного природного газа / Е.В. Калайджян, Ю.Е. Актерский // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ X ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Иваново, 20 апреля 2023 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 255-260. – EDN CUIXLE.
3. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» / Официальное опубликование правовых актов URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003?pageSize=100&index=1> (дата обращения: 15.10.2025).
4. Роль искусственного интеллекта (ИИ) в пожарной безопасности / ПБ Системы URL: <https://securpb.ru/article/rol-iskusstvennogo-intellekta-ii-v-pozharnoj-bezopasnosti/> (дата обращения: 10.10.2025).
5. Умные системы пожарной безопасности – Публикации / Элек.ру URL: <https://www.elec.ru/publications/elektrobezopasnost/9155/> (дата обращения: 10.10.2025).
6. Робототехнические комплексы (РТК): основные модели, описания и ТТХ // Сайт. Firemen.club. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/robototekhnicheskie-kompleksyi-mchs-osnovnyie-modeli-opisanie-i-tth/?ysclid=mfzgn4wjmo428218405> (дата обращения: 01.10.2025).

7. Лазарев А.А. Основные направления применения технологии искусственного интеллекта в целях обеспечения пожарной безопасности / А.А. Лазарев, Т.А. Мочалова // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ X ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Иваново, 20 апреля 2023 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 328-331. – EDN IQVNPР.

УДК 614.84

kaibitchev@mail.ru

Кайбичев И.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Екатеринбург

Microsoft Excel при прогнозе обстановки с пожарами в России

Приведены результаты применения программы Microsoft Excel для прогнозирования обстановки с пожарами в России за период 2001-2024 годов.

Ключевые слова: прогнозирование, количество пожаров, Российская Федерация, Microsoft Excel.

Kaibichev I.A.

Microsoft Excel in the forecast of the fire situation in Russia

The results of using the Microsoft Excel program to predict the number of fires in Russia for the period 2001-2024 are presented.

Keywords: forecasting, number of fires, Russian Federation, Microsoft Excel.

Обстановку с пожарами в России за период 2001-2024 годов (Рис. 1) можно охарактеризовать статистическими параметрами: среднее значение – 240,0 тыс. ед., минимум – 131,8 (наблюдался в 2018 году), максимум – 471,4 (зафиксирован в 2019 году), размах – 339,6, стандартное отклонение – 100,7, медиана – 216,6.

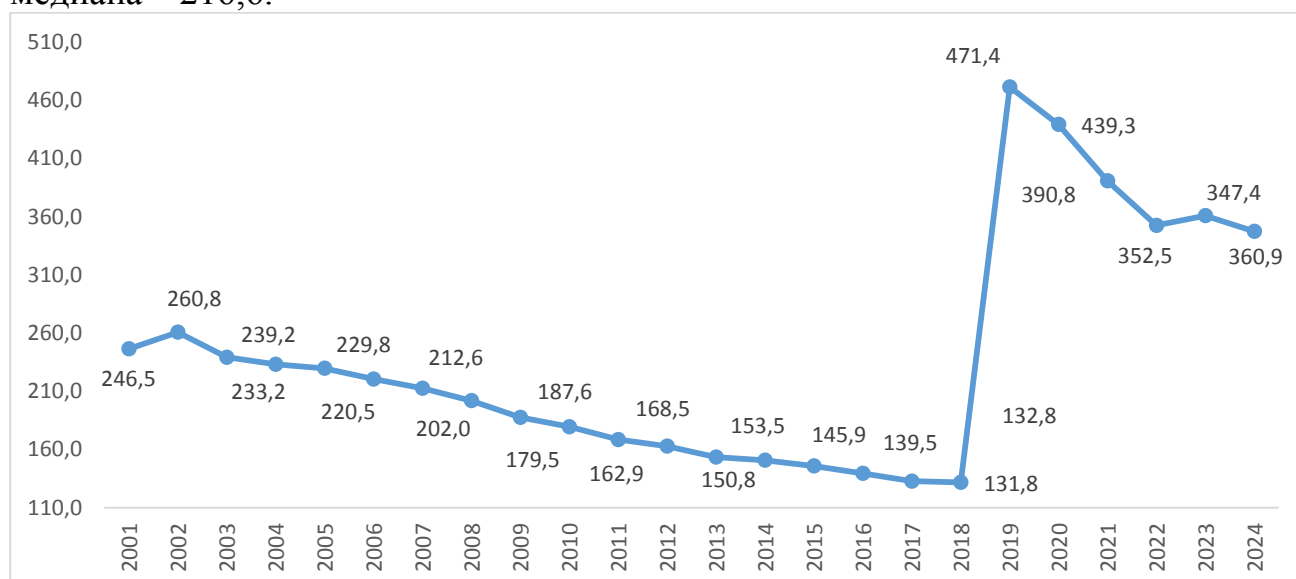


Рис. 1. Количество пожаров в России (тыс. ед)

Цель исследования – выявить возможные способы использования программы Microsoft Excel для прогноза обстановки с пожарами. Для этого используем формулы расчета известного на фондовом рынке индикатора Stochastic [1-6]:

$$\%K = \frac{X - L_n}{H_n - L_n} * 100\% \quad (1)$$

$$\%D = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \%K_i \quad (2)$$

Быстрый стохастик %K анализирует цены аукциона закрытия торговых финансового инструмента (акции, облигации, паи) X за последние n временных периодов, определяет минимальную L_n и максимальную H_n цену.

Медленный стохастик %D представляет скользящую среднюю за m периодов.

Выполним расчет индикатора (при $n = 5$, $m = 3$) на основе данных по количеству пожаров в Российской Федерации (Рис. 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Год	X	L	H	%K	%D			
2	2001	246,5							
3	2002	260,8							
4	2003	239,2							
5	2004	233,2							
6	2005	229,8							
7	2006	220,5							
8	2007	212,6							
9	2008	202,0							
10	2009	187,6							
11	2010	179,5							
12	2011	168,5							
13	2012	162,9							
14	2013	153,5							
15	2014	150,8							
16	2015	145,9							
17	2016	139,5							
18	2017	132,8							
19	2018	131,8							
20	2019	471,4							
21	2020	439,3							
22	2021	390,8							
23	2022	352,5							
24	2023	360,9							
25	2024	347,4							

Рис. 2. Расчет индикатора Stochastic в программе Microsoft Excel

Из опыта применения индикатора Stochastic на фондовом рынке известно, что рост в следующем периоде можно ожидать при %K в диапазоне от 0 до 20 %.

Значение %K в диапазоне от 0 до 20 % наблюдается в 2005-2018, 2023, 2024 годах (Рис. 2). Для 2006-2019, 2024, 2025 годов можно ожидать увеличения количества пожаров. Для 2025 года данных пока нет. Прогноз увеличения количества пожаров оправдался в 2019 и 2023 годах. Достоверность прогноза составила 12,5 %.

Предположим, что значение %K = 0 дает основание ожидать падение количества пожаров в следующем году. Значение %K = 0 наблюдали в 2005-2018, 2024 годах. Количество пожаров уменьшилось в 2006-2018 годах. Достоверность прогноза составила 92,86 %.

Из опыта применения индикатора Stochastic на фондовом рынке известно, что падение рассматриваемого показателя в следующем периоде можно ожидать при %K в диапазоне от 80 до 100 %.

Значение быстрого стохастика %K от 80 до 100 % наблюдали в 2019-2020 годах (Рис. 2). В 2020 и 2021 годах количество пожаров уменьшалось. Достоверность прогноза составила 100 %.

В период с 2020 по 2021 годы наблюдаем снижение количества пожаров (Рис. 2). В предшествующие годы значение быстрого стохастика %K находилось в интервале от 76 до 100 %. Можно выдвинуть предположение значение %K в интервале от 76 до 100 % дает основание для снижения в следующем периоде. В нашем случае значение %K в данном интервале наблюдали 3 раза. Снижение количества пожаров в следующий год зафиксировано в 3 ситуациях. Достоверность прогноза составила 100 %.

Из опыта применения индикатора Stochastic на фондовом рынке известно, что падение рассматриваемого показателя в следующем периоде можно ожидать если линия %K расположена ниже линии %D. Такое расположение линий наблюдаем в 2021-2024 годах (Рис. 3). Следовательно в 2022-2025 годах можно ожидать уменьшения количества пожаров.

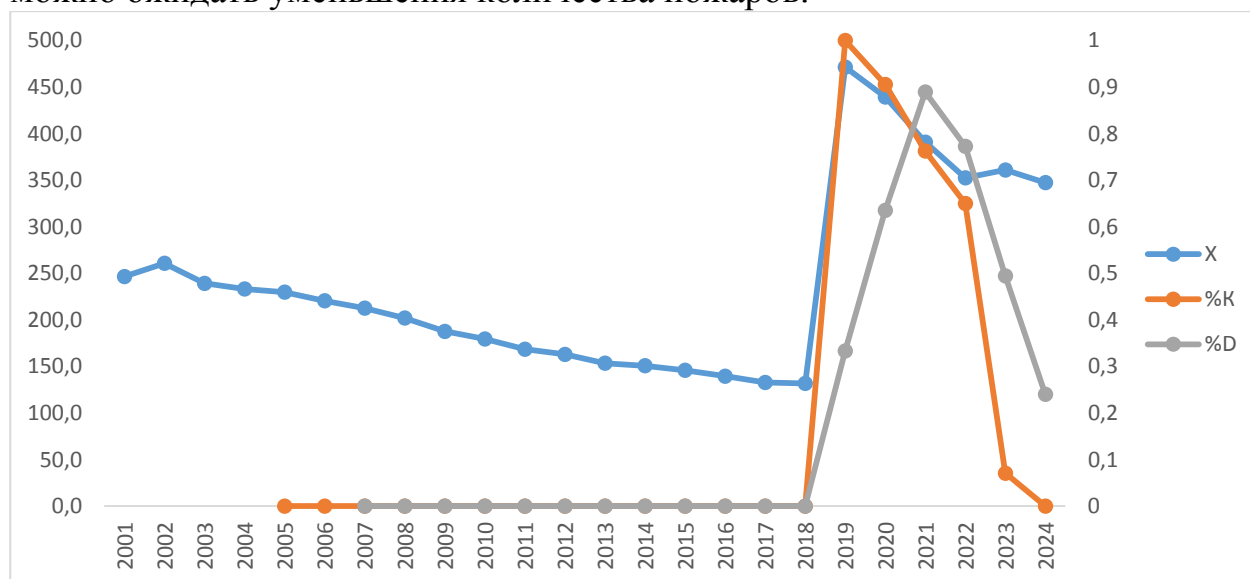


Рис. 3. Количество пожаров и индикатор Stochastic

В реальности уменьшение пожаров наблюдаем в 2022 и 2024 годах. Достоверность прогноза составила 66,66 %.

В итоге в программе Microsoft Excel выполнен расчет индикатора Stochastic на основе данных по количеству пожаров в Российской Федерации в 2005-2024 годах. Обнаружены следующие особенности прогнозирования обстановки с пожарами:

1) традиционный для фондового рынка прогноз роста рассматриваемого показателя в следующем периоде при %K в диапазоне от 0 до 20 % сработал в 12,5 % случаев;

2) выдвинутое предположение о том, что значение %K = 0 % дает основание для снижения значения рассматриваемого показателя в следующий период дало прогноз с достоверностью 92,86 %;

3) традиционный для фондового рынка прогноз спада рассматриваемого показателя в следующем периоде при %K в диапазоне от 80 до 100 % сработал в 100 % случаев, спад наблюдали также при %K в диапазоне от 76 до 100 %.

Литература

1. Шумков Е.А., Ботин В.А. Статистический анализ технических индикаторов // Научный журнал КубГАУ, 2010, № 64(10). - с. 78-86. EDN: NCXZBP.
2. Салютина Т.Ю., Колотов Ю.О., Платунина Г.П., Васильева И.А. Применение осцилляторных методов прогнозирования во взаимосвязи с этапами цифрового развития // Электронный научный журнал «Век качества», 2021, № 4. – с. 84 - 105. https://www.agequal.ru/pdf/2021/AGE_QUALITY_4_2021.pdf EDN: ETQFMG.
3. Еремин В.В. Выбор технического индикатора для российского фондового рынка // Аллея науки, 2020, № 11(50). – с. 97 - 105. EDN: DLUBQH.
4. Андреев А.В., Машков Е.А., Савина О.А. Выявление характера и сравнение популярных индикаторов технического анализа фондового рынка // Информационные системы и технологии, 2022, № 6(134). – с. 39 – 45. EDN: WOJMKG.
5. Новиков А.М. К вопросу прогнозирования цен на российском фондовом рынке // Актуальные вопросы современной экономики, 2023, № 3. – с. 97 - 99. EDN: KJYJES.
6. Смирнов С.В., Олейник Е.Б., Коваленко С.С. Прогнозирование поворотных точек российского экономического цикла с помощью опережающих индикаторов // Вопросы экономики, 2023, № 10. – с. 75 – 97. DOI: 10.32609/0042-8736-2023-10-75-97. EDN: ODPSCZ

УДК 614.84

kaibitchev@mail.ru

Кайбичев И.А.

Уральский институт ГПС МЧС России

Екатеринбург

Компьютерное моделирование обстановки с пожарами в Свердловской области

Приведены результаты компьютерного моделирования обстановки с пожарами в Свердловской области за период 2001-2024 годов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, количество пожаров, Свердловская область.

Computer simulation of the fire situation in the Sverdlovsk region

The results of computer simulation of the fire situation in the Sverdlovsk region for the period 2001-2024 are presented.

Keywords: computer modeling, number of fires, Sverdlovsk region.

Обстановку с пожарами в Свердловской области за период 2001-2024 годов (Рис. 1) можно охарактеризовать статистическими параметрами: среднее значение – 6268 пожара, минимум – 3476 (наблюдался в 2018 году), максимум – 11365 (зафиксирован в 2021 году), разброс – 7889, стандартное отклонение – 2269, медиана – 6606.

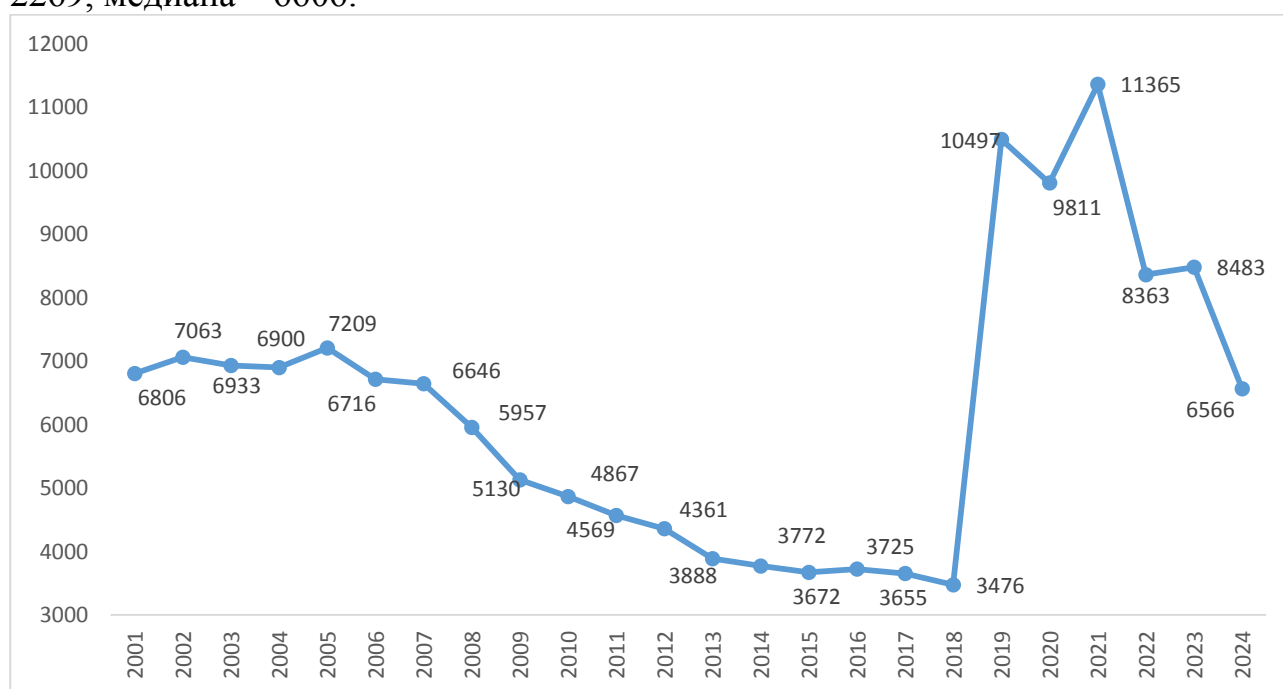


Рис. 1. Количество пожаров в Свердловской области

Цель исследования – выявить возможные математические закономерности в представленных статистических данных и разработать компьютерную модель [1, 2].

На первом этапе выясним наличие зависимостей наблюдаемого количества пожаров от данных прошлых периодов.

Проверим гипотезу о наличии зависимости наблюдаемого количества пожаров от данных предшествующего года. С помощью программы Microsoft Excel рассчитаем коэффициент корреляции Пирсона между двумя выборками (наблюдаемой на текущий момент времени и сдвинутой на 1 год в прошлое). Коэффициент корреляции Пирсона $R = 0,72$ (Рис. 2). Это больше 0,5. Поэтому гипотеза о наличии зависимости от данных предшествующего года верна.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Год	X		R			
2	2001	6806	7063	0,72			
3	2002	7063	6933				
4	2003	6933	6900				
5	2004	6900	7209				
6	2005	7209	6716				
7	2006	6716	6646				
8	2007	6646	5957				
9	2008	5957	5130				
10	2009	5130	4867				
11	2010	4867	4569				
12	2011	4569	4361				
13	2012	4361	3888				
14	2013	3888	3772				
15	2014	3772	3672				
16	2015	3672	3725				
17	2016	3725	3655				
18	2017	3655	3476				
19	2018	3476	10497				
20	2019	10497	9811				
21	2020	9811	11365				
22	2021	11365	8363				
23	2022	8363	8483				
24	2023	8483	6566				
25	2024	6566					

Рис. 2. Расчет коэффициента корреляции при сдвиге в 1 год

Проверим гипотезу о наличии зависимости наблюдаемого количества пожаров от данных 2 летней давности. Коэффициент корреляции Пирсона между наблюдаемыми на текущий момент времени показателя и данными 2 летней давности $R = 0,52$ (Рис. 3). Эта величина незначительно отличается от 0,5. Поэтому зависимость между текущими показателями и данными 2 летней давности существует, но она слабая.

Дальнейший расчет (Рис. 4) позволяет сделать вывод о наличии зависимостей текущих показателей от данных 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 летней давности и отсутствии зависимостей от других значений временного сдвига.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Год	X		R			
2	2001	6806	6933	0,53			
3	2002	7063	6900				
4	2003	6933	7209				
5	2004	6900	6716				
6	2005	7209	6646				
7	2006	6716	5957				
8	2007	6646	5130				
9	2008	5957	4867				
10	2009	5130	4569				
11	2010	4867	4361				
12	2011	4569	3888				
13	2012	4361	3772				
14	2013	3888	3672				
15	2014	3772	3725				
16	2015	3672	3655				
17	2016	3725	3476				
18	2017	3655	10497				
19	2018	3476	9811				
20	2019	10497	11365				
21	2020	9811	8363				
22	2021	11365	8483				
23	2022	8363	6566				
24	2023	8483					
25	2024	6566					

=КОРРЕЛ(B2:B23;C2:C23)

Рис. 3. Расчет коэффициента корреляции при сдвиге в 2 года

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Сдвиг	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	R	0,72	0,53	0,17	-0,02	-0,31	-0,56	-0,65	-0,72	-0,75	-0,79	-0,74
3												
4	Сдвиг	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
5	R	-0,62	-0,45	-0,18	-0,02	0,22	0,41	0,21	-0,38	-0,49	0,06	

Рис. 4. Зависимость коэффициента корреляции от временного сдвига

Выполненный расчет значений коэффициентов корреляции позволяет предложить математическую модель

$$X_i^* = a_0 + a_1 X_{i-1} + a_2 X_{i-2} + a_3 X_{i-6} + a_4 X_{i-7} + a_5 X_{i-8} + a_6 X_{i-9} + a_7 X_{i-10} + a_8 X_{i-11} + a_9 X_{i-12}, i \geq 13$$

(1)

где X_i – количество пожаров в i год, $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$ – некоторые коэффициенты, X_i^* – модельное количество пожаров.

На первом этапе коэффициенты $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9$ неизвестны. Положим их равными 1 (Рис. 5). Далее используем сервис Поиск решения. По формуле (1) из условия минимизации среднего значения абсолютной ошибки (модуля разности между реальным и модельными

значениями) определяем значения коэффициентов a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 , a_6 , a_7 , a_8 , a_9 (Рис. 6).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Год	X_i	X_{i-1}	X_{i-2}	X_{i-6}	X_{i-7}	X_{i-8}	X_{i-9}	X_{i-10}	X_{i-11}	X_{i-12}	X^*	Δ
2	2013	3888	4361	4569	6646	6716	7209	6900	6933	7063	6806	50398	46510
3	2014	3772	3888	4361	5957	6646	6716	7209	6900	6933	7063	48611	44839
4	2015	3672	3772	3888	5130	5957	6646	6716	7209	6900	6933	46219	42547
5	2016	3725	3672	3772	4867	5130	5957	6646	6716	7209	6900	43970	40245
6	2017	3655	3725	3672	4569	4867	5130	5957	6646	6716	7209	41283	37628
7	2018	3476	3655	3725	4361	4569	4867	5130	5957	6646	6716	38911	35435
8	2019	10497	3476	3655	3888	4361	4569	4867	5130	5957	6646	35904	25407
9	2020	9811	10497	3476	3772	3888	4361	4569	4867	5130	5957	40561	30750
10	2021	11365	9811	10497	3672	3772	3888	4361	4569	4867	5130	45438	34073
11	2022	8363	11365	9811	3725	3672	3772	3888	4361	4569	4867	45164	36801
12	2023	8483	8363	11365	3655	3725	3672	3772	3888	4361	4569	42802	34319
13	2024	6566	8483	8363	3476	3655	3725	3672	3772	3888	4361	39035	32469
14												среднее	36751,92
15		a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9		
16		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

Рис. 5. Первоначальные значения коэффициентов

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Год	X_i	X_{i-1}	X_{i-2}	X_{i-6}	X_{i-7}	X_{i-8}	X_{i-9}	X_{i-10}	X_{i-11}	X_{i-12}	X^*	Δ
2	2013	3888	4361	4569	6646	6716	7209	6900	6933	7063	6806	3807	81
3	2014	3772	3888	4361	5957	6646	6716	7209	6900	6933	7063	3591	181
4	2015	3672	3772	3888	5130	5957	6646	6716	7209	6900	6933	3551	121
5	2016	3725	3672	3772	4867	5130	5957	6646	6716	7209	6900	3725	0
6	2017	3655	3725	3672	4569	4867	5130	5957	6646	6716	7209	3992	337
7	2018	3476	3655	3725	4361	4569	4867	5130	5957	6646	6716	3934	458
8	2019	10497	3476	3655	3888	4361	4569	4867	5130	5957	6646	3875	6622
9	2020	9811	10497	3476	3772	3888	4361	4569	4867	5130	5957	9811	0
10	2021	11365	9811	10497	3672	3772	3888	4361	4569	4867	5130	9772	1593
11	2022	8363	11365	9811	3725	3672	3772	3888	4361	4569	4867	10991	2628
12	2023	8483	8363	11365	3655	3725	3672	3772	3888	4361	4569	8486	3
13	2024	6566	8483	8363	3476	3655	3725	3672	3772	3888	4361	8217	1651
14												среднее	1140
15		a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9		
16		0,999877	0,869885	0,100727	-0,10617	-0,11187	-0,13936	0,000852	-0,08084	0,082103	0,292121		

Рис. 6. Результат применения сервиса Поиск решения

Сравнение реальных и модельных значений показывает хорошее качество для периода 2001-2018 годов (Рис. 7). В период 2019-2024 годов (где

присутствуют заметные колебания) между реальными и модельными значениями заметны отличия.

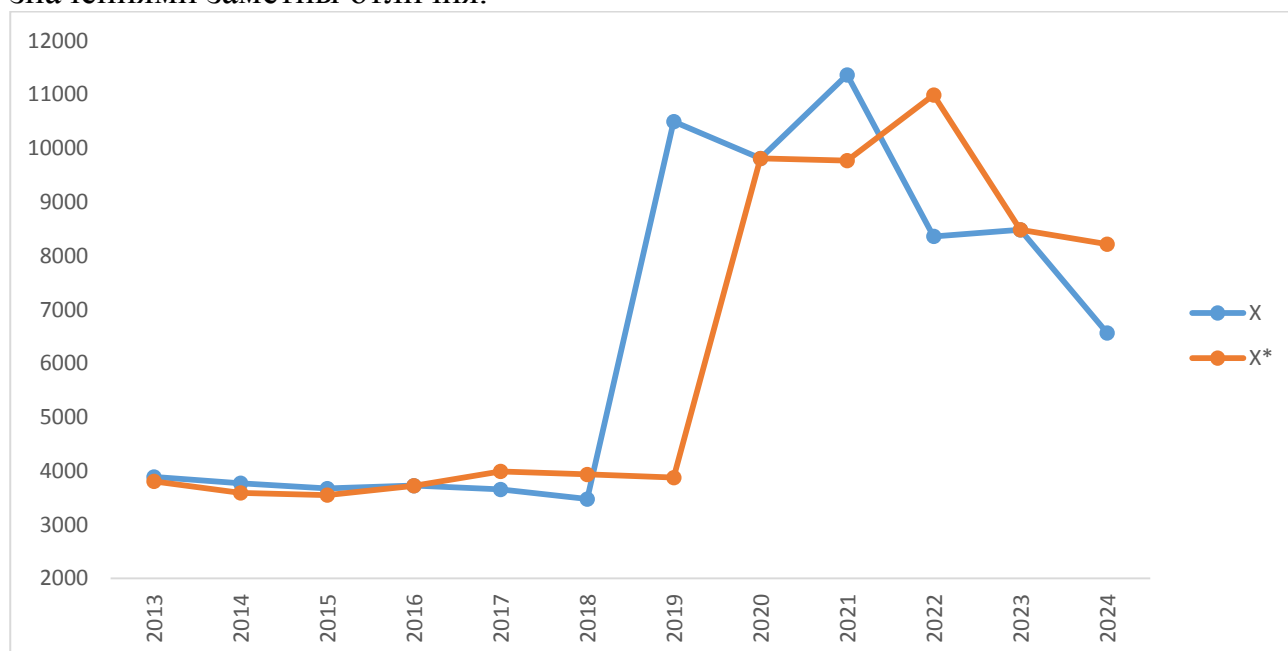


Рис. 7. Реальные и модельные значения

Среднее значение абсолютной ошибки между модельными и реальными значениями составило: 196 – для периода 2013-2018 годов, 2083 – для периода 2019-2024 годов, 1140 – для периода 2013-2024 годов.

Таким образом, выполнен анализ статистических данных по пожарам в Свердловской области за период 2001-2024 годы. Установлено наличие зависимостей текущих значений от данных 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 летней давности. Предложена линейная математическая модель для наблюдаемого количества пожаров в период 2013-2024 годов.

Литература

1. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001. — 320 с.
2. Арнольд В. И. Жёсткие и мягкие математические модели. — М.: МЦНМО, 2004. — 32 с.

УДК 378.6

slavakis76@mail.ru

Киселев В.В.,

sav_37@mail.ru

Суровегин А.В.

ikuz1999@list.ru

Кузнецов И.А.

denis_palin@bk.ru

Палин Д.Ю.

Ивановская пожарно-спасательная академия

ГПС МЧС России

Иваново

Применение иммерсивных технологий в практической подготовке обучающихся образовательных организаций высшего образования МЧС России

В данной статье рассмотрен перечень созданных информационных моделей функционирования мобильных средств пожаротушения, технических средств защиты, средств тушения, обеспечения пожарной безопасности и проведения профилактических мероприятий, а также представлены результаты анкетирования обучающихся относительно их эффективности применения на учебных занятиях.

Ключевые слова: виртуальная реальность, смешанная реальность, мобильные средства пожаротушения, обучение, информационные технологии, мотивация, профессиональная подготовка.

Kiselev V.V., Surovegin A.V., Kuznetsov I.A., Palin D.Y.

Application of immersive technologies in the practical training of educational institutions of higher education of the Russian Ministry of Emergency Situations

This article discusses the list of created information models of the functioning of mobile fire extinguishing equipment, technical means of protection, fire extinguishing equipment, fire safety measures, and preventive activities, as well as the results of a questionnaire survey of students regarding the effectiveness of their use in training sessions.

Key words: virtual reality, mixed reality, mobile firefighting equipment, training, information technology, motivation, and professional training.

Современный этап образовательной эволюции характеризуется широким использованием информационных технологий [1, 2]. Они выступают не просто инструментом передачи знаний, а мощным стимулом для поддержания и развития познавательного интереса студентов к выбранной специальности. Особую значимость это приобретает в системе подготовки сотрудников силовых структур и МЧС России, где качество профессиональных умений критически важно для безопасности граждан, общества и государства.

Цифровая революция кардинально изменила сферу образования, открыв путь для удаленного обучения, индивидуализированных образовательных ресурсов и увлекательного контента. Особым достижением стало внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности. Эти технологии размывают границы реального мира, формируя иммерсивные пространства для имитации сложных ситуаций, которые трудно или невозможно воссоздать в обычной среде [3].

Подобные инструменты не только усиливают интерес учащихся, но и дают возможность оттачивать мастерство в безопасных условиях, многократно повторяя опасные сценарии. Это приобретает особую значимость для специалистов, чья деятельность связана с тушением пожаров, проведением спасательных операций и устранением последствий чрезвычайных ситуаций.

В ходе исследовательского проекта, посвященного использованию виртуальной, дополненной и смешанной реальности в обучении пожарных и спасателей, Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России в партнерстве с ЗАО «Институт телекоммуникаций» создала набор информационных моделей, воспроизводящих работу мобильных средств пожаротушения, средств технической защиты, а также процессы обеспечения безопасности от пожаров и проведения профилактических мер [4, 5].

Возможности комплекса позволяют, применяя очки виртуальной реальности и элементы управления, исследовать отдельные детали и компоненты технических средств в трехмерном виде (рис. 1). Это дает возможность обучаемым более детально анализировать принципы действия каждого элемента по отдельности и формировать целостное понимание о его функционировании в общей системе (рис. 2).



Рис. 1. Реализация «взрыв-модели» пожарных стволов разной конфигурации



Рис. 2. Пример моделей комплекса и их описание

По направлению «Пожарная техника» создано 8 интерактивных моделей пожарных автомобилей основного и специального назначения.

Для каждого вида пожарной техники представлена общая техническая информация. Интерактивные модели позволяют показать обучающимся базовое шасси с кабиной для боевого расчета, пожарную надстройку с размещенным пожарным оборудованием, детали трансмиссии автомобиля, насосную установку с водопенными коммуникациями. Можно показать, как в пожарной автоцистерне по сети трубопроводов и емкостей происходит перемещение огнетушащих веществ. Также можем посмотреть процесс поворота и выдвижения автолестниц с помощью механизмов, входящих в ее состав. Кроме пожарных автомобилей разработаны 16 моделей пожарных стволов. Пожарные стволы можно разобрать на отдельные детали для изучения их технического устройства и принципа работы.

По направлению «Организация газодымозащитной службы» разработано 8 интерактивных моделей, демонстрирующих устройство и правила эксплуатации дыхательного аппарата со сжатым кислородом ПТС «ОКСИ огнеборец». Дыхательный аппарат можно разобрать на элементы, ознакомиться с их названиями. В модели заложены ряд визуализированных функций:

- вращение аппарата и его составных элементов;
- цикла дыхания;
- замена кислородного баллона и регенеративного патрона;
- проверка величины давления в баллоне
- аварийные ситуация падения кислородного баллона с его последующей разгерметизацией.

По направлению «Пожарная безопасность объектов защиты» созданы 4 интерактивные модели объектов и 17 моделей приборов, оборудования и процессов. После сбора информации проверяется соответствие объекта защиты требованиям пожарной безопасности и предлагаются мероприятия, направленные на устранение выявленных нарушений.

Интерактивные модели оснащены тестирующим модулем, позволяющим преподавателю оценить приобретенные на учебном занятии знания обучающихся.

По направлению «Государственный надзор и экспертиза пожаров» созданы 3 интерактивные модели различных локаций, позволяющих провести осмотр или инструментальное обследование помещения, где демонстрируются приборы, предметы, конструкции и оборудование. При расследовании причин пожара проверяется наличие повреждений, связанных с его воздействием на объект. По совокупности следов развития пожара обучающиеся устанавливают его причину.

Для определения влияния иммерсивных технологий на студентов, в рамках практических занятий им было предложено заполнить индивидуальные анкеты, включающие девять вопросов. В анкетировании участвовало свыше 150 человек из 16 учебных групп.

Изучение полученных данных выявило, что всего лишь 41% респондентов ранее имели дело с виртуальной или дополненной реальностью, в то время как большая часть обучающихся столкнулась с этим впервые. Почти все опрошенные (98%) подчеркнули впечатляющий уровень правдоподобия виртуальных образцов техники и аппаратуры, а также отметили, что условия моделирования заданий в максимальной степени соответствуют настоящим.

Все обучающиеся высказались позитивно об организованных занятиях. По их общему мнению, представленный учебный контент стал более наглядным и легким для восприятия, а дальнейшее расширение использования технологий виртуальной и смешанной реальности в учебном заведении окажет положительное влияние. Каждый из принявших участие в опросе подтвердил, что интерактивные методы обучения существенно стимулируют их заинтересованность к изучаемым дисциплинам.

В связи с новизной технологии смешанной реальности для многих учащихся, некоторыми были отмечены трудности, такие как освоение органов управления оборудованием, дезориентация в виртуальном пространстве, требующая периода адаптации, а также усталость глаз. Однако большинство студентов не испытали каких-либо серьезных затруднений при работе с данным оборудованием.

Основываясь на результатах анкетирования курсантов, можно сделать вывод, что ее применение в учебном процессе академии является обоснованно актуальным и предоставляет новые возможности для улучшения качества обучения и формирования устойчивого познавательного интереса к получению профессиональных знаний, умений и навыков.

Литературы

1. Технология формирования профессионально значимых качеств бакалавров в вузах МЧС России / А. В. Ермилов, И. В. Багажков, Л. В. Мардахаев, О. И. Воленко // Пожарная и аварийная безопасность. – 2022. – № 2(25). – С. 43-50.
2. Bulgakov V. V. Organization of Cadets' Professional Pedagogical Training in Higher Educational Institutions of the Ministry of Emergency Situations //Psychopedagogy in Law Enforcement. – 2022. – Т. 27. – №. 4. – С. 91.
3. Малый, И.А. Применение цифровых технологий для подготовки курсантов в области пожаротушения / И.А. Малый, В.В. Булгаков, И.Ю. Шарабанова, О.И. Орлов // Открытое образование. – 2021. – Т. 25. - № 2. – С. 51-59.

4. Molka-Danielsen J. et al. Creating safe and effective learning environment for emergency management training using virtual reality //Norsk konferanse for organisasjoners bruk av informasjonsteknologi (NOKOBIT). – 2015. – С. 1-10.

5. Малый, И.А. Применение технологий виртуальной реальности при изучении дыхательного аппарата со сжатым кислородом / И. А. Малый, И. Ю. Шарабанова, Б. Б. Гринченко // Пожарная и аварийная безопасность. – 2024. – № 3(34). – С. 66-75. – EDN CZNODY.

УДК 614:84

marat-shavaleev@mail.ru

Корнелюк Д.А., Шавалеев М.Р., Дьяков М.В.

Уральский институт ГПС МЧС России

Екатеринбург

Применение искусственного интеллекта в обучении профессиональных дисциплин

В статье рассматривается применение технологий искусственного интеллекта для генерации изображений чрезвычайных ситуаций в учебных целях. Исследуются возможности нейросетей — «Алиса нейросеть», «Kandinsky» и «Leonardo AI» — по визуализации сценариев (пожар на химическом заводе, паводок, лесной пожар) для создания реалистичных тренажеров и симуляторов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, нейросети, промпт, визуализация, профессиональные дисциплины.

Korenyuk D.A., Shavaleev M.R., Dyakov M.V.

Application of artificial intelligence in the teaching of professional disciplines

The article discusses the application of artificial intelligence technologies for generating images of emergencies for educational purposes. The possibilities of free neural networks — “Alisa neural network”, “Kandinsky” and “Leonardo AI” — are explored for the visualization of scenarios (fire at a chemical plant, flood, forest fire) for the creation of realistic training and simulation tools.

Keywords: artificial intelligence, neural networks, prompt, visualization, professional disciplines.

В последние годы искусственный интеллект (далее - ИИ) становится важнейшим инструментом трансформации образовательных систем по всему миру. Наиболее значимое влияние ИИ оказывает в области профессиональных дисциплин, где изучение теоретических знаний необходимо сопровождать визуальным материалом, необходимый для лучшего понимания и усвоения протекающих процессов, действий и алгоритмов. Активное и корректное внедрение искусственного интеллекта в образовательный процесс открывает новые горизонты и возможности.

Особое значение имеет применение ИИ в создании виртуальных тренажеров и симуляторов, которые позволяют курсантам и студентам практиковаться в условиях, максимально приближенных к реальной

профессиональной деятельности, в частности в условиях ЧС. Такие инструменты позволяют обучаемым приобретать практические навыки без риска для жизни и здоровья, а также получать индивидуальную обратную связь.

В данной статье мы рассмотрели возможность создания изображений для визуализации различных ЧС, которые могут быть использованы в учебном процессе профессиональных дисциплин. Это позволит смоделировать реальную обстановку на ЧС, что позволит визуализировать происходящие процессы для лучшего освоения изучаемого материала. Но процесс создания необходимого визуального материала создаваемых нейронными сетями имеет ряд трудностей, а именно наличия необходимого контента (происходящих процессов, выполняемых действий и т.д.), который хотели продемонстрировать на полученной картинке.

Для оценки соответствия создания изображений ИИ при введении запросов (промптов), отражающих необходимые условия задачи использовались только бесплатные, общедоступные нейросети - «Алиса нейросеть» от Яндекса, «Kandinsky» – нейросеть Сбербанка, а также «Leonardo AI».

В качестве промптов были выбраны следующие ЧС:

1. Пожар на химическом заводе.
2. Затопление (паводок) жилого района.
3. Лесной пожар.

Отдельно следует разобрать полученные результаты в сравнении сгенерированных изображений и реальных фотографий случаев, подобных условиям задач. Несмотря на то, что в этой работе рассматриваются сгенерированные нейросетью изображения, как альтернативу реальным, из-за нередкого отсутствия последних, необходимо понимать, насколько изображения, сделанные ИИ, соответствуют реальности и поставленным задачам.

«Алиса нейросеть» [1] показала очень хороший результат (рис. 1). Она создает достаточно реалистичные изображения, при этом есть возможность указать на различные детали и параметры изображения, чтобы получить наиболее соответствующий требованию результат. Также есть возможность генерации одновременно нескольких изображений, которые будут незначительно отличаться друг от друга, что позволит выбрать лучший вариант. Генерация также занимает немного времени, от 10 до 20 секунд на несколько вариантов изображения.



Рис. 1. Визуализация последствий тайфуна с использованием «Алиса нейросеть»

Визуализация лесного низового пожара с использованием нейросети «Kandinsky» [2] также показала хороший результат (рис. 2). В данном инструменте, используя бесплатную версию, отсутствует возможность генерации нескольких изображений одновременно, но стоит отметить, что качество и детализация получаемых изображений является высоким. При корректном выполненном запросе (промпте), можно получить реалистичную картинку схожей с фотографическим изображением. Однако, в связи с получаемой высокой детализацией генерация требует значительно больше времени, около 40 секунд на одно изображение. Также стоит учитывать, что данная нейросеть неспособна учесть слишком много информации при генерации, поэтому запросы (промпты) следует формулировать четко и кратко, иначе программа даст сбой.



Рис. 2. Визуализация лесного пожара, нейросеть Сбербанка «Kandinsky»

Leonardo AI [3] – также является специализированной нейросетью для создания изображений (рис. 3). Несмотря на многочисленные ограничения бесплатной версии, она способна генерировать изображения различных стилей, при этом способна создать сразу несколько изображений за очень короткий срок, генерация занимает не более 5 секунд. Стоит учитывать, что из-за большого разнообразия стилей, следует точно указывать требуемый стиль изображения при генерации. Содержимое изображения также должно быть описано четко и ясно, в противном случае не удастся получить нужный результат.



Рис. 3. Визуализация пожара на предприятии и тушения лесного пожара, нейросеть Leonardo AI

Таким образом, все рассмотренные нейросети справляются со своей задачей, но имеют характерные особенности. Самой простой и практичной оказалась «Алиса нейросеть», её гибкие алгоритмы позволяют конкретизировать запрос (промпт) и корректировать полученное изображение, также есть возможность получить сразу несколько вариаций изображения, а генерация не занимает много времени. Нейросеть Kandinsky создавала лучшие по качеству изображения, однако времени на генерацию уходит довольно много, а формулировать запрос (промпт) нужно очень точно, при этом коротко. Также стоит учитывать, что количество генераций в бесплатной версии сильно ограничено. Нейросеть Leonardo AI показала широкий спектр возможностей по созданию изображений различной стилистики, генерация проходит очень быстро, но в день можно создать крайне небольшое число изображений в бесплатной версии программы.

Интересным наблюдением стали некоторые особенности сгенерированных нейросетями изображений. При запросах, связанных с пожарами, пожарные и спасатели на изображениях носили экипировку американского образца, а при запросе, связанным с затоплением, на зданиях появились таблички с иероглифами, характерные для восточноазиатских стран. Это позволяет говорить о том, что данные программы, несмотря на то, что они разработаны в России, берут информацию из иностранных баз данных.

Таким образом, нейросети показали хороший результат при создании изображений для задач по профессиональным дисциплинам пожаротушения, что делает их отличной альтернативой интернету и иным источникам, где по тем или иным причинам может отсутствовать нужная информация. При должном навыке работы с нейросетями - умении формировать запросы (промпты), знаний особенностей, используемых нейросетей, можно создавать изображения, точно соответствующие условиям учебных задач.

Электронные ресурсы удаленного доступа

1. Яндекс Алиса. Официальная страница голосового помощника и ИИ-платформы. — URL: <https://yandex.ru/alice>
2. Нейросеть Сбербанка «Kandinsky» — URL: <https://giga.chat/>
3. Leonardo.AI — платформа для генерации изображений и видео с помощью искусственного интеллекта (ИИ). — URL: <https://leonardo.ai/>

УДК 614.8+ 004.8

bazalt@mail.ru

Логинов В.В.

Уральский институт ГПС МЧС России

Екатеринбург

Алгоритм работы искусственного интеллекта при информационной поддержке принятия решений в условиях ведения гражданской обороны

Приведены результаты анализа возможности применения искусственного интеллекта при принятии управленческих решений в условиях ведения гражданской

обороны, когда на систему обеспечения защиты населения и территорий будут воздействовать поражающие факторы, приводящие к выходу из строя нескольких объектов обеспечивающих функционирование системы.

Ключевые слова: искусственный интеллект, принятие решений, исследование операций.

Loginov V.V.

Algorithm for using artificial intelligence to support decision-making in civil defense

The article presents the results of an analysis of the possibility of using artificial intelligence in making management decisions in the context of civil defense, when the system for protecting the population and territories will be affected by damaging factors that will cause several facilities that ensure the system's functioning to fail.

Keywords: artificial intelligence, decision-making, and system analysis.

В современных условиях вопросы эффективного применения сил и средств (далее – СиС) для защиты населения и территорий, от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие их, являются актуальными и требуют тщательного рассмотрения. В общем, такое применение организуется заблаговременно и отражается в планах ведения гражданской обороны (далее – ГО). Главным отличием чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) при ведении ГО от ЧС, предполагаемых в единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), является их во многом не прогнозируемый и множественный характер, когда на одной территории, может возникнуть множественные повреждения объектов. Каждый из этих объектов, в определённой степени и направлении обеспечивает систему безопасного функционирования объектов территории и проживания на ней населения.

Работа ИИ должна опираться на математическую модель реальной системы защитных мероприятий, причем свойства этой модели должны описываться достаточно простым математическим аппаратом, согласующимся с интуитивной интерпретацией свойств этой модели [1]. В общем случае система мероприятий будет опираться на объекты, различных свойств и параметров, каждый из которых будет иметь назначение и вес (значимость) в системе. Учитывая, что система защиты будет охватывать определённую территорию объекты системы должны иметь привязку к геоинформационной системе.

Систему функционирования защиты населения и территории, для последующего построения алгоритма для её анализа искусственным интеллектом (далее – ИИ) можно представить как [2]:

$$S = (I, J, N, V) \quad (1)$$

где:

I – мероприятия защиты;

J – обеспечение мероприятий защиты;

N – объекты, обеспечивающие функционирование системы;

V – СИС, обеспечения работы объектов.

Мероприятия защиты $I = \{I_1, I_2, \dots, I_m\}$ соответствуют общим задачам системы защиты населения (РСЧС или ГО), а также плану разработанному органами управления для данной территории. Например, I_1 – оповещение и информирование населения, I_2 – эвакуация и т.п.

Обеспечение мероприятий защиты $J_m = \{J_{m1}, J_{m2}, \dots, J_{mh}\}$ тесно увязывается с мероприятием защиты и определяет обеспечение (обслуживание) или получение ресурса для проведения мероприятия защиты. Так для функционирования системы оповещения и информирования, создаваемой на основе системы связи, необходимы центр управления оповещения, линии связи с оконечными устройствами, электроэнергия для их работы. Важно отметить, что обеспечение разных мероприятий предполагается проводить одними источниками ресурсов (допустим, электроэнергией) и одними обеспечивающими силами (медицинское обеспечение).

Объекты, обеспечивающие функционирование мероприятий $N_{mh} = \{N_{mh1}, N_{mh2}, \dots, N_{mh_w}\}$ имеют привязку к местности в геоинформационной системе, используемой органами управления для принятия решений. Они четко идентифицируются по признаку обеспечения мероприятия защиты, номера объекта в системе мероприятий w и закреплением ответственности за его функционирование. Один объект в системе может проводить обеспечение мероприятий h различных направлений защиты m , или обеспечивать поставку ресурсов и средств. При этом его номер w в системе может быть разным, в зависимости от номера группы обеспечения мероприятий h . Алгоритм работы ИИ должен четко идентифицировать объект, определяя его положение на местности.

В системе защиты S каждый объект N_{mh_w} должен характеризоваться коэффициентом значимости, определяемым:

$$K_{N_{mh_w}} = k_{\text{нас}} * k_{\text{знач}} \quad (2)$$

где:

$k_{\text{нас}}$ – коэффициент учитывающий часть населения территории, обслуживаемого объектом;

$k_{\text{знач}}$ – коэффициент учитывающий значимость объекта в система защиты;

Оценку значимости мероприятий защиты в системе функционирования в математической форме представим в виде:

$$F = |k_{\text{ИН}}| \quad (3)$$

Условная эффективность мероприятия защиты m :

$$F_m = \sum_1^n K_{N_{mh_w}} \quad (4)$$

При ведении ГО из функционирования системы может быть исключены (поражены) несколько объектов и может сложиться ситуация неопределенности эффективного использования СиС для восстановления функционирования, в этом случае для принятия решения на их использование, необходим будет анализ ситуации и предложения по использованию СиС [3]. Систему ИИ в этом случае можно использовать для информационной поддержки принимаемого решения по следующему алгоритму:

– после докладов об обстановке в зоне поражения составляется матрица пораженных объектов:

$$X = |k_{IN}| \quad (5)$$

– по значениям $K_{N_{mh_w}}$ пораженных объектов в системе защиты, определяется падение эффективности мероприятия защиты m :

$$X_m = \sum_1^{n_{\text{пор}}} K_{N_{mh_w}} \quad (6)$$

– вычисляется значение эффективности мероприятия защиты m , при поражении объектов:

$$F_{m_{\text{пор}}} = F_m - X_m \quad (7)$$

– для принятия решения по применению СиС для восстановления функционирования объектов используется матрица восстановления:

$$Y = |c_{N1}| \quad (8)$$

где c показатель состояния объекта, принимающий значение 1 при нерабочем и 0 при рабочем состоянии;

– проводя умножение матриц (5) и (8) можно определить объекты, восстановление которых будет максимально соответствовать показателям эффективности мероприятий защиты m :

$$F_{\text{вост}} = |k_{IN}| * |c_{N1}| \quad (9)$$

Оценка эффективности восстановления будет оцениваться:

$$F_{\text{вост}} = \max \{ F(K_{N_{mh_w}}; c) \} \quad (10)$$

При выборе варианта принятия решения, необходимо будет в том числе руководствоваться возможностями СиС. Возможности СиС характеризуются

их способностью выполнить задачи ликвидации негативных факторов (в т.ч. и ЧС) за определённое время.

Приведенный выше алгоритм работы ИИ можно отработать при составлении планов проведения мероприятий защиты населения и территорий от ЧС, а также при проведении совместных учений и тренировок органов управления и СиС различных объектов.

Литература

1. Месарович Д., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы.—М. : Мир, 1978.—С. 312.
2. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М., Кнорус, 2010, 192 стр.
3. Березин Е.А. Оптимальное распределение ресурсов и элементы синтеза систем / под ред. Е.В. Золотова, М.: Сов. радио, 1974. 304 с.

УДК 004.896

sall@yandex.ru

Мингалеев С.Г.

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) МЧС России

Москва

Использование мобильных роботов МРК -15 для локализации и ликвидации последствий ударов БПЛА и дистанционного минирования объектов в приграничных субъектах РФ

Приведены результаты опыта применения мобильного робота МРК -15 по локализации и ликвидации БПЛА и дистанционных мин не извлекаемых, не подлежащих разминированию на объектах и в населенных пунктах приграничных субъектах РФ.

Ключевые слова: мобильные роботы, БПЛА, не извлекаемые мины, локализация, ликвидация, потенциально-опасные объекты.

Mingaleev S.G.

Use of mobile robots MRC-15 to localize and eliminate the consequences of UAV strikes and remote mining of objects in the border regions of the Russian Federation

The paper presents the results of the experience of using the MRC-15 mobile robot for the localization and elimination of UAVs and remote mines that are not retrievable and cannot be demined at facilities and in settlements in the border regions of the Russian Federation.

Keywords: mobile robots, UAVs, non-retrievable mines, localization, elimination, and potentially dangerous objects.

С начала 2022 года территории субъектов РФ стали объектами обстрелов беспилотниками ВСУ (см. рис. 1).

Как сообщила официальный представитель МИД России Мария Захарова в интервью радио Sputnik, попытки атаковать Россию беспилотниками свидетельствуют о «растерянности киевского режима». По ее словам, «бесперспективность, злоба и ненависть» привели к тому, что Киев вынужден прибегать к террористической деятельности. «У него просто больше нет других вариантов», - подчеркнула Захарова, добавив, что «киевский режим находится в абсолютной тупиковой ситуации».

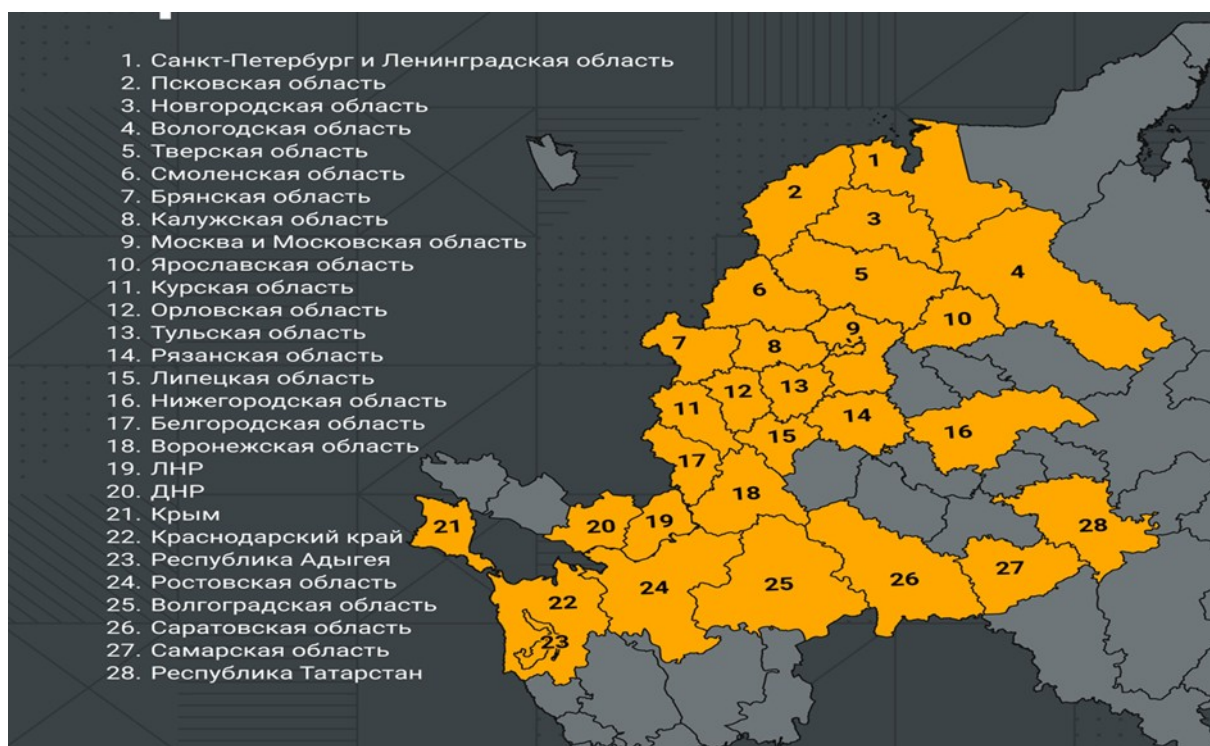


Рисунок 1. Регионы РФ подверженные ударам БПЛА СВУ.

После проведения операции «Паутина» Украиной 1 июня 2025 года по нанесению ударов БПЛА с мобильных подвижных объектов с территории РФ стало понятно, что все территории страны, все субъекты могут быть подвержены ударам беспилотников.

Практически, более 90% процентов БПЛА успешно сбиваются средствами ПВО МО России, и подавляется средствами РЭБ и РЭП. Часть ударных средств падает, не разорвавшись, в воздухе на населенные пункты и потенциально опасные объекты и представляет большую угрозу для населения и объектов. Как показывает практика - сбить/посадить дрон это только часть работы. Очень важно, безопасно для людей, выполнить его обезвреживание на земле. В этом, несомненно, наземные роботы вне конкуренции. Уничтожение БПЛА штатными саперами не представляет возможностей, т.к. они установлены на неизвлекаемость, управляются дистанционно, имеют временной самоликвидатор. Уничтожить с воздуха БПЛА с сбросом накладного заряда - не позволяет городская среда, социальные объекты.

В этой ситуации наиболее эффективно могут выполнить задачу мобильный робот Специального конструкторского-технологического бюро прикладной робототехники» (ООО СКТБ ПР) МРК-15. В 2018 году комплекс МРК-15 принят на снабжение войск национальной гвардии РФ. Поставка на снабжение в Росгвардию осуществлена в количестве 10 комплексов МРК-15: 2018г. – 2 комплекса; 2021г. – 8 комплексов в следующей комплектации (рис. 2)



Рисунок 2. Комплектация МРК-15 для Росгвардии.

МРК-15 предназначен для проведения визуальной разведки потенциально опасных зон, проведение инспекционных проверок; проведение аварийно-спасательных работ; поиска, эвакуации или уничтожения взрывных устройств проведение взрывотехнических работ[1]. В результате исследований и опытов, в том числе на различных учениях на нефтехранилище в Подмоскowie по обезвреживанию упавшего БПЛА по легенде учений: территория нефтехранилища подверглась атаке БПЛА. БПЛА был посажен с помощью РЭБ. Далее его обезвреживание проводилось с помощью робота-сапера. Оператор, управляя МРК-15, выполнил захват дрона с боевой частью, перемещение и упаковку его во взрывобезопасный контейнер (рис.3)



Рисунок 3. Локализация БПЛА вертолетного типа во взрывобезопасный контейнер.

Было неоднократное боевое применение робота-сапера МРК-15 по обследованию БПЛА самолетного типа. В условиях действия РЭБ оператор выполнял управление МРК-15 с помощью кабельной катушки (рис4).



Рисунок 4.Выход МРК -15 для обследования и локализации БПЛА самолетного типа

Длина кабеля на штатной катушке - 135 метров. При использовании дополнительной бухты, длина кабеля – до 400 метров.

На модернизированных МРК-15 новых модификаций устанавливаются катушки с оптоволоконным кабелем с длиной 350/500/1000 метров (в зависимости от толщины и прочности кабеля). При этом, обезвреживание ВУ может осуществляться просто механической разукomплектацией (рис.5).



Рисунок 5.Механическое разрушение, разукomплектация ВУ БПЛА

При этом робот может использовать разрушители кумулятивного. воздействует на ВУ кумулятивной струей; воздействовать можно точечно (УРБ) и по достаточно большой площади («Тайфун»; на основе картчи или воды. Положительной стороной можно считать безопасность исполнения этого способа, возможность применять разрушители в замкнутых пространствах (подъезд, помещение), простота и оперативность их исполнения[2].

Обнаружение подбитого БПЛА с ВУ осуществляется, как правило, с помощью БПЛА. В дальнейшем МРК -15 может потушить пожар с использованием огнетушителя, пожарных рукавов, затем после дополнительной разведки локализует и уничтожает ВУ без участия и риска для жизни спасателей.

Литература

1. Краминцев А.П., Мингалеев С.Г., Батанов А.Ф. Российский робот для спасения в чрезвычайных ситуациях МРК – 15.// Сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции с международным участием. Уфа, 2023
2. Серпик В. Д. Способы обезвреживания взрывных устройств. Возможность практического применения специалистами взрывотехниками.// «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» №2(18) 2018 Alley-science.ru

УДК 614.841.334

olgamokrousova@mail.ru

Мокроусова О.А., Кононенко Е.В, Черкасский Г.А., Смольников М.И.

Уральский институт ГПС МЧС России

Екатеринбург

Разнообразное применение информационных технологий в подготовке специалистов по пожарной безопасности

В статье приводятся примеры применения в процессе подготовки будущих специалистов в области пожарной безопасности виртуальных учебно-тренажерных комплексов, позволяющих сократить сроки подготовки, сформировать умения и навыки, усовершенствовать свои профессиональные качества.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, тренажеры виртуальной реальности, пожарная безопасность, профессиональные компетенции.

Mokrousova O.A., Kononenko E.V., Cherkasskiy G.A., Smolnikov M.I.

Various applications of information technology in training fire safety specialists

The article provides examples of the use of virtual training complexes in the process of training future specialists in the field of fire safety, which allow to reduce the training period, form skills and abilities, and improve professional qualities.

Keywords: professional training, virtual reality simulators, fire safety, and professional competencies.

Компетентностный специалист, прошедший подготовку в вузе МЧС России, должен уметь самостоятельно принимать решения в условиях неопределенности, а для этого обладать определенными практическими навыками решения задач различной сложности. В настоящее время для «синтеза» условий и обеспечения близкого к реальному восприятия обучающегося широко используются технологии виртуальной реальности.

Технологии виртуальной реальности нашли применение в подготовке специалистов пожарно-технического профиля, что позволяет обучающимся поэтапно входить в будущую профессиональную деятельность, получая практический опыт в безопасной среде, не подвергаясь риску. В процессе обучения средства виртуальной реальности дают возможность ощутить на себе эффект повышенной температуры, задымленности, слабой видимости в дыму, то есть почувствовать себя в ситуации реального пожара.

Внедрение таких технологий в учебный процесс позволяет совершенствовать профессиональную подготовку пожарных и спасателей, моделировать чрезвычайные ситуации (пожары, аварии, катастрофы) и отрабатывать навыки, необходимые в экстремальных условиях. Успешность выполнения поставленных задач в экстремальных условиях зависит в большей степени от таких качеств личности как устойчивость к стрессам, уравновешенность, склонность к оправданному риску.

Использование виртуальных учебно-тренажерных комплексов в вузах МЧС России позволяет существенно оптимизировать процесс подготовки и сформировать у будущих специалистов в области пожарной безопасности осознанную ответственность за принятые управленческие решения на ранних стадиях обучения, а также сформировать навыки работы в команде.

Объектами сценариев могут быть системы обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения, процессы расследования пожаров и судебной экспертизы, подготовка личного состава дежурных караулов, тактика тушения пожаров. Применение тренажеров на практических занятиях позволяет неоднократно возвращаться к ситуациям, которые вызывают у обучающихся сомнения в правильности своих действий при выполнении обязанностей различных должностных лиц и позволяют сформировать профессиональные компетенции, связанные с действиями идентичными реальным.

Использование тренажеров позволяет достичь «эффект полного погружения» в профессиональную деятельность и задавать неограниченное количество виртуальных сценариев для разных видов объектов и ситуаций с возможностью использования систем связи и оценивания действий отдельных участников.

Тренажеры применяются для выработки новых решений в различных ситуациях, опробования новых образцов пожарно-технического вооружения и оценки готовности сотрудников к выполнению возложенных на них обязанностей [1].

В учебном плане тренажеры виртуальной реальности могут работать в режимах обучения и экзамена: в режиме обучения действует виртуальный гид, сопровождающий обучающегося, а в режиме экзамена гид отключен, при этом заданы временные рамки выполнения заданий.

Анализ применения информационных технологий в образовательном процессе вузов МЧС России свидетельствует, что уже сложились приоритетные направления в каждом из них. Так, в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России имеется богатый опыт применения многофункционального комплекса, позволяющего проводить тренировки по направлениям «Государственный надзор», «Пожаротушение», «Ликвидация ЧС». Для обучения курсантов используется также многофункциональный виртуальный тренажерный комплекс на базе разведывательной химической машины «РХМ УАЗ-469рх», позволяющий перемещаться по учебному полигону и моделировать работу спасателя в условиях ЧС.

Применение тренажеров виртуальной реальности в обучении позволяет сокращать время, затрачиваемое на выполнение каждого из нормативных упражнений, приближая, тем самым, результат обучающихся к нормативным показателям. Регулярное использование тренажеров виртуальной реальности позволяет добиться нормативных результатов быстрее [2].

Учебный криминалистический полигон Судебных экспертиз, созданный в Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, использует новейшие технологии виртуальной реальности для обучению выявления причин пожаров, в том числе в рамках повышения квалификации сотрудников.

Использование среды виртуальной реальности на тренажере «Действия при пожаре» в Уральском институте ГПС МЧС России позволяет научить в процессе обучения последовательности действий при пожаре и ощутить взаимодействие с системами противопожарной защиты (запуск из среды виртуальной реальности и/или физического оборудования) на объектах с массовым пребыванием людей.

Применение тренажеров в вузе МЧС России имеет большое значение не только для подготовки курсантов и студентов, но и для осуществления деятельности по повышению квалификации сотрудников подразделений ГПС МЧС России, именно потому, что они позволяют сократить сроки подготовки, сформировать умения и навыки, усовершенствовать свои профессиональные качества [3].

С 01.11.2025 года впервые введен ГОСТ Р 72027.1–2025 [4], в котором приведены рекомендации по использованию контента виртуальной реальности в области обучения. Настоящий стандарт рассматривает контент виртуальной реальности, в котором используют надеваемый на голову шлем виртуальной реальности для обучения, образования и тренировки навыков.

Новыми направлениями применения информационных технологий в практике подготовки по пожарной безопасности может стать использование возможностей виртуальной реальности и искусственного интеллекта для

обучения и аттестации специалистов по аудиту ранее построенных объектов. Разработка информационной технологии потребует загрузки значительного объема нормативных данных по пожарной безопасности строительных материалов, а также применявшимся технологиям строительства и обеспечения противопожарной защиты.

Литература

1. Перевалов А.С., Рассохин М.А., Елесина Ю.К., Пастухов К.В., Юркин А.В. О требованиях к тренажеру обучения пожарных спасателей приемам и методам безопасной работы на высоте // Техносферная безопасность. 2019. №3 (24). С 43-49.
2. Войкин И.А. Формирование готовности к будущей профессиональной деятельности курсантов вузов МЧС России с применением тренажеров виртуальной реальности: дис. канд. пед. наук. Иваново, 2023. 204 с.
3. Мокроусова О.А., Кононенко Е.В. Применение активных методов обучения в подготовке специалистов по пожарной безопасности в вузе МЧС России // Пожарная и аварийная безопасность – 2024. – № 4 (35). – С 48-53.
4. ГОСТ Р 72027.1–2025 Информационные технологии в обучении, образовании и подготовке. Руководящие указания по контенту виртуальной реальности с учетом человеческого фактора. Часть 1 Рекомендации по использованию контента виртуальной реальности. Дата введения в действие: 01.11.2025.

УДК 767

i.penkov@vniipo.ru

Пеньков И. А., Багаев Ю.А., Тимофеев В.Д., Валяев Е.В.
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
Балашиха

Актуальные проблемы и перспективы применения VR-технологий для подготовки операторов робототехнических средств МЧС России

В статье рассмотрена актуальность применения VR-технологии для подготовки операторов робототехнических средств МЧС России. Проанализированы проблемы внедрения VR-технологий и дана оценка потенциал внедрения технологии виртуальной реальности для подготовки операторов для нужд МЧС России.

Ключевые слова: робототехнические комплексы, беспилотные летательные аппараты, VR-технология, виртуальная реальность, обучение операторов.

Penkov I. A., Bagaev Y.A., Timofeev V.D., Valyaev E.V.

Current Issues and Prospects of Using VR Technologies for Training Operators of Robotic Equipment in the Russian Ministry of Emergency Situations

The article discusses the relevance of using VR technology to train operators of robotic equipment for the Russian Ministry of Emergency Situations. It analyzes the challenges of implementing VR technology and assesses the potential of using virtual reality technology to train operators for the needs of the Russian Ministry of Emergency Situations.

Keywords: robotic systems, unmanned aerial vehicles, VR technology, virtual reality, operator training.

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и наземных роботизированных средств в сфере ликвидации последствий чрезвычайных

ситуаций и пожаротушения становится все более распространенным в практике проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения. Наземные РТК используются для выполнения широкого спектра задач, начиная с разведывательных операций и заканчивая сдерживанием и ликвидацией пожаров. В то же время, БПЛА в основном используются для поддержки аварийно-спасательных мероприятий, включая наблюдение, оценку технического состояния объектов, обеспечение их безопасности и работоспособности, а также обнаружение очагов возгорания [1].

В ситуациях техногенных катастроф и пожаров, охватывающих обширные территории в зонах повышенной опасности, характеризующихся радиационным, химическим или биологическим заражением, а также угрозой взрывов, для подавления огня, проведения спасательных операций и восстановительных работ необходимо минимизировать присутствие людей в опасных зонах и исключить риск их поражения. Наиболее эффективным способом выполнения этих задач является использование робототехнических комплексов (РТК) различного назначения для проведения аварийно-спасательных работ.

Анализ проведенных изысканий указывает на приоритетность использования РТК в чрезвычайных ситуациях (ЧС), характеризующихся формированием зон, представляющих серьезную угрозу для жизни спасателей.

В этих опасных зонах, где применение РТК становится ключевым, основными задачами являются:

- всестороннее осуществление воздушной и наземной разведки в районах, подвергшихся ЧС;
- выполнение разведывательных и специализированных операций внутри объектов, пострадавших в результате радиационных и химических инцидентов;
- проведение работ по вскрытию завалов и земляных работ на участках с заражением;
- осуществление мероприятий по нейтрализации неразорвавшихся боеприпасов и очистке территорий от мин, включая обнаружение, обезвреживание, транспортировку и экспертное изучение взрывных устройств, используемых в преступной деятельности;
- реализация мер по борьбе с огнем в условиях радиационных и химических аварий, а также инцидентов на взрыво- и пожароопасных объектах;
- проведение поисково-спасательных и специализированных операций при авариях на водных объектах, как на суше, так и в море;
- выполнение крупных и требующих значительных усилий аварийно-спасательных и неотложных восстановительных работ в опасных зонах, возникших в результате ЧС [2].

Необходимо подчеркнуть, что задача автоматизации спасательных операций представляет собой комплексную, многогранную и крайне важную проблему.

Такая работа требует высокого профессионализма операторов. Поэтому на начальном этапе подготовки операторов – важно уделить внимание не только отработке простейших операций по движению и работы навесного оборудования, но и приблизить процесс обучения к реальным условиям на ЧС, за счёт имитации условий и опасных факторов:

Создание условий с наличием данных опасных факторов в процессе обучения, задача сложная и требует огромных финансовых затрат по созданию полигонов для обучения операторов.

В качестве эффективной альтернативы может рассматриваться применение виртуальной реальности (VR), обеспечивающей иммерсивное обучение, моделирование реальных процессов и безопасное взаимодействие с опасными факторами. Кроме того, решается проблема потенциального повреждения дорогостоящего роботизированного оборудования и беспилотных авиационных систем в ходе обучения. Переход к VR-решениям особенно актуален в условиях ограниченного доступа к материально-технической базе, необходимости многократного повторения операций и повышения требований к практической подготовке специалистов [3].

Массовое внедрение VR в образовательный процесс, особенно в подготовке спасателей МЧС России, открывает большие перспективы, но одновременно ставит перед нами ряд серьезных вызовов, требующих тщательного анализа и системного решения. Успешное внедрение VR-технологий в обучение операторов МЧС, специализирующихся на аварийно-спасательных работах и пожаротушении, напрямую зависит от того, насколько эффективно мы сможем преодолеть эти препятствия. Рассмотрим основные проблемы более детально.

Во-первых, физиологические ограничения. Длительное пребывание в виртуальной реальности создает значительную нагрузку на вестибулярный аппарат и органы зрения. Это может проявляться в головокружении, тошноте, головных болях и зрительном утомлении. Вследствие этого, время обучения в VR-среде должно быть строго ограничено, а для некоторых людей с индивидуальными физиологическими особенностями, такое обучение может быть полностью противопоказано. Необходимо разработать строгие рекомендации по продолжительности сеансов VR-обучения, учитывающие индивидуальные особенности обучаемых и проводить регулярные медицинские осмотры. Более того, необходимо разработать методики, минимизирующие негативное воздействие на здоровье, например, специальные программы адаптации к VR-среде.

Во-вторых, методические недостатки. Несмотря на кажущуюся интерактивность, многие VR-решения страдают от недостатка методической проработки. Часто отсутствует четкая дидактическая логика, связь с существующими учебными программами и стандартами обучения МЧС России. Тренажеры не всегда адаптированы к различным уровням подготовки и конкретным целям обучения. Отсутствие оперативной обратной связи от

преподавателя снижает эффективность обучения и превращает VR-систему в простое, формальное цифровое приложение, лишенное реальной образовательной ценности. Для решения этой проблемы необходима разработка качественных, методически выверенных VR-программ, строго соответствующих учебным планам и целям подготовки операторов робототехнических средств и БАС МЧС России. Это требует совместной работы педагогов-практиков, методистов и разработчиков VR-технологий.

В-третьих, технические и организационные барьеры. Высокая стоимость оборудования, необходимость регулярного технического обслуживания, нехватка квалифицированных преподавателей, умеющих эффективно использовать VR-технологии в обучении, а также сложности с интеграцией VR-систем в существующие системы управления обучением (LMS) и методики оценки знаний — все это серьезно препятствует широкому внедрению VR в систему подготовки спасателей и пожарных. Решение этих проблем потребует значительных финансовых вложений, масштабной подготовки педагогических кадров, и разработки специальных интеграционных решений. Необходимо создать единую инфраструктуру VR-обучения, включающую не только оборудование, но и методические материалы, цифровые сценарии, а также систему технической и методической поддержки.

В-четвертых, юридические и этические аспекты. Отсутствуют утвержденные нормативы и стандарты по продолжительности пребывания в VR, требования к безопасности контента, а также правовое регулирование сбора и хранения биометрических и поведенческих данных обучающихся. Эти вопросы требуют немедленного решения для обеспечения безопасности и конфиденциальности обучаемых. Необходимо разработать четкие законодательные рамки, регулирующие использование VR-технологий в образовании, включая стандарты безопасности, конфиденциальности и защиты прав обучаемых [4].

Несмотря на эти трудности, мировой рынок образовательных VR-решений демонстрирует устойчивый рост. По прогнозам, его объем к 2026 году превысит 13 миллиардов долларов. Это свидетельствует о большом потенциале VR-технологий в образовании. Для устойчивого развития VR-обучения в МЧС России необходимо решить все вышеперечисленные проблемы. Это требует создания общероссийских стандартов VR-обучения, интеграции VR-технологий с программами подготовки операторов робототехнических средств, и, что не менее важно, подготовки новых специалистов — цифровых методистов, способных эффективно использовать VR в образовательном процессе. Только системный подход к решению всех этих задач позволит полностью раскрыть потенциал VR в подготовке квалифицированных спасателей и обеспечить безопасность граждан [5].

В заключение обзорного исследования применения технологий виртуальной реальности (VR) в профессиональном и инженерном образовании, особенно в контексте подготовки операторов РТК, можно с уверенностью

утверждать о наличии существенных преимуществ этого подхода. Виртуальное обучение, в отличие от традиционных методов, предоставляет неограниченные возможности для отработки практических навыков без риска повреждения дорогостоящей техники, нанесения ущерба окружающей среде или, что особенно важно, угрозы жизни и здоровью обучающихся. Возможность многократного повторения действий в виртуальной среде является бесценным инструментом для формирования прочных навыков и уверенности в своих действиях. Более того, технология VR позволяет моделировать не только стандартные рабочие ситуации, но и широкий спектр нештатных, аварийных и экстремальных сценариев, вероятность возникновения которых в реальной жизни может быть низка, но последствия – катастрофичны. Традиционные методы обучения попросту не позволяют в полной мере подготовить операторов к таким ситуациям, в то время как VR-тренажеры предоставляют безопасную и контролируемую среду для отработки реакции на них. Это особенно актуально для управления сложными робототехническими системами, где ошибка может иметь серьёзные последствия. В долгосрочной перспективе внедрение VR-технологий в учебный процесс существенно снижает финансовые затраты. Речь идет не только о сокращении расходов на расходные материалы и ремонт оборудования, но и о минимизации затрат на командировки, оплату труда инструкторов и времени простоя техники. Современные VR-системы отличаются высокой гибкостью и могут быть интегрированы как в локальную сеть учебного центра, так и использоваться удаленно, что позволяет обеспечить доступ к обучению для большего числа операторов, независимо от их географического местоположения. Возможность обновления и масштабирования VR-систем обеспечивает их долгосрочную актуальность и адаптивность к меняющимся технологиям и требованиям рынка.

Однако, внедрение VR в образовательный процесс не является простым техническим вопросом. Это требует комплексного стратегического планирования, охватывающего не только технологические аспекты, но и методические, психологические, юридические и организационные компоненты. Без тщательного анализа и учета всех этих факторов VR-технологии могут превратиться в дорогостоящее, но малоэффективное дополнение к традиционной системе обучения. Ключевым фактором успеха является разработка высококачественных образовательных VR-продуктов, которые соответствуют не только дидактическим целям, но и современным техническим стандартам, а также учитывают все существующие нормативные требования. Недостаточно просто приобрести VR-оборудование – необходима разработка качественного, продуманного и научно обоснованного учебного контента. Комплексный подход, включающий разработку качественного содержания, тщательное планирование и постоянное совершенствование процесса обучения, является залогом успешного внедрения VR-технологий в систему профессионального образования.

Литература

1. Калач А. В. Калач Е. В. Вытоков А. В. Использование беспилотных воздушных судов для обеспечения пожарной безопасности линейных объектов нефтегазовой отрасли // Пожаро-взрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 10.18322/PVB.2018.27.12.49-55. 2018.
2. Носач Ю. И., Гаршин Ю. В., Пеньков И. А. Тактические приемы наземных робототехнических комплексов при тушении пожаров на основе опыта применения в составе группировки ФГБУ ВНИИПО МЧС России //Применение робототехнических комплексов специального назначения. – 2020. – С. 33-38.
3. Смирнова Л.Н. Иммерсивные технологии в подготовке специалистов технических направлений //Профессиональное образование и рынок труда. — 2021. — № 1. — С. 58–63.
4. Zhang X., Liu L., Wang Y. Virtual Reality in Medical Training: A Meta-Analysis // Computers in Human Behavior. — 2021. — Vol. 117. — P. 106621.
5. Пак Николай Юрьевич Проблемы и перспективы применения технологий виртуальной реальности в образовании. Проблемы Науки. 2025. №7 (206). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-primeneniya-tehnologiy-virtualnoy-realnosti-v-obrazovanii> (дата обращения: 11.09.2025).

УДК 004.418, 378.147, 614.841.2.001.5

randow2010@yandex.ru

Слепов А.Н., Трояк Е.Ю.

*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России*

Опыт применения программно-аппаратного комплекса для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы при изучении дисциплины «Расследование и экспертиза пожаров»

В работе проанализирован опыт применения программно-аппаратного комплекса (далее – ПК), предназначенного для отработки практических навыков обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы. Доклад освещает основные аспекты внедрения данного инструмента в учебный процесс по дисциплине «Расследование и экспертиза пожаров».

В работе представлены ключевые особенности ПК, описываются методика его эксплуатации, а также оцениваются преимущества и ограничения, связанные с применением иммерсивных технологий в образовательном процессе.

Ключевые слова: виртуальная реальность, иммерсивные технологии, профессиональная подготовка

Slepov, A.N., Troyak, E.Yu.

Experience with a Hardware and Software Suite for Detecting and Classifying Combustion Initiators in Fire Forensic Assessments of Fire Investigation and Assessment Course

This paper analyzes the experience of using a hardware and software suite (hereinafter referred to as the suite) designed to develop practical skills in detecting and classifying combustion initiators in fire forensic assessments of fire Investigation and Assessment Courses. The paper highlights the key aspects of implementing this tool in the educational process for the course "Fire Investigation and Assessment."

The paper presents the key features of the suite, describes its operating methodology, and assesses the advantages and limitations associated with the use of immersive technologies in the educational process.

Keywords: virtual reality, immersive technologies, professional training

Подготовка специалистов в области дознания дел по пожарам требует использование передовых подходов и современных технологий, позволяющих качественно построить образовательный процесс. Одним из таких подходов является применение программно-аппаратных комплексов на основе виртуальной реальности, способных воссоздать реальные сценарии произошедших пожаров и предоставлять обучающимся возможность практически отработать навыки необходимые при расследовании дел по пожарам, аналогичных тем, с которыми они столкнутся после окончания учебного заведения.

ПК представляет собой систему, состоящую из аппаратных компонентов (шлем виртуальной реальности, персональный компьютер) и специализированных программных модулей, обеспечивающих сбор, обработку и визуализацию данных [1]. Используемая программа предназначена для воссоздания обстановки, аналогичной реальной обстановке на месте пожара, позволяя обучающимся анализировать следы и признаки, оставленные иницирующими веществами, такими как легковоспламеняющиеся жидкости, на различных объектах (грунт, древесина, стекло, ветошь).

Применение подобных комплексов становится особенно актуальным в свете растущего числа пожаров, вызванных человеческим фактором, включая случаи преднамеренных поджогов. Согласно статистике, около 9% всех зарегистрированных пожаров связаны именно с действиями злоумышленников [2, 3], поэтому обучение распознавать и классифицировать инициаторы горения приобретает особую важность.

К основным компонентам программно-аппаратного комплекса относятся аппаратная и программная часть.

Аппаратная часть комплекса включает очки «виртуальной» реальности, в нашем случае они представлены Oculus Quest 2. И персональным компьютером, который осуществляет функцию рабочей станции. При этом данная гарнитура виртуальной реальности позволяет самостоятельно запускать программное обеспечение, но при этом теряется контроль со стороны преподавателя по выполняемым действиям обучающегося. Эти компоненты позволяют создавать моделируемую обстановку, приближённую к реальной, обеспечивая высокую степень детализации.

Программная часть комплекса состоит из программного обеспечения «Виртуальный тренажер для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы» [4] разработанного коллективом авторов на базе кафедры инженерно-технических экспертиз и криминалистики ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная

академия ГПС МЧС России и Quest Link позволяющей создать соединение VR гарнитуры персональным компьютером.

ПК предусматривает несколько этапов взаимодействия обучающихся с образовательным материалом:

В ознакомительном этапе обучающийся знакомится с принципами функционирования комплекса, особенностями сбора и обработки данных, методами анализа образцов.

Практические этап выполнения с обучающимися практических заданий, направленных на выявление и идентификацию инициаторов горения по различным сценариям с проведением контрольного опроса в тестовой форме.

Этап, включающий самостоятельную работу предусматривающий изучение дополнительных материалов и выполнение исследовательских задач.

Можно выделить «основные функции ПК необходимые для обучения специалистов и использование которых позволяет: проводить осмотр места происшествия (рис.1 и рис.2) и проводить манипуляции (вращать, перемещать, приближать, разбирать) с трёхмерными моделями различных объектов (древесина, бутылка, ткань, грунт) (рис.3), 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 и проводить сами исследования» изымаемых образцов (рис. 4) [3].



Рис. 1. Общий вид исследуемого помещения



Рис. 2. Визуальное отображение очага пожара



Рис. 3. Визуальное отображение изучаемых объектов на месте пожара



Рис. 4. Общий вид лаборатории

Данный ПК разработан для специалистов в «области расследования пожаров, также лиц, которые принимают непосредственное участие в установлении причины возникновения пожара, лица, а также обучающиеся в высших пожарно-технических учебных заведениях по специальности «Пожарная безопасность», «Судебная экспертиза» и иные специалисты в области исследования процессов горения» [5].

Для проведения эксперимента были сформированы две группы (контрольная и экспериментальная) студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.05.01 «Пожарная безопасность».

По результатам исследования в экспериментальной группе доля оценок «удовлетворительно» снизилась по отношению к контрольной на 27,7 %, при этом показатель оценок «хорошо» и «отлично» вырос на 7,5%, 26,5% соответственно, что показывает повышенную вовлеченность обучающихся в образовательный процесс при изучении дисциплины [5].

К основным преимуществам использования комплекса можно отнести: повышение мотивации обучающихся благодаря использованию современных технологий.

возможность отработки навыков в безопасной и контролируемой среде; формирование профессиональных компетенций, необходимых для успешной профессиональной деятельности дознавателя;

улучшение понимания сложных теоретических аспектов дисциплины «Расследование и экспертиза пожаров».

При этом необходимо выделить ряд недостатков:

высокая стоимость приобретения и обслуживания комплекса;

необходимость постоянного обновления программного обеспечения и аппаратуры;

ограниченность сценариев, доступных для моделирования.

Применение программно-аппаратного комплекса для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы является эффективным инструментом повышения качества подготовки специалистов в области расследования дел по пожарам. Несмотря на выявленные сложности, связанные с производством и поддержанием в работоспособном состоянии ПК, выгоды от использования комплекса перевешивают возможные трудозатраты.

Перспективы развития данного направления на кафедре включают расширение функционала комплекса, интеграцию с другими информационными системами и дальнейшее распространение практики его использования среди образовательных учреждений системы МЧС России.

Литература

1. Pena-Sanchez R. Effectiveness of training through the implementation of a virtual reality computer lab //European Journal of Engineering and Technology Vol. – 2024. – Т. 12. – №. 1.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году : информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Четчина, В. И. Сибирко [и др.]. – Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. – 110 с.;
3. Разработка виртуального тренажера для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы / Е. Ю. Трояк, Е. С. Убиенных, А. Н. Слепов, А. С. Горбунов // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций : Материалы научно-практической конференции, Красноярск, 24–26 октября 2024 года. – Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС РФ, 2025. – С. 306-313;
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024688615 Российская Федерация. Виртуальный тренажер для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы : № 2024687248 : заявл. 14.11.2024 : опубл. 28.11.2024 / Е. Ю. Трояк, А. Н. Слепов, А. С. Горбунов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирская пожарно-спасательная академия» Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»;
5. Результаты использования виртуального тренажера для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы / Е. Ю. Трояк, Е. С. Убиенных, А. Н. Слепов, А. С. Горбунов // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2024. – № 4(35). – С. 107-117. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.21.97.013.

УДК 614.8

gvtalal@mail.ru

Талалаева Г.В.

Уральский институт ГПС МЧС России

Екатеринбург

База данных теста САН как элемент системы поддержки принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций

Представлены тренды разработок IT-программ поддержки принятия решений в ЧС. Показано роль модулей, содержащих информацию об адаптивном состоянии операторов и пользователей для эффективного функционирования данных систем. Предложено использовать базу данных САН для повышения надежности указанных систем.

Ключевые слова: принятие решений, базы данных, чрезвычайные ситуации.

The SAN test database as an element of the decision support system in emergency situations

Trends in the development of IT programs for decision support in emergency situations are presented. The role of modules containing information on the adaptive state of operators and users in the effective functioning of these systems is demonstrated. The use of a decision support system database to improve the reliability of these systems is proposed.

Keywords: decision making, databases, emergencies.

В современных условиях алгоритмы развития чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) стремительно меняются. Этому способствуют такие события, как : глобальное потепление, региональные «температурные качели», увеличение площади территорий, относящихся к безводным участкам, применение беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) как триггерных инструментов возникновения массовых пожаров, перехода простых пожаров в сложные с риском возникновения огненных шаров, смерчей и штормов, трансформация тактики ведения гибридных войн и СПО по формату, при котором мишенями атак БПЛА становятся объекты гражданской инфраструктуры и опасные промышленные объекты [1]. Сложность принятия эффективных решений по организации сил и средств для минимизации ущерба от ЧС в указанных условиях, а также для проведения аварийно-спасательных и аварийно-восстановительных работ очевидна. Именно этот факт определяет стремление разработчиков программного обеспечения создать наиболее эффективные программы поддержки принятия решений в условиях ЧС.

Цель настоящего исследования – проанализировать тренды поиска оптимальных алгоритмов создания программ поддержки принятия решений в условиях ЧС и оценить возможность включения в них базы данных результатов теста САН, созданной сотрудниками Уральского института ГПС МЧС России [2]. Источниками информации послужили данные РИНЦ, доклады и презентации участников профильных научно-практических конференций. Согласно поисковому запросу «программы поддержки принятия решений» за период с 2021 по 2025 гг. в базе данных РИНЦ зарегистрировано 35607 публикаций. С каждым годом их число увеличивается быстрыми темпами. Так в 2022 г. таких публикаций было 6963, в 2023 г. – 7438, в 2024 – 9473. Приведенные факты подтверждают актуальность и практическую значимость данной тематики для широкого круга исследователей. Материалы с профильных научных конференций собраны автором эмпирическим путем в качестве онлайн участника и докладчика на международных мероприятиях осенью 2025 г.: «Химия и инженерная экология» (КНИТУ-КАИ, 25.09.2025), «Профессионализм в пожарной сфере (Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 07.10.2025), «Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы» (Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС

России, 23.10.2025), «Биологическое разнообразие и современные проблемы экологии» (Воронежский государственный университет, 14.10.2025), «Совершенствование профессиональной и физической подготовки курсантов, слушателей образовательных организаций и сотрудников силовых ведомств» (Восточно-Сибирского института МВД России, Иркутск, 17.10.2025), «Проблемы моделирования и технологии разработки прогнозных моделей чрезвычайных ситуаций» (Академия гражданской защиты МЧС России, 24.10.2025), «Современное состояние и перспективы дальнейшего развития гражданской обороны Российской Федерации» (Донецкий институт ГПС МЧС России, 30.10.2025), «Пожарная и аварийная безопасность» (Ивановская пожарно-спасательная академии ГПС МЧС России, 13.11.2025).

Обобщение изученных и заслушанных материалов позволяет сделать следующее заключение. Все разработчики стремятся минимизировать негативное влияние человеческого фактора на эффективность принятия управленческих решений в экстремальных условиях ЧС, опираясь при этом на два алгоритма: 1) использование технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ) как гаранта выбора оптимального решения из уже существующих и успешно апробированных на практике; 2) включение модуля оценки функционального состояния оператора и пользователя программного продукта как креативного элемента адаптивного менеджмента для генерации новых инновационных решений, ранее не известных экспертам в сфере безопасности.

Авторы выступлений фиксируют ряд обстоятельств, которые повышают значение, приоритетность и перспективность второго алгоритма создания программ, обеспечивающих поддержку принятия решений в ЧС. На примере лесных пожаров Центрально-Черноземного района РФ установлена недостаточность технологии машинного обучения для качественного моделирования современных экологических ЧС (Ю.С. Горбунова). На примере моделирования пожаров в высотных зданиях коллегами из Казахстана выявлена проблема невозможности бесконечного наращивания сил и средств для ликвидации пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей и обоснована необходимость оптимизации имеющихся ресурсов в виде их перераспределения на основе применения ИИ с целью минимизации неизбежного ущерба (Г.А. Шарипов). Важным элементом эффективности такой оптимизации является учет реальных ресурсов адаптации пожарных и спасателей к поражающим факторам пожаров и оценка их текущего функционального состояния для своевременного вывода из зоны поражения. Ключевыми проблемами формализации механизмов развития и прогнозирования последствий каскадных ЧС являются объективные факторы, устранение которых невозможно без участия человеческого интеллекта. К этим ключевым проблемам относят непрозрачность моделей ИИ, ограниченность обучающих выборок, расширение функционала автоматизированных систем управления, распространение мобильных серверов, отсутствие унифицированных требований к форматам данных и процедурам их

верификации, недостаточную временную актуальность, различную структуру и точность моделей, закладываемых в процесс машинного обучения (А.К. Миронов).

Ответом на перечисленные вызовы является активная работа по заполнению информационного поля статистически выверенной достоверной информацией о роли человеческого фактора в оцифровывании информации сложных пожаров и каскадных ЧС комплексного природно-антропогенного характера [3 – 8]. Установлены следующие тенденции этой части научного поиска. Специалисты Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России концентрируют свое внимание на построении сценариев каскадного развития ЧС, включая объекты нефтедобычи и нефтепереработки; специалисты в области пожарной безопасности Уральского региона – на создании баз данных мониторинга и тушения лесных пожаров; сотрудники гражданских вузов ориентируются на разработку программ построения безопасных маршрутов БПЛА в условиях внешних кибервоздействий, автономных алгоритмов управления с использованием ИИ в децентрализованных средах с учетом киберугроз и навигационных помех; на разработку программ ЭВМ с функцией адаптации интерфейса под уровень квалификации оператора.

Создание базы данных результатов теста САН (самочувствие, активность, настроение), выполненное в Уральском институте ГПС МЧС России идет в русле поиска алгоритмов учета человеческого фактора при формализации механизмов развития ЧС и выработки оптимальной тактики их ликвидации. Создание этой базы данных осуществлено в рамках выполнения научно-исследовательской работы (далее - НИР), включенной в План института на 2025 г.

База данных содержит информацию о 298 респондентах, абитуриентах (n=131) и обучающихся младших курсов института (n=167). Абитуриенты представлены двумя группами кандидатов на поступление в вуз: на базе основного и среднего общего образования, т.е. на базе 9-ти и 11-ти летнего школьного обучения, соответственно 20 и 111 человек.

Специфическим условием набора базы данных является то, что сбор результатов теста осуществлен в формате онлайн-тестирования по унифицированной количественной методике, представленной в Интернете. Этот дизайн сбора материала позволил свести к минимуму влияние инструктора (педагога) на процедуру замера показателей. Сбор данных осуществлен во время прохождения абитуриентами контрольных занятий на подготовительных курсах пред поступлением в институт, сдачи зачетов и экзаменов курсантами и студентами младших курсов факультета пожарной и техносферной безопасности института. Выбранный временной формат позволил смоделировать момент воздействия на респондентов информационного стресса и интенсивных физических и эмоциональных нагрузок.

Функциональные характеристики абитуриентов вуза МЧС России, включенные в базу данных и сопоставленные с последующими их замерами во время обучения на младших курсах института, являются объективной основой (эталон, обучающей группой) для построения прогноза успешности обучения абитуриентов последующих годов поступления в вуз. Часть базы данных, содержащая сведения о результатах теста обучающихся, предназначена не только для профессионального отбора, но и оптимизации учебного процесса в виде выбора уровня интенсивных нагрузок во время учебно-тренировочного процесса.

Кроме того, информация, включенная в базу данных теста САН, представляет определенный интерес для кадровой службы и может быть использована для отбора лиц, пригодных для служебных командировок, вахтовой работы и несения дежурств в экстремальных климатических условиях, включая Арктическую зону Российской Федерации.

Таким образом, сформированная база данных пригодна для последующего использования при разработке программ поддержки принятия решений в условиях ЧС. Она может быть включена в программы ИИ как отдельный модуль и первичный элемент подпрограммы, моделирующей поведение людей в экстремальных условиях в зависимости от их текущего функционального состояния и наличия персональных/групповых резервов адаптации.

Литература

1. Кузьмин А.И. и др. Научно обоснованный взгляд на целесообразность отражения в Военной доктрине Российской Федерации вопросов защиты гражданского населения в ходе военных конфликтов // Технологии гражданской безопасности. – 2022. – Т. 19, № 8. – С. 8-14.
2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025624373 Российская Федерация. Функциональные характеристики абитуриентов вуза МЧС России, определенные тестом САН, и используемые для прогноза успешности их обучения профессиям пожарного и спасателя : заявл. 06.10.2025 : опубл. 09.10.2025 / Г. В. Талалаева, А. А. Кузнецов, Н. Ю. Добрынина ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий". – EDN IVLERW.
3. Толмачев В. В. и др. Исследование оперативных возможностей и мер противодействия рою БПЛА // Вестник новой ЭРЫ : Сборник статей. – Анапа : Военный инновационный технополис «ЭРА», 2024. – С. 174-181.
4. Басан Е. С. Генерация данных для моделирования атак на БПЛА с целью тестирования систем обнаружения вторжений // Информатика и автоматизация. – 2022. – Т. 21, № 6. – С. 1290-1327.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025660989 Российская Федерация. Программный комплекс моделирования и оптимизации маршрутов БПЛА в децентрализованных средах с учетом киберугроз и навигационных помех : заявл. 18.04.2025 : опубл. 29.04.2025 / В. И. Петренко, Д. Г. Волошин, Ф. Б. Тебуева ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет».
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025660771 Российская Федерация. Программный комплекс интеллектуальной поддержки операторов БПЛА с функцией адаптации интерфейса под уровень квалификации : заявл. 18.04.2025 : опубл. 28.04.2025 / Ф. Б. Тебуева, Д. Г. Волошин, Н. Дибров ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет». – EDN GQPBVYB.
7. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623922 Российская Федерация. База данных по вылетам авиации на мониторинг и тушение пожаров 2022-2023гг : № 2024623588 : заявл. 19.08.2024 : опубл. 04.09.2024 / Е. Е. Печенкина, Т. Ф. Гайнуллин, Е. В. Михеева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет». – EDN ZJCYZM.

8. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623922 Российская Федерация. База данных по вылетам авиации на мониторинг и тушение пожаров 2022-2023гг : № 2024623588 : заявл. 19.08.2024 : опубл. 04.09.2024 / Е. Е. Печенкина, Т. Ф. Гайнуллин, Е. В. Михеева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет». – EDN ZJCYZM.

УДК 004.946

elizavetatumkina1@gmail.com

Тюмкина Е.А., Кращенко Н.А.

Ивановская пожарно-спасательная академия

ГПС МЧС России

Иваново

Перспективы использования технологий виртуальной реальности при подготовке специалистов в области пожарной безопасности

Цель исследования – выявление особенностей внедрения VR-технологий в процесс профессиональной подготовки пожарных и спасателей, а также преимущества нового формата обучения. В статье рассмотрен механизм работы многофункционального тренажерного комплекса «МВТК-МЧС» и положительное влияние его использования на образовательный процесс, а именно на подготовку будущих специалистов пожарной охраны.

Ключевые слова: технология виртуальной реальности, процесс образования, технологии, инновации.

Tyumkina E.A., Kraschenko N.A.

Prospects for the use of virtual reality technologies in the training of specialists in the field of fire safety

The purpose of the study is to identify the features of the introduction of VR technologies in the process of professional training of firefighters and rescuers, as well as the advantages of the new format of training. The article discusses the mechanism of operation of the multifunctional training complex "MVTC-EMERCOM" and the positive impact of its use on the educational process, namely on the training of future specialists in the field of fire protection.

Keywords: virtual reality technology, educational process, technologies, innovations.

Современное общество активно входит в эпоху четвертой промышленной революции, которая отмечена масштабной роботизацией и применением компьютерных технологий в самых разных сферах. Это ведёт к существенным изменениям во всех аспектах жизни, вследствие чего подготовка квалифицированных специалистов должна учитывать современные требования и тренды развития. Одной из актуальных тем сегодня является внедрение технологий виртуальной реальности (VR) [1]. Насколько это является необходимым и какие преимущества это приносит будет рассмотрено в статье.

VR – это аббревиатура от выражения «виртуальная реальность». Она представляет собой искусственно созданное с помощью техники пространство,

в котором человек может взаимодействовать через разные органы чувств. С помощью VR человек получает возможность полностью погрузиться в трёхмерную цифровую среду [2]. Одним из главных достоинств виртуальной реальности является её визуальная наглядность. Созданная модель даёт возможность детально изучить объекты и процессы, которые сложно заметить в реальных условиях. Ещё одно значимое преимущество — эмоциональное вовлечение, стимулирующее интерес к новому и неизведанному. Наиболее важным положительным аспектом использования VR является безопасность. Такая технология позволяет проводить сложные операции, отрабатывать навыки работы в чрезвычайных ситуациях, например, ликвидацию последствий стихийных бедствий или обучение управлению транспортом в экстремальных условиях, не подвергая человека опасности.

Технологическое развитие заметно отражается и на системе образования, а также на требованиях к будущим специалистам. Уже с начальных ступеней обучения внедряются электронные средства, программное обеспечение, а в некоторых вузах активно применяется обучение с применением полного VR-моделирования с помощью специальных очков и комплексов, создающих эффект полного погружения.

Рассмотрим пример ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии МЧС России, где курсанты с первого курса осваивают тренировки на многофункциональном тренажёре «МВТК-МЧС». Этот комплекс предназначен для отработки действий при тушении пожаров, разработке тактических решений и выполнении аварийно-спасательных работ на разных должностях — от пожарного до руководителя боевых действий. Такой подход помогает не только освоить должностные обязанности, но и понять возможности личного состава, что улучшает руководство чрезвычайными ситуациями. Тренажёр имитирует реалистичные условия — звуки огня, работу техники, уровни задымления, скорость и направление распространения пожара, что способствует развитию психологической выдержки и быстрому реагированию на изменение обстановки. Внешний вид многофункционального тренажерного комплекса «МВТК-МЧС» представлен на рисунке[3].

Курсанты проходят занятия в полном обмундировании и используют имитаторы средств защиты дыхания и зрения, а также специальные устройства, имитирующие рукавные линии. Преподаватель в режиме реального времени контролирует учебный процесс, может корректировать ошибки и изменять сценарии, что позволяет моделировать аварийные ситуации.

Подобный инновационный метод обучения помогает будущим пожарным приобретать первые навыки работы с пожарно-техническим оборудованием, отрабатывать боевые действия и координацию работы в команде. Комплекс способен создавать различные конструкции для тренировок, облегчая подготовку в сложных условиях.

Опрос среди курсантов показал, что более 90% считают занятия с виртуальной реальностью одними из самых интересных и полезных, а

приобретённые навыки активно применяются в реальных практических условиях.

Технологии VR позволяют воссоздавать условия, которые на учебных полигонах требуют значительных трудозатрат и больших финансовых ресурсов. Важным плюсом является также безопасность участников и минимизация риска получения травм.

Внедрение VR-технологий способствует повышению мотивации, расширяет кругозор и развивает профессию будущих спасателей, тренирует их в стрессовых ситуациях, что значительно улучшает усвоение материала. Эмоциональное погружение усиливает концентрацию на поставленных задачах и выводит подготовку на качественно новый уровень.

Кроме того, использование виртуальной реальности позволяет снизить расходы на дорогостоящее оборудование — виртуальные модели могут заменить физическое оснащение, необходимое для обучения.

Однако стоит отметить, что внедрение VR в образовательный процесс требует значительных финансовых инвестиций и технических ресурсов. Оборудование и программное обеспечение специфично и зачастую дорогостояще, а устройства занимают много места и нуждаются в специализированных помещениях с необходимой электрической инфраструктурой. Так же разработка программного обеспечения для такого узкого направления, как подготовка пожарных и спасателей требует дополнительных затрат и подготовки узконаправленных специалистов, которые смогут не только разработать новую программу, но и будут осведомлены о требованиях нормативных правовых актов, касающихся требований пожарной безопасности и действий сотрудников пожарной охраны в тех или иных ситуациях [4].

На основе проведённого анализа можно сделать вывод, что применение виртуальной реальности в подготовке пожарных и спасателей положительно влияет на эффективность обучения. В перспективе интерес представляет внедрение VR в подготовку специалистов по судебной экспертизе, где потребуется отработка навыков осмотра мест происшествий с различной архитектурой, работы на лабораторном оборудовании с возможностью безопасного экспериментирования и устранения ошибок.

VR-технологии открывают новые возможности для образования, улучшая процесс обучения благодаря разнообразию применений, простоте эксплуатации и возможностям разностороннего моделирования ситуаций под конкретные задачи. Это шаг в будущее, который будет востребован в системе образования с самых ранних ступеней, совершенствуя профессиональные навыки и расширяя образовательные горизонты.



Рис. Внешний вид многофункционального тренажерного комплекса «МВТК-МЧС».

Литература

1. Агеенко, Н.В. Инновационные технологии в образовательном процессе: тенденции, перспективы развития / Н.В. Агеенко, Д.Д. Дорофеева // Вестник Самарского Государственного Технического Университета. Сер. Психолого-педагогические науки. - 2017. - № 2(34). - С. 6-15.
2. Громыко, Н.В. Интернет и постмодернизм – их значение для современного образования / Н.В. Громыко // Вопросы философии. - 2002. - № 2. - С. 175-180.
3. Багажков Игорь Владимирович, Никишов Сергей Николаевич, Кузнецов Александр Валерьевич АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ СЦЕНАРИЕВ СИТУАЦИОННЫХ ПОЖАРНО-ТАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ МВТК-МЧС // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. №3 (48). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/algoritm-realizatsii-stsenariiev-situatsionnyh-pozharno-takticheskikh-zadach-s-primeneniem-mvtk-mchs> (дата обращения: 05.10.2025).
4. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения / А.В. Иванова // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. - № 3. – С. 88-107.

УДК 614.84.31

otdel-16@vniipo.ru

Фирсов А.Г., Загуменнова М.В., Надточий О.В.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Балашиха

Использование роботизированных систем тушения под управлением средств искусственного интеллекта для обнаружения и тушения пожаров на объектах защиты

Статья посвящена роботизированным системам тушения пожара под управлением средств искусственного интеллекта. Дана их классификация, основные элементы управления и алгоритмизация действий роботизированных систем тушения пожара. Приведены основные типы алгоритмов работы и уровневая структура искусственного интеллекта, осуществляющего управление роботизированными системами в автоматическом режиме. Рассмотрены преимущества роботизированных систем тушения пожара под управлением средств искусственного интеллекта по

сравнению с обычными системами обнаружения и тушения пожара на объектах защиты.

Ключевые слова: искусственный интеллект, роботизированная система тушения, классификация роботизированных систем тушения, алгоритмы работы и архитектура искусственного интеллекта.

Firsov A.G., Zagumennova M.V., Nadtochy O.V.

Using robotic fire suppression systems controlled by artificial intelligence to detect and extinguish fires at protected facilities

This article focuses on robotic fire suppression systems controlled by artificial intelligence. Their classification, basic control elements and algorithmization of actions of robotic fire extinguishing systems are given. The article presents the main types of operating algorithms and the layered structure of artificial intelligence that automatically controls robotic systems. The advantages of robotic fire suppression systems controlled by artificial intelligence compared to conventional fire detection and suppression systems at protected facilities are discussed.

Key words: Artificial intelligence, robotic fire extinguishing system, classification of robotic fire extinguishing systems, operating algorithms and artificial intelligence architecture.

Сегодня невозможно решать управленческие задачи по обеспечению пожарной безопасности без использования новейших средств робототехники и IT-технологий. Современные процессы производства базируются на сложных мега структурных технологиях, нередко являющихся взрыво-пожароопасными. Поэтому обнаружение пожара (по сути источника возникновения пожара) и его ликвидация в короткий промежуток времени (в начальный период возникновения пожара) – это важная приоритетная задача в обеспечении пожарной безопасности, связанная с минимизацией материальных и социальных последствий пожара, а также снижением возможной оперативной нагрузки на подразделения пожарной охраны.

Данная техническая задача может быть эффективно решена за счет использования технологий, полученных при развитии робототехники и средств искусственного интеллекта. Симбиозом таких решений являются автоматические роботизированные системы тушения пожара или иными словами пожарные роботы с искусственным интеллектом (далее – ПР).

В зависимости от используемого вида огнетушащего средства они могут быть: водяные, пенные, порошковые и газовые. В зависимости от привода действия они бывают: электрического, гидравлического, пневматического или комбинированного типа. По месту координатной локации: напольные, подвесные, настенные и позиционировано-мобильные. По типу размещения лафетного ствола: стационарные с фиксированной установкой лафетного ствола, стационарные с подвижной установкой лафетного ствола. Основные требования к ПР приведены в соответствующих нормативных документах [1-4].

ПР как правило включают в себя следующие системы: обнаружение пожара, управление, тушение и мониторинг пожара. Система обнаружения пожара, как правило, основана на автоматической пожарной сигнализации. Включает в себя умные пожарные датчики (дымовые, тепловые, газовые, звуковые и др.) с искусственным интеллектом, что позволяет быстро идентифицировать пожар по критериальным значениям опасных факторов пожара.

Система управления ПР осуществляется за счет использования средств искусственного интеллекта. Встроенный искусственный интеллект обрабатывает различные по своей физической сущности параметры (температура, звук, видеоизображение, концентрация опасных газов, плотность дыма и т.п.), полученные от множества датчиков в единый 3D-образ. Далее соответствующими механизмами управления и программным обеспечением определяются координаты очага пожара в трехмерной системе координат, осуществляется позиционирование пожарных стволов и отработка траектории подачи огнетушащего средства.

Система тушения пожара, как уже отмечалось выше, комплектуется пожарным стволом и устройствами для подачи огнетушащего средства к месту пожара, а также расчетным запасом огнетушащего средства. Автономная система мониторинга осуществляется за счет встроенной камеры видеонаблюдения или инфракрасного излучения и позволяет определять динамику развития пожара и в дальнейшем корректировать направление подачи огнетушащего средства [5]. Тушение пожара, как правило, начинается с наиболее интенсивного участка места пожара (очага пожара) с переходом в зону с меньшим развитием пожара. При определении дополнительных очагов пожара ПР автоматически перенастраивается на их тушение, а после успешной ликвидации пожара переходит в режим ожидания.

Важное место в работе ПР имеет правильно настроенное программное обеспечение и оптимизированные алгоритмы действий. Наиболее часто применяются следующие типы алгоритмов работы искусственного интеллекта. Так с целью анализа динамики поступающих данных от умных пожарных датчиков используется машинное обучение, основанное на анализе временных рядов. Для выявления отклонений от установленных шаблонов (паттернов) используется ранжирование возможных аномалий по методу Isolation Forest или One-Class SVM. Корреляция пожарных датчиков (сенсоров), расположенных в одном помещении, осуществляется путем использования различных графовых методов и моделей. Для подтверждения источника пожара успешно применяется компьютерное зрение, основанное на анализе видеопотока данных. В дальнейшем для обучения системы используется онлайн-обучение или переобучение на основе новых данных [6]. Четкая последовательность запрограммированных алгоритмов действий обеспечивает раннее обнаружение очага пожара, своевременную подачу огнетушащих средств, мониторинг процесса тушения пожара, а также в целом эффективность

работы ПР, снижение возможных социальных и материальных последствий пожара. Использование систем искусственного интеллекта значительно снижает количество ложных срабатываний пожарной автоматики и как следствие – обеспечивает более высокий уровень пожарной защиты объекта. При отказе автоматики, по каким-либо причинам, имеется возможность управления ПР в ручном режиме. Процесс тушения осуществляется двумя и более пожарными стволами по заранее программному алгоритму действий с учетом заложенных ранее координат помещения, либо производится поиск очага пожара и перерасчет координат его локации в реальном времени. Работа ПР активизируется при получении сигнала от двух пожарных датчиков системы пожарной сигнализации.

Таким образом, архитектура умных ПР представляет собой несколько взаимосвязанных между собой уровней систем искусственного интеллекта каждый из которых отвечает за конкретные действия. Первый уровень – это система пожарных датчиков, реагирующих на критериальные значения дыма, температуры, газовой смеси, пламени, и камер видеонаблюдения со встроенными элементами искусственного интеллекта. Второй уровень включает в себя локальные узлы обработки полученных данных с алгоритмами распознавания пожара, кросс-проверки сигнала между датчиками (сенсорами), временной корреляции и т.д. Третий уровень – это автономный центр мониторинга пожара, который агрегирует в себе все полученные и обработанные данные на первом и втором уровнях. Принимает окончательное решение по определению факта пожара, оповещению людей (персонала) об эвакуации и тушению пожара. Он может работать как в офлайн-режиме, так и в онлайн-режиме. Четвертый уровень связан с облачной частью системы и предназначен для осуществления резервного копирования данных, обновления математических моделей и алгоритмов, а также удаленного мониторинга.

В отличие от традиционных систем пожарной автоматики ПР с искусственным интеллектом обладают рядом технологических преимуществ, позволяющих обеспечивать «гибкое» тушение пожара в сложных объемно-планировочных решениях и производственно-технических условиях [7]. В том числе в труднодоступных или опасных для людей местах. Осуществлять быструю адаптацию к изменяющимся внешним условиям. Отказ от ручного запуска пожарной автоматики и осуществление функциональных действий в автоматизированном режиме уменьшает время реагирования на пожар в среднем на 15-20 %, что позволяет обнаружить и ликвидировать пожар еще в начальной стадии его развития.

Благодаря своим компактным размерам, эстетическому исполнению и наличию искусственного интеллекта ПР может быть установлен на объектах защиты практически любого функционального назначения, что значительно расширяет круг его возможностей по обеспечению пожарной безопасности. Данные системы могут устанавливаться в зданиях и сооружениях промышленного назначения. Например, в цехах с высокотемпературным

оборудованием и взрыво-пожароопасными веществами и материалами, складских помещениях значительной высоты (с мезонинами) и с большой стоимостью материально-технических ценностей, помещениях серверных и т.д. Также ПР эффективны на объектах транспортной инфраструктуры (автомобильные тоннели и подземные парковки, железнодорожные станции и аэропорты и др.), энергетических и нефте-химических комплексов, высотных зданиях и сооружениях и др. объектах защиты с ограниченным доступом подразделений пожарной охраны.

Литература

1. ГОСТ Р 53326-2009 «Техника пожарная. Установки пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытаний» / КонсультантПлюс URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=458089&cacheid=D6B059E198448DEEA806837B15E18108&mode=splus&rnd=0.9661542205727792#k5TVxhUKMCY92bpS1> (дата обращения: 25.09.2025).
2. ГОСТ Р 51115-97 «Техника пожарная. Стволы лафетные» / Портал про пожарную безопасность propb.ru URL: <https://propb.ru/articles/avtomaticheskie-sistemy-protivopozharnoy-zashchity/> (дата обращения: 25.09.2025).
3. СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» / Портал про пожарную безопасность propb.ru URL: <https://propb.ru/articles/avtomaticheskie-sistemy-protivopozharnoy-zashchity/pozharnyy-robot-pozhtekhspas/?ysclid=mg121fzbox66431379> (дата обращения: 25.09.2025).
4. СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» URL: <https://propb.ru/articles/avtomaticheskie-sistemy-protivopozharnoy-zashchity/pozharnyy-robot-pozhtekhspas/?ysclid=mg121fzbox66431379> (дата обращения: 25.09.2025).
5. Гражданская защита: Энциклопедия в 4-х томах. Т. III (П – С) (издание третье, переработанное и дополненное); под общей ред. В.А. Пучкова / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. 658 с. илл.
6. Умные системы пожарной безопасности – Публикации / Элек.ру URL: <https://www.elec.ru/publications/elektrobezopasnost/9155/>
7. Роль искусственного интеллекта (ИИ) в пожарной безопасности / ПБ Системы URL: <https://securpb.ru/article/rol-iskusstvennogo-intellekta-ii-v-pozharnoj-bezopasnosti/> (дата обращения: 10.10.2025).

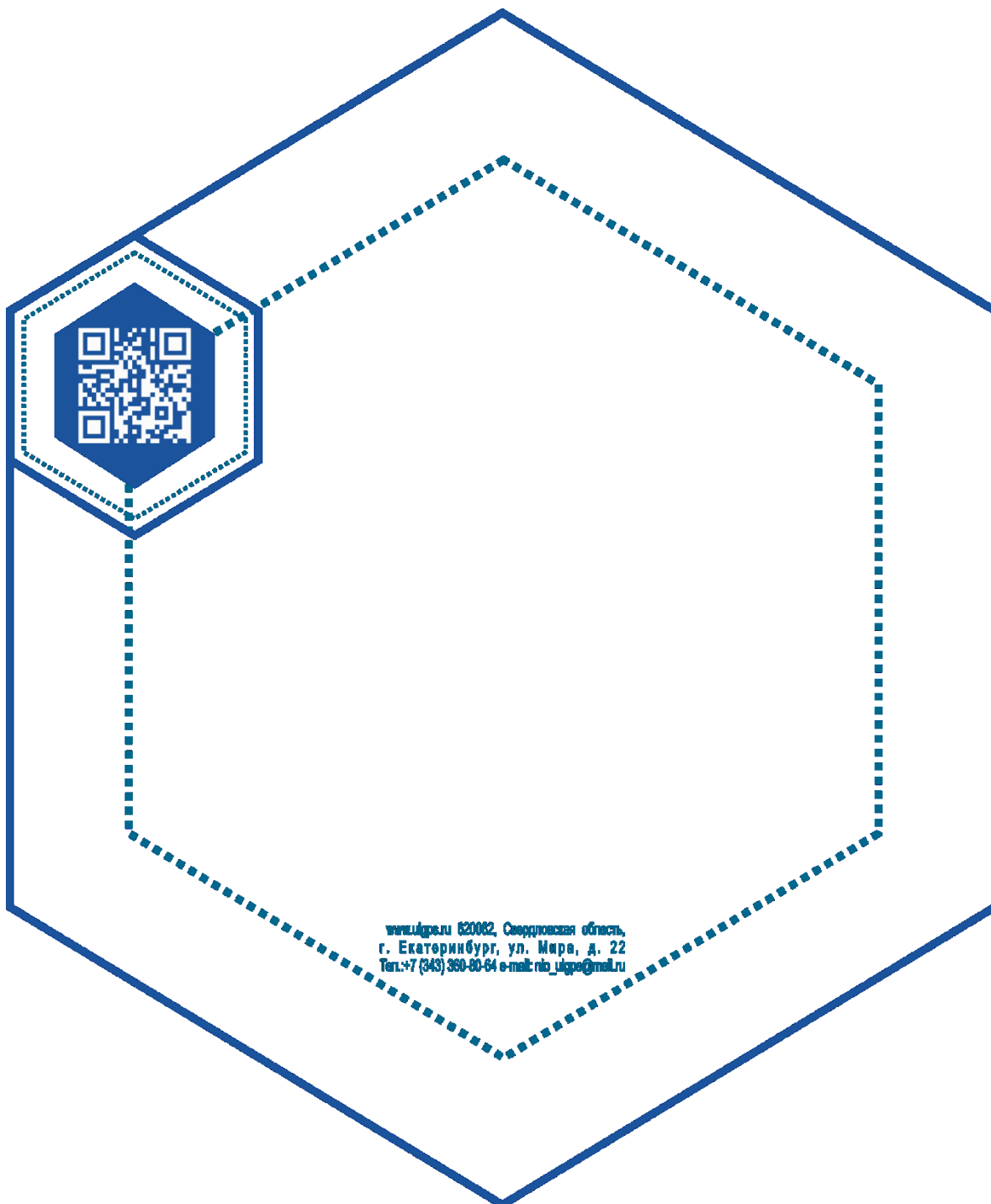
Научное издание

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

Редакционная коллегия

Елфимова Марина Владимировна, **Беззапонная** Оксана Владимировна,
Головина Екатерина Валерьевна

Материалы публикуются в оригинале представленных авторами статей



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