

1929  
**95**  
2024

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

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

26-27 октября  
2023  
Екатеринбург





**Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития ИТ- и VR-технологий в области комплексной безопасности 2023**

---

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, заместитель начальника научно-исследовательского отдела Уральского института ГПС МЧС России, канд. техн. наук;

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

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

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

**«Проблемы и перспективы развития ИТ- и VR-технологий в области комплексной безопасности»: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции (26 – 27 октября 2023 г.) / ред. кол. М. В. Елфимова, О. В. Беззапонная, Е. В. Головина [и др.].- Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2023**

В сборник включены материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития ИТ- и VR-технологий в области комплексной безопасности», состоявшейся 26-27 октября 2023 г.

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### ***Акимов В.А., Иванова Е.О.***

Информационные технологии прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера..... 6

### ***Акимов В.А., Иванова Е.О.***

Информационные технологии прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера..... 11

### ***Безносов С.К., Тужиков Е.Н.***

К вопросу о применении ИТ-технологий в целях обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтегазовой промышленности..... 17

### ***Буйневич М.В., Матвеев А.В., Шестаков А.В.***

Проблемы применения ИТ- и VR-технологий в сфере комплексной безопасности в условиях киберугроз..... 21

### ***Данилов П.В.***

Применение виртуальной, дополненной и смешанной реальностей при изучении практических вопросов выявления оценки и контроля радиационной и химической обстановки..... 26

### ***Кобяков Н.С.***

Алгоритм применения мультипликаторов в регрессионном анализе для исследования деструктивных воздействий на АС..... 32

### ***Кокшаров А.В., Талалаева Г.В.***

Практика применения цифровой лаборатории для обучения курсантов ведомственного вуза основам комплексной безопасности..... 36

### ***Пожаркова И.Н.***

Методы машинного обучения в задачах управления пожарными роботами..... 41

### ***Троек Е.Ю., Слепов А.Н.***

Применение виртуального тренажера для исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования..... 45

### ***Шарабанова И.Ю., Гринченко Б.Б., Баканов М.О., Суровегин А.В.***

Применение технологий виртуальной реальности при первоначальной подготовке газодымозащитников..... 58

<b>Шувалов О.В., Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Курочкина Е.Ю., Солдатов Р.А.</b>	
Совершенствование учебного процесса посредством применения VR-технологий.....	<b>65</b>
 <b>Яровой В.Ю.</b>	
Использование AR технологий при проведении разведки в зоне ограниченной видимости.....	<b>71</b>

УДК 51-74

*akimov@vniigoch.sru*

**Акимов В.А.**

*fleurdeleys-ket@yandex.ru*

**Иванова Е.О.**

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

## ***Информационные технологии прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера***

Приведены результаты исследования в области прогнозирования природных угроз безопасности жизнедеятельности населению, полученные в рамках выполнения работ по созданию и развитию аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» в 2020-2022 годах.

**Ключевые слова:** Прогнозные и аналитические модели, природные угрозы, безопасность жизнедеятельности, метод Байеса.

***Akimov V.A.,  
Ivanova E.O.***

## ***Information technologies for forecasting natural emergencies***

The results of a study in the field of forecasting natural threats to the life safety of the population, obtained as part of the work on the creation and development of the «Safe City» hardware and software complex in 2020-2022, are presented.

**Keywords:** Forecasting and analytical models, natural hazards, life safety, Bayesian method.

По заказу МЧС России в 2020 – 2022 годах выполнялась НИОКР «Разработка единых стандартов, функциональных технических требований и прогнозно-аналитических решений аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» с требуемым нормативно-правовым и методическим обеспечением» [1].

Одним из ключевых и особенно интересных с научной точки зрения результатов НИОКР явилась разработка прогнозных и аналитических моделей (ПАМ) по основным видам угроз муниципальным образованиям Российской Федерации.

Процесс разработки ПАМ на базе методик с использованием методов Байеса включает следующие основные этапы: содержательная постановка задачи на концептуальном уровне; подготовка обучающего множества;

выбор методов для обработки входных и выходных данных ПАМ. Сначала осуществляется сбор априорной информации о моделируемой предметной области. Далее формируется обучающее множество, которое представляет набор структурированных данных, отражающих состояния входных и выходных данных ПАМ. Для обработки входных и выходных данных ПАМ используются широко применяемые в практике апробированные байесовские методы.

Среди природных угроз безопасности жизнедеятельности населению в рамках данной НИОКР разработаны три ПАМ: для прогнозирования лесных пожаров, последствий землетрясений и наводнений вследствие паводков.

### **1. Аналитическая модель для прогнозирования лесных пожаров**

Существующие математические модели прогнозирования лесных пожаров можно разделить на следующие группы [2]:

модели прогноза динамики распространения лесного пожара;

модели прогноза геометрических параметров лесного пожара;

модели прогноза характеристик течения, тепло- и массопереноса во фронте и зоне пожара;

общие математические модели, в рамках которых могут быть спрогнозированы различные характеристики во фронте и в зоне лесного пожара.

В рамках создания аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» предложен подход к моделированию лесных пожаров, в основе которого лежат байесовские методы [3, 4], эффективность которых напрямую зависит от качества и достоверности входных данных [5, 6].

### **2. Аналитическая модель для прогнозирования последствий землетрясений**

В Российской Федерации сейсмоактивные зоны охватывают обширные районы Дальнего Востока, Забайкалья, Северного Кавказа, где интенсивность землетрясений может достигать девяти баллов [7].

Поражающими факторами при землетрясениях являются, прежде всего, механические воздействия колебаний земной поверхности и трещины. Движение почвы крайне редко является причиной человеческих жертв. Главными причинами несчастных случаев и гибели людей являются вторичные факторы землетрясения: повреждения и разрушения зданий и

сооружений, осыпания битых стекол, падение разорванных электропроводов, взрывы и пожары, связанные с утечкой газа из поврежденных труб, а также неконтролируемые действия людей, вызванные испугом и паникой [8].

В [9] для прогнозирования таких ЧС предложены методы статистической обработки данных, основанные на теореме Байеса, в основу которых положены расчетные методы оценки параметров сейсмического воздействия, определения степени разрушения зданий и сооружений, элементов городской инфраструктуры, в том числе применены теоретические подходы в области анализа статистических данных, основанные на байесовском методе интерпретации вероятности.

### **3. Аналитическая модель для прогнозирования последствий наводнений вследствие паводков**

Для большей части территории России характерно весеннее половодье, вызванное таянием снежного покрова, накопившегося в холодный зимний период [10].

Из большого числа существующих в мире моделей формирования стока и динамики русло - пойменных потоков, наиболее распространенной в отечественной практике является модель ECOMAG [11].

В аналитической модели прогнозирования паводков, в качестве математической основы моделирования наводнений предложены байесовские классификаторы, которые используют основные входные данные для формирования базовых обучающих множеств моделей краткосрочного и среднесрочного прогнозирования наводнений [12].

### **Литература**

1. Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка "Безопасный город" / В. А. Акимов, А. В. Мишурный, О. В. Якимюк [и др.]. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2022. – 315 с. – ISBN 978-5-93970-278-2. – EDN MGXNYI.

2. Акимов, В. А. Методическое обеспечение мероприятий по защите населения и территорий от быстроразвивающихся природных процессов и явлений / В. А. Акимов, М. В. Бедило, Е. О. Иванова // Безопасность населения от быстроразвивающихся опасных природных явлений: XXV

Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций по теме (в рамках проведения XIV Международного салона средств обеспечения безопасности «Комплексная безопасность-2023»), Кубинка, 01 июня 2023 года. – Москва: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2023. – С. 68-75. – EDN FQHFEY.

3. Акимов, В. А. Приложения общей теории безопасности к исследованию чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биологического характера / В. А. Акимов // Технологии гражданской безопасности. – 2021. – Т. 18, № S. – С. 13-28. – DOI 10.54234/CST.19968493.2021.18.S.2.13. – EDN LRYKFU.

4. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ и обеспечение защищенности от чрезвычайных ситуаций / В. А. Акимов, А. А. Антюхов, Е. В. Арефьева [и др.]; Совет Безопасности Российской Федерации, Российская академия наук, МЧС России, Ростехнадзор, Российский научный фонд, ГК «Ростех», ГК «Росатом», ПАО «НК «Роснефть», ОАО «РЖД», ПАО «Транснефть», ПАО «Газпром». – Москва: МГОФ «Знание», 2021. – 500 с. – ISBN 978-5-87633-199-1. – EDN FXIJPZ.

5. Акимов, В. А. Научное прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного характера / В. А. Акимов, Е. О. Иванова // Россия в XXI веке в условиях глобальных вызовов: проблемы управления рисками и обеспечения безопасности социально-экономических и социально-политических систем и природно-техногенных комплексов : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 26–27 апреля 2022 года / Российская академия наук, Международный независимый эколого-политологический университет, Государственный университет управления. Том Выпуск 1. – Москва: Государственный университет управления, 2022. – С. 114-119. – EDN FFDBHY.

6. Акимов, В. А. Крупные природные пожары как источники чрезвычайных ситуаций природного характера / В. А. Акимов, М. В. Бедило, Е. О. Иванова // Технологии гражданской безопасности. – 2022. – Т. 19, № 2(72). – С. 11-13. – DOI 10.54234/CST.19968493.2022.19.2.72.2.11. – EDN PGJCMG.

7. Россия в борьбе с катастрофами: В 3-х томах / С. К. Шойгу, Ю. Л. Воробьев, А. Н. Сахаров [и др.]; Под общей редакцией С.К. Шойгу. Редакторы: Ю.Л. Воробьев, А.Н. Сахаров. Том Книга 1. – Москва: Финансовый издательский дом "Деловой экспресс", 2007. – 288 с. – ISBN 978-5-89644-094-9. – EDN UCSUDV.

8. Акимов, В. А. Опасные геофизические явления и процессы как источники чрезвычайных ситуаций природного характера: модель среднесрочного прогнозирования землетрясений / В. А. Акимов, М. В. Бедило, Е. О. Иванова // Технологии гражданской безопасности. – 2022. – Т. 19, № 1(71). – С. 20-23. – DOI 10.54234/CST.19968493.2022.19.1.71.4.20. – EDN QICTLF.
9. Акимов, В. А. Исследование чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биологического-социального характера современными научными методами / В. А. Акимов, М. В. Бедило, С. П. Сущев. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2021. – 179 с. – ISBN 978-5-93970-249-2. – EDN WUKXKC.
10. Акимов, В. А. Опасные гидрологические явления и процессы как источники чрезвычайных ситуаций природного характера: вербальная модель / В. А. Акимов, М. В. Бедило, С. П. Сущев // Технологии гражданской безопасности. – 2021. – Т. 18, № 4(70). – С. 4-8. – DOI 10.54234/CST.19968493.2021.18.4.70.1.4. – EDN EVUUFA.
11. Мотовилов Ю.Г., Гельфанд А.Н. Модели формирования стока в задачах гидрологии речных бассейнов. ИВП РАН, г. Москва, 2018, 300 с.
12. Акимов, В. А. Методическое обеспечение мероприятий по прогнозированию чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биологического-социального характера / В. А. Акимов, Е. О. Иванова, И. Ю. Олтян // Международный круглый стол "Системы раннего предупреждения о чрезвычайных ситуациях: теория и практика" : Сборник материалов (в рамках проведения XIV Международного салона средств обеспечения безопасности "Комплексная безопасность-2023"), Кубинка, Московская обл., 02 июня 2023 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2023. – С. 49-60. – EDN KJXJCZ.

УДК 51-74

*akimov@vniigoch.s.ru*

**Акимов В.А.**

*fleurdelys-ket@yandex.ru*

**Иванова Е.О.**

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

### ***Информационные технологии прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера***

Приведены результаты исследования в области прогнозирования техногенных угроз безопасности жизнедеятельности населению, полученные в рамках выполнения работ по созданию и развитию аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» в 2020-2022 годах.

**Ключевые слова:** Прогнозные и аналитические модели, отключение теплоснабжения, отключение электроснабжения, разлив нефти и нефтепродуктов, сброс жидких технологических отходов в гидросферу, выброс опасных химических веществ в окружающую среду, метод Байеса.

*Akimov V.A.,  
Ivanova E.O.*

### ***Information technologies for forecasting man-made emergency situations***

The results of a study in the field of forecasting man-made threats to the life safety of the population, obtained as part of the work on the creation and development of the «Safe City» hardware and software complex in 2020-2022, are presented.

**Keywords:** Forecasting and analytical models, heat supply outages, power outages, oil and petroleum product spills, discharge of liquid technological waste into the hydrosphere, release of hazardous chemicals into the environment, Bayesian method.

Увеличение количества аварий и катастроф определяет необходимость устранения хронических проблем в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций - асинхронность действий, отсутствие информации и единых стандартов взаимодействия, а также неэффективность существующих методов прогнозирования.

Для решения этих проблем и комплексного повышения уровня безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка на

территории России создается единая система «Безопасный город», представляющая комплекс правовых, научных, технических, экономических и организационных мер для поддержки принятия решений в области обеспечения комплексной безопасности на территориях субъектов и муниципальных образований Российской Федерации [1].

В рамках НИОКР «Разработка единых стандартов, функциональных, технических требований и прогнозно-аналитических решений аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» с требуемым нормативно-правовым и методическим обеспечением» в 2020-2022 годах разработаны, в том числе, прогнозные и аналитические модели (ПАМ) по основным видам угроз, описанным в Концепции построения и развития АПК «Безопасный город», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2014 г. № 2446-р.

В данной статье рассмотрены ПАМ в области техногенных угроз безопасности жизнедеятельности населению, а именно:

модель для прогнозирования последствий отключения теплоснабжения;

модель для прогнозирования последствий отключения электроснабжения;

модель для прогнозирования последствий разлива нефти и нефтепродуктов;

модель для прогнозирования последствий сброса жидких технологических отходов в гидросферу;

модель для прогнозирования последствий выброса опасных химических веществ в окружающую среду.

## **1. Модель для прогнозирования последствий отключения теплоснабжения**

Основными причинами, приводящими к аварийным отключениям теплоснабжения (ОТ) на распределительных электросетях, являются [2]: стихийные природные явления; физические (конструктивные), в том числе механические повреждения в результате строительных и ремонтных работ; действия (бездействия) обслуживающего персонала (человеческий фактор); технологические нарушения, в том числе функциональные отказы в работе оборудования тепловой сети и потребителей тепловой энергии.

Основными входными данными для формирования базового обучающего множества ПАМ-ОТ служат следующие данные [3]: характеристики систем теплоснабжения и потребителей; характеристики отказов систем теплоснабжения; характеристики пониженного

(аварийного) теплоснабжения потребителей; параметры метеорологической обстановки.

Основные расчетные зависимости определения показателей надежности теплоснабжения потребителя, присоединенного к тепловой сети системы теплоснабжения, представлены в [4].

## **2. Модель для прогнозирования последствий отключения электроснабжения**

Основными причинами массовых нарушений электроснабжения потребителей в Российской Федерации являются [5]: значительный износ оборудования электрических сетей (общий износ распределительных электрических сетей достиг 70%); ненадлежащее техническое обслуживание объектов электросетевого хозяйства; воздействие экстремальных погодных условий (ледяной дождь, сильные снегопады, аномально-низкие температуры и ветровые нагрузки).

Исходными данными ПАМ-ОЭ являются [6]: характеристики потребителей электрической энергии, расположенных на территории муниципального района (городского округа); характеристика массовых повреждений электросетевых объектов.

Для каждого обесточенного потребителя электрической энергии определяется индекс приоритета восстановления электроснабжения, который учитывает следующие факторы [7]: отнесение потребителя электрической энергии к потребителям, ограничение режима потребления электрической энергии которых может привести к экономическим, экологическим или социальным последствиям; степень участия потребителя электрической энергии в обеспечении жизнедеятельности населения; численность людей в зданиях потребителя электрической энергии; расчетное время, при котором потребитель может функционировать при отключении основного электроснабжения при наличии у него независимого источника питания — автономного резервного источника питания; время года и день недели, в которые произошло обесточение потребителей электрической энергии.

## **3. Модель для прогнозирования последствий разлива нефти и нефтепродуктов**

Каждый год в России происходят десятки тысяч разливов нефти и нефтепродуктов (РНН), которые наносят колоссальный ущерб окружающей среде, экономике и населению. Нефтяные разливы приводят к нарушению естественных процессов и взаимосвязей, существенно

изменяя условия обитания всех видов живых организмов и деформируя структуры биоценозов [8].

Основными исходными данными, описывающими характеристики РНН являются [9]: входные данные, характеризующие основные параметры РНН; входные данные, характеризующие резервуары хранения НН; входные данные, характеризующие метеорологическую обстановку; входные данные, характеризующие свойства хранимой НН; входные данные, характеризующие участок местности возможного РНН.

Основными прогнозными параметрами РНН являются: прогнозируемая площадь РНН через время, соответствующее шагу прогноза; прогнозируемая масса вылившейся НН через время, соответствующее шагу прогноза.

#### **4. Модель для прогнозирования последствий сброса жидких технологических отходов в гидросферу**

Содержание загрязняющих веществ, превышающее предельно-допустимые концентрации для водоемов хозяйственного назначения, периодически отмечаются во многих водных объектах Российской Федерации.

Основными входными данными для формирования базового обучающего множества ПАМ-СО являются следующие группы параметров [10]: параметры систем (постов) мониторинга сбросов ЖТО, расположенных в непосредственной близости от источников сбросов ЖТО промышленных объектов; параметры систем (постов) мониторинга сбросов ЖТО; характеристики источников сброса ЖТО; характеристики участков ВО в пределах от источников сбросов ЖТО до объектов водозаборов; характеристики гидрологической обстановки.

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

#### **5. Модель для прогнозирования последствий выброса опасных химических веществ в окружающую среду**

Выбросы опасных химических веществ (ОХВ) в окружающую среду могут происходить в результате аварий на химически вредных объектах, а также нарушения норм выбросов при различных технологических процессах на производствах.

Основными входными данными для формирования базового обучающего множества ПАМ-ОХВ являются следующие группы

параметров [11]: параметры систем (постов) мониторинга выбросов ОХВ, расположенных по периметру промышленных объектов, на которых имеются источники выбросов ОХВ; параметры систем (постов) мониторинга выбросов ОХВ, расположенных на НТ; характеристики метеорологической обстановки; характеристики источников выброса ОХВ и параметров выбросов ОХВ.

Таким образом, в данной статье рассмотрены результаты исследований в области прогнозирования техногенных угроз безопасности жизнедеятельности населению, полученные в рамках выполнения работ по созданию и развитию аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» в 2020-2022 годах.

### **Литература**

1. Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка "Безопасный город" / В. А. Акимов, А. В. Мишурный, О. В. Якимюк [и др.]. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2022. – 315 с. – ISBN 978-5-93970-278-2. – EDN MGXNYI.
2. Акимов, В. А. Математические модели прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного характера / В. А. Акимов, Е. О. Иванова, Ю. А. Шишков // Гражданская оборона на страже мира и безопасности : Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны в Год 90-летия со дня образования Академии ГПС МЧС России. В 5-ти частях, Москва, 01 марта 2023 года. Том Часть II. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 126-133. – EDN UIZLCO.
3. Иванова, Е. О. Аварии на системах теплоснабжения: вероятностная оценка развития последствий отказов на тепловой сети / Е. О. Иванова, А. В. Мишурный // Технологии гражданской безопасности. – 2022. – Т. 19, № 4(74). – С. 48-50. – EDN ZYZBAW.
4. Методика прогнозной и аналитической модели «Отключение теплоснабжения» // ООО «Национальный центр информатизации», 2022, 104 с.

5. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты / Н. В. Абросимов, А. И. Агеев, Е. О. Адамов [и др.]. – Москва: Международный гуманитарный общественный фонд "Знание" им. академика К.В. Фролова, 2018. – 1016 с. – ISBN 978-5-87633-173-1. – EDN YSJJCР.
6. Акимов, В. А. Определение индекса приоритета восстановления электроснабжения / В. А. Акимов, Е. О. Иванова, Ю. А. Шишков // Применение математических методов к решению задач МЧС России : Сборник трудов секции № 14 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 14-17. – EDN HXCFJH.
7. Акимов, В. А. Защита населения и территории Российской Федерации в условиях изменения климата / В. А. Акимов, Р. А. Дурнев, Ю. И. Соколов; МЧС России, Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2016. – 388 с. – EDN VXGJNR.
8. Воробьев, Ю. Л. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов / Ю. Л. Воробьев, В. А. Акимов, Ю. И. Соколов; Ин-т риска и безопасности. – Изд. 2-е, стер. – Москва: Ин-т риска и безопасности, 2007. – 375 с. – ISBN 978-5-89635-055-2. – EDN QKQRCD.
9. Акимов, В. А. Математическая модель для прогнозирования последствий разлива нефти и нефтепродуктов / В. А. Акимов, Е. О. Иванова, А. В. Мишурный // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20, № 1(75). – С. 68-70. – EDN BGHOAH.
10. Акимов, В. А. Математическая модель для прогнозирования последствий сброса жидких технологических отходов в гидросферу / В. А. Акимов, С. В. Колеганов, А. В. Мишурный // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20, № 1(75). – С. 71-73. – EDN BPEHQV.
11. Акимов, В. А. Математическая модель для прогнозирования последствий выброса опасных химических веществ в окружающую среду / В. А. Акимов, Е. О. Иванова, С. В. Колеганов // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20, № 2(76). – С. 11-14. – EDN KOSQWT.

УДК 004.658.6; 614.849

*fireman87@bk.ru*

**Безносов С.К.,**

**Тужиков Е.Н.**

*Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

***К вопросу о применении ИТ-технологий в целях обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтегазовой промышленности***

Рассматриваются информационные технологии, применяемые на объектах нефтегазового комплекса в целях обеспечения безопасности при осуществлении технологического процесса, пожарной безопасности. Обозначена роль современных ИТ-технологий в сфере обеспечения пожарной безопасности.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, нефтегазовая промышленность, ИТ-технология, применение, программно-аппаратный комплекс, система.

***Beznosov S.K.,  
Tuzhikov E.N.***

***On the issue of the application of IT technologies in order to ensure fire safety at oil and gas industry facilities***

Information technologies used at oil and gas complex facilities are considered in order to ensure safety during the implementation of the technological process and fire safety. The role of modern IT technologies in the field of fire safety is outlined.

**Keywords:** fire safety, oil and gas industry, IT-technology, application, hardware and software complex, system.

Объекты нефтегазовой отрасли представляют собой повышенную опасность [1]. Так, в случае возникновения ЧС (далее – чрезвычайная ситуация) на объектах нефтегазового комплекса возможны следующие последствия:

загрязнение окружающей среды в следствии выброса высококонцентрированных токсичных веществ, содержащихся в нефти;

крупномасштабные пожары, происходящие из-за разлива нефти, прорыва трубопроводов и разгерметизации технологического оборудования [2].

В связи с этим, планомерно осуществляется комплекс мероприятий по разработке решений по эффективному и экономически обоснованному варианту предупреждения последствий, в том числе, по автоматизации работы предприятий отрасли. Автоматизация технологического процесса снижает риск возникновения ЧС [3]. Для решения задач обеспечения

пожарной безопасности, в том числе, активно применяются ИТ – технологии [4].

Одной из основных причин возникновения ЧС на объектах нефтегазового комплекса является нарушение работы или выход из строя технологического оборудования, в виду тяжелых факторов работы: высокие температуры, агрессивные среды, большие перепады давлений [5]. Всё перечисленное делает осуществление контроля над оборудованием одним из самых эффективных мероприятий [6] по недопущению возникновения ЧС. В этих целях нефтегазовая компания осуществляет следующие мероприятия [7]:

Идентификация и паспортизация оборудования на протяжении всего срока эксплуатации;

Снижение затрат на содержание, обслуживание трубного парка и ликвидацию последствий аварий;

Оптимизация ремонтных операций и сортировка оборудования;

Увеличение межремонтного периода.

Соответственно, для решения таких задач, необходима реализация оперативных и эффективных технических решений по внедрению, как в технологический процесс, так и в обслуживающие системы современных технологий. Всем обозначенным критериям отвечают современные ИТ-технологии, которые позволяют автоматизировать осуществление всех процессов, связанных с обеспечением безопасности на объектах отрасли.

Так, одной из современных ИТ-технологий, отвечающих всем перечисленным требованиям, является RFID [8], технические компоненты которой могут применяться даже в самых агрессивных средах, при любых погодных условиях. Срок эксплуатации RFID метки достигает 10 лет, считываемость на расстоянии до 300 метров. Технология обеспечивает считывание до 200 меток в секунду [9].

Области применения RFID – технологии в нефтегазовой отрасли:

для сканирования и отслеживания бурильного и погружного оборудования;

для осуществления оперативного контроля перемещения объектов, а также степени износа компонентов технологического оборудования.

Именно состояние технологического и обслуживающего оборудования: износ, отказы, коррозия и другие проблемные аспекты представляют прямую угрозу возникновения ЧС.

Впервые в России RFID для объектов нефтегазовой отрасли разработала и внедрила компания ООО «Горизонты роста». В компании реализован крупный проект «Нефтегазовый оборудованный комплекс

решений» - специализированная под нефтегазовую отрасль [10]. В рамках данного проекта были реализованы следующие возможности RFID:

- Высокая степень защиты от агрессивных сред;
- Большое количество объектов одновременной идентификации;
- Высокая дальность и скорость чтения меток.

Таким образом, RFID участвует в процессах по обеспечению пожарной безопасности, путем отслеживания состояния технологического оборудования, в случае опасности выхода его из строя дает необходимую информацию для проведения оперативных мероприятий по его обслуживанию, ремонту и монтажу, что значительно снижает риск возникновения ЧС.

Помимо RFID, на объектах нефтегазового комплекса используются и другие ИТ-технологии, например, OIS, которая представляет собой комплекс новейших цифровых технологий.

Так, OIS – программное обеспечение, настроенное под объекты нефтегазовой промышленности, с помощью которого ведется управление добывчей природных ресурсов, оборудованием, подготовкой и сдачей продукции, трубопроводами и др. [11].

OIS Hydrocarbon / OIS+ Добыча – система технологического уровня, позволяющая оптимально организовать непрерывный процесс сбора, регистрации и обобщения нефтепромысловой информации по скважинам [12].

OIS PIPE+ — аналитическая система управления процессом эксплуатации промысловых трубопроводов, которая оценивает состояние трубопроводной сети, формирует программу превентивных мероприятий с максимальным экономическим эффектом с целью повышения надежности трубопроводных сетей [13].

Таким образом, осуществляется постоянный контроль над всеми этапами технологического процесса, состоянием трубопровода, оперативностью мероприятий по монтажу и ремонту оборудования, показателями давления и температуры, что, непосредственно, сказывается на состоянии пожарной безопасности на объекте.

Применение ИТ-технологий на объектах нефтегазового комплекса способствует повышению оперативности мероприятий по обеспечению исправности оборудования, что, в свою очередь, отражается на состоянии пожарной безопасности.

### **Литература**

1. Анализ аварийности на объектах нефтегазовой отрасли России: URL: <https://moluch.ru/archive/411/90471/>.
2. ЧС на нефтегазовых предприятиях в России в 2020 – 2023: URL: <https://ria.ru/20230207/gaz-1850265225.html>.
3. Автоматизация нефтегазового производства. URL: <https://ivctl.ru/o-kompanii/resheniya/avtomatizacziya-neftegazovogo-proizvodstva/>.
4. Информатизация и автоматизация при решении задач пожарной безопасности. URL: <https://studfile.net/preview/16567727/page:44/>.
5. Анализ аварийности в нефтегазодобывающей промышленности России. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-avarijnosti-v-neftegazodobyvayuschej-promyshlennosti-rossii>.
6. Богданов, Е. Л. Б73 Основы технической диагностики нефтегазового оборудования: Учеб. пособие для вузов, Е. А. Богданов. — М.: Высш. шк., 2006. — 279 с: ил.
7. Крец В.Г., Шадрина А.В. Основы нефтегазового дела. Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 200 с.
8. Нефтегазовая отрасль и RFID. Применение RFID. URL: <http://www.mforum.ru/news/article/120220.htm#:~:text=Нефтегазовая%20отрасль%20и%20RFID%20,%20температур%2C%20давлению%20и%20влажности%20среды>.
9. RFID – метки для нефтяной, газовой и других отраслей тяжелой промышленности. URL: <https://www.idexpert.ru/reviews/nerazrushaemye-rfid-metki-dlya-neftyanoy-gazovoy-i-drugikh-otrasley-tyazheloy-promyshlennosti/>.
10. Программно – аппаратный комплекс Go – RFID. URL: <https://go-rfid.ru/>.
11. Управление добычей OIS. URL: <https://oissolutions.net/>.
12. Управление добычей в цифровую эпоху OIS + добыча. URL: <https://oissolutions.net/solutions-ru/>.
13. Цифровой двойник трубопроводной системы OIS PIPE+. URL: <https://oissolutions.net/solutions-ru/>.

УДК 004: 614.8

[fcvega\\_10@mail.ru](mailto:fcvega_10@mail.ru)

**Буйневич М.В.,  
Матвеев А.В.,  
Шестаков А.В.**

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

***Проблемы применения IT- и VR-технологий  
в сферу комплексной безопасности в условиях киберугроз***

Обсуждаются организационно-технические проблемы при внедрении IT- и VR-технологий в сферу комплексной безопасности в условиях возрастания киберугроз, перехода на отечественные платформенные решения в рамках импортозамещения и достижения технологического суверенитета.

**Ключевые слова:** информационная безопасность, киберсреда, доверенные информационные системы, образовательные платформы.

***Buinevich M.V.,  
Matveev A.V.,  
Shestakov A.V.***

***Problems and prospects of development of IT and VR technologies in the field  
of integrated security in the context of cyber threats***

Organizational and technical problems in the implementation of IT and VR technologies in the field of integrated security are discussed in the context of increasing cyber threats, the transition to domestic platform solutions within the framework of import substitution and the achievement of technological sovereignty.

**Keywords:** information security, cyber environment, trusted information systems, educational platforms.

Одним из актуальных направлений объединения и координации усилий ученых, специалистов и экспертов в области IT- и VR-технологий считать комплексность разрешения сложившихся противоречий между необходимостью поддержания темпов проведения цифровой трансформации в федеральных органах исполнительной власти, подведомственных организациях и учреждениях, внедрения сквозных цифровых технологий, в том числе VR/AR, и обеспечением требуемого уровня киберзащищенности существующей инфраструктуры путем организации и проведения натурных экспериментов (испытаний) на

создаваемом киберполигоне МЧС России по пилотному использованию ИТ- и AR/VR-технологий и системотехнических решений в области комплексной безопасности.

Президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин на оперативном совещании в апреле 2023 года с членами Совета Безопасности указал на необходимость первоочередного рассмотрения вопросов информационной безопасности страны. По сведениям ФСБ России с начала предыдущего года количество кибератак на информационную инфраструктуру страны превысило 5 тысяч [1]. Глава Минцифры России М.И. Шадаев на XI Всероссийском форуме региональной информатизации «ПРОФ-ИТ» (Новосибирск, 26-27.10.2023) заявил, что крупные платформенные решения и информационная безопасность станут главными трендами цифровизации России на ближайшие несколько лет [2]. Вместе с тем, по данным компании «Позитив Технолоджиз» во 2 кв. 2023 года количество инцидентов увеличилось на 4% и 17% соответственно по сравнению с 1 кв. 2023 года и 2 кв. 2022 года, успешность кибератак затронули не только предприятия, но повлияла на города (см. рисунок 1) [3]. Это обуславливает необходимость системного подхода к организации применения сквозных технологий в области комплексной безопасности посредством обоснованных мер и форм проведения верификации и валидации системотехнических решений на основе ИТ- и AR/VR-технологий.

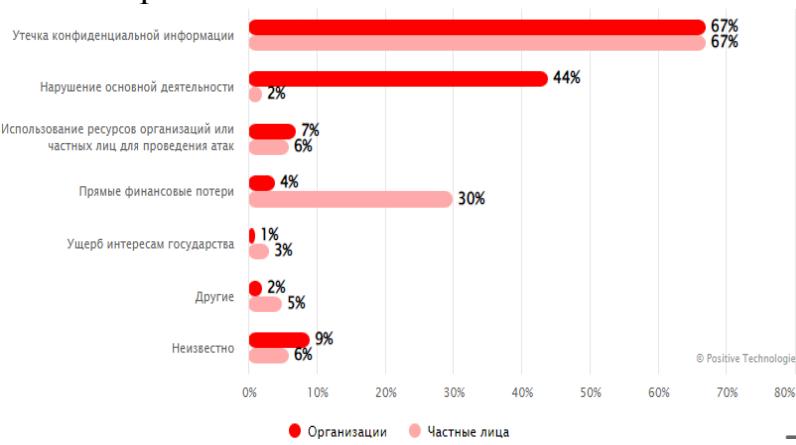


Рис. 1. Последствия кибератак

Базовым вектором совместного сотрудничества в рамках научной деятельности в сфере ИТ- и VR -технологий, укрепления партнерских отношений ученых и специалистов научно-исследовательских заведений, высших учебных заведений определить разрешение существующих объективных противоречий между разнородностью и превалированием

доступных зарубежных средств (оборудования) и необходимостью обеспечения технологического суверенитета и импортонезависимости страны в части отечественных программных средств, оборудования, приложений и библиотек объектов и их атрибутов, путем тиражирования и обменом эффективных практик достижения универсальности платформенных свойств предлагаемых для применения ИТ- и VR-технологий.

Существовавшая ранее доступность зарубежных ИКТ-товаров и услуг (см. рисунок 2) обусловил их «разнолоскутное» распространение ИТ- и VR –технологий по сферам деятельности и отраслям экономики в Российской Федерации.



Рис. 2. Статистические данные импорта ИКТ-товаров и услуг [4]

Вместе с тем, в соответствии с указами Президента Российской Федерации (от 09.05.2017 № 203, от 21.07.2020 №474) и постановлениями Правительства Российской Федерации (например, для государственного управления – от 22.10.2021 №2998-р; социальной сферы – от 20.02.2021 №431-р; для транспорта - от 21.12.2021 № 3744-р) во всех сегментах (отраслях) экономики Российской Федерации реализуются стратегические направления в области цифровой трансформации. К основным показателям достижимости целей цифровой трансформации определены «цифровая зрелость», «доля доступных в электронном виде услуг», «доступность информационной инфраструктуры» и «доля отечественных решений». Как показывают результаты анализа реестра отечественного программного обеспечения (см. рисунок 3), количество заявок на регистрацию имеет тенденцию стабильного роста, что обуславливает необходимость более

активного перехода системотехнических решений на базе ИТ- и VR-технологий на российские аналоги [5].

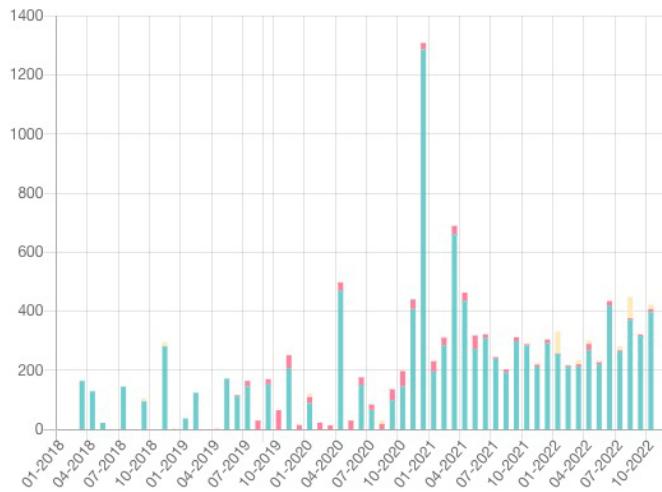


Рис. 3. Статистические данные реестра отечественного программного обеспечения [5]

Для разрешения сложившихся противоречий между пользовательско-ориентированностью ИТ- и VR-технологий, направленной на снижение уровня подготовленности конечного потребителя и возросшими требованиями использования технологий в агрессивной киберсреде целесообразно введение в практику образовательных организаций проведения дополнительного цикла лекционно-практических занятий (введения самостоятельной дисциплины) для формирования у пользователей знаний, умений и навыков в области кибергигиены, киберкультуры и киберграмотности.

Правительством Российской Федерации утверждены концепции формирования и развития культуры информационной безопасности граждан, информационной безопасности детей (распоряжения от 22.12.2022 №4088-р, от 02.12.2015 №2471-р). Российской Ассоциацией Электронных Коммуникаций (РАЭК), АНО «Цифровая Экономика» и Народным Фронтом (НФ) при поддержке Минцифры России с 2019 года проводится Всероссийская акция «Цифровой диктант», который ориентирован на различные возрастные группы: детей (7-13 лет), подростков (14-17 лет), взрослых (18-59) лет, людей старшего возраста (60 лет и старше) в объеме знаний базовых программ и приложений, компетенций цифровых сервисов и социальных сетей, цифровой безопасности и сквозным цифровым технологиям. Статистические данные результативности акции представлена на рисунке 4.



Рис. 4. Статистические данные акции «Цифровой диктант»

В настоящее время достаточно актуальной является задача формирования и введения новых механизмов и форм сокращения дефицита компетенций пользователей о применении перспективных технологий в агрессивной киберсреде.

Таким образом, предложенная совокупность мероприятий по разрешению сложившихся противоречий и проблем позволит создать существенный задел в эффективном и ускоренном внедрении ИТ- и VR-технологий в сферу комплексной безопасности.

Статья подготовлена в рамках выполнения в 2023 году прикладных научных исследований Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России по заказу МЧС России, регистрационный номер ЕГИСУ НИОКТР № 123030100009-7 от 01.03.2023.

### Литература

1. Путин предложил Совбезу рассмотреть вопросы информационной безопасности [электронный ресурс]: <https://ria.ru/20230414/sovbez-1865308331.html?ysclid=lo760q3opp365071789>
2. Шадаев назвал главные тренды цифровизации в России до 2030 года [электронный ресурс] <https://ria.ru/20231026/shadaev-1905333357.html?ysclid=lo73qx3kvs975426211>.
3. Актуальные киберугрозы: II квартал 2023 года [электронный ресурс]: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2023-q2/>.

4. Цифровая трансформация: ожидания и реальность: докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. [Текст] / Г. И. Абдрахманова, С. А. Васильковский, К. О. Вишневский, М. А. Гершман, Л. М. Гохберг и др.; рук. авт. кол. П. Б. Рудник; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.:Изд. дом Высшей школы экономики, 2022 — 221 с. — ISBN 978-5-7598-2658-3 (в обл.). — ISBN 978-5-7598-2468-8.

5. Реестр программ для ЭВМ и БД [электронный ресурс]: <https://www.garant.ru/gardium/guide/reestr-po-rf-chto-eto/?ysclid=lo76l3452l689145791>

УДК 614.8

*kog@edufire37.ru*

**Данилов П.В.**

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

***Применение виртуальной, дополненной и смешанной реальностей  
при изучении практических вопросов выявления оценки и  
контроля радиационной и химической обстановки***

Представлена новая методика обучения личного состава с применением технологий виртуально, дополненной и смешанной реальностей. Методика выполняется на примере макета-демонстратора на базе автомобиля радиационной химической разведки УАЗ-469РХ. Данный автомобиль выбран на несколько причины. Во-первых, таких автомобилей очень много находится на складах хранения мобилизационного резерва. во-вторых, отсутствуют специалисты, которые умеют на них работать или проводить занятия. В-третьих, габариты автомобиля позволяют его использование в любом ограниченном пространстве.

*Ключевые слова:* AR-технологии, MR-технологии, моделирование, методика обучения.

***Danilov P.V.***

***The use of virtual, augmented and mixed realities in the study of  
practical issues of identification, assessment and control of radiation and  
chemical conditions***

A new method of training personnel using virtual, augmented and mixed reality technologies is presented. The technique is carried out on the example of a demonstrator model based on the UAZ-469RX radiation chemical reconnaissance

vehicle. This car was chosen for several reasons. Firstly, there are a lot of such cars in the storage warehouses of the mobilization reserve. secondly, there are no specialists who know how to work for them or conduct classes. Thirdly, the dimensions of the car allow its use in any limited space.

*Keywords:* AR-technologies, MR-technologies, modeling, teaching methods.

Современные условия развития общества накладывают определенный отпечаток на функционирование систем обеспечения безопасности жизнедеятельности разных уровней: от деятельности федеральных органов государственной власти до культуры поведения отдельного человека.

Несмотря на это, число природных и техногенных катастроф имеет тенденцию роста во всем мире. Последствия чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС), выраженные в человеческих жизнях и колossalном материальном ущербе, вынуждают коренным образом изменить парадигму подготовки и переподготовки аварийно-спасательных служб и формирований.

Ни для кого не является секретом, что наибольший эффект от тренировки возможен только при отработке в реальных условиях. Однако, чаще всего формирование и совершенствование практических умений и навыков осуществляется на специализированных учебных точках, не в реальных условиях. И тем более невозможно получить согласие на проведение, например, тактико-специальных или командно-штабных учений и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ на потенциально опасных или опасных производственных объектах.

Тем не менее, решение есть. Отойти от традиционных форм обучения (зубрежка книг и последующая тренировка в «боевых» условиях) позволяют новые, активно развивающиеся ИТ-технологии, которые позволяют использовать практически неиссякаемый потенциал моделирования различных ситуаций. Одной из них является технология дополненной и смешанной реальности (AR и MR-технологии), которая позволяет добиться максимального эффекта с минимальными человеческими и материальными ресурсами [1].

Технологии расширенной реальности становятся год от года более востребованными и находят применение в самых разных отраслях. Эффект погружения и взаимодействия с виртуальными объектами достигается с помощью средств виртуальной, дополненной и смешанной реальности. Однако если технологии виртуальной и дополненной реальности существуют и активно применяются более 10 лет, то индустрия смешанной реальности начала развитие относительно недавно и представляет собой

перспективную область, которая обладает высоким инновационным потенциалом.

Применение подобных технологий позволяют систематизировать знания, умения и навыки проведения практических мероприятий по выявлению, оценки и контролю обстановки при авариях, связанных, в том числе, с выбросом радиоактивных и химических веществ.

Стоит отметить и то, что принятие решений в ходе ликвидации последствий ЧС носит преимущественно кумулятивный характер, так как невозможно без учета все большего числа факторов. Поэтому сконцентрированное представление наглядной информации посредством технологий дополненной и смешанной реальности позволяет обучаемым, а впоследствии и руководителям ликвидации ЧС, принимать решения на качественно более высоком уровне [2].

С этой целью в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России ведется работа по разработке и внедрению в образовательный процесс новой методики обучения с применением технологий дополненной и смешанной реальности.

Целью данной научно-исследовательской работы является исследование путей повышения качества системы подготовки специалистов МЧС России за счет применения технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальностей при изучении практических вопросов наблюдения и контроля радиационной и химической обстановки с применением специализированных автомобилей.

Таким образом в академии разработан макет-демонстратор на базе автомобиля радиационной и химической разведки УАЗ-469РХ, который включает в себя автомобиль РХБ разведки, укомплектованный штатным оборудованием и приборами, а также оборудование дополненной и смешанной реальности (рисунок 1).



Рис. 1. Общий вид макета демонстратора

Основой автоматизированной справочной системы предоставления данных, используемых при изучении практических вопросов наблюдения и контроля радиационной и химической обстановки с применением специализированных автомобилей используется программное обеспечение, реализующее интерактивные электронные технические руководства (далее – ИЭТР). ИЭТР разработаны с целью обеспечения пользователя информацией, использующейся для обучения. По сравнению с бумажными руководствами ИЭТР обладают рядом существенных преимуществ – отображение информации в удобном для пользователя виде (рисунок 2).

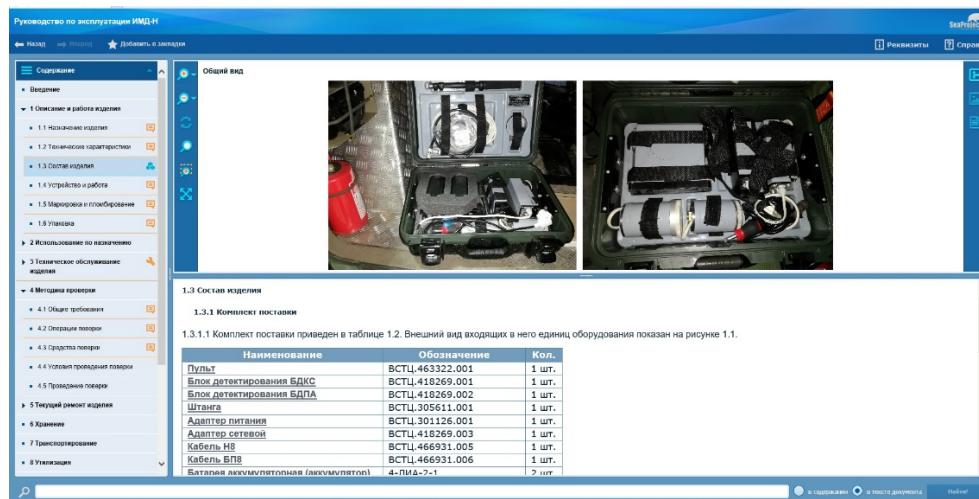


Рис. 2. Пример отображения текстового ИЭТР

Также ИЭТР обладают следующими преимуществами:

- в электронное руководство можно включить любую графику, интерактивные схемы, 3D-модели, анимации и видеоролики;
- принцип модульности, лежащий в основе ИЭТР, сокращает сроки и упрощает разработку документов;
- невысокие требования к вычислительным средствам пользователя.

Интерактивность отражает способность электронной системы отображения информации обеспечивать диалог с пользователем через пользовательский интерфейс системы путем генерации взаимных запросов пользователем и системой, и выдачей ответов на эти запросы. Интерактивность обеспечивается наличием в электронной системе отображения необходимых элементов управления (кнопки, «флажки», поля для ввода данных и т.д.) (рисунок 3).

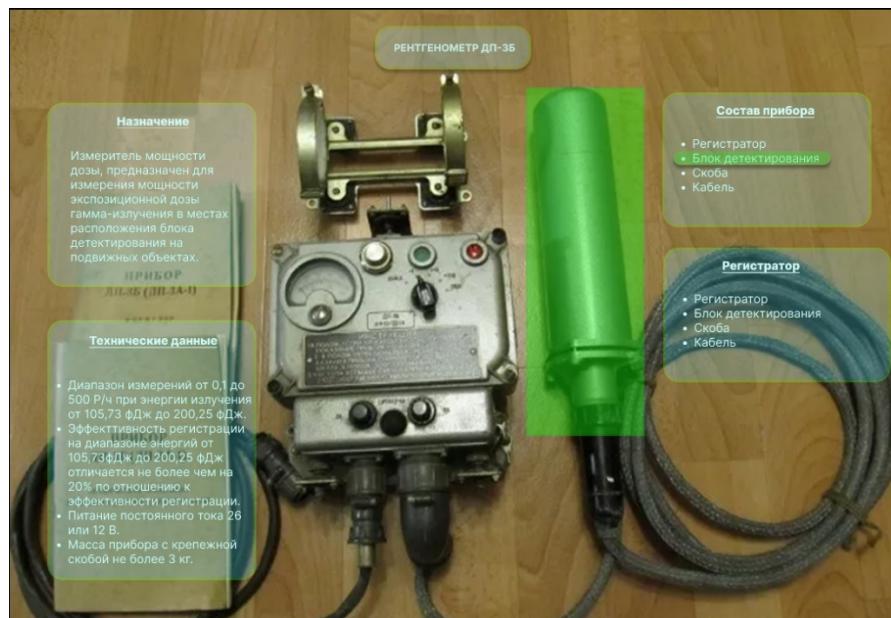


Рис. 3. Пример отображения ИЭТР с применением технологий дополненной реальности

Такая методика обучения позволяет обучить экипаж работе и боевому применению за ограниченный промежуток времени.

Однако теоретическое изучения приборов и порядка работы с ними не позволяет в полной мере показать весь потенциал применения технологий расширенной реальности. Поэтому данная методика обучения работает в двух режимах:

- теоретическая подготовка обучаемых: изучения состава, тактико-технических характеристик и порядка работы с приборами;
- практическая подготовка обучаемый: отработка алгоритмов применения приборов.

Отработка практических навыков заключается в сочетании технологий дополненной и смешанной реальности с технологией виртуальной реальности, посредством специального программного обеспечения, которое позволит приблизить обучаемых к максимальной реальности. Для этих целей макет-демонстратор дооснащен планшетным компьютером командира подразделения, на котором отображается вся необходимая информация, необходимая для успешного выполнения задания преподавателя. Обучающиеся, находясь в реальном автомобиле, с помощью технологий дополненной смешанной реальности, а также системой визуализации оказываются в зоне возможного заражения. При этом штатные приборы автомобиля, применяя технологии дополненной реальности, будут показывать значения, превышающие пороговые, что

позволит практически отработать навыки применения приборов (рисунок 4).

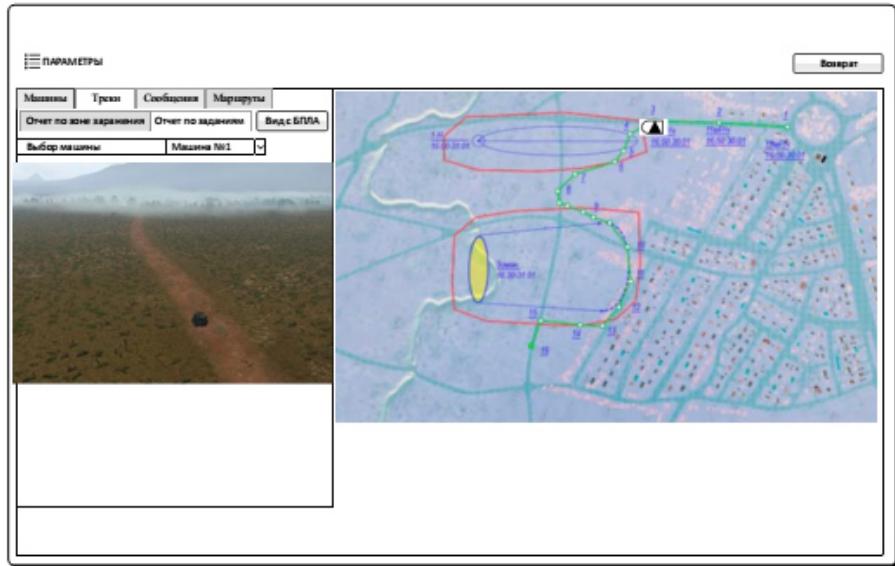


Рис. 4. Пример отображения движения автомобиля по сценарию преподавателя

Подводя итоги, можно выделить несколько особенностей представленной методики обучения:

- подготовка экипажей к боевому применению снижается до кратчайших сроков, примерно сутки-две;
- при подготовке обучаемых возможно использовать не только штатные приборы автомобиля РХМ УАЗ-469рх, но и виртуальные модели современных приборов радиационной и химической разведки, которые входят в комплектацию современной техники, поставленной на вооружение за последние годы;
- представленная методика основана не на конкретном автомобиле, ее можно использовать на любой другой технике в зависимости от поставленных задач.

#### Литература:

1. Данилов П.В., Кокурин А.К. моделирование ситуационных задач по ликвидации чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах в современных условиях // Материалы межвузовского семинара «Угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах в условиях проведения специальной военной операции». Санкт-Петербург, 2022. С. 35-37.

2. Михайлюк М.В., Кононов Д.А., Логинов Д.М. Ситуационное моделирование в системах виртуального окружения // Научный сервис в сети Интернет: труды XXIII Всероссийской научной конференции (20-23 сентября 2021 г., онлайн). – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2021. – С. 236

УДК 004.942

[kkobyakov1234@gmail.com](mailto:kkobyakov1234@gmail.com)

**Кобяков Н.С.**

*Пермский военный институт ВНГ РФ,  
Пермь*

***Алгоритм применения мультипликаторов в регрессионном анализе для исследования деструктивных воздействий на АССН***

В данной работе рассмотрен процесс моделирования оценки опасности деструктивных воздействий на автоматизированные системы специального назначения с использованием мультипликаторов. Сформированная модель верифицирована на тестовом наборе данных.

*Ключевые слова:* автоматизированные системы, деструктивные воздействия, регрессионный анализ.

***Kobyakov N.S.***

***Algorithm for using multipliers in regression analysis to study destructive effects on ASSN***

This paper examines the process of modeling the assessment of the danger of destructive impacts on automated special-purpose systems using multipliers. The generated model was verified on a test data set.

*Key words:* automated systems, destructive influences, regression analysis.

Информационная безопасность является важнейшим аспектом обеспечения национальной безопасности Российской Федерации [1]. Информационная безопасность должна обеспечивать конфиденциальность, целостность и доступность информации [2]. Наиболее актуально соблюдение этих требований в автоматизированных системах специального назначения, предназначенных для автоматизации процессов в силовых ведомствах. В настоящее время наиболее актуальными угрозами для автоматизированных систем специального назначения являются DoS, DDoS атаки, а также воздействия вредоносных программ. Несмотря на принимаемые в силовых ведомствах организационно-технические меры по защите информации от деструктивного воздействия вредоносных

программ, не исключена реализация вредоносного кода за счет эксплуатации уязвимостей нулевого дня. Исходя из этого в работе [3] на основе модели Захмана [4] авторами предложена информационно-логическая модель, описывающая мероприятия, время на их реализацию и ответственных должностных лиц на каждом уровне управления, в зависимости от опасности вредоносной программы. С целью создания модели для оценки опасности деструктивных действий на АССН в работе[5] проведено исследование на основе метода анализа иерархий, основываясь на поведенческих паттернах. Данный подход целесообразен, но поскольку имеются поведенческие паттерны, совместная реализация которых повышает опасность вредоносных программ, применение метода анализа иерархий может привести к ошибочным результатам [6, 7].

Использование регрессионного анализа, при условии, что признаки обладают нелинейной зависимостью невозможно [8], но, применение мультипликаторов позволяет учесть в регрессионных моделях такие признаки.

Рассмотрим алгоритм формирования модели оценки опасности деструктивных действий на АССН на примере вредоносных утилит, основываясь на регрессионном анализе с применением мультипликаторов.

### 1. Определение признаков и зависимостей между ними:

В результатах работы [5] определены поведенческие паттерны вредоносных утилит ( $p_1, p_2, \dots, p_{11}$ ). Кроме того, определены пары паттернов, совместная реализация которых, повышает опасность вредоносной утилиты:

$$D = -\{(p_4, p_5), (p_8, p_{10}), (p_7, p_{11})\} \quad (1)$$

### 2. Проведение опроса среди специалистов.

В статье [9] проведен опрос среди специалистов в области информационной безопасности, в ходе которого определены опасности вредоносных утилит, в зависимости от реализуемых ими поведенческих паттернов. Результаты опроса будут использоваться для формирования регрессионной модели.

### 3. Определение мультипликаторов.

В нашем случае мультипликаторами будут произведения пар паттернов:

$$\begin{aligned} p_{4*5} &= p_4 * p_5 \\ p_{8*10} &= p_8 * p_{10} \end{aligned} \quad (2)$$

$$p_{7*11} = p_7 * p_{11}$$

#### 4. Формирование регрессионной модели с мультиликаторами.

Для формирования модели воспользуемся редактором Excel. Для каждой вредоносной утилиты, если в ней реализован поведенческий паттерн его значение «1», если не реализован «0». Мультиликаторы принимают значение «1», в случае если присутствуют характерные для них пары паттернов. Пример внесения сведений о вредоносных утилитах представлен на рисунке 1.

В/У	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p4*p5	p7*p11	p8*p10	J
1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	5,6
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	3,57
4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2,98
5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1,78
6	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	9,2

Рис.1 – Внесение сведений о вредоносных утилитах в Excel.

Получим следующую модель:

$$J = 0,453 + 4,855 * p_1 + 3,819 * p_2 + 1,415 * p_3 + 1,7 * p_4 + 0,875 * p_5 + 1,561 * p_6 + 0,833 * p_7 + 1 * p_8 + 0,78 * p_9 + 0,71 * p_{10} - 0,62 * p_{11} + 4,63 * p_{4*5} + 2,52 * p_{7*11} - 0,38 * p_{8*10} \quad (3)$$

#### 5. Верификация полученной модели.

Для верификации полученной модели сравним результаты опроса специалистов и рассчитанную опасность вредоносных утилит. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1  
Результаты верификации модели

№ п/п	Название	Паттерны	Опасность в результате опроса	Опасность с использованием модели
1.	Constructor.DarkHorse	p <sub>1</sub> , p <sub>2</sub> , p <sub>8</sub> , p <sub>10</sub>	10	10,45
2.	Spy-Net 0.9	p <sub>1</sub> , p <sub>2</sub>	8,51	9,12
3.	DDoS.Siggen.41	p <sub>4</sub> , p <sub>5</sub> , p <sub>10</sub>	8	8,36
4.	Linux.Siggen.5542	p <sub>1</sub> , p <sub>6</sub>	6,49	6,86

5.	Tool.TermService	p <sub>3</sub> , p <sub>7</sub> , p <sub>11</sub>	5,91	4,6
6.	Linux.Siggen.322	p <sub>1</sub>	5	5,31
7.	Tool.UDPFlood	p <sub>3</sub> , p <sub>11</sub>	2,64	1,25
8.	Tool.InstallToolbar. 5	p <sub>6</sub> , p <sub>9</sub>	2,02	2,8
9.	Tool.Wpckill.4	p <sub>7</sub> , p <sub>9</sub>	2,02	2,07
10.	Tool.Spamer.18	p <sub>9</sub> , p <sub>11</sub>	0,813	0,62

Сформированная модель оценки опасности деструктивных воздействий на АССН с использованием мультипликаторов может быть использована специалистами в области информационной безопасности при реализации превентивных мер защиты от ранее неизвестных вредоносных утилит. Адекватность модели подтверждена в ходе вычислительного эксперимента.

### **Литература**

1. Указ Президента РФ от 02.07.2021 N 400 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации".
2. Коляков, Н. С. Анализ требований руководящих документов по обеспечению безопасности критической информационной инфраструктуры / Н. С. Коляков // Информационные технологии обеспечения комплексной безопасности в цифровом обществе: сборник материалов IV Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием, Уфа, 21–22 мая 2021 года. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2021. – С. 105-109. – EDN OEOFOKG.
3. Мельников, А. В. Модели и алгоритмы реализации организационных мер защиты информации в АССН от деструктивных воздействий ранее неизвестных вредоносных программ / А. В. Мельников, Н. С. Коляков, Р. А. Жилин // Вестник Воронежского института МВД России. – 2023. – № 3. – С. 80-87. – EDN ZILKNA.
4. Zachman J. A framework for information systems architecture // IBM Systems Journal. — 1987. — Vol. 26. — No. 3. — P. 276—292. — Doi: 10.1147/sj.263.0276.
5. Мельников, А. В. Модель оценки опасности вредоносных утилит / А. В. Мельников, В. И. Сумин, Н. С. Коляков // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2023. – № 7. – С. 33-40. – DOI 10.25791/asu.7.2023.1448. – EDN KBALDV.

6. Подиновский, В. В. О некорректности метода анализа иерархий / В. В. Подиновский, О. В. Подиновская // Проблемы управления. – 2011. – № 1. – С. 8-13. – EDN NCIWSL.
7. Подиновский, В. В. Ещё раз о некорректности метода анализа иерархий / В. В. Подиновский, О. В. Подиновская // Проблемы управления. – 2012. – № 4. – С. 75-78. – EDN PBCMHD.
8. Данилова, О. Ю. Правовая статистика: методы и модели / О. Ю. Данилова, В. В. Меньших, С. В. Синегубов. – Воронеж : Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2018. – 302 с. – ISBN 978-5-88591-666-0. – EDN YOZWXW.
9. Мельников, А. В. Подход к оценке опасности деструктивных воздействий вредоносных программ на автоматизированные системы специального назначения / А. В. Мельников, Н. С. Кобяков // Безопасность информационных технологий. – 2023. – Т. 30, № 3. – С. 51-60. – DOI 10.26583/bit.2023.3.03. – EDN RJWWZH.

УДК 614.8.084243

*koksharovab@e1.ru*

**Кокшаров А.В.**

*gvtalal@mail.ru*

**Талалаева Г.В.**

*Уральский институт ГПС МЧС России,  
Екатеринбург*

***Практика применения цифровой лаборатории для обучения курсантов ведомственного вуза основам комплексной безопасности***

Тренды внедрения цифровых технологий в повседневную деятельность МЧС России. Обоснован тезис о необходимости формирования креативно-критического подхода к внедрению цифровых лабораторий в учебную практику. Описан опыт применения цифровой лаборатории Releon Point кафедрой ведомственного вуза.

**Ключевые слова:** цифровые лаборатории, учебный процесс, экологическая безопасность, действие на опережение.

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

***Talalaeva G.V.***

***The practice of using a digital laboratory to train cadets of a departmental university in the basics of integrated security***

Trends in the introduction of digital technologies into the daily activities of the Russian Ministry of Emergency Situations. The thesis about the need to form a creative-critical approach to the introduction of digital laboratories into educational practice is substantiated. The experience of using the Releon Point digital laboratory by the department of a departmental university is described.

*Key words:* digital laboratories, educational process, environmental safety, proactive action.

**Постановка проблемы.** Цифровизация является приоритетным направлением национальной безопасности страны и совершенствования деятельности МЧС России [1]. Однако, унифицированных алгоритмов подготовки нового поколения кадров к информационному и виртуальному межведомственному взаимодействию, коммуникации с населением, органами государственной власти и муниципалитетами к настоящему времени не сформировано. Внедрение ИТ- и VR-технологий в учебный процесс ведомственных вузов МЧС России носит практико-ориентированный характер и нацелено, как правило, на отдельные виды чрезвычайных ситуаций, не охватывая проблемы комплексной безопасности и не обеспечивая выработку у обучающихся навыков системного подхода к составлению прогноза живучести территорий и населения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Например [2], «Перечень баз и банков данных, специального программного обеспечения, находящихся на учете в Фонде алгоритмов и программ ГОЧС МЧС России» ориентирован преимущественно на проблемы радиационной безопасности, прогнозирования сценариев воздушных, наземных и подземных взрывов, оценки ущерба от подтопления населенных пунктов при весенних половодьях и дождевых паводках; «Реестр программ для ЭВМ, разработанных в интересах МЧС России» — на решение вопросов навигации, надзорной деятельности, мониторинга последствий дорожно-транспортных происшествий; «Реестр баз данных, разработанных в интересах МЧС России» — на разведку и добывчу нефти, учета опытно-конструкторских работ, организацию рационального применения современных систем оповещения населения. «Атлас опасностей и рисков», представленный на сайте МЧС России, позволяет пользователю получить информацию об отдельных элементах комплексной безопасности выбранной им территории, но не дает возможности самостоятельно измерять параметры окружающей среды и выбросов промышленных предприятий в режиме онлайн [3]. Таким образом, доступные в интернете продукты цифровизации повседневной деятельности МЧС России, носят

преимущественно информационно-справочный характер и относятся ко второй ступени развития информационных технологий [4].

Вместе с тем, процесс цифровизации, активно происходящий во всех подразделениях МЧС России, предусматривает внедрение технологий искусственного интеллекта в повседневную деятельность подразделений.

Адаптация к такому формату профессиональной деятельности требует формирования у сотрудников креативно-критического стиля мышления, способности лично осуществлять применение цифровых технологий для онлайн-мониторинга реальных и потенциальных рисков комплексной безопасности территорий и населения, выработки компетенции действовать на опережение, предупреждая возникновение чрезвычайных событий на уровне допороговых значений факторов риска.

Достижение такого высокого уровня владения цифровыми технологиями требует специальной подготовки кадров. Принцип действия на опережение требует от сотрудников служб спасения формирования таких навыков и компетенций, которые обеспечивают: оперативный мониторинг потенциально опасных факторов; своевременный и системный анализ потенциальных рисков; составление прогнозов комплексной безопасности территорий и населения в моделях теории живучести. Этот тезис содержится также в работе [5].

Актуальность темы. Успешное выполнение профессиональных задач по предназначению сотрудниками МЧС России возможно лишь при условии их качественной подготовки в работе с ИТ- и VR-технологиями. План финансирования МЧС России на 2021-2023 гг. предполагает вложение 5,3 млрд рублей, значительная часть из которых будет реализована на создание межведомственного озера данных и внедрение технологий искусственного интеллекта в систему поддержки принятия управлеченческих решений в случае возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [6].

В связи с изложенным представляется актуальным и целесообразным внедрение в учебный процесс Уральского института ГПС МЧС России современных цифровых лабораторий.

Практика внедрения цифровой лаборатории в учебную деятельность кафедры химии и процессов горения Уральского института ГПС МЧС России. На наш взгляд, одним из способов формирования у курсантов ведомственного вуза готовности выполнять профессиональные обязанности в условиях цифровой среды является освоение ими технологий работы с цифровыми экологическими лабораториями. В 2023 г. материально-техническая и учебно-методическая база кафедры химии и

процессов горения пополнена двумя цифровыми лабораториями Releon Point [7], позволяющими оптимизировать процесс подготовки курсантов и студентов по нескольким учебным дисциплинам, а именно: химии, физико-химическому анализу, экологии. Разработчиком лаборатории является ООО Releon - это Российский производитель цифровых лабораторий, программного обеспечения и учебно-лабораторного оборудования.

Лаборатория оснащена мультидатчиками, которые позволяют в онлайн-формате осуществлять осуществлять:

- мониторинг уровней радиоактивного, электромагнитного, ультрафиолетового излучений,
- регистрацию УФ-излучения в помещении и на улице, шума и освещенности на исследуемой территории, содержания окиси углерода, углекислого газа и кислорода в атмосферном воздухе,
- измерение температуры атмосферного воздуха и оставающей воды, относительной влажности воздуха, величины атмосферного давления, скорости движения воздуха на открытой местности, pH открытых водоемов, проб снега, загрязнения поверхностных вод и почв нитрат-ионами и хлорид-ионами;
- производить комплексный анализ загрязненности проб почвы, снега и воды.

Получаемые результаты могут быть представлены по желанию пользователя в цифровом и графическом виде. Цифровая лаборатория допускает 2 варианта работы с датчиками и программным оборудованием. Первый формат предусматривает использование готовых сценариев для проведения измерений и построения занятий; второй формат, наоборот, дает возможность запуска экспериментальных наблюдений по протоколу пользователя с индивидуальным выбором единиц измерения, частоты и продолжительности измерений, настройки внешнего вида формируемых баз данных и т.п.

**Выводы и заключение.** Представленный формат применения цифровой лаборатории Releon Point позволяет выработать у обучающихся необходимые компетенции, предусмотренные учебными программами подготовки курсантов по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность и по направлению подготовки 20.03.01. Техносферная безопасность.

Внедрение цифровой лаборатории Releon Point в учебных процесс усиливает практико-ориентированную направленность практических занятий по дисциплинам «Экология», «Химия», «Физико-химический анализ».

Практически рекомендации. План развития кафедры предусматривает использования цифровой лаборатории Releon Point в работе научного кружка. Надеемся, это расширить учебно-методические и научно-исследовательские возможности процесса обучения. У заинтересованных курсантов научно-исследовательский формат использования цифровой лаборатории позволит развить навыки получения и анализа цифрового контента, а также принятия на этой основе обоснованных управленческих решений, направленных на обеспечение комплексной безопасности территорий и населения.

### **Литература**

1. Определены приоритетные задачи МЧС России на 2023 год. URL: <https://www.prominf.ru/news-content/opredeleny-prioritetnye-zadachi-mchs-rossii-na-2023-god> (дата обращения 02.10.2023).
2. Информационные системы, банки данных, реестры, регистры. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/informacionnye-sistemy> (дата обращения 02.10.2023).
3. Атлас опасностей и рисков. URL: <https://atlas.mchs.gov.ru/?startDate=2023-10-04&endDate=2023-10-04&u=65134> (дата обращения 02.10.2023).
4. Акбердина, В. В. Трансформация промышленного комплекса России в условиях цифровизации экономики / В. В. Акбердина // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 82-99. – DOI 10.29141/2073-1019-2018-19-3-8. – EDN XUEHAD.
5. Башкин В.Н. Системный анализ экологических и природных рисков. Проблемы анализа риска. 2023;20(4):8-9. <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2023-20-4-8-9>
6. Цифровизация МЧС России направлена на сохранение жизни людей и снижение ущерба при ЧС. URL: <https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4274526> (дата обращения 02.10.2023).
7. Цифровая лаборатория Releon Point. URL: <https://rl.ru/products/digital-labs/releon-point/> (дата обращения 02.10.2023).

УДК 004.93'1

*pozharkova@mail.ru*

**Пожаркова И.Н.**

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

### ***Методы машинного обучения в задачах управления пожарными роботами***

Проведен обзор задач управления пожарными роботами, эффективность решения которых можно повысить за счет использования методов машинного обучения. Представлены примеры использования нейронных сетей для распознавания и прогнозирования траектории струи огнетушащего вещества из роботизированного пожарного ствола при боковом ветре.

*Ключевые слова:* машинное обучение, пожарные роботы, траектория струи огнетушащего вещества, распознавание образов, режим реального времени.

*Pozharkova. I.N.*

### ***Machine Learning Methods in Fire Robot Control Tasks***

A review of the tasks of controlling fire robots was carried out, the effectiveness of which can be improved by using machine learning methods. Examples of using neural networks to recognize and predict the trajectory of a jet of fire extinguishing agent from a robotic fire monitor in a crosswind are presented.

*Keywords:* machine learning, fire robots, fire extinguishing agent jet trajectory, pattern recognition, real-time mode.

Управление наведением потока огнетушащего вещества из ствола пожарного робота на заданный объект (очаг пожара, охлаждаемые строительные конструкции, резервуары и т.д. [1]) требует решения таких задач, как: определение положения цели, траектории струи, пятна контакта, генерация управляющих воздействий и т.д. При этом, внешние условия могут осложняться, например, задымлением, что ухудшает визуальную обратную связь, воздействием ветра, что может значительно изменять траекторию движения огнетушащего вещества и положение пятна контакта [2]. Одним из способов решения указанной проблемы являются методы машинного обучения [3], на основе которых в данной прикладной области можно реализовать следующие задачи:

- Распознавание траекторий струй в системе технического зрения пожарного робота [4].

- Прогнозирование траекторий струй при возмущающих воздействиях [3].
- Прогнозирование траекторий струй на основе распознанных фрагментов в условиях задымления.
- Распознавание и определение геометрического положения очага пожара [5].
- Распознавание траекторий струй с высоким пространственным разрешением с целью получения экспериментальных данных для обучения [6] и валидации (проверке адекватности на основе натурных испытаний) моделей [3,7], использующихся для решения задач, указанных выше.

На рис. 1-2 представлены результаты применения нейросетевых моделей, разработанных в рамках исследования, посвященного применению методов машинного обучения в задачах управления пожарными роботами: прогнозирование траектории движения огнетушащего вещества при возмущающих воздействиях (рис. 1), выделение границ его основного потока на основе распознавания (рис. 2).

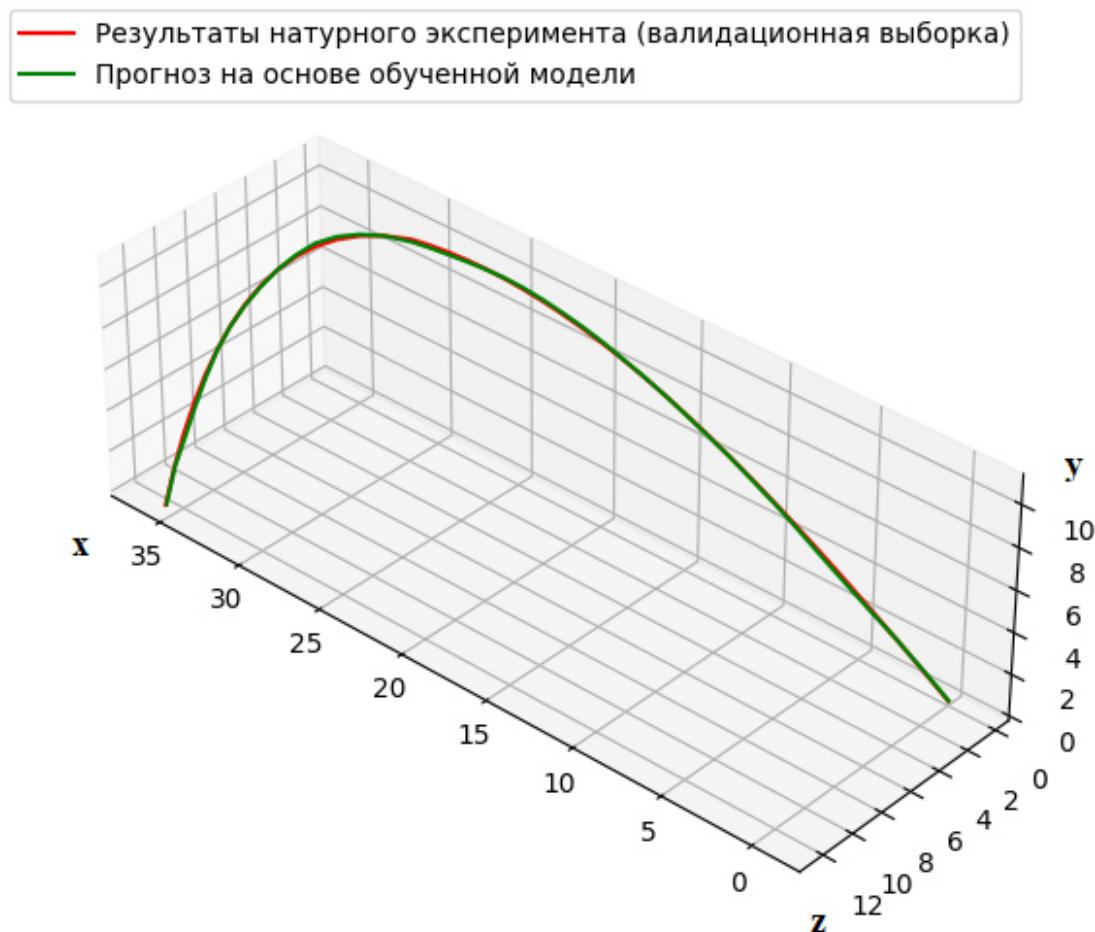


Рис. 1. Результаты прогнозирования траектории движения огнетушащего вещества (при отрицательной температуре воздуха и боковом ветре) и натурных испытаний в трехмерном пространстве

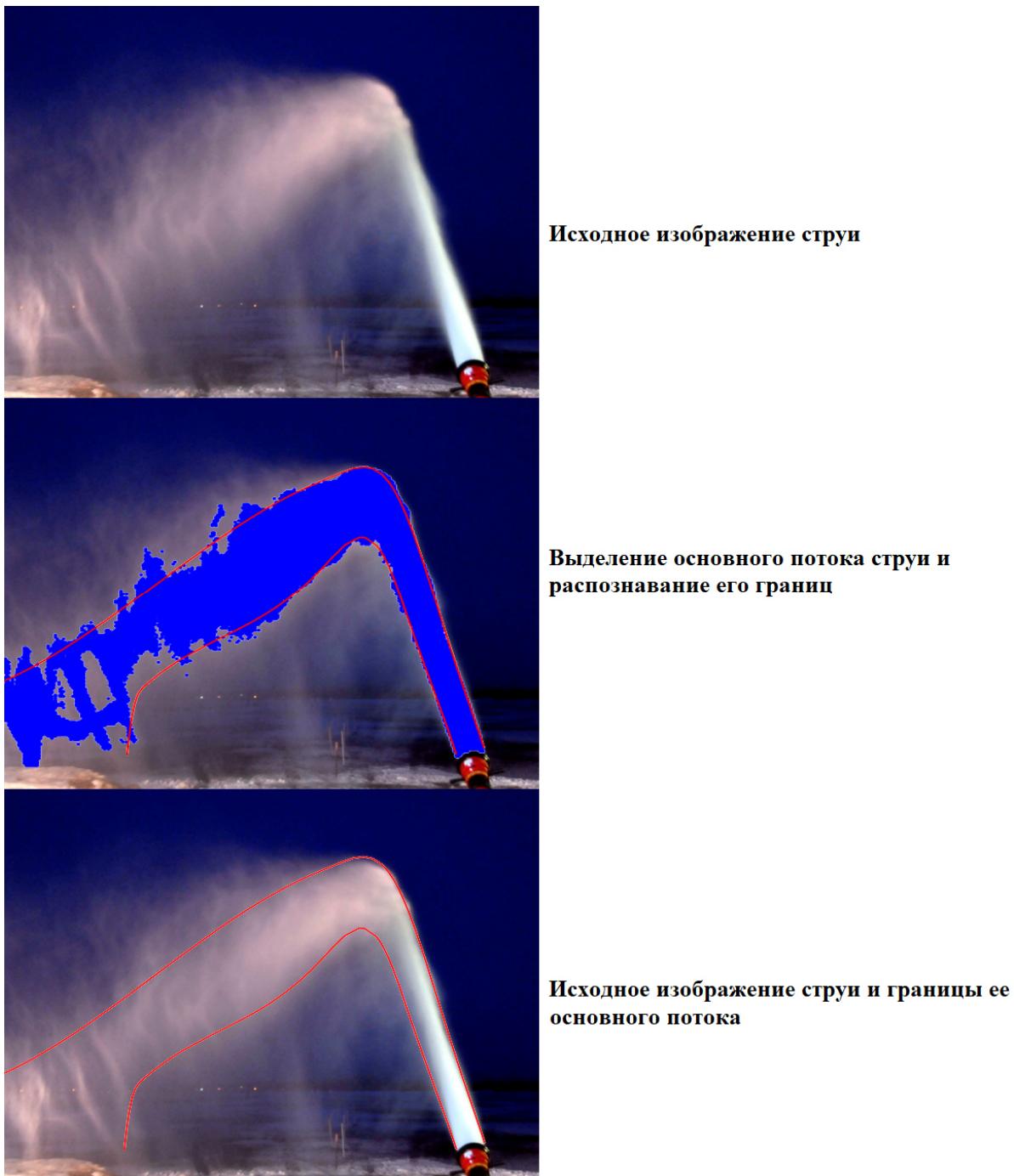


Рис. 2. Выделение границ основного потока струи огнетушащего вещества на основе распознавания

Среднеквадратическая по всей длине траектории ошибка представленного на рис. 1 прогноза составляет 0.2 м, а время его вычисления с использованием обученной модели – менее 0.01 с. Относительные отклонения основных параметров струи, определенных на основе распознавания, от измеренных инструментально по результатам эксперимента не превышают 3%, время выделения границ основного потока, при этом, составляет 0.36 с. Полученные результаты говорят о достаточно высокой точности и скорости решения указанных задач. В частности, расчет кривых (рис. 1-2) производится быстрее протекания соответствующих процессов, т.е. в режиме реального времени, что позволяет использовать разработанные модели при управлении пожарными роботами.

### **Литература**

1. Горбань Ю. И. Пожарные роботы и ствольная техника в пожарной автоматике и пожарной охране: для специалистов в области пожарной автоматики и пожарной охраны. М.: Пожнаука, 2013. – 351 с.
2. Пожаркова И. Н., Цариченко С. Г., Немчинов С. Г. Моделирование траектории струи огнетушащего средства из пожарного лафетного ствола при возмущающих воздействиях // Безопасность труда в промышленности. – 2022. – № 11. – С. 7-13.
3. Пожаркова И. Н. Применение методов машинного обучения для прогнозирования траектории струи огнетушащего вещества из лафетного ствола // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXV Международной научно-практической конференции. – М.: ВНИИПО МЧС России, 2023. – С. 334-341.
4. Zhu J., Pan L., Zhao G. An improved near-field computer vision for jet trajectory falling position prediction of intelligent fire robot //Sensors. – 2020. – Т. 20. – №. 24. – С. 7029.
5. Wen-ping J., Zhen-cun J. Research on early fire detection of Yolo V5 based on multiple transfer learning //Fire Science and Technology. – 2021. – Т. 40. – №. 1. – С. 109.
6. Zhu J., Li W., Lin D., Zhao G. Study on water jet trajectory model of fire monitor based on simulation and experiment //Fire Technology. – 2019. – Т. 55. – С. 773-787.
7. Vabalas A., Gowen E., Poliakoff E., Casson A.J. Machine learning algorithm validation with a limited sample size //PloS one. – 2019. – Т. 14. – №. 11. – С. e0224365.

УДК 004.946

*troyakeu@sibpsa.24.mchs.gov.ru*

**Трояк Е.Ю.**

*slepovan@sibpsa.24.mchs.gov.ru*

**Слепов А.Н.**

*ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная  
академия ГПС МЧС России,  
Железногорск, Красноярский край*

***Применение виртуального тренажера для исследования признаков  
аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования***

Статья посвящена разработке «виртуального» тренажера, для расширения методической базы в рамках образовательного процесса по дисциплине «Расследование пожаров». Представлены задачи, реализуемые в рамках разработки тренажера, а также особенности создания «виртуальной» обстановки на месте пожара. Проведена оценка эффективности разработанного тренажера на основе сравнительного анализа результатов выполнения контрольных заданий по обнаружению, фиксации, изъятия и лабораторного исследования вещественных доказательств.

*Ключевые слова:* виртуальная реальность, виртуальный тренажер, расследование пожаров, пожарная безопасность

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

***The use of a virtual simulator for the study of signs of emergency modes  
of operation of electrical appliances and equipment***

The article is devoted to the development of a "virtual" simulator to expand the methodological base within the educational process in the discipline "Investigation of fires". The tasks implemented within the framework of the simulator development are presented, as well as the features of creating a "virtual" environment at the fire site. The effectiveness of the developed simulator was evaluated on the basis of a comparative analysis of the results of control tasks for the detection, fixation, seizure and laboratory examination of physical evidence.

*Keywords:* virtual reality, virtual simulator, fire investigation, fire safety

В настоящее время в образовательном процессе всё большее внимание уделяется различным современным технологиям, в частности, «виртуальной» и «дополненной» реальности. Применение этих технологий

открывает новые возможности для практического обучения, предлагая эффективный вспомогательный инструмент дополнительно к традиционным методам.

Методика использования тренажера на основе виртуальной реальности в образовательных организациях МЧС России позволит повысить эффективность формирования требуемых компетенций обучающихся, изучавшие дисциплины в рамках подготовки дознавателей по делам о пожарах.

В рамках исследования коллективом авторов кафедры инженерно-технических экспертиз и криминастики был разработан тренажер с применением технологии «виртуальной» реальности по исследованию признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования, в рамках изучения дисциплины «Расследование и экспертиза пожаров» по специальности 20.05.01 и направлению подготовки 20.03.01 [1, 2].

К основным этапам создания «виртуального» тренажера для изучения визуальных признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования [3] можно отнести:

1. Определение целей и задач создания «виртуального» тренажера;
2. Анализ требований и потребностей преподавателя и обучающегося, для определение основных функций и возможностей тренажера;
3. Разработка структуры и интерфейса тренажера, включая выбор необходимых графических элементов и функций визуализации аварийных режимов работы;
4. Создание моделей электрических приборов и оборудования, с признаками аварийных режимов работы.
5. Написание инструкции по использованию тренажера.
6. Внедрение тренажера в образовательный процесс, обучение преподавателей и получение обратной связи для дальнейшего улучшения.

Содержание «виртуального» тренажера можно представить в виде схемы, в которую входят 5 основных блоков рис.1.

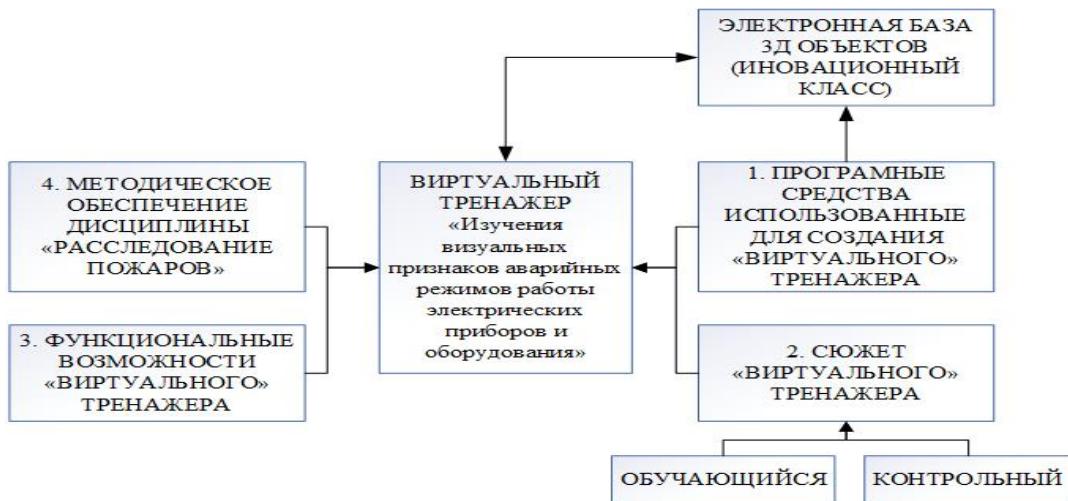


Рис. 1. Схема разработки «виртуального» тренажера

Программная архитектура «виртуального» тренажера представлена на рисунке 2 [ссылка на статью].

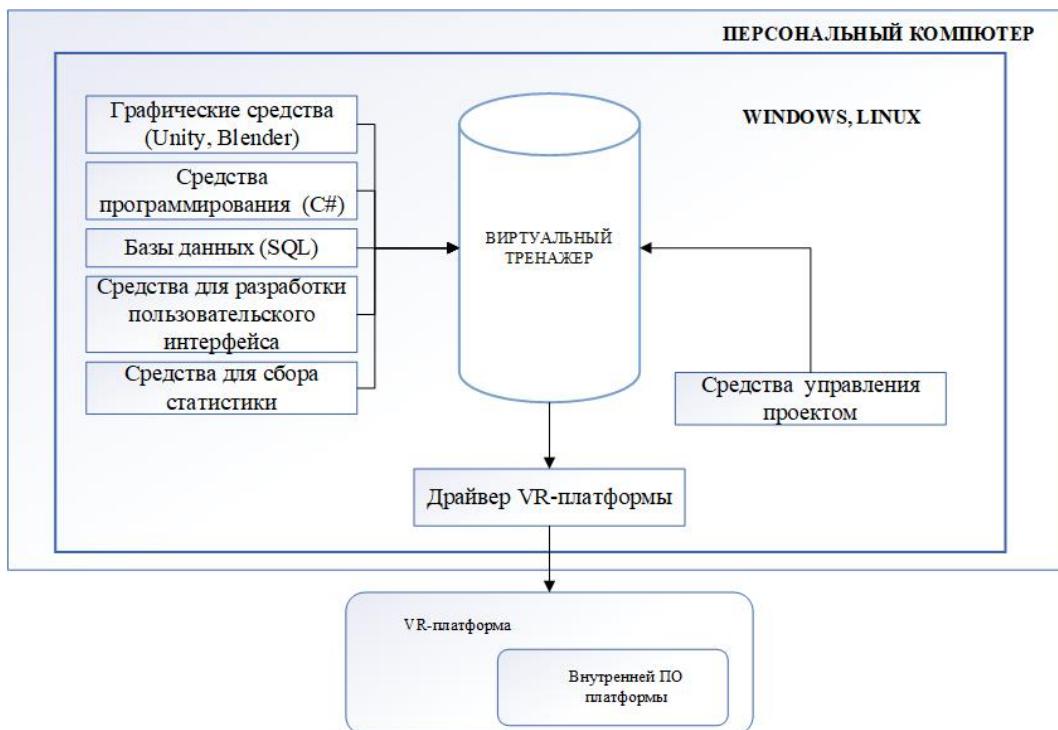


Рис. 2. Программная архитектура «виртуального» тренажера

При разработке тренажера использовалось следующее программное обеспечение:

1. Графические средства для создания визуальных сценариев и объектов: 3D-моделирование, анимация и визуализация (Unity, Blender);
2. Средства программирования для создания интерактивной логики: скрипты, кодирование (C#);
3. Базы данных для хранения информации об аварийных режимах работы и визуальных признаках (SQL);
4. Средства для разработки пользовательского интерфейса: графические библиотеки, инструменты разработки интерфейса (Tkinter);
5. Средства для сбора статистики и анализа данных пользователей: системы аналитики, инструменты отслеживания поведения пользователей (Google Analytics);
6. Средства для документирования и управления проектом: инструменты для создания документации, системы управления проектами (Jira).

Основной сюжет предполагает, что обучающийся находится в стартовой локации тренажера рис. 3, которая представляет собой комнату с меню управления. В режиме обучения пользователь может выбрать одну из 2 локаций, а именно: «Осмотр места пожара» и «Лаборатория пожарно-технических экспертиз». В контрольном варианте прохождения он сразу попадает на локацию «Осмотр места пожара».

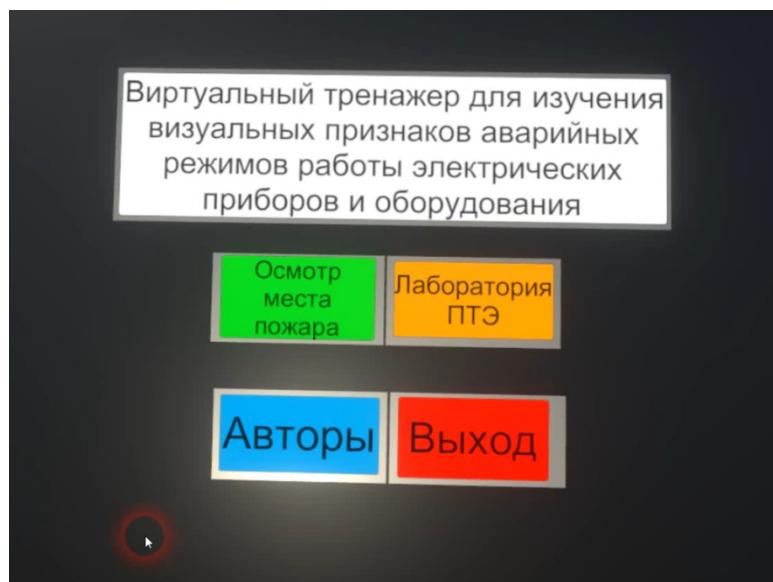


Рис. 3. Стартовое меню программы

Кликнув на кнопку управления «Осмотр места пожара» обучающийся попадает в локацию тренажера, представляющую собой помещение, где произошел пожар. По средствам всплывающих окон

графического интерфейса, пользователь получает задание (рис. 4), которое включает в себя осмотр места пожара и поиск объектов, имеющих отношение к причине возникновения горения на основе визуальных признаков проявления очаговых зон пожара рис. 5.

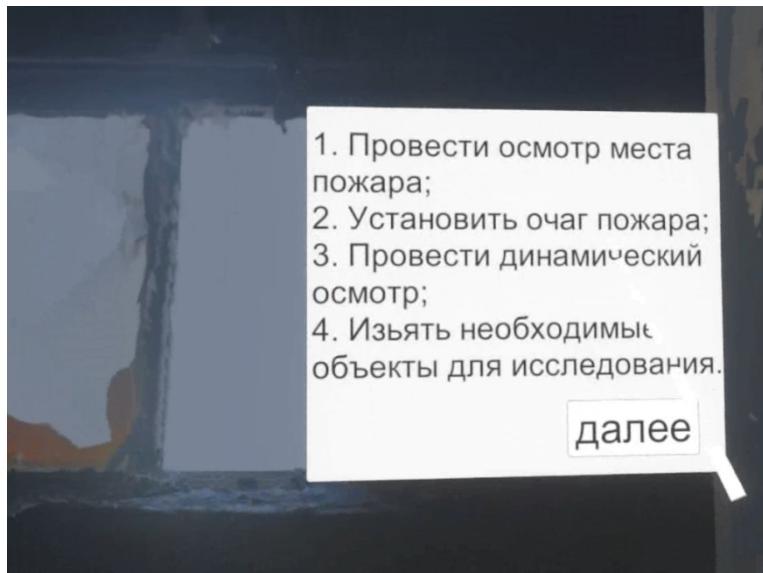


Рис. 4. Визуализация всплывающих окон интерфейса



Рис. 5. Визуализация поиска объектов, имеющих признаки аварийных режимов работы

После проведения стадии статического осмотра места пожара и выделение очаговых зон, проводится стадия динамического осмотра, которая включает поиск и изъятие объектов, имеющих признаки аварийных режимов работы электроприборов. Проводится их визуальный

осмотр и делается первый вывод о причастности одного из объектов к причине возникновения горения, о чем делается отметка в контрольном опросе рис. 6.

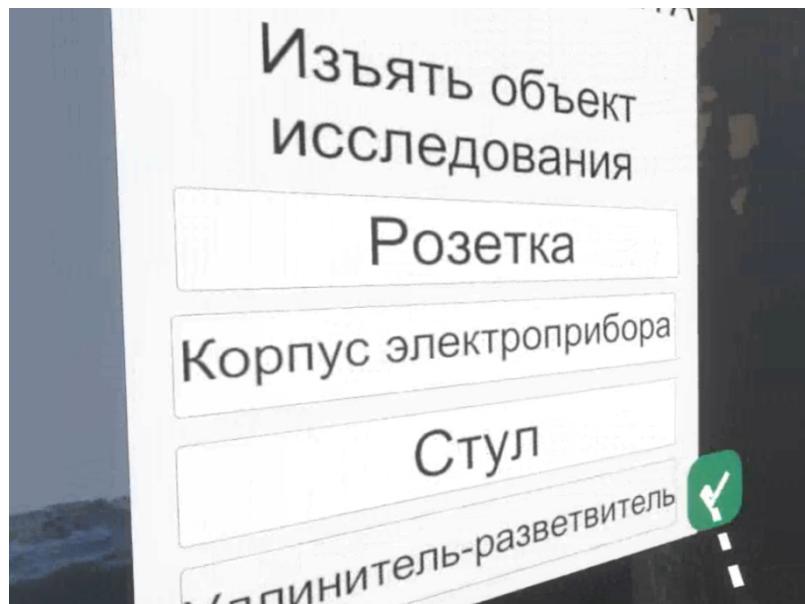


Рис. 6. Визуализация окна ответа на контрольный вопрос.

Затем обучающийся перемещается в локацию «Лаборатория ПТЭ», где последовательно изучает объекты, изъятые с места пожара. На данной локации имеется возможность по средствам контекстного меню изучить морфологические признаки объектов рис. 7, 8, 9.

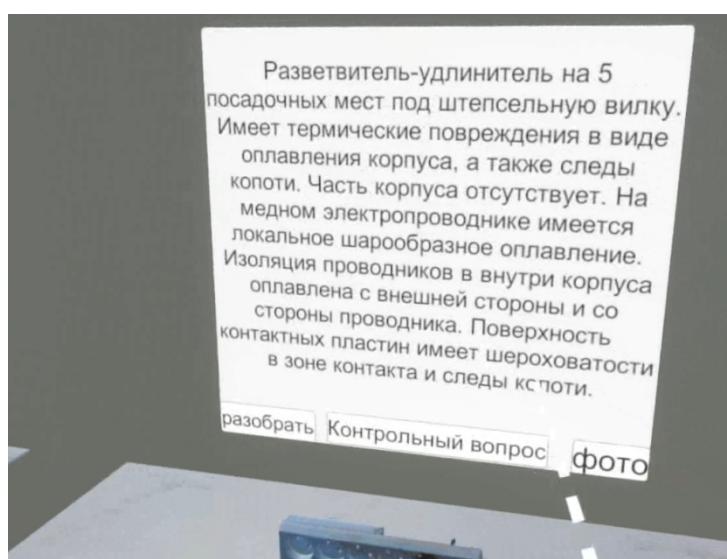


Рис. 7. Визуализация окна «Морфологическое исследование объекта»

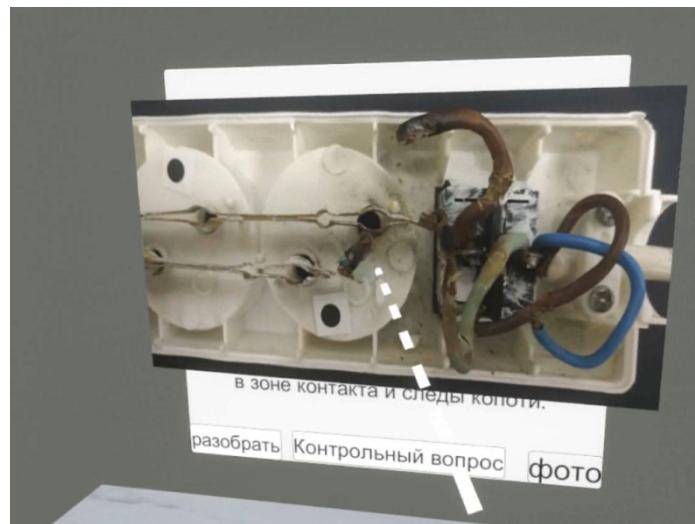


Рис. 8. Увеличенное изображение узла «удлинитель-разветвитель» с признаками аварийной работы

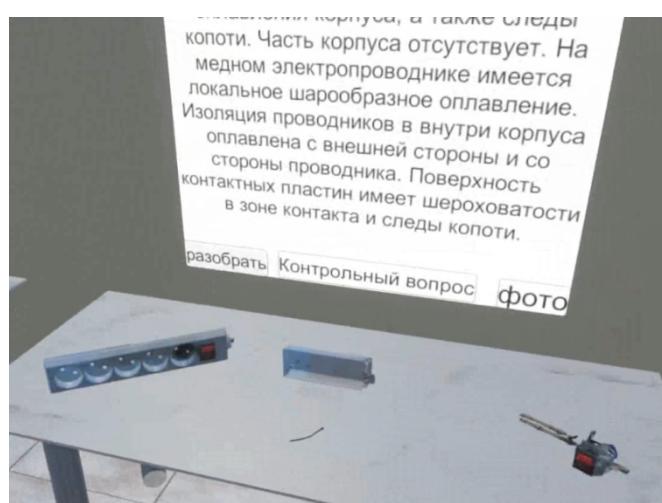


Рис. 9. Объект «удлинитель-разветвитель» в разобранном виде

Затем обучающийся последовательно изучает объект с применением лабораторных методов исследования, а именно: «Микроскопа», «Металлографического анализа» и «Рентгенофазового анализа» рис. 10, 11, 12, 13.



Рис. 10. Визуализация результатов морфологического исследования контактных пластин с помощью микроскопа



Рис. 11. Шарообразное оплавление на проводнике, обнаруженного в узле «удлинитель-разветвитель»

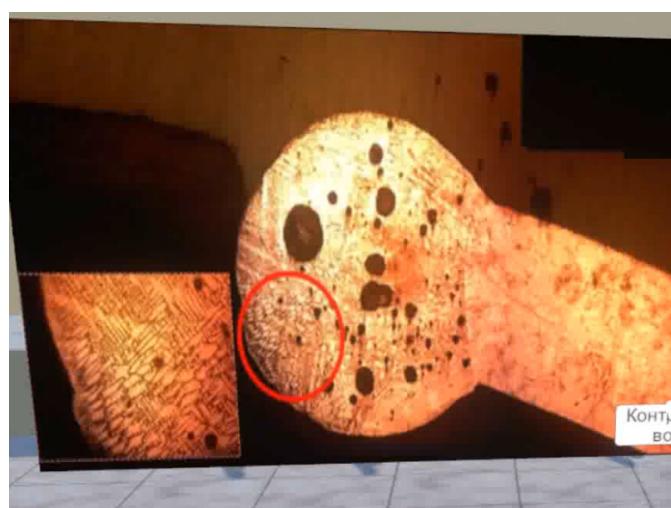


Рис. 12. Вид микроструктур полученного с помощью методов металлографического анализа

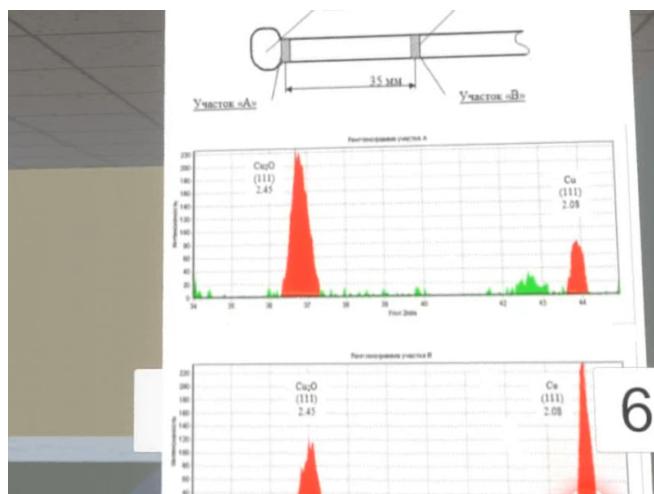


Рис. 13. Визуализация результатов рентгенофазового анализа

В результате всестороннего исследования, обучающийся делает заключение о причастности изъятых объектов к причине пожара и отвечает на итоговые вопросы теста и завершает работу на «виртуальном» полигоне.

При этом тренажер имеет два основных режима прохождения:

- свободное изучение, которое не ограничивается временем и возможностью перемещения между локациями и отсутствием контрольных вопросов;
- режим контроля, который предусматривает итоговое тестирование обучающегося с выставлением оценки по итогам выполненного задания.

Основные функциональные возможности «виртуального» тренажера включают:

1. Обучение: тренажер может использоваться для проведения занятий по дисциплине «Расследование и экспертиза пожаров», в режиме обучения доступна функция вызова окон, которые содержат инструкции, подсказки, комментарии и прочую учебную информацию о визуальных признаках аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования;
2. Имитация: виртуальный тренажер воссоздаёт симуляцию места пожара, позволяя обучающемуся наблюдать и анализировать визуальные признаки как очаговых зон на месте пожара, так и аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования.
3. Тестирование: с помощью тестовой формы, осуществляется проверка знаний и навыков обучающегося в определении визуальных признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования;
4. Применимость для дистанционного обучения: виртуальный тренажер может быть доступен для использования в формате дистанционного обучения при наличии у обучающегося гарнитуры «виртуальной» реальности. Ссылка на файл для скачивания может распространяться без ограничений.

В целом, применение «виртуального» тренажера «Изучения визуальных признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования» способствует качественному и эффективному

обучению по дисциплине «Расследование и экспертиза пожаров», позволяя обучающимся лучше понимать процессы, происходящие при возникновении и развитии пожара.

При разработке «виртуального» тренажера совместно с испытательной пожарной лабораторией г. Красноярска, была создана электронная база 3Д объектов, изъятых с места возникновения пожара [4]. Эта база содержит криминалистически важную информацию об объектах, а также их точные 3Д модели.

При создании данной базы использовались методы объёмного лазерного сканирования объекта с последующей обработкой в специализированных программах по работе с 3Д моделями (Blender). Размещенные ней объекты проклассифицированы по причинам аварийных режимов работы электрооборудования, имеют подробное описание, с указанием типа, размера, материала изготовления и другую информацию, которая может быть полезна для расследования пожара.

С целью оценки эффективности применения «виртуального» тренажера в рамках практических занятий по дисциплине «Расследование и экспертиза пожаров» была проведена апробация на двух группах сформированных из обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность». В первой группе, численностью 40 человек, практическая работа проводилась с использованием только имеющейся натурной базы электрических приборов и оборудования. Во второй, численностью 41 человек, соответствующие занятия проходили как в традиционной форме, так и с использованием виртуального тренажера.

Группы формировались по результатам входной аттестации знаний по дисциплине «Расследование и экспертиза пожаров» так, чтобы обеспечить совпадение их основных характеристик согласно критерию Пирсона [5] при уровне значимости 0,05. Результаты входной аттестации контрольной и экспериментальной групп (в трёхбалльной шкале оценок) представлены на рис. 12.

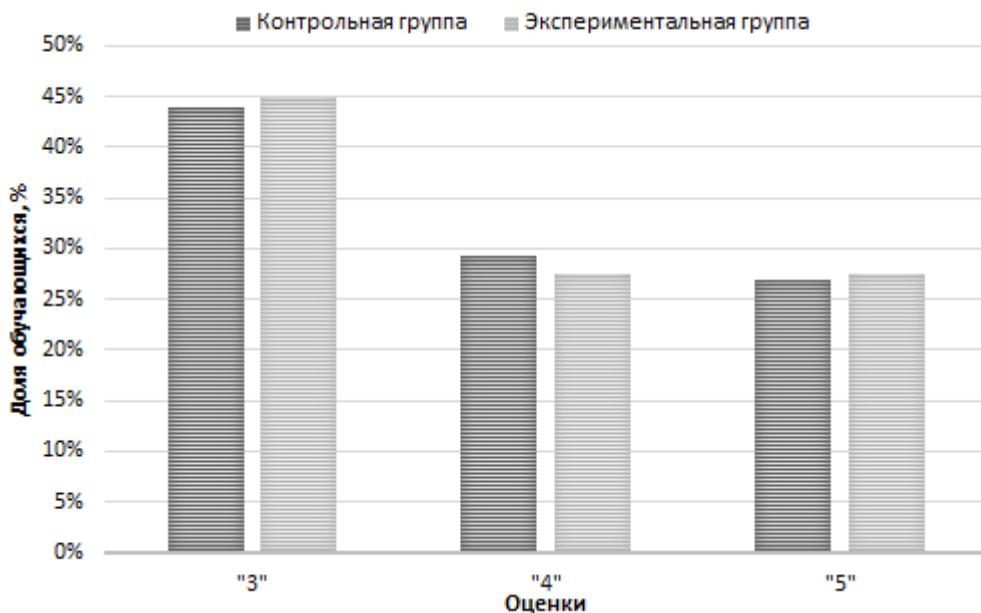


Рис. 12. Распределение оценок по результатам входной аттестации обучающихся контрольной и экспериментальной групп

Полученное по результатам входной аттестации обучающихся эмпирическое значение критерия Пирсона ( $\chi^2_{\text{эмп}}=0,031$ ) не превышает пороговое для уровня значимости 0,05 значение ( $\chi^2_{\text{пор}}=5,991$ ), что говорит о несущественном различии исходных знаний и навыков в сформированных контрольной и экспериментальной группах [5].

Уровень усвоения материала в группах проводилось путем оценивания результатов выполнения итогового задания в рамках темы практического занятия, включающие в себя вопросы обнаружения, фиксации, изъятия и лабораторного исследования приборов и оборудования, изъятых с места пожара, имеющих признаки аварийных режимов работы электрооборудования.

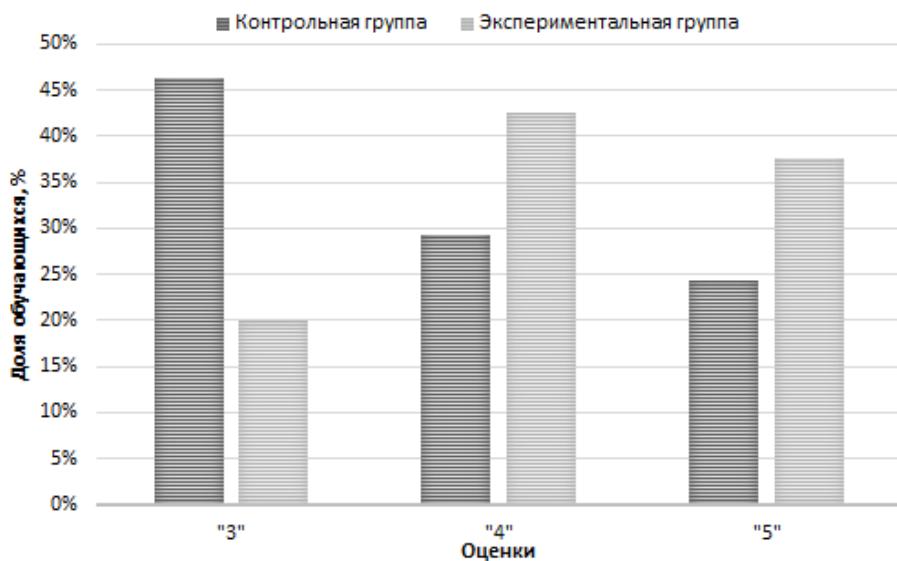


Рис. 13. Распределение оценок по результатам выполнения итогового задания обучающимися контрольной и экспериментальной групп

Как видно на рис. 13, доля оценок «4» и «5» в группе, в которой практические занятия по исследованию признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования проходили, в том числе, с использованием виртуального тренажера, выше по сравнению с контрольной. При этом, полученное по результатам выполнения обучающимися итогового задания эмпирическое значение критерия Пирсона ( $\chi^2_{эмп}=6,332$ ) превышает пороговое для уровня значимости 0,05 значение ( $\chi^2_{пор}=5,991$ ), что говорит о существенном различии оценок, характеризующих качество принимаемых на основе процессуальных действий решений, в контрольной и экспериментальной группах [6].

Полученные результаты исследования позволяют сделать вывод, о эффективности применения технологии «виртуальной» реальности в рамках проведения практических занятий по дисциплине «Расследование и экспертиза пожаров». По мимо педагогических целей, применение «виртуального» тренажера позволит снизить временные и финансовые затраты при организации образовательного процесса, за счет расширения базы изучаемых объектов и отсутствие необходимости создания отдельных полигонов, а также хранения значительного числа изъятых образцов вещественных доказательств, изъятых с места пожара и используемых в учебном процессе, за счет замены их виртуальными копиями [6].

### **Литература**

1. Pozharkova I., Lagunov A., Slepov A., Gaponenko M., Troyak E., Bogdanov A. Virtual reality technology application to increase efficiency of fire investigators' training //Computer Science On-line Conference. – Springer, Cham, 2020. – с. 295-303.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021680890 Российская Федерация. Программа осмотра места пожара и изучения очаговых признаков в виртуальной среде: заявка № 2021680625 от 16.12.2021 / Слепов А. Н., Кукотенко А. В., Пожаркова И. Н., Трояк Е. Ю.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022682160 Российская Федерация. Виртуальный тренажер для изучения визуальных признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования : № 2022681131: заявл. 11.11.2022: опубл. 21.11.2022 / А. Н. Слепов, И. Н. Пожаркова, А. С. Горбунов, Е. Ю. Трояк
4. База 3Д моделей объектов, изъятых с места пожара. URL: <https://iclass.sibpsa.ru/course/view.php?id=182>
5. Afyouni S., Smith S. M., Nichols T. E. Effective degrees of freedom of the Pearson's correlation coefficient under autocorrelation //NeuroImage. – 2019. – Т. 199. – с. 609-625.
6. Разработка виртуального тренажера исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования / И. Н. Пожаркова, Е. Ю. Трояк, А. Н. Слепов, А. С. Горбунов // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2022. – № 3(26). – С. 48-54. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.52.17.008.

УДК 614.842.6 / 004.946

*sharabanova@bk.ru*

**Шарабанова И.Ю.**

*grinchenko.borya@mail.ru*

**Гринченко Б.Б.**

*mask-13@mail.ru*

**Баканов М.О.**

*sav\_37@mail.ru*

**Суровегин А.В.**

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

***Применение технологий виртуальной реальности  
при первоначальной подготовке газодымозащитников***

В статье представлены первичные результаты исследования путей повышения качества системы подготовки специалистов МЧС России в области пожаротушения за счет применения в условиях учебной аудитории технологий, виртуальной и дополненной реальностей. В качестве методов повышения подготовки используется макет «MR(VR)-носимый комплект обучающегося» на базе которого реализован дыхательный аппарат со сжатым кислородом ПТС «ОКСИ огнеборец». Научными результатами на первоначальном этапе подготовки является разработка прототипа виртуальной взрыв модель дыхательного аппарата со сжатым кислородом ПТС «ОКСИ огнеборец».

**Ключевые слова:** газодымозащитники, взрыв модель, виртуальная реальность, образование.

***Sharabanova I.YU.,***

***Grinchenko B.B.,***

***Bakanov M.O.,***

***Surovegin A.V.***

***Application of virtual reality technologies in the initial training  
of firefighters***

The article presents the primary results of the research of ways to improve the quality of the system of training specialists of the Russian Ministry of Emergency Situations in the field of firefighting through the use of virtual and augmented reality technologies in the educational process. The model «MR(VR)- wearable student kit», on the basis of which the breathing apparatus with compressed oxygen is realized, is used as methods of training improvement. Scientific results at the initial stage of

training consist in the development of a prototype virtual model of collapsible breathing apparatus with compressed oxygen.

*Key words:* firefighters, collapsible model, virtual reality, education.

**Введение.** В настоящее время учебные заведения активно ищут пути развития образовательных технологий, которые помогут повысить уровень и качество подготовки будущих специалистов. Информационные и цифровые технологии играют важную роль во всех сферах жизни человека. Одним из активно развивающихся направлений являются технологии дополненной (AR), виртуальной (VR) и смешанной (MR) реальностей [1-3].

Представленные технологии широко применяются как отечественными [4-10], так и зарубежными специалистами [11-15] в области обеспечения пожарной безопасности. Однако, важно отметить, что данные технологии не заменят полностью классические методы практической подготовки специалистов пожарно-технического профиля, так как требуются непосредственные навыки работы с пожарной техникой и оборудованием.

**Целью нашей работы** является исследование путей повышения качества подготовки специалистов МЧС России в области пожаротушения с использованием технологий виртуальной и дополненной реальностей.

Научно-исследовательская работа, проводимая в Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России совместно с ЗАО «Институт телекоммуникаций», включает в себя применение технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальностей при обучении пожарных и спасателей. Одним из направлений работы является подготовка газодымозащитников службы».

Такие средства защиты, как дыхательные аппараты со сжатым кислородом (ДАСК), часто используются в пожарно-спасательных гарнизонах для обеспечения пожарной безопасности метрополитенов, морских портов и многоуровневых подземных сооружений. Подготовка специалистов в области пожаротушения должна включать вопросы эксплуатации и обслуживания ДАСК. Однако стоимость такого оборудования часто оказывается непосильной для образовательных учреждений, так как требуется не только закупка ДАСК, но и специальных помещений и оборудования для их обслуживания, а также обученного персонала [16].

Решением поставленной проблемы может стать использование виртуальной реальности, которая позволит создать составные узлы ДАСК без реальных затрат. Такой подход поможет подготовить специалистов,

изучающих пожаротушение, и решить вопросы, связанные с техническим обслуживанием ДАСК.

**Обсуждение результатов.** Для реализации технологий виртуальной реальности используется макет «MR(VR)-носимый комплект обучающегося», технические характеристики которого представлены в таблице.

Таблица

Технические характеристики макета  
«MR(VR)-носимый комплект обучающегося»

Название	Технические характеристики
Шлем виртуальной реальности Pico 4 128 GB*	Процессор Qualcomm XR2, 8 Cores 64 bit, 2.84 ГГц; Оперативная память – 8 ГБ; Разрешение дисплея – 4,320 x 2,160 (2,160 x 2,160 на глаз); Частота обновления экрана – 72Гц / 90 Гц; Угол обзора – 105 °; Межзрачковое расстояние – 62-72 мм; Беспроводная связь: Wi-Fi: Support Wi-Fi 6, 2.4 ГГц/5 ГГц, Bluetooth 5.1; Время автономной работы, не более – 1,5-2 часов; Динамики встроенные, двойной микрофон; Возможность подключения к ПК по проводу или WiFi

Внешний вид устройства (рис. 1 а), а также работа оператора (рис. 1 б) представлен на рисунке 1.



а)



б)

Рис. 1 Шлем виртуальной реальности Pico 4

На макете «MR(VR)-носимый комплект обучающегося» реализована

модель ДАСК ПТС «ОКСИ огнеборец», которая содержит в себе составные узлы аппарата (рис. 2). Особенностью такого погружения является то, что обучение можно проводить в групповом формате, так как преподаватель и обучающиеся будут видеть реальные объекты и модели, представленные в виртуальной реальности, что делает возможным в режиме реального времени полностью погрузиться в изучение наглядного материала. Модель является разборной, что позволяет одним нажатием разложить сложное техническое устройство на простые элементы, то есть составные узлы (рис. 3).



Рис. 2. Виртуальная модель ДАСК ПТС «ОКСИ огнеборец»

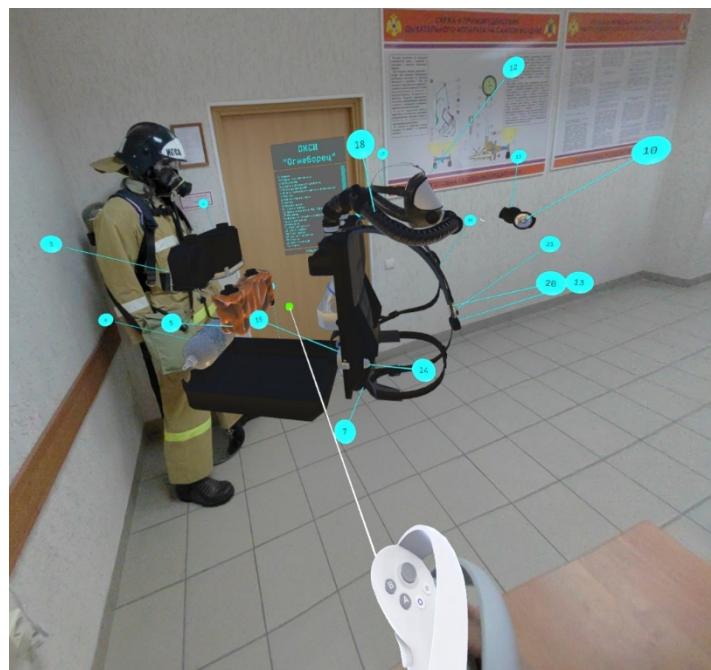


Рис. 3 Виртуальная модель ДАСК ПТС «ОКСИ огнеборец»  
в разобранном виде

При выборе составного элемента модели появляется его название с техническим описанием (рис. 4).



Рис. 4. Виртуальная модель ДАСК ПТС «ОКСИ огнеборец» изучение конкретного выбранного узла

**Заключение.** Развитие современных информационных и коммуникационных технологий существенно влияет на образование,

предоставляя новые возможности для улучшения его качества. Прототип виртуальной модели дыхательного аппарата с использованием сжатого кислорода, ДАСК ПТС «ОКСИ огнеборец», представляет простой и наглядный подход к изучению составных узлов. Благодаря этому значительно повышается эффективность образовательного процесса по сравнению с традиционными методами, такими как чтение технической литературы.

В дальнейшем планируется разработка ряда дополнительных функций для модели ДАСК ПТС:

1. Реализация возможности самостоятельного вращения дыхательного аппарата и его отдельных элементов в трехмерном пространстве на угол 360 градусов. Благодаря этому обучающиеся смогут более детально изучать каждый узел и получать полное представление о его работе.

2. Введение специальной подсветки или более интенсивного выделения выбранного элемента, чтобы обратить внимание на конкретный узел и повысить эффективность обучения.

3. Создание анимации, демонстрирующей цикл дыхания, для более глубокого понимания последовательности этапов воздушной смеси и работы схемы «закрытого дыхания».

4. Разработка анимационного представления, иллюстрирующего смену кислородного баллона и регенеративного патрона, создаст возможность для практического освоения изучаемой процедуры обучающимися.

Внедрение представленных дополнительных функций сделает обучение более интерактивным и позволит обучающимся более глубоко погрузиться в изучаемую тему. Авторы прототипа будут продолжать совершенствование и апробацию модели ДАСК ПТС «ОКСИ огнеборец» в учебных целях с целью достижения наилучших результатов обучения.

### **Литература**

1. Князева, Г.В. Виртуальная реальность и профессиональные технологии визуализации / Г.В. Князева // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2010. – № 15. – С. 68-76. – EDN MYSDVX.

2. Наумова, О.А. Применение технологии виртуальной реальности в российском бизнесе: проблемы и пути их преодоления / О.А. Наумова, А.В. Тимошенко // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 69-3. – С. 54-57. – DOI 10.18411/lj-01-2021-99. – EDN ZUQPVI.

3. Набокова, Л.С. Перспективы внедрения технологий дополненной и виртуальной реальности в сферу образовательного процесса высшей школы /Л.С. Набокова, Ф.Р. Загидуллина // Профессиональное образование в современном мире. – 2019. – Т. 9, № 2. – С. 2710-2719. – DOI 10.15372/PEMW20190208. – EDN RXMWRT.

4. Сурмило, С.В. Использование виртуальных учебных лабораторий в системе дистанционного обучения в вузах МЧС России / С.В. Сурмило, И.Ю. Стригельская // Психологопедагогические проблемы безопасности человека и общества. – 2011. – № 4(13). – С. 77-80. – EDN KGNCPQ.

5. Тараканов, Д.В. Совершенствование модели качества мониторинга крупных пожаров и чрезвычайных ситуаций / Д.В. Тараканов, М.О. Баканов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2018. – № 1(26). – С. 91-95. – EDN XRKWBN.

6. Кузнецов, А.В. Анализ структурно-логической модели резервирования средств оперативного мониторинга пожаров / А.В. Кузнецов, М.О. Баканов, Д.В. Тараканов // Технологии техносферной безопасности. – 2019. – № 2(84). – С. 99-107. – DOI 10.25257/TTS.2019.2.84.99-107. – EDN VLZEGJ.

7. Приказчиков, Ю.А. Инновационная технология виртуального моделирования / Ю.А. Приказчиков, И.Ф. Саттаров // Пожарное дело. – 2019. – № 11. – С. 54-55. – EDN OUQRVY.

8. Пожаркова, И.Н. Формирование практико-ориентированных умений специалистов пожарно-технического профиля на основе виртуальных тренажеров / И.Н. Пожаркова, М.В. Гапоненко // Педагогический журнал. – 2021. – Т. 11, № 3-1. – С. 204-212. – DOI 10.34670/AR.2021.75.23.021. – EDN GTIHJN.

9. Федоринов, А.С. Применение цифровых технологий для подготовки курсантов в области пожаротушения / А.С. Федоринов // Техносферная безопасность и природооустройство: Сборник материалов VII Всероссийского совещания заведующих кафедрами в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды и открытого заседания федерального учебно-методического объединения, Казань, 21–25 сентября 2022 года. – Казань: Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2022. – С. 148-154. – EDN TFCOKN.

10. Виртуальный тренажерный комплекс «ОГНЕБОРЕЦ-ИТ»: – URL: <https://itain.ru/produkty/kartograficheskoeobespechenie/136mnogofunktionalnyj-virtualnyj-trenazhernyj-kompleks-ogneborets-it> (дата обращения: 08.10.2023).

11. Vacková M. et al. The use of virtual reality resources to increase safety in the training of fire and rescue corps units // Security Dimensions: International & National Studies. – 2018. – Т. 27. – С. 126-138.
12. Engelbrecht H., Lindeman R.W., Hoermann S.A. SWOT analysis of the field of virtual reality for firefighter training // Frontiers in Robotics and AI. – 2019. – Т. 6. – С. 101.
13. Wu H. et al. Research of Virtual Ship Fire-fighting Training System Based on Virtual Reality Technique // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 677. – №. 4. – С. 042100.
14. Corelli F. et al. Assessing the Usability of Different Virtual Reality Systems for Firefighter Training // VISIGRAPP (2: HUCAPP). – 2020. – С. 146-153.
15. Sun G. et al. Research on the Construction of Intelligent Fire Protection Virtual Simulation Teaching Platform Based on Internet of Things // International Journal of Information and Education Technology. – 2021. – Т. 11. – №. 10. – С. 450-455.
16. Корольченко, Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник: в 2-х частях / Д.А. Корольченко, А.Я. Корольченко. Том 1. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: ООО «Издательство «Пожнаука», 2004. – 713 с. – ISBN 5-901283-02-3. – EDN TWPQCF.

УДК 614.84

*oleg.shuvalov.81@internet.ru*

**Шувалов О.В., Таратанов Н.А., Карасев Е.В.,  
Курочкина Е.Ю., Солдатов Р.А.**

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

### ***Совершенствование учебного процесса посредством применения VR-технологий***

В статье раскрывается опыт разработки и использования интерактивных форм обучения, при отработке навыков по исследованию мест происшествия, связанных с пожаром. Такие методы обучения помогают студентам лучше понимать процессы, происходящие во время пожара, и научат их быстро адаптироваться к новым ситуациям. Совершенствование учебного процесса позволяет студентам лучше понимать, как происходит расследование пожаров.

**Ключевые слова:** интерактивные формы обучения, расследование пожара, VR-технологии.

*Shuvalov O.V., Taratanov N.A., Karasev E.V.,  
Kurochkina E.Yu., Soldatov R.A.*

### ***Improving the educational process through the use of VR-technologies***

The article reveals the experience of developing and using interactive forms of training, while practicing skills in investigating fire-related accident sites. Such teaching methods help students to better understand the processes occurring during a fire and teach them to quickly adapt to new situations. Improving the educational process allows students to better understand how the investigation of fires takes place.

*Keywords:* interactive forms of education, fire investigation, VR-technologies.

Расследование пожара является сложным процессом, который зависит от многих факторов. Одним из основных факторов является конструкция здания и используемые материалы. Также важно учитывать пожарную нагрузку, то есть количество горючих материалов в помещении, и геометрические характеристики помещения. Изменение любого из этих факторов может существенно повлиять на развитие пожара и его последствия. В связи с этим, при расследовании пожара необходимо учитывать все эти факторы и использовать их для определения наиболее вероятной причины пожара. [1-3].

В связи с этим авторы предлагают использовать интерактивные формы обучения для подготовки специалистов в области расследования пожаров [4, 5]. Такие методы обучения помогут студентам лучше понимать процессы, происходящие во время пожара, и научат их быстро адаптироваться к новым ситуациям. Кроме того, авторы планируют улучшить визуальную составляющую учебного процесса, чтобы студенты могли лучше понимать, как происходит расследование пожаров.

VR/AR технологии могут быть очень полезны в образовании, особенно в области расследования пожаров. Они могут помочь студентам лучше понять, как происходит расследование, и как они могут действовать в разных ситуациях. Интерактивные тренажеры, основанные на VR-технологиях, могут помочь студентам научиться решать профессиональные задачи, связанные с расследованием пожаров [5]. Эти тренажеры позволяют студентам изучать теорию и проводить практические занятия, не выходя из аудитории. Они также могут использоваться для дистанционного обучения.



Рис. 1. Цифровая копия изображения при осмотре места происшествия с использованием VR-технологий

В кабинете дознавателя реализуются различные 3D-туры мест пожара. Сферические панорамы, из которых в последствии были собраны 3D-туры, подготовлены студентами и курсантами академии за время прохождения им дополнительной практики в органах дознания и судебно-экспертных учреждениях ФПС МЧС России. Кабинет дознавателя применяется в учебном процессе академии на УНК «Государственный надзор».

Преподавательский состав кафедры УНК «Государственный надзор» продолжает работать над улучшением учебного процесса. Они разработали и внедрили в учебный процесс пять виртуальных сценариев осмотра места пожара (рис. 2-5): в частном доме (коттедже) [6]; в частном доме/коттедже [7]; в производственном здании со складами и административными помещениями [8]; автотранспортного средства [9]; в складском помещении/ангаре [10].

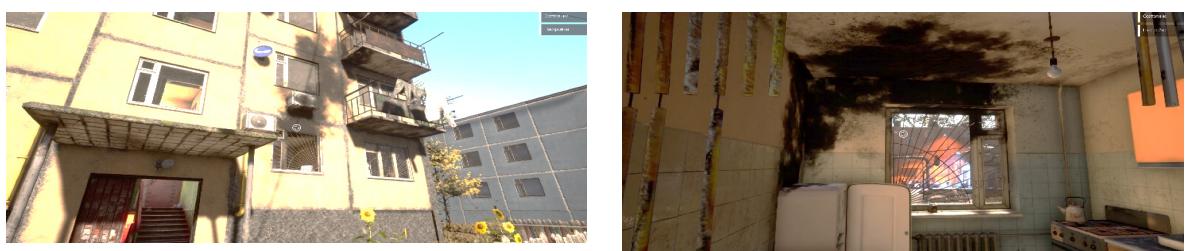


Рис. 2. Цифровая копия изображения сценария  
«Дознание в квартире многоквартирного жилого дома»



Рис. 3. Цифровая копия изображения сценария  
«Дознание в частном доме/коттедже»

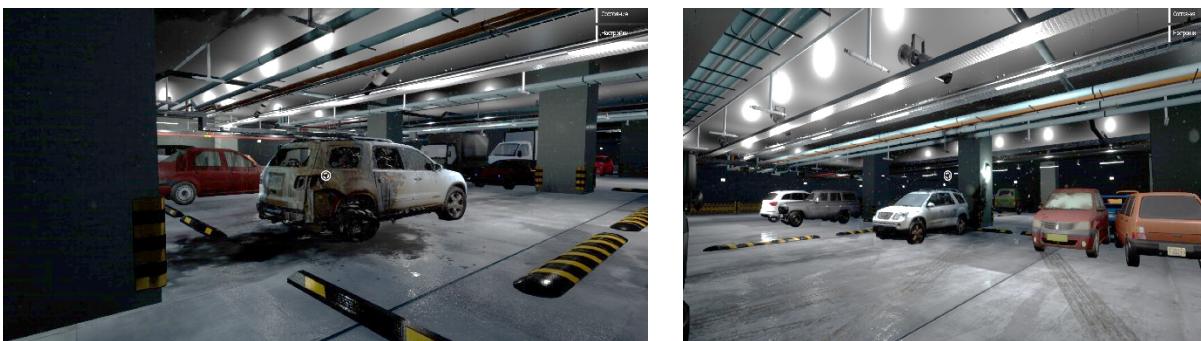


Рис. 4. Цифровая копия изображения сценария  
«Дознание на автомобильной парковке»

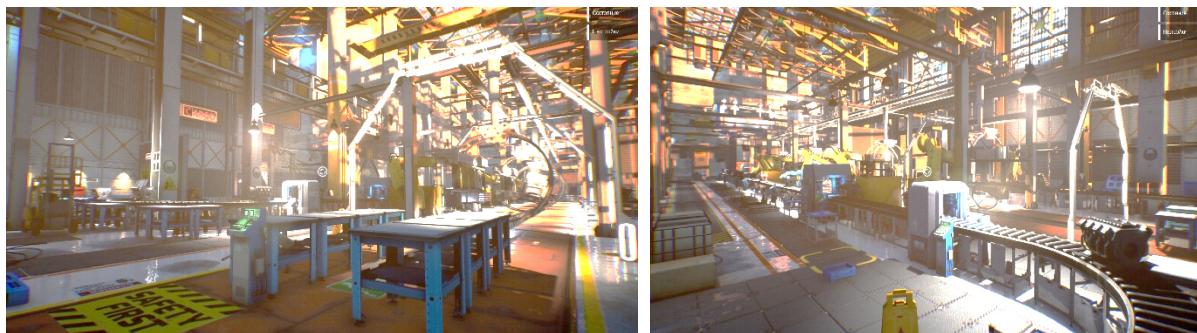


Рис. 5. Цифровая копия изображения сценария  
«Дознание в производственном здание»

Разработанные сценарии помогают студентам лучше подготовиться к работе в области предупреждения и расследования пожаров. Они учатся анализировать место пожара и принимать правильные решения.

Применение технологий виртуального моделирования помогает студентам лучше освоить профессиональные навыки. Они становятся более уверенными в своих знаниях и навыках, что важно для принятия решений в области управления. Виртуальное моделирование также помогает студентам быстрее адаптироваться к своей работе после окончания учебы. Все это в целом улучшает адаптацию выпускника и как следствие качество расследования пожаров.

### **Литература**

1. Шувалов О.В., Таратанов Н.А. Проблемные вопросы осмотра места поджога объектов на открытой местности // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 169-173. – EDN EWJPRW.
2. Тужилов И.А., Сторонкина О.Е. Особенности организации планирования надзорной деятельности на примере ГУ МЧС Владимирской области // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 146-151. – EDN QVEKWE.
3. Мочалова Т.А., Миронова Н.В. Профилактика правонарушений связанных с пожарами // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 мая 2023 года. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 152-154. – EDN SWMVDZ.
4. Применение электронных тестов при дистанционном и смешанном обучении с использованием информационно-цифрового инструмента firetest / Р.А. Солдатов, А.А. Лазарев, Е.В. Карасев [и др.] // Пожарная и аварийная безопасность. – 2022. – № 4(27). – С. 119-128. – EDN ITTSBR.
5. Таратанов Н.А., Лапшин С.С., Коноваленко Е.П., Мочалов А.М. Опыт применения средств интерактивного обучения на практических занятиях по дисциплинам УНК «Государственный надзор» // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 3(36). – С. 33-40. – EDN UHLHYU.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022668826 Российская Федерация. Виртуальный сценарий осмотра места происшествия, связанного с пожаром в частном доме (коттедже): № 2022667795: заявл. 29.09.2022: опубл. 12.10.2022 / Д.Б. Самойлов, Е.В. Карабев, Н.А. Таратанов [и др.]; заявитель Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – EDN NKQSAL.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022668628 Российская Федерация. Виртуальный сценарий осмотра места происшествия, связанного с пожаром в квартире многоквартирного жилого дома: № 2022667806: заявл. 29.09.2022: опубл. 10.10.2022 / Д.Б. Самойлов, Е.В. Карабев, Н.А. Таратанов [и др.]; заявитель Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – EDN YDXUCV.

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022668468 Российская Федерация. Виртуальный сценарий осмотра места происшествия, связанного с пожаром (в производственном здании со складами и административными помещениями): № 2022668005: заявл. 29.09.2022: опубл. 06.10.2022 / Д.Б. Самойлов, Е.В. Карабев, Н.А. Таратанов [и др.]; заявитель Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – EDN CAVHOK.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022668362 Российская Федерация. Виртуальный сценарий осмотра места происшествия, связанного с пожаром автотранспортного средства: № 2022667861: заявл. 29.09.2022: опубл. 05.10.2022 / Д.Б. Самойлов, Е.В. Карабев, Н.А. Таратанов [и др.]; заявитель Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – EDN FXZCCO.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022668361 Российская Федерация. Виртуальный сценарий осмотра места происшествия, связанного с пожаром (в складском помещении/ангаре): № 2022667885: заявл. 29.09.2022: опубл. 05.10.2022 / Д.Б. Самойлов, Е.В. Карабев, Н.А. Таратанов [и др.]; заявитель Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – EDN NDQDMN.

УДК 614.842.6

*yarovoivviacheslav@yandex.ru*

**Яровой В.Ю.**

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

***Использование AR технологий при проведении разведки в зоне ограниченной видимости***

В данной работе рассматривается возможность применения технологий дополненной реальности в комплексе с зондирующими методами исследования пространства, что может значительно улучшить качество разведки во время тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных мероприятий в условиях ограниченной видимости. Проанализированы текущие технологии, используемые в данном направлении при тушении пожаров, и определены возможности их совершенствования с применением дополненной реальности. Также предложен вектор дальнейших исследований и возможность реализации дополненной реальности как инструмента для улучшения качества разведки и увеличения объема собираемых и обрабатываемых данных. Это может стать важным шагом в повышении эффективности работы пожарных служб и спасателей в сложных условиях.

**Ключевые слова:** AR – технология, HUD – технология, газодымозащитная служба, разведка, ограниченная видимость.

*Yarovoy V.Yu.*

***Investigation of thermally expanding flame retardants based on silicone binder by synchronous thermal analysis***

The possibility of using augmented reality technologies in conjunction with probing methods of space as a tool that improves the quality of reconnaissance conducted by gas-force protection service when extinguishing fires and carrying out rescue operations in the zone of limited visibility is considered. The analysis of realization of the technologies used in this direction in fire extinguishing is made. The vector of direction for further research and the possibility of realization of augmented reality technologies as a tool to improve the quality of reconnaissance and the volume of collected and processed information is proposed.

**Keywords:** AR - technology, HUD - technology, smoke protection service, reconnaissance, limited visibility.

Развитие технологий и их внедрение в повседневную, производственную и служебную деятельность человека активно влияет на

изменение порядка любого процесса, устоявшегося ранее на предшествующей технической базе и упорядоченности её использования. Одним из представителей направлений технологического развития влияющим на устоявшуюся систему взглядов в различных областях являются VR и AR – технологии.

Данные технологии в современности находят все большее количество направлений применений, одни из самых активных и востребованных для AR и VR – технологии на сегодня являются: игры; кино; спортивные трансляции и шоу; социальные сети; маркетинг; образование; медицина; торговля и недвижимость; промышленность и военно-промышленный комплекс.

VR – технология (виртуальная реальность) – созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и другие. Виртуальная реальность имитирует как воздействие, так и реакции на воздействие.

AR — технология (дополненная «расширенная» реальность) — технология, которая дополняет реальный мир, добавляя любые сенсорные данные. Несмотря на название, эти технологии могут как привносить в реальный мир виртуальный данные, так и устранять из него объекты. Возможности AR ограничиваются лишь возможностями устройств и программ.

Принимая во внимание определения технологий, был сделан вывод о невозможности использования VR технологии в оперативном времени для повышения качества проведения разведки и обеспечения безопасности звена газодымозащитной службы (далее ГДЗС) в непригодной для дыхания среде.

Для детального изучения возможности и эффективности применения AR – технологий были разобраны работы авторов [1-7] схожие по идеи реализации или использующие AR – технологии.

Эффективность использования AR – технологий зависит от данных выводимых на рабочую поверхность оператору. Для повышения эффективности работы звена газодымозащитной службы в зоне ограниченной видимости необходимо полное или частичное восстановление видимости, а также данные о состоянии газодымозащитника, температуре окружающей среды, маршруте и месте положения возможных пострадавших. В работе [8] описаны методы касающиеся зондирования пространства в задымленной среде и технические средства их обеспечивающие, однако стоит отметить, что рассматриваемые варианты оборудования не имеют в своей концепции AR

– технологий. Совмещение AR – технологий и оборудования зондирования пространства может являться единственным решением рассматриваемой проблемы восстановления видимости. В патенте [1], предлагается использование прибора «курсовертикаль» для отслеживания и построения маршрута. Также стоит отметить, что использование датчиков контроля различных параметров окружающей среды может способствовать более быстрому обнаружению очага пожара.

Работы авторов [1], [3-7] основаны на использовании тепловизорных технологий совместно AR – технологией выраженной в использовании HUD-дисплея. Основным недостатком в данном направлении является чувствительность камеры тепловизора при повышении температуры. Градиент показаний увеличивается в следствии чего мы получаем неинформативную визуализацию, выраженную одноцветными пятнами теплового потока. Эффективней использование схожей по физическому принципу действия технологии LIDAR.

Работа автора [2] имеет существенные недостатки по информативности ввиду использования одиночного ультразвукового датчика, работающего без поправочного значения температуры и влажности. В следствии чего имеется ряд недостатков при выводе показаний. Малый объем информационной поддержки делает слияние AR технологии и подобного направления не эффективным.

Проведя разбор работ вышеизложенных авторов было сформировано решение по использованию AR и HUD технологий при проведении разведки в зоне ограниченной видимости, которое схематично представлено на рисунке 1.

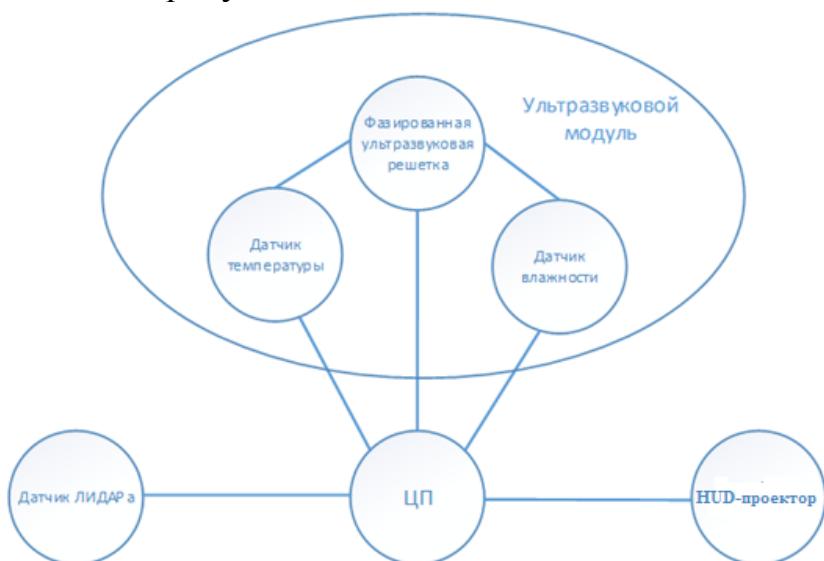


Рис.1. Схема эффективного применения AR – технологии для

### использования звеном ГДЗС в зоне ограниченной видимости

Использование AR-технологий при проведении разведки в зоне ограниченной видимости является перспективным и инновационным подходом, способным значительно улучшить эффективность и безопасность боевых действий по тушению пожаров в задымленной среде. Благодаря интеграции виртуальных объектов в реальное пространство, пожарные получают возможность быстро и точно ориентироваться в сложной обстановке, что особенно важно - при работе в условиях ограниченной видимости. Применение AR-систем также способствует улучшению коммуникации между участниками тушения пожара, позволяя им обмениваться информацией о виртуальных объектах, а также оперативно координировать свои действия.

Тем не менее, перед широким внедрением AR-технологии в пожаротушение необходимо провести дополнительные исследования и испытания, направленные на повышение точности и надежности систем, а также на разработку эффективных мер защиты от возможных помех и ошибок.

### Литература

1. Патент № 2790474 С9 Российская Федерация, МПК G02B 27/01, A62B 7/02. Система газодымозащитника : № 2022100913 : заявл. 13.01.2022 : опубл. 20.03.2023 / С. И. Соколик, А. А. Юсупов, В. М. Батюшев, А. А. Корнилов. – EDN VCGTXL.
2. Патент на полезную модель № 192698 У1 Российская Федерация, МПК A62C 99/00. пожарный шлем : № 2019103280 : заявл. 21.07.2017 : опубл. 26.09.2019 / К. К. Барыкин, Р. И. Муртазин, Д. Д. Кислицын, А. И. Иркабаев ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный авиационный технический университет". – EDN MTBTDR.
3. Patent № JP5553405B2 USA, G08B25/016 Augmented reality-based system and method for indicating the location of personnel and sensors in a closed structure and providing enhanced situational awareness, application JP2009552743A events 07.03.2008, publication 16.07.2014, Yohanbayo, applicant Excelis Incorporated, Japan.
4. Patent № CN218605264U CHINA, Intelligent fire fighting helmet, application CN202222145698.9U events 15.08.2022, publication 14.03.2023, Liu Ruopeng, Luan Lin, I Yuwen, applicant Shenzhen Kuang Chi Space

Technology Co Ltd, China.

5. Patent № CN114306971A CHINA, Infrared wireless transmission fire-fighting AR mask and application method thereof, application CN202210021731.9A events 10.01.2022, publication 12.04.2022, Lin Ling, Zhu Jiang, Du Jie, Gao Fei, Wu Jiang, applicant Shanghai Fire Research Institute of MEM, China.

6. Patent № CN211705663U CHINA, Visual face guard of AR individual soldier and intelligent operation commander's face guard system for fire control, application CN201922406700.1U events 27.12.2019, publication 20.10.2020, Li Jun Li Haoran, applicant Li Jun Li Haoran, China.

7. Patent № CN109388230A China, AR fire-fighting emergent commands deduction system platform, AR fire helmet, application CN201710683838.9A events 11.08.2017, publication 26.02.2019, Wang Zhankui, applicant Wang Zhankui, China.

8. Яровой, В. Ю. Аналитический обзор подходов к информационной поддержке звеньев газодымозащитной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ в зоне ограниченной видимости / В. Ю. Яровой, П. В. Ширинкин // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2023. – № 1(28). – С. 136-144. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.95.54.011. – EDN QDNRWQ.

## *Научное издание*

### Проблемы и перспективы развития ИТ- и VR-технологий в области комплексной безопасности

*Редакционная коллегия:*

**Елфимова** Марина Владимировна, **Беззапонная** Оксана Владимировна,  
**Головина** Екатерина Валерьевна и др.

Материалы публикуются в оригинале представленных авторами статей

Подписано в печать      Формат 60\*90/16  
Бумага писчая. Цифровая печать. Усл.печ.л.4,56  
Уч.изд. л. 4,06. Тираж 25 экз. Заказ 36

Издано в редакционно-издательском отделе  
Уральского института ГПС МЧС России  
620062, Екатеринбург, ул. Мира, 22

Отпечатано в редакционно-издательском отделе  
Уральского института ГПС МЧС России  
620062, Екатеринбург, ул. Мира, 22





www.ulgps.ru ©20062, Свердловская область,  
г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22  
Тел.: +7 (343) 360-80-64 e-mail: nbs\_ulgps@mail.ru