

Научная статья
УДК 004.946; 378.147; 614.841.2.001.5
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.21.97.013

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ИНИЦИАТОРОВ ГОРЕНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

*Евгений Юрьевич Трояк*¹

*Евгений Сергеевич Убиенных*²

*Александр Николаевич Слепов*³

*Александр Сергеевич Горбунов*⁴

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

¹<https://orcid.org/0000-0002-9446-92263>

³<https://orcid.org/0000-0001-8625-51161>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-1971-3436>

Автор ответственный за переписку: Александр Сергеевич Горбунов, gorbunovgps@mail.ru

Аннотация. Следы и остатки на месте пожара инициаторов горения в виде легковоспламеняющихся и горючих жидкостей являются одним из основных и квалифицирующих признаков поджога. Учитывая статистику пожаров, их количество по категориям объектов места пожара, для разработки виртуального тренажера выбран объект жилого назначения, где был совершен поджог с целью умышленного уничтожения чужого имущества. Разработанное специализированное методическое обеспечение образовательного процесса подготовки специалистов в области расследования и экспертизы пожаров при исследовании инициаторов горения с использованием современных технологий виртуальной реальности позволит обеспечить более качественное усвоение учебной программы и формирование необходимых компетенций специалистов в данной области. Был проведен анализ эффективности созданного тренажера. Для этого сравнивались результаты выполнения контрольных заданий, связанных с использованием инструментальных методов исследования для обнаружения и классификации инициаторов горения в виде легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Применение в учебном процессе технологий виртуальной реальности позволяет ускорить процесс обучения специалистов в области расследования пожаров, способствует более глубокому погружению в виртуальную среду, приближенную к реальным условиям на месте пожара. Позволяет накапливать дополнительный дидактический материал и формировать дополнительный объем виртуальных моделей объектов для проведения исследований.

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

Для цитирования: Трояк Е.Ю., Убиенных Е.С., Слепов А.Н., Горбунов А.С. Результаты использования виртуального тренажера для обнаружения и классификации инициаторов горения при исследовании объектов пожарно-технической экспертизы // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 4 (35). С. 107-117. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.21.97.013>

Original article

THE RESULTS OF USING A VIRTUAL SIMULATOR TO DETECT AND CLASSIFY FIRE INITIATORS IN THE STUDY OF OBJECTS OF FIRE TECHNICAL EXPERTISE

*Eugeniy Yu. Troyak*¹
*Eugeniy S. Ubiennykh*²

*Alexander N. Slepov*³
*Alexander S. Gorbunov*⁴

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

¹<https://orcid.org/0000-0002-9446-92263>

³<https://orcid.org/0000-0001-8625-51161>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-1971-3436>

Corresponding author: *Alexander S. Gorbunov, gorbunovgps@mail.ru*

Abstract. Traces and remnants at the site of the fire of the initiators of fire in the form of flammable and combustible liquids are one of the main and qualifying signs of arson. Taking into account the statistics of fires, their number by categories of objects of the fire site, a residential facility was selected for the development of a virtual simulator, where arson was committed with the aim of intentionally destroying someone else's property. The developed specialized methodological support for the educational process of training specialists in the field of investigation and examination of fires in the study of fire initiators using modern virtual reality technologies will ensure better assimilation of the curriculum and the formation of the necessary competencies of specialists in this field. An analysis of the effectiveness of the created simulator was carried out. To do this, the results of the control tasks related to the use of instrumental research methods for the detection and classification of fire initiators in the form of flammable and combustible liquids were compared. The use of virtual reality technologies in the educational process makes it possible to accelerate the process of training specialists in the field of fire investigation, contributes to a deeper immersion in a virtual environment close to real conditions at the fire site. It allows you to accumulate additional didactic material and form an additional volume of virtual models of objects for research.

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

For citation: Troyak E.Yu., Ubiennykh E.S., Slepov A.N., Gorbunov A.S. The results of using a virtual simulator to detect and classify fire initiators in the study of objects of fire technical expertise // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2024. № 4 (35). С. 107-117. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.21.97.013>

Поджог является наиболее социально опасной причиной пожаров, которые приносят весьма значительный материальный ущерб, а также вред жизни и здоровью граждан. В большинстве случаев цель поджога — скрыть его истинную причину. В России доля пожаров, произошедших в результате поджога, составляет, согласно статистическим данным, в среднем около 9% от общего числа пожаров. При этом статистика учитывает только подтверждённые причины пожаров, то есть те, которые были установлены и очевидны для их определения [1].

За последние 5 лет на территории Российской Федерации произошло 2015354 пожаров, прямой материальный ущерб от которых составил около 96176084 рублей, а число погибших составило 40954 человека [1].

Динамика пожаров представлена на Рис.1.

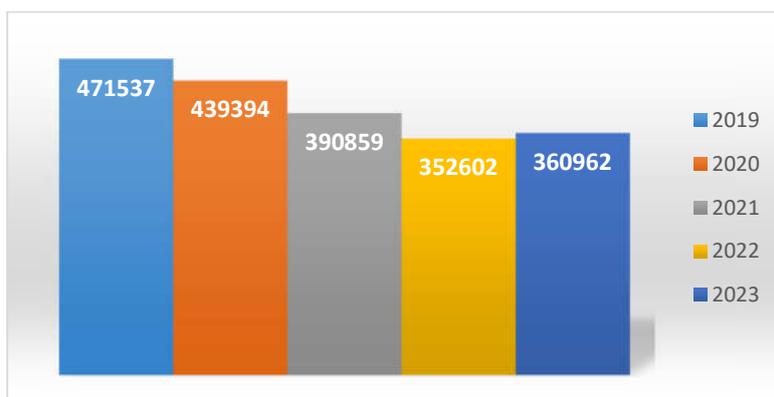


Рис.1. Динамика количества пожаров на территории Российской Федерации за 2019-2023 гг.

В рамках исследования достаточно интересную информацию представляют статистические данные о произошедших пожарах на объектах экономики. Так исходя из статистических данных, установлено, что поджоги занимают 4 место (13674 пожаров) среди наиболее часто случающихся причин возникновения пожаров. Гибель людей на пожарах, произошедших по причине поджога также достаточно велика и занимает 4 место (248 человек) среди всех причин [1].

Если рассмотреть данную категорию причин возникновения пожаров (поджог) в срезе объектов, на которых произошли поджоги, то закономерно на первое место выходят объекты жилого сектора. Данные представлены в Табл.1.

Табл.1. Пожары по причине поджога по категориям объектов на территории Российской Федерации за 2022 – 2023 год

Объекты	Кол-во пожаров, ед.		Зарегистрировано погибших людей, чел.	
	2023	2022	2023	2022
Производственные здания и склады	143	73	1	2
Здания торговых предприятий	190	214	2	2
Здания общественного назначения	207	255	11	2
Сельскохозяйственные объекты	10	35	0	0
Жилой сектор	6357	6209	204	176
в т.ч. жилые дома	4131	3876	191	158

Наиболее часто пожары по причине поджога происходят в жилых домах.

Таким образом, учитывая статистику пожаров, их количество по категориям объектов места пожара, для разработки виртуального тренажера выбран объект жилого назначения, где был совершен поджог с целью умышленного уничтожения чужого имущества.

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

Данный тренажер является продолжением исследований в данной области в работах [2-10].

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

Специалисту в области расследования пожаров необходимо знать и уметь определять на месте пожара квалификационные признаки поджога. Множественные очаги на месте пожара, быстрая динамика развития самого пожара в большей мере являются следствием применения инициаторов или ускорителей горения. Наиболее важным признаком поджога является наличие на месте пожара следов или остатков инициаторов горения. Именно данный признак будет являться основным и квалифицирующим причину возникновения пожара – поджог. Очень часто вещества, которые могут быть использованы в качестве средства поджога называют инициатором горения. В качестве инициаторов горения зачастую выступают известные виды легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ).

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

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

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

Виртуальный тренажер представляет собой виртуальный тур. В одном пространстве размещаются трёхмерные модели различных предметов, таких как древесина, бутылка, ткань и грунт. Также виртуальный тренажер дополняется пространством лаборатории пожарно-технических экспертиз. На столах лаборатории находятся предметы, которые были изъяты с места пожара и доступны для более подробного изучения. Для этого можно использовать информационные окна с дополнительными данными (инструкциями, комментариями, подсказками) в текстовом формате и проводить исследования объектов.

- Созданный виртуальный тренажёр содержит основные функции, необходимые для обучения специалистов и использование которых позволяет: осмотр места происшествия и проводить манипуляции (вращать, перемещать, приближать, разбирать) с трёхмерными моделями различных объектов (древесина, бутылка, ткань, грунт), чтобы в дальнейшем выявить наличие на них инициаторов горения;

- передвигаться по виртуальному пространству;
- получать дополнительные сведения о применяемом методе исследования объектов в условиях виртуальной лаборатории;
- проводить сами исследования.

На Рис.2-7 представлены фрагменты виртуального тренажера, в том числе общий вид помещения, предназначенного для проведения занятий с использованием виртуального тренажера и виды лаборатории с установленным оборудованием.

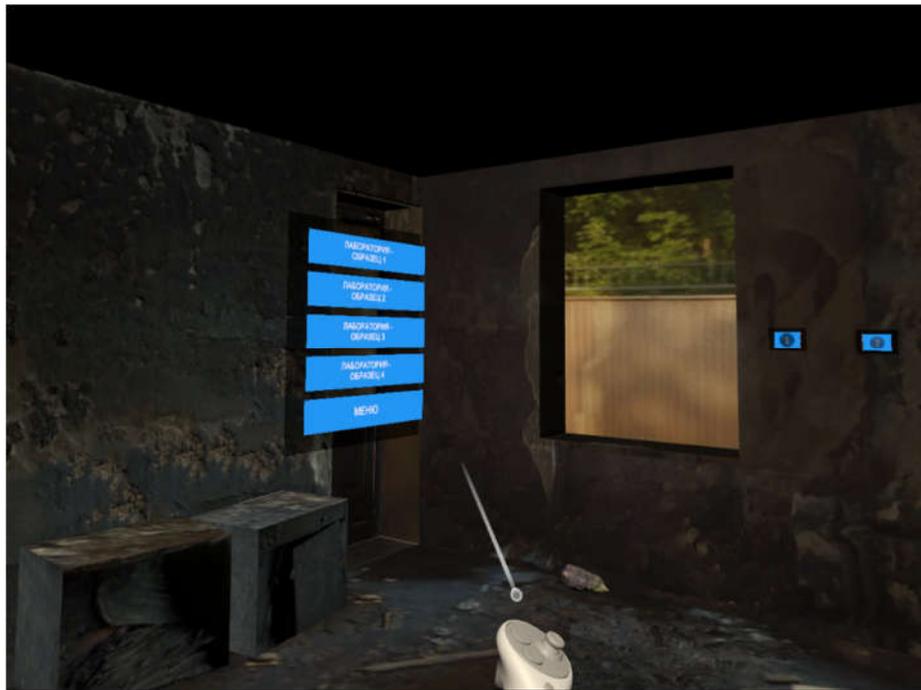


Рис.2. Общий вид места происшествия и меню виртуального тренажера



Рис.3. Очаг пожара



Рис.4. Объект для изъятия с места происшествия



Рис.5. Общий вид лаборатории



Рис.6. Информационная панель на столе с газоанализатором Колион – 1 В



Рис.7. Информационная панель на столе с методом ультрафиолетовой спектрофотометрией

Применение технологий виртуальной реальности позволяют формировать научную и методическую базу в образовательном процессе подготовки специалистов в области расследования и экспертизы пожаров. Чтобы оценить результативность применения разработанного виртуального тренажёра и его способность улучшать качество решений, принимаемых по итогам процессуальных действий на месте происшествия, была проведена апробация в рамках практических занятий по дисциплине «Расследование и экспертиза пожаров» на базе Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Для проведения эксперимента были сформированы две группы студентов, обучающихся по направлению подготовки 20.05.01 «Пожарная безопасность». Одна группа была контрольной, а другая — экспериментальной.

В контрольной группе, состоящей из 32 человек, практическая работа по обнаружению инициаторов горения проводилась с использованием только имеющихся инструментов и оборудования.

В экспериментальной группе, состоящей из 31 человека, занятия проходили как в традиционном формате, так и с использованием виртуального тренажёра.

Результаты входного тестирования контрольной и экспериментальной групп представлены в Табл.2 по трёхуровневой шкале оценок.

Табл.2. Распределение оценок по результатам входной аттестации обучающихся контрольной и экспериментальной групп

Оценка	«3»	«4»	«5»
Контрольная группа, чел	14	12	6
Доля обучающихся в процентах, %	45,1	35,4	19,3
Экспериментальная группа, чел	14	11	6
Доля обучающихся, %	43,75	37,5	18,75

В качестве критериев использовались следующие характеристики качества реализации учебного процесса:

- вовлеченность обучающихся в учебный процесс;
- текущая успеваемость, результаты промежуточной аттестации по дисциплине и уровень остаточных знаний, обучающихся;
- трудоемкость изучения разделов дисциплины.

Чтобы оценить трудоемкость, было проанализировано время, которое обучающиеся потратили на выполнение практических заданий из рабочей программы. Это время было определено с помощью опроса.

Обучающимся предлагалось дать ответ на три вопроса с фиксацией времени ответа:

- время, затраченное на производство осмотра места пожара;
- время, затраченное на выявление инициаторов горения при производстве осмотра места пожара;
- время, затраченное на проведение исследований в лаборатории.

Результаты оценки трудоемкости освоения обучающимися практических заданий по теме «Отработка версии об искусственном инициировании горения» представлены в Табл.3.

Табл.3. Сравнительный анализ трудоемкости освоения обучающимися практических заданий по теме «Отработка версии об искусственном инициировании горения»

Практические задания	Трудоемкость, час	
	Контрольная группа, чел	Экспериментальная группа, чел
Производство осмотра места пожара	0,5	0,4
Выявление инициаторов горения при производстве осмотра места пожара	0,5	0,3
Проведение исследований в лаборатории	1	1

Качество принимаемых решений в каждой из групп оценивалось на основе результатов выполнения итогового практического задания по применению полевых методов исследования ЛВЖ, ГЖ на месте пожара и выявления остатков горючей жидкости на предметах с места пожара с помощью газоанализаторов и применению знаний в области диагностики и идентификации инициаторов горения различной природы с помощью комплексных методик.

Ниже представлено распределение оценок итоговой аттестации обучающихся в контрольной и экспериментальной группах в Табл.4.

Табл.4. Распределение оценок по результатам выполнения итогового задания обучающимися контрольной и экспериментальной групп

Оценка	«3»	«4»	«5»
Контрольная группа, чел	13	10	7
Доля обучающихся в процентах, %	40,6	31,2	21,8
Экспериментальная группа, чел	4	12	15
Доля обучающихся, %	12,9	38,7	48,3

Как видно, доля оценок «4» и «5» в группе, в которой лабораторные занятия по применению полевых методов исследования инициаторов горения на месте пожара и выявления остатков горючей жидкости на предметах с места пожара с помощью газоанализаторов и применению знаний в области диагностики и идентификации инициаторов горения различной природы с помощью комплексных методик проходили, в том числе, с использованием виртуального тренажера, выше по сравнению с контрольной.

На основании полученных результатов можно сказать, что использование виртуального тренажера повышает эффективность формирования и развития навыков, необходимых для исследования при установлении непосредственной технической причины пожара. Это происходит благодаря тому, что тренажёр дополняет практические занятия виртуальным экспериментом. Он также обеспечивает обучающимся доступ к обширной базе виртуальных 3d моделей объектов исследования с остатками инициаторов горения и обучает правильному диагностированию с помощью лабораторных и полевых методов.

Применение в учебном процессе технологий виртуальной реальности позволяет ускорить процесс обучения специалистов в области расследования пожаров, способствует более глубокому погружению в виртуальную среду, приближенную к реальным условиям на месте пожара. Позволяет накапливать дополнительный дидактический материал и формировать дополнительный объем виртуальных моделей объектов для проведения исследований.

Таким образом, результаты проведенного эксперимента полностью подтвердили основную гипотезу исследования о том, что формирование профессиональных компетенций, обучающихся в области расследования пожаров будет более эффективным при использовании современных технологий виртуальной реальности на базе разработанного виртуального тренажера.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2023 году: информационно – аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2024. 110 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/Статистика/2023/sbornik-2023-pogary.pdf> (дата обращения 01.10.2024).
2. Пожаркова И.Н., Трояк Е.Ю., Слепов А.Н., Горбунов А.С. Разработка виртуального тренажера исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2022, №3. – С.48-54.
3. Назмутдинов Р.С., Богданов А.А., Лагунов А.Н. [и др.] Перспективы применения технологий виртуальной реальности в подготовке специалистов ГПС МЧС России // Мониторинг, моделирование

и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 октября 2018 года. – С.276-279.

4. Трояк Е.Ю. Применение виртуального тренажера для исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования / Трояк Е.Ю., Слепов А.Н. // Проблемы и перспективы развития IT- и VR-технологий в области комплексной безопасности: материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 26–27 октября 2023 года. – С.45-57.

5. Слепов А.Н., Пожаркова И.Н., Горбунов А.С., Трояк Е.Ю. 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; опублик. 21.11.2022.

6. Пожаркова И.Н., Слепов А.Н., Трояк Е.Ю., Горбунов А.С. Использование технологий виртуальной реальности для исследования признаков аварийных режимов работы электрических приборов и оборудования // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Красноярск, 21 октября 2022 года. – С. 117-121.

7. Слепов А.Н., Кукотенко А.В., Пожаркова И.Н., Трояк Е.Ю. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021680890 Российская Федерация. Программа осмотра места пожара и изучения очаговых признаков в виртуальной среде: № 2021680625: заявл. 16.12.2021; опублик. 16.12.2021.

8. Слепов А.Н. Перспективы применения 3D-моделирования в целях пожарно-технической экспертизы / Слепов А.Н., Иванов П.С. // Актуальные проблемы борьбы с преступностью: вопросы теории и практики: материалы XXIV международной научно-практической конференции, Красноярск, 08–09 апреля 2021 года. Том Часть 1. – Красноярск: Сибирский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2021. – С. 247-249.

9. Pozharkova I., Lagunov A., Slepov A. [et al.] Virtual reality technology application to increase efficiency of fire investigators' training // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – Vol. 1226. – С.295-303.

10. Пожаркова И.Н., Лагунов А.Н., Слепов А.Н. [и др.]Повышение эффективности подготовки дознавателей в области расследования пожаров с использованием технологий виртуальной реальности // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2019. – № 4(15). – С. 96-100.

References

1. Fires and fire safety in 2023: an information and analytical collection. Balashikha: Federal State Budgetary Institution VNIPO of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2024. 110 pp. [Electronic Resource].URL:<https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/Statistics/2023/sbornik-2023-pogary.pdf> (accessed 01.10.2024).

2. Pozharkova I.N., Troyak E.Yu., Slepov A.N., Gorbunov A.S. Development of a virtual simulator for the study of signs of emergency operation of electrical appliances and equipment // Scientific and analytical journal "Siberian Fire and Rescue Bulletin", 2022, №.3. – PP.48-54.

3. Nazmutdinov R.S., Bogdanov A.A., Lagunov A.N. [et al.] Prospects for the use of virtual reality technologies in the training of specialists of the Ministry of Emergency Situations of Russia // Monitoring, modeling and forecasting of natural hazards and emergencies : Collection of articles based on the materials of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference, Zheleznogorsk, October 26, 2018 year. – pp. 276-279.

4. Troyak E.Yu. The use of a virtual simulator to study signs of emergency modes of operation of electrical appliances and equipment / Troyak E.Yu., Slepov A.N. // Problems and prospects of development of IT and VR technologies in the field of integrated security: materials of the II All-Russian Scientific and practical conference, Yekaterinburg, October 26-27, 2023. – pp. 45-57.

5. Slepov A.N., Pozharkova I.N., Gorbunov A.S., Troyak E.Y. Certificate of state registration of the computer program №. 2022682160 Russian Federation. Virtual simulator for studying visual signs of emergency modes of operation of electrical appliances and equipment: №. 2022681131: application 11.11.2022; publ. 11.11.2022.

6. Pozharkova I.N., Slepov A.N., Troyak E.Y., Gorbunov A.S. Using virtual reality technologies to study signs of emergency modes of operation of electrical appliances and equipment // Monitoring, modeling and forecasting of natural hazards and emergencies : Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference, Krasnoyarsk, October 21 2022. – pp. 117-121.

7. Slepov A.N., Kukotenko A.V., Pozharkova I.N., Troyak E.Y. Certificate of state registration of the computer program №. 2021680890 Russian Federation. Program of fire site inspection and study of focal signs in a virtual environment: №. 2021680625: application. 12/16/2021: publ. 12/16/2021.

8. Slepov A.N. Prospects for the use of 3D modeling for fire-technical expertise / Slepov A.N., Ivanov P.S. // Actual problems of combating crime: issues of theory and practice: materials of the XIV international scientific and practical conference, Krasnoyarsk, 08-09 April 2021. Volume Part 1. – Krasnoyarsk: Siberian Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, 2021. – pp. 247-249.

9. Pozharkova I., Lagunov A., Slepov A. [et al.] Virtual reality technology application to increase efficiency of fire investigators' training // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – Vol. 1226. – PP. 295-303.

10. Pozharkova I.N., Lagunov A.N., Slepov A.N. [et al.] Improving the effectiveness of training interrogators in the field of fire investigation with using virtual reality technologies // Siberian Fire and Rescue Bulletin. – 2019. – № 4(15). – pp. 96-100.

Информация об авторах

Е.Ю. Трояк - кандидат педагогических наук

А.С. Горбунов - кандидат технических наук

Information about the author

E.Yu. Troyak - Ph.D. of Pedagogical Sciences

A.S. Gorbunov - Ph.D. of Engineering Sciences

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 24.10.2024, одобрена после рецензирования 10.11.2024, принята к публикации 25.11.2024.

The article was submitted 24.10.2024, approved after reviewing 10.11.2024, accepted for publication 25.11.2024.