

Применение цифровых технологий для подготовки курсантов в области пожаротушения

Цель исследования. Целью исследования является обоснование и разработка многофункционального тренажерного комплекса по подготовке курсантов к проведению аварийно-спасательных работ и пожаротушению посредством применения технологии виртуальной реальности. Актуальность и необходимость разработки тренажерного комплекса обусловлены профессиональной деятельностью пожарных, связанной с обеспечением защиты и спасения граждан и государства от пожаров и особенностями реализуемого образовательного процесса. Проблема эффективного формирования профессиональных компетенций в области пожаротушения обусловлена ограниченностью учебно-полигонной базы вузов, которая не позволяет выполнять подготовку на различных объектах жилого, социально-бытового, промышленного, транспортного и иных функциональных назначений, что требует замещения их виртуальными аналогами. Кроме того, ограниченный бюджет учебного времени и большое количество курсантов, проходящих обучение в вузе, у которых должны быть сформированы умения и навыки управления пожарно-спасательными подразделениями, организации тушения пожара и взаимодействия с другими экстренными службами, требуют внедрения цифровых технологий для повышения интенсификации учебного процесса и расширения его возможностей.

Материалы и методы. Для выполнения исследовательских задач применялись методы научно-педагогического исследования, которые включали анализ и синтез информационных сведений в области создания и применения цифровой виртуальной реальности для образовательных целей, деятельности пожарно-спасательных подразделений на пожарах и требований нормативных правовых актов к выполнению ими профессиональных задач. Для формирования методик подготовки пожарных в виртуальной реальности, воссоздающей профессиональную среду, применялись методы моделирования, контекстного, игрового и рефлексивного обучения.

Результаты. Исследование профессиональной деятельности пожарных, особенностей образовательного процесса, реализуемого в вузах МЧС России, позволило выявить недостатки в подготовке курсантов к деятельности в области организации и проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения.

По результатам исследования возможностей адаптации и применения цифровых образовательных технологий для повышения уровня профессиональных компетенций выпускников в области пожаротушения, предложено применение технологии виртуальной реальности, позволяющей моделировать профессиональную среду и организовывать в ней как индивидуальную, так и групповую практическую подготовку курсантов к выполнению профессиональных задач на различных объектах жилого, социально-бытового, промышленного, транспортного и иных функциональных назначений в условиях, имитирующих различные сценарии возникновения и развития пожаров. Для организации обучения курсантов разработаны совместно с ЗАО «Институт телекоммуникаций» (г. Санкт-Петербург, Россия) требования к спецификации и техническим характеристикам оборудования, проект учебного полигона для организации виртуального обучения, который реализован физически в Ивановской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы МЧС России, системное и прикладное программное обеспечение, базовые объекты, модели и сценарии распространения на них пожаров, система оценивания выполняемых обучаемыми задач.

Заключение. Результатом исследования является впервые созданный физический прототип многофункционального тренажерного комплекса по подготовке курсантов к проведению аварийно-спасательных работ и пожаротушения, на котором в течение 2021 года планируется провести этап опытной эксплуатации, расширить перечень объектов и сценариев развития пожаров и впоследствии его внедрить в образовательный процесс. Технологический и методический опыт полученный в процессе проектирования, внедрения и эксплуатации многофункционального тренажерного комплекса планируется распространить путем его масштабирования на другие вузы МЧС России, что позволит создать и унифицировать единую систему практической подготовки курсантов в области пожаротушения, посредством технологии виртуальной реальности.

Ключевые слова: многофункциональный тренажерный комплекс, виртуальная профессиональная среда, практическая подготовка курсантов в области пожаротушения.

Igor A. Malyj, Vladislav V. Bulgakov, Irina Yu. Sharabanova, Oleg I. Orlov

Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire-Fighting Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia

Interdisciplinary Distance Learning Workshop for IT Students

The purpose of the study. The purpose of research is to substantiate and develop a multifunctional training complex for preparing cadets to conduct emergency rescue operations and fire-fighting by the usage of virtual reality technology. The relevance and necessity of developing a training complex are due to the professional activities of fire-fighters, related to the protection and rescue of citizens and the state from fires and the peculiarities of the educational process being implemented. The problem of effective formation of professional competencies in the field of fire-fighting is caused by the limited training ground base of universities, which does not allow training at

various residential, social, industrial, transport and other functional facilities, that requires their replacement with virtual analogues. In addition, the limited budget of training time and a large number of cadets studying at the university, who must have the skills and abilities to manage fire and rescue units, organize fire extinguishing and interact with other emergency services, require the introduction of digital technologies to increase the intensification of the educational process and expand its capabilities.

Materials and methods. To perform research tasks, methods of scientific and pedagogical study were used, which included the

analysis and synthesis of information in the field of creating and applying digital virtual reality for educational purposes, the activities of fire and rescue units during fire-fighting and the requirements of regulatory legal acts for the performance of their professional tasks. Methods of modeling, contextual, game and reflexive training were used to form methods of preparing fire-fighters in virtual reality, recreating the professional environment.

Results. The research of the activities of professional fire-fighters, the peculiarities of the educational process implemented at the universities of EMERCOM of Russia has revealed deficiencies in the training of cadets for activities in the field of organizing and conducting rescue operations and fire-fighting. According to the investigation of the adaptation and usage of digital learning technologies to improve the professional competencies of graduates in the field of fire-fighting, the application of virtual reality technology was proposed that allows to simulate a professional environment and to organize it in both individual and group practical preparation of cadets to professional tasks on a variety of residential, social, industrial, transport and other functionalities in conditions of simulating various scenarios of the occurrence and development of fires. To organize the training of cadets, the requirements for the specification and technical characteristics

of the equipment, the project of the training ground for the organization of virtual learning (which was physically implemented at the Ivanovo Fire and Rescue Academy of State Fire-Fighting Service of EMERCOM of Russia), system and applied software, basic objects, models and scenarios of fire spreading on them, a system for evaluating the tasks performed by the trainees were developed in common with closed joint-stock company "Institute of Telecommunications" (St. Petersburg, Russia).

Conclusion. The result of the research is the first physical prototype of a multifunctional training complex to prepare cadets for emergency rescue operations and fire-fighting, where it is planned to conduct a pilot operation stage during 2021, expand the list of objects and scenarios for the development of fires and subsequently introduce it into the educational process. The technological and methodological experience gained in the process of designing, implementing and operating a multifunctional training complex is planned to be extended by scaling it to other universities of the EMERCOM of Russia, which will create and unify a single system of practical training of cadets in the field of fire-fighting, using virtual reality technology.

Keywords: multifunctional training complex, virtual professional environment, practical training of cadets in the field of fire-fighting.

Введение

Трансформация современного образования включает прежде всего широкое внедрение цифровых технологий в учебный процесс начиная от активного использования цифровых ресурсов Internet для поиска, обмена, размещения информации, коммуникации между участниками образовательного процесса и заканчивая применением новых цифровых технологий дополненной и виртуальной реальности. Обзор литературных источников в области исследования вопросов применения виртуальной реальности в учебном процессе показал на возрастающий интерес к этой цифровой образовательной технологии со стороны как зарубежных [1–7], так и отечественных исследователей [8–13]. Анализ публикационной активности авторов в научной электронной библиотеке «elibrary.ru», показал, что количество статей в журналах по запросам «виртуальное обучение» и «иммерсивное обучение» увеличилось в 2020 году в 1,6 раз по сравнению с 2015 годом, с 280 до 459 публикаций [14].

В работах [15–18] представлены примеры использования виртуальной реальности для

формирования практических умений и навыков управления сложными системами. В исследовании [19] виртуальная реальность рассматривается как действенный инструмент для формирования культуры и техники безопасности.

Применению виртуальной среды для подготовки к ликвидации пожаров и различных аварийных ситуаций посвящены работы отечественных авторов Мишенкова Е.А., Трофимова Н.Н., Тихонова М.М., Ахпанова Т.А и других [20–23], а также работы зарубежных исследователей [24–27].

Для организации виртуальной подготовки пожарных представляет интерес работа Горохова А.В. [28], в которой проведено исследование влияние виртуальной реальности на операторов подвижных объектов, на примере горнолыжников, позволяющей получить понимание о физиологических реакциях организма, связанных с активным перемещением в пространстве. В работе Машнюка А.Н. [29] представлена профессиональная среда «Живая шахта», разработанная для организации процессов обучения и тренировок горнодобывающего персонала в условиях виртуальной реальности, предназначенная для отработки правильных действий в услови-

ях опасных производственных ситуаций, связанных с пожарами и авариями. В исследованиях Ахпанова Т.А. и Садвакасова К.Ж. [20] представлены возможности применения современных средств компьютерного моделирования, которые позволяют отработать различные ситуации при пожаре на трехмерных моделях, улучшить умения и отработать профессиональные навыки без риска для жизни. В работе Grabowski А. и Jach К. [25] приведен пример применения виртуальной реальности в обучении зарубежных пожарных. Авторским коллективом во главе с Agias S. проведено исследование влияние степени реалистичности на поведенческие реакции человека, погруженного в виртуальную реальность, в которой реализуется сценарий развития пожара [30]. Авторами Narciso D., Melo M. и др. проведено экспериментальное исследование для оценки эффективности обучения пожарных в виртуальной среде при выполнении различных упражнений [26], в котором участниками исследования отмечен высокий уровень пространственного присутствия в виртуальной среде, умеренная реалистичность и погружение, а также выявлены преимущества, связанные со снижением затрат и рисков.

С целью формирования готовности пожарных к работе в непригодной для дыхания среды в работе, выполненной Ху Z. с коллективом авторов [27] представлен разработанный симулятор, в котором воссоздается процесс развития пожара и распространения дыма, что позволяет обучаемым научиться определять наиболее безопасный путь как для поиска пострадавших, так и для их эвакуации.

Результаты обзора литературы позволяют сделать вывод об активном формировании научной и методической базы для дальнейшего развития и внедрения технологии виртуальной реальности в образовательный процесс подготовки пожарных. Анализ учебного процесса, реализуемого в образовательных учреждениях Государственной противопожарной службы МЧС России, особенности профессиональной деятельности пожарных и имеющиеся разработки отечественных и зарубежных ученых в области создания и применения виртуальных образовательных технологий, позволяют сделать утверждение о возможности эффективного применения виртуальной реальности в практической подготовке курсантов к выполнению аварийно-спасательных работ и пожаротушению.

Для обоснования применения в образовательном процесс технологий виртуальной реальности применялись методы научно-педагогического исследования, которые на базе анализа и синтеза информационных данных в области построения иммерсивных образовательных сред позволили сформулировать необходимые требования к составу и спецификации технологического оборудования и программному обеспечению, которые должны воспроизвести в виртуальной реальности профессиональную среду, в которой курсанты смогут получать необходимые умения и навыки

управления пожарно-спасательным подразделением, организации аварийно-спасательных работ и тушения пожаров, взаимодействия с другими экстренными службами.

Для обоснования и разработки методики практической подготовки в виртуальной профессиональной среде, проведено исследование применяемых практик подготовки пожарных и деятельности пожарно-спасательных подразделений на пожарах, проведен анализ нормативной правовой базы в области пожаротушения, подобран базовый перечень объектов защиты, сформулированы требования к учебно-методическому содержанию практических занятий. Для формирования базового перечня объектов защиты применялись методы цифрового моделирования реальных объектов защиты различного функционального назначения и разрабатывались модели и различные сценарии развития пожаров на них. Посредством цифрового моделирования воспроизведены различные образцы современной пожарной техники, пожарно-технического и аварийно-спасательного оборудования, предназначенных для проведения аварийно-спасательных работ и ликвидации пожаров.

При формировании методики виртуального обучения применялись положения контекстного, игрового и рефлексивного обучения, направленные на повышение мотивации курсантов к освоению учебного материала.

Возможности применения цифровых технологий в образовательном процессе

Реализуемый учебный процесс в ведомственных образовательных учреждениях МЧС России должен обеспечивать высокую профессиональную готовность выпускников к выполнению аварийно-спасательных работ и пожаротушению на различных объектах с целью защиты и спасения граждан, защиты материальных ценностей и снижения материального ущерба. Подготовка курсантов к выполнению основных профессиональных задач носит комплексный и достаточно длительный характер, что обусловлено большим объемом учебного материала, который он должен освоить в процессе обучения в вузе. Для освоения раздела основной образовательной программы по специальности 20.05.01 пожарная безопасность, который формирует у обучаемых профессиональные компетенции в области пожаротушения, курсанты изучают комплекс дисциплин, которые реализуются в различных семестрах и включают широкую тематику, которую необходимо закреплять на практике посредством выполнения комплексных профессиональных задач в качестве начальника караула или руководителя тушением пожара.

Анализ отзывов на выпускников образовательных учреждений Государственной противопожарной службы МЧС России, проходящих дальнейшую службу в должностях начальника караула, показал на недостаточную их подготовленность к выполнению профессиональных задач по организации и ведению оперативно-тактических действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ [31].

В условиях имеющейся учебно-материальной базы вузов МЧС, ограниченного бюджета учебного времени и большого количества курсантов, проходящих одновременное обучение, организовать полноценную практическую подготовку в качестве начальника караула для каждого обучаемого весьма затруднительно. Это связано, во-первых, с широким перечнем профессиональных компетенций, которыми должен обладать начальник караула, профессио-

нальных задач по организации и ведению оперативно-тактических действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ [31].

нальная готовность которого в области пожаротушения должна включать сформированные умения и навыки управления пожарно-спасательным подразделением, организации и реализации тактики тушения пожара на объектах различного функционального назначения, взаимодействия с различными видами других экстренных служб для координирования совместных работ. Во-вторых, количество и функциональное разнообразие объектов защиты, которые призваны защищать и ликвидировать на них пожары сотрудники МЧС очень велико, что не позволяет их воспроизвести на территориях учебно-полигонной базы вузов МЧС для проведения на них практических занятий. Решение этой учебно-материальной проблемы лежит в плоскости трансформации традиционного учебного процесса, посредством внедрения цифровых технологий, которые на современном этапе развития, позволяют частично замещать в виртуальной среде реальную учебно-материальную базу и повышать эффективность учебного процесса за счет его интенсификации.

Применение сред виртуальной реальности для организации практической подготовки, реализуемой посредством игровых подходов, может улучшить методы обучения и тренировки пожарных, что обусловлено активным развитием программных и аппаратных инструментов для реализации этой технологии. Потенциал предлагаемой технологии позволяет обучаемым погружаемым в виртуальную реальность становиться активными участниками реализуемых процессов, что позволяет в свою очередь разрабатывать новые парадигмы обучения [32]. Например, исследования в работе [33] показали на существенно высокий уровень ощущений и восприятия игрового контента в иммерсивном режиме игры, реализованным посредством

виртуальной реальности, по сравнению с традиционным настольным игровым режимом. Кроме того, статистических различий между иммерсивным и неиммерсивным режимами в отношении удобства использования и производительности не выявлено.

Результатом проведенного исследования, направленного на обоснование применения технологии виртуальной реальности для подготовки пожарных, были определены концепция и подходы к разработке многофункционального тренажерного комплекса, предназначенного для формирования профессиональной готовности выпускников к проведению аварийно-спасательных работ и пожаротушения. Многофункциональный виртуальный тренажерный комплекс физически реализован в Ивановской пожарно-спасательной академии Государственной противопожарной службы МЧС России (далее – академия) и представляет собой комплекс технического оборудования и специального программного обеспечения, размещенного в отдельном помещении размером 17,1 x 11,4 м, разделенного на 2 основные функциональные зоны:

– зона № 1 для организации подготовки, смешанного обучения, наблюдения и контроля;

– зона № 2 для виртуального погружения в профессиональную среду.

В зоне №1 размещены автоматизированные рабочие места руководителя занятием (модератора), автоматизированные рабочие места должностных лиц, рабочие места модуля коллективного пользования, предназначенные для работы обучающихся в качестве должностного лица на пожаре, инспектора государственного пожарного надзора, эксперта и исполнения других функциональных ролей в зависимости от сценария обучения. Для визуализации ра-

боты пожарных в виртуальной профессиональной среде в зоне №1 размещен проектор с широкоформатным экраном размером 2,97 x 5,16 м и комплект средств имитации акустической обстановки, которые позволяют в реальном режиме времени наблюдать за ходом выполнения учебных задач курсантами, находящимися в виртуальной реальности.

В зоне №2 размещены индивидуальные модули виртуальной реальности (VR-терминалы) в количестве 12 шт., которые предназначены для погружения обучающихся в виртуальную профессиональную среду и взаимодействия с ней.

Для реализации профессиональной подготовки в виртуальной реальности созданы базовые объекты, имитирующие здания и сооружения жилого, социально-бытового, производственного и иных назначений. Адаптированы имеющиеся математические модели, имитирующие возникновение и развитие пожаров на этих объектах, позволяющие реализовывать широкий перечень сценариев развития пожарной обстановки. Принятые математические модели позволяют достоверно представить динамику распространения пожара, что способствует адекватному формированию опыта принятия решений для эффективного выполнения аварийно-спасательных работ и пожаротушения.

С учетом реализуемых сценариев развития пожаров курсанты за счет VR-терминалов, состоящих из динамической платформы виртуальной реальности, шлема виртуальной реальности, блока вычислительных средств и специального программного обеспечения, взаимодействуют с виртуальным пространством с целью выполнения профессиональных задач. Применяемые технические устройства и специальное программное обеспечение позволяет обу-

чающимся с достаточной степенью достоверности погружаться в профессиональную среду, взаимодействовать в виртуальной среде с объектами пожарной техники, строительными элементами зданий и сооружений, интеллектуальными агентами (ботами), выполнять профессиональные задачи в различных условиях климата, времени суток и года.

По сравнению с традиционной формой подготовки, основанной на принципах «слушай и наблюдай», технология виртуальной реальности позволяет реализовывать обучение на собственном опыте, который может эффективно формироваться в условиях имеющейся возможности многократного прохождения различных производственных ситуаций на объектах различного функционального назначения, все разнообразие которых воспроизвести на реальной учебно-полигонной базе, имеющей ограничение по своим размерам и площади не представляется возможным.

Одной из основных задач практической подготовки является формирование навыков взаимодействия обучаемых для решения профессиональных задач. Такое взаимодействие обеспечивается непосредственно в виртуальной среде посредством визуального и голосового контакта, который включает в том числе применение радиостанций для связи с различными должностными лицами, являющимися участниками тушения пожара и находящимися вне зоны видимости. Курсант, выступающего в роли начальника караула и выполняющий задачи руководителя тушением пожара получает навыки как взаимодействия, так и управления пожарно-спасательным подразделением, посредством отдачи команд и контроля их выполнения.

Виртуальная реальность позволяет организовать на высо-

ком уровне тактическую подготовку курсантов в области пожаротушения, на базе имеющихся знаний, полученных при освоении дисциплин основной образовательной программы по специальности 20.05.01 пожарная безопасность, к которым относятся: планирование и организация тушения пожаров; организация и ведение аварийно-спасательных работ; пожарная тактика. Эффективность тактической подготовки обусловлена широким перечнем виртуальных объектов и сценариев развития на них пожаров, наличием выбора в виртуальной среде пожарной техники, пожарно-технического и аварийно-спасательного оборудования и возможности их активного применения для локализации и ликвидации пожаров. Применение полученных знаний в условиях реализации различных виртуальных сценариев развития пожара, позволяющих выбирать разные пути для решения профессиональных задач, формируют у обучаемых тактическое мышление, которое в условиях реального пожара позволит применить правильный алгоритм работы для успешного выполнения боевой задачи.

Кроме того, подготовка в виртуальной среде направлена на формирование навыков ориентирования и передвижения в зданиях и сооружениях, имеющих различную планировку, в том числе в сложных условиях, например, связанных с недостаточной видимостью при задымлении. Исследования, проведенные в работе [34] показали, что виртуальная подготовка пожарных в области навигации способствует выполнению ими спасательных операций быстрее и точнее, по сравнению с теми, кто не обучался.

Заключение

В исследовании обоснована востребованность и необходимость внедрения в образова-

тельный процесс подготовки пожарных виртуальных тренажерных комплексов. Современное развитие цифровых образовательных технологий, предоставляет широкие возможности для формирования виртуальной профессиональной среды для организации в ней подготовки и контроля ее результатов, что позволяет расширить перечень получаемых компетенций и повысить качество их освоения.

Для реализации практической подготовки курсантов образовательных учреждений Государственной противопожарной службы МЧС России в виртуальной профессиональной среде, разработан и представлен многофункциональный тренажерный комплекс, технические характеристики которого и методики обучения позволяют формировать профессиональные компетенции в области организации и проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения.

В качестве основных преимуществ внедрения виртуальных образовательных технологий в образовательный процесс вузов Государственной противопожарной службы МЧС России является создание возможности проигрывания сценариев развития и ликвидации пожаров неограниченное количество раз, формируя наиболее верный алгоритм действий в данных условиях и закрепляя полученные умения и навыки, как управления пожарно-спасательным подразделением, так и организацией взаимодействия с другими экстренными службами, принимающими участие в ликвидации пожара.

В качестве перспектив дальнейшей работы отмечается необходимость исследований, направленных на совершенствование методик подготовки, способствующих повышению эффективности передачи навыков из виртуальной реальности в сценарии реальной жизни.

Литература

1. Çakiroğlu Ü., Gökoğlu S. Development of fire safety behavioral skills via virtual reality // *Computers and Education*. 2019. Т. 133. С. 56–68. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.01.014.
2. Elmqaddem N. Augmented Reality and Virtual Reality in education. Myth or reality? // *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2019. Т. 14. № 3. С. 234–242. DOI: 10.3991/ijet.v14i03.9289.
3. Gudoniene D., Rutkauskiene D. Virtual and augmented reality in education // *Baltic Journal of Modern Computing*. 2019. Т. 7. № 2. С. 293–300. DOI: 10.22364/bjmc.2019.7.2.07.
4. Halabi O. Immersive virtual reality to enforce teaching in engineering education // *Multimedia Tools and Applications*. 2020. Т. 79. № 3–4. С. 2987–3004. DOI: 10.1007/s11042-019-08214-8.
5. Kamińska D., Sapiński T., Wiak S. et al. Virtual reality and its applications in education: Survey // *Information (Switzerland)*. 2019. Т. 10. № 10. С. 318. DOI: 10.3390/info10100318.
6. Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*. 2020. Т. 147. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103778.
7. Vacková M., Lošonczi C., Drotárová J., Kováčová L. The Use of Virtual Reality Resources to Increase Safety in the Training of Fire and Rescue Corps Units. *Security Dimensions*. 2018. Т. 27. № 27. С. 126–138. DOI: 10.5604/01.3001.0013.0294.
8. Бородин С.Г., Шихнабиева Т.Ш. Совершенствование профессиональной подготовки будущих операторов сложных технических систем с использованием тренажерных комплексов на принципах виртуальной реальности // *Педагогическая информатика*. 2020. № 1. С. 85–95.
9. Еременко Ю. А., Залата О. А. Психологические подходы к проектированию образовательного контента в иммерсивной среде // *Вопросы образования*. 2020. № 4. С. 207–231.
10. Курейчик В.В., Лежебоков А.А., Пашенко С.В. Новый подход к виртуальному обучению // *Открытое образование*. 2014. № 3(104). С. 4–9.
11. Нуртдинова Л.Р., Гуреев М.В., Крутская С.В. Принципы проектирования виртуальных сред в образовательном пространстве и психологические особенности их восприятия обучающимися // *Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Психолого-педагогические науки*. 2018. № 1(37). С. 123–130.
12. Сосунов В.Г., Николаев Н.В., Старцев Д.Ю., Индюхов К.А. Применение виртуальных тактических тренажеров для подготовки сотрудников контртеррористических подразделений // *Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму*. 2018. № 1–2. С. 66–72.
13. Шевченко Г.И., Кочкин Д.А. Теоретические и прикладные аспекты использования технологий виртуальной реальности в высшей школе // *Стандарты и мониторинг в образовании*. 2019. Т. 7. № 4. С. 32–38.
14. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электрон. ресурс] // Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/querybox.asp>. (Дата обращения: 20.01.2021).
15. Ахмадеев Ф.И., Петров М.Ю., Иванова Т.Н., Сафронов С.И. Инновационная виртуальная автоматизированная система обучения «Бурение нефтяных и газовых скважин»: возможности и перспективы в высшем образовании и на производстве // *Нефть. Газ. Новации*. 2018. № 8. С. 79–80.
16. Бородин С.Г., Шихнабиева Т.Ш. Совершенствование профессиональной подготовки будущих операторов сложных технических систем с использованием тренажерных комплексов на принципах виртуальной реальности // *Педагогическая информатика*. 2020. № 1. С. 85–95.
17. Волкова М.М., Манурова Р.А., Шайдуллина Д.Н. Применение виртуальных тренажеров для обучения специалистов нефтегазовой отрасли // *Вестник Технологического университета*. 2019. Т. 22. № 4. С. 115–121.
18. Pérez L., Díez E., Usamentiaga R., García D.F. Industrial robot control and operator training using virtual reality interfaces // *Computers in Industry*. 2019. Т. 109. С. 114–120. (DOI: 10.1016/j.compind.2019.05.001).
19. Татаренков Д.А., Рогозинский Г.Г., Малыгин И.Г., Богданов А.В. Применение киберфизических систем для обучения технике безопасности персонала в среде виртуальной реальности на основе синтеза ракурсов в задаче построения морского бортового тренажера // *Морские интеллектуальные технологии*. 2020. № 4(50). С. 209–213.
20. Ахпанов Т.А., Садвакасова К.Ж. Средства разработки обучающих тренажерных комплексов и моделирование критических ситуаций // *Актуальные научные исследования в современном мире*. 2019. № 4–7(48). С. 112–118.
21. Мишенков Е.А., Малышев А.А., Кулагин А.В., Сагун Д.Ю. Подход к моделированию нештатных ситуаций с использованием виртуального тренажера для обучения персонала // *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2019. № 4 (16). С. 99–110.
22. Тихонов М.М., Бордак С.С., Любимая Е.Н., Рябцев В.Н. Виртуальная среда как средство обучения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций //

Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2018. Т. 2. № 1. С. 101–110.

23. Трофимова Н.Н. Инновационные способы иммерсивного обучения работников предприятий с использованием технологий виртуальной реальности: зарубежный опыт // Актуальные проблемы экономики и управления. 2020. № 4 (28). С. 143–147.

24. Cha M., Han S., Lee J., Choi B. A virtual reality based fire training simulator integrated with fire dynamics data // Fire Safety Journal. 2012. Т. 50. С. 12–24. DOI: 10.1016/j.firesaf.2012.01.004.

25. Grabowski A., Jach K. The use of virtual reality in the training of professionals: with the example of firefighters // Computer Animation and Virtual Worlds. 2020. DOI: 10.1002/cav.1981.

26. Narciso D., Melo M., Raposo J. V., Cunha J., Bessa M. Virtual reality in training: an experimental study with firefighters // Multimedia Tools and Applications. 2020. Т. 79. № 9–10. С. 6227–6245. DOI: 10.1007/s11042-019-08323-4.

27. Xu Z., Lu X. Z., Guan H., Chen C., Ren A.Z. A virtual reality based fire training simulator with smoke hazard assessment capacity // Advances in Engineering Software. 2014. Т. 68. С. 1–8. DOI: 10.1016/j.advensoft.2013.10.004.

28. Горохов А.В., Петухов И.В., Стешина Л. А. Применение систем виртуальной реальности в задачах обучения операторов подвижных объектов // Новые информационные технологии в образовании и науке. 2019. № 2. С. 60–65.

29. Машнюк А.Н., Михайлов В.И., Седельников Г.Е., Голубев С.С. Формирование навыков безопасных действий у работников с использованием технологий виртуальной реальности // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № S49. С. 362–374.

30. Arias S., Wahlqvist J., Nilsson D., Ronchi E., Frantzich H. Pursuing behavioral realism in Virtual Reality for fire evacuation research // Fire and Materials. 2020. DOI: 10.1002/fam.2922.

31. Булгаков В.В., Самойлов Д.Б., Маслов А.В. Мониторинг качества подготовки выпускников ведомственных образовательных организаций МЧС России // Проблемы современного образования. 2019. № 2. С. 162–174.

32. Checa D., Bustillo A. A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training // Multimedia Tools and Applications. 2020. Т. 79. № 9–10. С. 5501–5527. DOI: 10.1007/s11042-019-08348-9.

33. Pallavicini F., Pepe A., Minissi M.E. Gaming in Virtual Reality: What Changes in Terms of Usability, Emotional Response and Sense of Presence Compared to Non-Immersive Video Games? // Simulation and Gaming. 2019. Т. 50. № 2. С. 136–159. DOI: 10.1177/1046878119831420.

34. Bliss J.C., Tidwell C.D., Guest M.A. The effectiveness of virtual reality for administering spatial navigation training to firefighters // Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 1997. Т. 6. № 1. С. 73–86. DOI: 10.1162/pres.1997.6.1.73.

References

1. Çakiroğlu Ü., Gökoğlu S. Development of fire safety behavioral skills via virtual reality. Computers and Education. 2019; 133: 56-68. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.01.014.

2. Elmqaddem N. Augmented Reality and Virtual Reality in education. Myth or reality?. International Journal of Emerging Technologies in Learning. 2019; 14; 3: 234-242. DOI: 10.3991/ijet.v14i03.9289.

3. Gudoniene D., Rutkauskiene D. Virtual and augmented reality in education. Baltic Journal of Modern Computing. 2019; 7; 2: 293-300. DOI: 10.22364/bjmc.2019.7.2.07.

4. Halabi O. Immersive virtual reality to enforce teaching in engineering education. Multimedia Tools and Applications. 2020; 79; 3-4: 2987-3004. DOI: 10.1007/s11042-019-08214-8.

5. Kamińska D., Sapiński T., Wiak S. et al. Virtual reality and its applications in education: Survey. Information (Switzerland). 2019; 10; 10: 318. DOI: 10.3390/info10100318.

6. Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agen-

da. Computers and Education. 2020; 147. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.103778.

7. Vacková M., Lošonczi C., Drotárová J., Kováčová L. The Use of Virtual Reality Resources to Increase Safety in the Training of Fire and Rescue Corps Units. Security Dimensions. 2018; 27; 27: 126-138. DOI: 10.5604/01.3001.0013.0294.

8. Borodin S.G., Shikhnabiyeva T.Sh. Improving the professional training of future operators of complex technical systems using training complexes based on the principles of virtual reality. Pedagogicheskaya informatika = Pedagogical informatics. 2020; 1: 85-95. (In Russ.)

9. Yeremenko Yu.A., Zalata O.A. Psychophysiological approaches to the design of educational content in an immersive environment. Voprosy obrazovaniya = Education Issues. 2020; 4: 207-231. (In Russ.)

10. Kureychik V.V., Lezhebokov A.A., Pashchenko S.V. A new approach to virtual learning. Otkrytoye obrazovaniye = Open education. 2014; 3(104): 4-9. (In Russ.)

11. Nurtdinova L.R., Gureyev M.V., Krutskaya S.V. Principles of designing virtual environments in the educational space and psychological characteristics of their perception by students. Vest-

- nik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Psikhologo-pedagogicheskiye nauki = Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Psychological and pedagogical sciences. 2018; 1(37): 123-130. (In Russ.)
12. Sosunov V.G., Nikolayev N.V., Startsev D. Yu., Indyukhov K.A. Application of virtual tactical simulators for training employees of counter-terrorist units. *Voprosy obronnoy tekhniki. Seriya 16: Tekhnicheskiye sredstva protivodeystviya terrorizmu = Questions of defense technology. Series 16: Technical means of countering terrorism.* 2018; 1-2: 66-72. (In Russ.)
13. Shevchenko G.I., Kochkin D.A. Theoretical and applied aspects of using virtual reality technologies in higher education. *Standarty i monitoring v obrazovanii = Standards and monitoring in education.* 2019; 7; 4: 32-38. (In Russ.)
14. Nauchnaya elektronnaya biblioteka eLIBRARY.RU = Scientific electronic library eLIBRARY.RU [Internet]. Available from: <https://www.elibrary.ru/querybox.asp>. (cited 20.01.2021). (In Russ.)
15. Akhmadeyev F.I., Petrov M.Yu., Ivanova T.N., Safronov S.I. Innovative virtual automated training system "Drilling oil and gas wells": opportunities and prospects in higher education and production. *Neft'. Gaz. Novatsii = Oil. Gas. Innovations.* 2018; 8:79-80. (In Russ.)
16. Borodin S.G., Shikhnabiyeva T.Sh. Improving the professional training of future operators of complex technical systems using training complexes based on the principles of virtual reality. *Pedagogicheskaya informatika = Pedagogical informatics.* 2020; 1: 85-95. (In Russ.)
17. Volkova M.M., Manurova R.A., Shaydullina D.N. Application of virtual simulators for training specialists in the oil and gas industry. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Technological University.* 2019; 22; 4: 115-121. (In Russ.)
18. Pérez L., Díez E., Usamentiaga R., García D.F. Industrial robot control and operator training using virtual reality interfaces. *Computers in Industry.* 2019. T. 109. S. 114-120. (DOI: 10.1016/j.compind.2019.05.001).
19. Tatarenkov D.A., Rogozinskiy G.G., Malygin I.G., Bogdanov A.V. Application of cyber-physical systems for training personnel safety in a virtual reality environment based on the synthesis of angles in the task of building a marine on-board simulator. *Morskiye intellektual'nyye tekhnologii = intelligent technologies.* 2020; 4(50): 209-213. (In Russ.)
20. Akhpanov T.A., Sadvakasova K.Zh. Development tools for training simulators and modeling of critical situations. *Aktual'nyye nauchnyye issledovaniya v sovremennom mire = Actual research in the modern world.* 2019; 4-7(48): 112-118. (In Russ.)
21. Mishenkov Ye.A., Malyshev A.A., Kulagin AV., Sagun D.Yu. An approach to modeling emergency situations using a virtual simulator for personnel training. *Informatsionnyye i matematicheskiye tekhnologii v nauke i upravlenii = Information and Mathematical Technologies in Science and Management.* 2019; 4(16): 99-110. (In Russ.)
22. Tikhonov M.M., Bordak S.S., Lyubivaya Ye.N., Ryabtsev V.N. Virtual environment as a means of teaching in the field of protecting the population and territories from emergencies. *Vestnik Universiteta grazhdanskoy zashchity MCHS Belarusi = Bulletin of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergencies of Belarus.* 2018; 2; 1: 101-110. (In Russ.)
23. Trofimova N.N. Innovative methods of immersive training of enterprise workers using virtual reality technologies: foreign experience. *Aktual'nyye problemy ekonomiki i upravleniya = Actual problems of economics and management.* 2020; 4(28): 143-147. (In Russ.)
24. Cha M., Han S., Lee J., Choi B. A virtual reality based fire training simulator integrated with fire dynamics data. *Fire Safety Journal.* 2012; 50: 12-24. DOI: 10.1016/j.firesaf.2012.01.004.
25. Grabowski A., Jach K. The use of virtual reality in the training of professionals: with the example of firefighters. *Computer Animation and Virtual Worlds.* 2020. DOI: 10.1002/cav.1981.
26. Narciso D., Melo M., Raposo J.V., Cunha J., Bessa M. Virtual reality in training: an experimental study with firefighters. *Multimedia Tools and Applications.* 2020; 79; 9-10: 6227-6245. DOI: 10.1007/s11042-019-08323-4.
27. Xu Z., Lu X.Z., Guan H., Chen C., Ren A.Z. A virtual reality based fire training simulator with smoke hazard assessment capacity. *Advances in Engineering Software.* 2014; 68: 1-8. DOI: 10.1016/j.advengsoft.2013.10.004.
28. Gorokhov A.V., Petukhov I.V., Steshina L.A. Application of virtual reality systems in training tasks for operators of mobile objects. *Novyye informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii i nauke = New information technologies in education and science.* 2019; 2: 60-65. (In Russ.)
29. Mashnyuk A.N., Mikhaylov V.I., Sedel'nikov G.Ye., Golubev S.S. Formation of skills of safe actions among workers using virtual reality technologies. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhnicheskiy zhurnal) = Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal).* 2018; S49: 362-374. (In Russ.)
30. Arias S., Wahlqvist J., Nilsson D., Ronchi E., Frantzich H. Pursuing behavioral realism in Virtual Reality for fire evacuation research. *Fire and Materials.* 2020. DOI: 10.1002/fam.2922.
31. Bulgakov V.V., Samoylov D.B., Maslov A.V. Monitoring the quality of training of graduates of departmental educational organizations of the EMERCOM of Russia. *Problemy sovremennogo*

obrazovaniya = Problems of modern education. 2019; 2: 162-174. (In Russ.)

32. Checa D., Bustillo A. A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*. 2020; 79: 9-10: 5501-5527. DOI: 10.1007/s11042-019-08348-9.

33. Pallavicini F., Pepe A., Minissi M.E. Gaming in Virtual Reality: What Changes in Terms of

Usability, Emotional Response and Sense of Presence Compared to Non-Immersive Video Games? *Simulation and Gaming*. 2019; 50; 2: 136-159. DOI: 10.1177/1046878119831420.

34. Bliss J. C., Tidwell C. D., Guest M. A. The effectiveness of virtual reality for administering spatial navigation training to firefighters. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 1997; 6; 1: 73-86. DOI: 10.1162/pres.1997.6.1.73.

Сведения об авторах

Игорь Александрович Малый

*К.т.н., доцент,
начальник академии*

*Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, Иваново, Россия
Эл. почта: edufire@mail.ru*

Владислав Васильевич Булгаков

*К.т.н., доцент, заместитель начальника
академии – начальник института
профессиональной подготовки*

*Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, Иваново, Россия
Эл. почта: vbulgakov@rambler.ru*

Ирина Юрьевна Шарбанова

*К.т.н., доцент, заместитель начальника
академии по научной работе*

*Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, Иваново, Россия
Эл. почта: sharabanova@bk.ru*

Олег Иванович Орлов

*К.т.н., начальник научно-технического отдела
Ивановская пожарно-спасательная академия*

*ГПС МЧС России,
Иваново, Россия
Эл. почта: orlov.iigps@gmail.com*

Information about the authors

Igor A. Malyj

*Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
Head of the Academy*

*Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting
Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia
E-mail: edufire@mail.ru*

Vladislav V. Bulgakov

*Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, deputy
head of the Academy – head of the Institute of
professional training*

*Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting
Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia
E-mail: vbulgakov@rambler.ru*

Irina YU Sharabanova

*Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, deputy
head of the Academy for scientific work*

*Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting
Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia
E-mail: sharabanova@bk.ru*

Oleg I. Orlov

*Cand. Sci. (Engineering), Head of scientific-technical
Department*

*Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting
Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia
E-mail: orlov.iigps@gmail.com*