

УДК 004.946

DOI 10.46960/2658-6754_2021_3_95

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОРМАТОВ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ ПОСРЕДСТВОМ ИМИТАЦИОННОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Е.Л. Рыжова

Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I
Санкт-Петербург, Россия

ORCID: 0000-0001-7984-2558 e-mail: elena-astanovskaja@rambler.ru

Показаны возможности использования технологий дополненной и виртуальной реальности при подготовке кадров по электротехническим специальностям. Технологии дополненной и виртуальной реальности в сочетании с традиционными методами обучения в сфере образования позволяют предоставить обучающимся непосредственный, а не теоретический опыт, уменьшая влияние искажений, мешающих восприятию информации. Цель исследования – обосновать реализацию мероприятий по внедрению интеграции технологий дополненной и виртуальной реальности при подготовке кадров по электротехническим специальностям, показать важность вопроса инноваций в коммуникации и использования инновационных технических средств, позволяющих наиболее эффективно передавать информацию целевой группе, привлекая внимание и получая обратную связь. Определены основные закономерности и отмечены наиболее важные меры по использованию новейших технических устройств, программного обеспечения и технологий, с помощью которых осуществляется инновационная коммуникация при помощи имитационного компьютерного моделирования компонентов электротехнических комплексов и систем. Применение технологий дополненной и виртуальной реальности как средства инновационной коммуникации с использованием имитационного компьютерного моделирования компонентов электротехнических комплексов и систем предполагает широкий спектр коммуникативных приемов и методов, что позволяет говорить о больших возможностях взаимодействия обучающихся с помощью этих технологий.

Ключевые слова: виртуальная реальность, иммерсивное обучение, имитационное компьютерное моделирование, инновационные коммуникации, информационные технологии, подготовка специалистов, VR-технологии.

Для цитирования: Рыжова, Е.Л. Использование форматов виртуальной реальности при подготовке кадров для электроэнергетической отрасли посредством имитационного компьютерного моделирования // Интеллектуальная электротехника. 2021. № 3. С. 95-106. DOI: 10.46960/2658-6754_2021_3_95

THE USE OF VIRTUAL REALITY FORMATS IN TRAINING OF PERSONNEL FOR ELECTRIC POWER INDUSTRY THROUGH COMPUTER SIMULATION

E.L. Ryzhova

Petersburg state University of Railways of Emperor Alexander I
Saint Petersburg, Russian Federation

ORCID: 0000-0001-7984-2558 e-mail: elena-astanovskaja@rambler.ru

Abstract. For employees in the electric power industry, a technical mindset is necessary in order to conduct multi-stage mathematical calculations and analyze graphic materials in the form of diagrams and graphs. The qualification of engineers who manage technological processes directly affects the safety of production and cannot completely exclude the human factor. The augmented reality technology allows minimizing or eliminating the influence of the human factor. This article shows the possibilities of using augmented and virtual reality technologies in training of personnel in electrical engineering. Augmented and virtual reality technologies, combined with traditional teaching methods in education, can provide students with a direct, rather than theoretical experience, reducing the impact of distortions that interfere with the perception of information, and explaining phenomena and objects that are difficult to understand. The aim of the study is to justify the implementation of measures to introduce the integration of augmented and virtual reality technologies in the training of personnel in electrical engineering, to show the importance of the issue of innovations in communication and the use of innovative technical means that allow the most effective transmission of information to the target group, attracting attention and receiving feedback. The main regularities are determined and the most important measures for the use of the latest technical devices, software and technologies are identified, with the help of which innovative communication is carried out using simulation computer modeling of components of electrical complexes and systems. The use of augmented and virtual reality technologies as a means of innovative communication with the use of computer simulation of components of electrical complexes and systems involves a wide range of communication techniques and methods, which makes it possible to talk about great opportunities for student interaction with the help of these technologies.

Keywords: computer simulation, immersive learning, information technologies, innovative communications, training of specialists, virtual reality, VR technologies.

For citation: Ryzhova E.L. “The use of virtual reality formats in training of personnel for electric power industry through computer simulation”, *Smart Electrical Engineering*, no. 3, pp. 95-106, 2021. DOI: 10.46960/2658-6754_2021_3_95

I. Введение

Как показывают исследования, творческий характер труда в условиях современного производства проявляется в наибольшей мере в электротехнической промышленности, в том числе, в областях, связанных с про-

ектированием электротехнических комплексов и систем, а также силовой электроники. Внедрение в производство новых орудий труда, расширение и ввод новых средств механизации и автоматизации производства требуют высокой электротехнической вооруженности. Насыщение производства сложной техникой, внедрение новой технологии труда без повышения технического уровня специалистов, обслуживающих эту технику, не будут достаточно эффективны. Поэтому важное значение приобретает развитие творческой активности обучающихся, в частности, электротехнического профиля. Необходимо совершенствование форм и методов преподавания, которые должны быть направлены на развитие творческого мышления студентов, выработку у них умения практически использовать знания, полученные в процессе обучения. Выпускники вузов оказываются неспособными к инновациям в силу следующих проблем:

- в большинстве случаев у студентов отсутствует возможность индивидуализировать свое образовательное направление;
- значительная часть применяющихся в обучении технологий оказывается устаревшими по сравнению с теми, которые выпускник вуза видит на рынке.

Особое место в разработке отдельных вопросов методики преподавания электротехники занимают исследования по анализу опыта внедрения в процесс обучения технологий виртуальной реальности (*virtual reality* – *VR*). Представляется целесообразным в процессе подготовки кадров для электроэнергетической отрасли моделировать обучающимся ситуации, сопряженные с самостоятельным изучением некоторых вопросов дисциплины с последующим разбором и анализом полученной информации. Предполагается, что применение *VR*-технологий при формировании системы электротехнических знаний и умений наиболее интенсивно воздействует на творческую активность студентов, развитие способности к анализу, обобщению, синтезу электротехнических навыков с процессуальной стороной их получения. Для решения задачи перехода на инновационные механизмы современный инженер должен обладать широтой профессионального кругозора; для этого студенты должны не только знать новейшие мировые тенденции в своей профессиональной сфере, но и учиться находить применение им в своей будущей профессиональной деятельности [1].

В настоящее время большинство *AR* (*augmented reality* – дополненная реальность) и *VR* используются для создания графических презентаций без сложных информационных компонентов. Тем не менее, есть очень качественные технические решения – программное обеспечение, технические устройства, реализующие технологии дополненной и виртуальной реальности. Эксперты в области *VR*-технологий дают положительный прогноз развития технологий дополненной и виртуальной реальности в целом,

а также все более широкого их использования в сфере подготовки специалистов по электроэнергетическим специальностям [2].

II. Материалы и методы

Технологии виртуальной реальности (технологии *VR*) – это компьютерная система, используемая для создания искусственного мира, пользователь которого чувствует себя как в реальном мире, может в нем управлять и манипулировать его объектами [3]. Сама концепция дополненной реальности довольно проста и понятна. В очках виртуальной реальности проецируется подробная и запрограммированная реальность, внутри которой объекты подчиняются всем существующим законам физики [4, 5]. Самым впечатляющим результатом новых информационных технологий является способность человека, попавшего в виртуальный мир, действовать независимо – участвовать в действии не только в обычном пространстве, но и в совершенно реальном мире с точки зрения взгляда на человеческое восприятие.

Большинство «инновационных» современных учебных материалов и пособий не имеют визуальных улучшений или интерактивных функций, что заставляет учащихся скучать. Если при этом преподаватель не может интересно и необычно преподнести материал, обучающимся сложно погрузиться в учебный процесс: они не воспринимают информацию или не хотят чему-либо учиться. В зависимости от особенностей восприятия одним обучающимся привычнее и проще воспринимать текст «с листа». Тем, кому легче усваивать мультимедийный формат, технологии *VR* помогут сделать образовательный процесс действительно самым интересным и возбуждающим [6, 7].

Было предпринято множество попыток разработать различные учебные пособия и средства в сфере образования, с помощью которых человек мог получить представление о псевдореальности определенной искусственно созданной среды, в том числе, в сфере подготовки кадров для электроэнергетической отрасли – различные тренажеры для решения конкретных практических задач. Благодаря этим новым средствам обучения, эффективность подготовки специалистов техобслуживания электротехники и электроники различного уровня сложности повысилась, и, таким образом, тренажеры получили признание и доказали свою эффективность. При этом были выявлены и недостатки применения тренажеров, а именно: высокая стоимость оборудования тренажера и его большие габариты, необходимость постоянного контроля работоспособности программы и сопряженного оборудования, невозможность получения максимального эффекта имитации процессов при их моделировании [8, 9].

При анализе существующих форм подготовки специалистов, обслуживающих новейшие модели электрооборудования и имитирующих различные процессы и практические задачи, были выявлены причины ак-

тивного внедрения новых инновационных коммуникаций с использованием технологий дополненной и виртуальной реальности: усиление конкуренции, снижение эффективности традиционных технологий, коммуникативных методов, избирательное восприятие информационных сообщений целевыми группами [10]. В целях повышения эффективности обучения VR-технологии используются в программах современных информационных технологий иммерсивного обучения (*immersive education*), в которых процесс обучения происходит в виртуальных мирах и симуляторах.

Отметим следующие преимущества иммерсивного подхода.

1. Обучающийся не смотрит на изображение на экране, находясь в виртуальном пространстве, а непосредственно присутствует в *VR*.
2. То, что нельзя или чрезвычайно сложно отследить в реальном мире: объекты и процессы, виртуальное пространство делает возможным детально изучить.
3. Человек может полностью сосредоточиться на материале и лучше его усвоить, так как в виртуальном мире он практически не подвержен влиянию внешних раздражителей.
4. Сценарий процесса обучения в виртуальной реальности можно программировать и контролировать с высокой точностью, оттачивая навыки, экспериментируя без риска навредить себе и другим.

Для реализации данного проекта и проверки эффективности и целесообразности внедрения VR-технологий в сфере образования кадров для электроэнергетической отрасли была сформирована группа лиц, которая приняла участие в испытании данной программы на всех стадиях ее разработки: обучающиеся, а также специалисты разных сфер деятельности: психологи, программисты, визуализаторы. Компании-разработчики экспериментальных курсов провели опрос среди обучающихся, которым предлагалось ответить на ряд вопросов: определение степени ознакомления с учебными материалами, представленными с использованием технологии *VR*; отношение к обучению в формате виртуальной реальности; перечислите дисциплин, по которым предпочитают изучать предметы с использованием виртуальной реальности. Опрос показал следующие результаты: только 9,2 % респондентов испытывали трудности с усвоением материала с помощью VR-технологий; 98,5 % респондентов выразили желание продолжить процесс обучения в формате виртуальной реальности, при этом большинство из них предпочли технические науки в качестве дисциплин. Поэтому можно утверждать, что по результатам уже проведенных экспериментов эффективность обучения с использованием *VR* как минимум на 10 % выше, чем классический формат на тренажерах-имитаторах [11, 12].

III. Результаты исследования

Применение VR-технологий в сфере подготовки кадров для электроэнергетической отрасли позволяет полностью погрузиться в мир любой темы, помогая сосредоточиться на ее изучении с помощью элементов трехмерной визуализации и геймификации. Теория становится ясной, понятной и намного более интересной, что дополнительно способствует повышению вовлеченности и интереса к предмету, что является действенной мотивацией к обучению и кардинально меняет представление об образовательном процессе и повышает его эффективность. Основные достоинства применения VR-технологий при обучении:

- с помощью трехмерной графики можно подробно показать процессы, когда виртуальная реальность способна не только предоставить информацию о самом явлении, но и наглядно представить его с разным уровнем детализации;
- контроль управления скоростного поезда, операции на сердце, меры безопасности при выполнении особо опасной работы - вы можете погрузить обучающегося в любое из этих обстоятельств без малейшей угрозы его жизни;
- VR-технологии позволяют вовлечь учащегося в эксперимент или решить задачу в понятной форме, повлиять на их результат, полностью сосредоточиться на материале, ощущая свое присутствие в виртуальном мире, не отвлекаясь на внешние раздражители [13].

Внедрение новых инновационных инструментов коммуникации в сфере подготовки кадров для электроэнергетической отрасли предполагает, что формат обучения остается классическим. Лекция является основным элементом в структуре учебного процесса. При этом каждое занятие включает в себя несколько погружений в дополнительную реальность в нужные моменты, что позволит учащимся включиться в учебный процесс, наглядно проиллюстрировать изучаемый материал и закрепить его.

Образовательные курсы, разработанные с использованием технологий VR, могут быть адаптированы как для самостоятельного изучения материала, так и для дистанционного обучения, когда ученик, как и преподаватель, может посещать занятия удаленно. Во время урока обучающиеся смогут слушать лекции, общаться с преподавателем, взаимодействовать, принимая участие в совместных занятиях и выполняя групповые задания, а также осваивать материал самостоятельно. Учебный кабинет, оснащенный 360° видеокамерой, предлагает возможность транслировать занятия в режиме реального времени, что стирает границы обучения, которые существуют при видеоконференцсвязи.

Тем временем все больше российских компаний и учебных заведений страны применяет VR-технологии для подготовки специалистов. Се-

годня весь электротехнический персонал предприятий, проходя обучение, стажировку на действующем оборудовании под наставничеством специалиста цеха. Виртуальный тренажер, имитирующий работу действующего оборудования, позволит улучшить качество процесса обучения. Прежде всего, на подготовку специалиста будет требоваться значительно меньше времени, и одновременно появится больше возможностей отработать множество различных ситуаций, смоделированных в абсолютно безопасном для него режиме. В ходе обучения работники смогут отрабатывать действия на электротехническом оборудовании по заданным сценариям с визуализацией всех последствий возможных ошибок, а также проходить стажировку, сдавать экзамены, получать допуск к самостоятельной работе и приступать к выполнению своих обязанностей.

Преимущества у VR-тренажера перед реальным оборудованием, безусловно, много. Благодаря ему человек получает возможность управлять моделью любого технологического процесса в виртуальной реальности. Причем все его действия может контролировать в реальном времени обучающий инструктор. При помощи VR-тренажера создается виртуальное пространство, которое представляет возможность управления действующим электротехническим оборудованием путем координации действий с визуальными, звуковыми и прочими эффектами. Такие технологии виртуальной реальности особенно необходимы там, где ошибки персонала в ходе обучения на действующем оборудовании могут привести к нештатным ситуациям, имеющим различные последствия.

Таких инновационных средств и методов обучения, особенно на сложно устроенных объектах электроэнергетики, например, атомных станциях, где тысячи единиц различного оборудования, которое нужно до винтика знать и грамотно им управлять, должно становиться с каждым днем все больше и больше. Именно поэтому внедряемые «умные технологии» направлены на то, чтобы подготовить человека к принятию правильных решений и совершению верных действий в самый короткий срок.

VR-технологии сегодня дают возможность полностью воссоздать реальную среду в цифровом пространстве – как визуальные образы, так и ощущения, что обеспечивает высокую эффективность в обучении. В случае работ на ЛЭП такие решения незаменимы и в контексте безопасности: в виртуальном мире риск травм отсутствует, специалисты могут получать практические навыки, не находясь на полигоне, в том числе на объектах, находящихся под напряжением. Чаще всего, процесс ремонта оборудования электротехнических комплексов и систем происходит в «боевых» условиях, когда оборудование реально выходит из строя. Стажеры, обучающиеся с использованием VR-курса, получают возможность практиковаться в безопасных условиях, не причиняя вреда ни себе, ни имуществу предприятия.

Но почему сегодня VR-технологии не приобрели массовый характер? Преподаватели могут столкнуться с проблемами: чрезмерное время загрузки приложений, плохая геолокация, трудности для обучающихся при работе с технологией VR. Широкое распространение и внедрение технологий виртуальной реальности создают тенденции, с которыми пользователи никогда не сталкивались раньше и которые нельзя игнорировать.

- Приобретение VR-оборудования пока обходится недешево, несмотря на широкое его распространение и снижение стоимости устройств, пока в игровой сфере. Бремя покупки устройства виртуальной реальности при дистанционном обучении лежит на пользователе, в противном случае устройством может быть его телефон. Но учреждения образования также должны закупить VR-комплексы для занятий, что также влечет за собой значительные издержки.

- Чтобы контент оставался интересным и наглядным в виде множества приложений для каждой темы занятия, его создание требует большой работы. Компаниям, разрабатывающим такие материалы, придется потратить много времени на их создание, поскольку они не смогут окупить затраты до того, как начнут серию комплексных курсов.

- Поскольку не все люди в равной степени воспринимают VR, возможны сложности адаптации к виртуальной реальности. У отдельных людей уже через несколько минут могут возникать головокружение, тошнота и дезориентация. Но в скором времени данная проблема будет практически решена полностью в большинстве современных устройств [14].

Рынок технологий дополненной и виртуальной реальности в нашей стране только зарождается, и до тех пор, пока устройства и технологии не будут улучшены до предельного уровня, возможные недостатки и трудности с применением виртуальной реальности в обучении кадров для электроэнергетической отрасли будут проявляться. Вместе с тем, перспективы формирования VR-технологий в области образования очень широки. Применение технологий дополненной и виртуальной реальности как инновационного средства коммуникации в образовании может значительно повысить эффективность и прогрессивность существующих коммуникативных методов обучения. Это подтверждают результаты, представленные в ходе анкетирования обучающихся, а также мнения экспертов из представителей профессиональных сообществ в области VR-технологий, которые отмечают, что их массовое внедрение уже близко и это будет следующим крупным прорывом как, например, интернет в свое время [15, 16].

IV. Заключение

В условиях перенасыщенности информационного пространства, когда все труднее становится доставлять информационные сообщения целевой аудитории, существует острая необходимость в коммуникационных инновациях. Чтобы удерживать внимание обучающихся, создавать эффект присутствия, вовлекать и погружать в информационное сообщение, все чаще требуются инновационные технологические решения, которые обеспечивают взаимодействие и общение с помощью новых технологических решений в совершенно новой среде. Эксперты мирового научного сообщества поддерживают использование данной технологии с целью улучшения памяти и понимания во время обучения. Все, что проблематично создать в реальном мире по техническим, экономическим или физическим причинам, можно сформировать в виртуальном мире, где любым навыком легче овладеть, если вы тренируетесь в интерактивной трехмерной среде. Инновационные VR-технологии, невзирая на долгий путь их формирования, еще молоды, но виртуальная реальность – огромный этап развития в области подготовки специалистов, в том числе, для электроэнергетической отрасли. И в ближайшее время мы увидим много интересных и увлекательных открытий в этой сфере.

© Рыжова Е.Л., 2021

Поступила в редакцию 24.07.2021

Received 24.07.2021

Библиографический список

- [1] Дежина И.Г., Фруммин И.Д. Инженерное образование в России и его связь с инновационной деятельностью // От знаний к благосостоянию: интеграция науки и высшего образования для развития России, Воткинс А., Дежина И.Г., Фруммин И.Д., Субботина Т.П. М.: Всемир. банк и Нац. фонд подготовки кадров, 2006. – С. 278-318.
- [2] Виртуальная и дополненная реальности станут частью физического мира // ООО «СК ПРЕСС» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=120281> (дата обращения 20.07.2021).
- [3] Бабенко В.С. Виртуальная реальность: Толковый словарь терминов. СПб.: ГУАП, 2006. – 87 с.
- [4] Очки виртуальной реальности Oculus Rift [Электронный ресурс]. URL: <https://vr-j.ru/oculus-rift-ochki-virtualnoy-realnosti/> (дата обращения 10.07.2021).
- [5] Шлем виртуальной реальности [Электронный ресурс]. URL: <http://fibrum.com/> (дата обращения 10.07.2021).
- [6] Браницкая И.Н. Личностные факторы современного инновационного процесса // Вестник Полоцкого Государственного Университета. Серия Е. Педагогические Науки. 2012. № 15. С. 85-88.

- [7] Плотникова Р.Н., Забегалина Т.В. Использование потенциала преподавателей, сотрудников и обучающихся в обеспечении качества образования // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2010. № 2. С. 32а-35.
- [8] Дридзе Т.М. Социальная коммуникация в управлении с обратной связью // Социологические исследования. 1998. № 10. С. 44-50.
- [9] Дополненная реальность – что это такое // УК «АЛЬЯНС. ВЕНЧУРНЫЙ БИЗ-НЕС» [Электронный ресурс]. URL: <http://venture-biz.ru/informatsionnyy-tekhologii/173-dopolnennaya-realnost> (дата обращения 03.07.2021).
- [10] Завьялова Н. Основы коммуникационных технологий // Маркетинговые исследования. 2007. № 1. С. 19-32.
- [11] Куликов Ю.А. Технологии дополненной реальности – инновационная интерактивная технология в образовании // VII Межд. науч.-практ. конф. «Инновационные тенденции развития системы образования», Июнь 11, 2017, Чебоксары, Россия. Чебоксары: Общество с ограниченной ответственностью "Центр научного сотрудничества "Интерактив плюс", 2017. С. 67-69.
- [12] Шиповская Л.П. Виртуальная реальность. Потребность в новых информационных технологиях // Сервис Plus. 2010. № 4. С. 36-45.
- [13] Шапиро Д.И. Виртуальная реальность и проблемы нейрокомпьютинга. М.: РФК «Имидж-Лаб», 2012. – 454 с.
- [14] Алексеенко Н.Н. Психоаналитические аспекты поведения человека в киберпространстве // Журнал практической психологии и психоанализа. 2000. № 3.
- [15] Елесин С.С., Хаминова А.А. Внедрение технологий виртуальной и дополнительной реальности в музейную практику: проблемы и решения // Межд. науч. конф. «Цифровая гуманитаристика: Ресурсы, Методы, Исследования», Май 16-19, 2017, Пермь, Россия. Пермь: ПГНИУ, 2017. С. 174-177.
- [16] Шамшев А.Б. Возможности применения технологий дополнительной реальности в обучении информационным технологиям // Электронное обучение в непрерывном образовании. 2017. № 1. С. 174-179.

References

- [1] I.G. Dezhina and I.D. Frumin, "Inzhenerное obrazovanie v Rossii i ego svyaz' s innovacionnoy deyatel'nost'yu [Engineering education in Russia and its connection with innovative activity]", in *Ot znaniy k blagosostoyaniyu: integraciya nauki i vysshego obrazovaniya dlya razvitiya Rossii [From knowledge to well-being: integration of science and higher education for the development of Russia]*, A. Votkins, I.G. Dezhina, I.D. Frumin, T.P. Subbotina. Moscow: World Bank and National Training Foundation, 2006, pp. 278-318 (in Russian).
- [2] Virtual'naya i dopolnennaya real'nosti stanut chast'yu fizicheskogo mira [Virtual and augmented reality will become part of the physical world]. [Online]. Available at: <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=120281> [Accessed: July 20, 2021] (in Russian).
- [3] V.S. Babenko, *Virtual'naya real'nost': Tolkovyj slovar' terminov [Virtual reality: An explanatory dictionary of terms]*. St. Petersburg: SUAI, 2006 (in Russian).
- [4] Oчки virtual'noj real'nosti Oculus Rift [Virtual reality glasses Oculus Rift]. [Online]. Available at: <https://vr-j.ru/oculus-rift-ochki-virtualnoy-realnosti/> [Accessed: July 10, 2021] (in Russian).

- [5] Shlem virtual'noj real'nosti [Virtual Reality Helmet]. [Online]. Available at: <http://fibrum.com/> [Accessed: July 10, 2021] (in Russian).
- [6] I.N. Branitskaya, “Personal factors of modern innovative process”, *Herald of Polotsk State University. Series E. Pedagogical Sciences*, no. 15, pp. 85-88, 2012.
- [7] Plotnikova R.N. and T.V. Zabegalina, “Ispol'zovanie potentsiala prepodavatelej, sotrudnikov i obuchayushchihsya v obespechenii kachestva obrazovaniya [Using the potential of teachers, employees and students in ensuring the quality of education]”, *FES: Finance. Economy. Strategy*, no. 2, pp. 32a-35, 2010 (in Russian).
- [8] T.M. Dridze, “Social'naya kommunikaciya v upravlenii s obratnoj svyaz'yu [Social communication in management with feedback]”, *Sotsiologicheskie Issledovaniya*, no. 10, pp. 44-50, 1998 (in Russian).
- [9] Dopolnennaya real'nost' – chto eto takoe [Augmented reality – what is it]. [Online]. Available at: <http://venture-biz.ru/informatsionnye-tekhnologii/173-dopolnennaya-realnost> [Accessed: July 03, 2021] (in Russian).
- [10] N. Zavyalova, “Osnovy kommunikacionnyh tekhnologiya [Fundamentals of communication technologies]”, *Marketingovye Issledovaniya [Marketing Research]*, no. 1, pp. 19-32, 2007 (in Russian).
- [11] Yu.A. Kulikov, “Tekhnologii dopolnenoj real'nosti – innovacionnaya interaktivnaya tekhnologiya v obrazovanii [Technologies of additional reality – innovative interactive technology in education]”, in *proc. VII Int. scient. and pract. conf. Innovacionnye tendencii razvitiya sistemy obrazovaniya [Innovative trends in the development of the education system]*, June 11, 2017, Cheboksary, Russia, pp. 67-69 (in Russian).
- [12] L.P. Shipovskaya, “Virtual'naya real'nost'. Potrebnost' v novyh informacionnyh tekhnologiyah [Virtual reality. The need for new information technologies]”, *Service Plus*, no. 4, pp. 36-45, 2010 (in Russian).
- [13] D.I. Shapiro, *Virtual'naya real'nost' i problemy neyrokomp'yutinga [Virtual reality and problems of neurocomputing]*. Moscow: RFK "Image-Lab", 2012 (in Russian).
- [14] N.N. Alekseenko, “Psihoanaliticheskie aspekty povedeniya cheloveka v kiberneticheskom prostranstve [Psychoanalytic aspects of human behavior in cyberspace]”, *Zhurnal prakticheskoj psihologii i psihoanaliza [Journal of Practical Psychology and Psychoanalysis]*, no. 3, 2000 (in Russian).
- [15] S.S. Elesin and A.A. Khaminova, “Introduction of virtual and augmented reality technologies into museum practice: problems and solutions”, in *proc. Int. scient. conf. Cifrovaya gumanitaristika: Resursy, Metody, Issledovaniya [Digital Humanities: Resources, Methods, Research]*, 2017, May 16-19, 2017, Perm, Russia, pp. 174-177 (in Russian).
- [16] A.B. Shamshev, “Possibilities of application of technologies of additional reality in training information technologies”, *Elektronnoe obuchenie v nepreryvnom obrazovanii [E-learning in continuous education]*, no. 1, pp. 174-179, 2017 (in Russian).

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ
INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

Рыжова Елена Львовна, кандидат технических наук, доцент кафедры Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Elena L. Ryzhova, Cand. Sci. (Eng.), associate professor of the St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, Saint Petersburg, Russian Federation