

УДК 37.013:371.315

UDC 37.013:371.315

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ
ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ
«МОНТАЖ И ОБСЛУЖИВАНИЕ
ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК»**

**APPLICATION OF VIRTUAL REALITY
TECHNOLOGY WHEN STUDYING
THE DISCIPLINE «INSTALLATION
AND MAINTENANCE OF
ELECTRICAL INSTALLATIONS»**

С. С. Нефедов,

*старший преподаватель кафедры
практической подготовки
студентов БГАТУ*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4631-4262>;

О. М. Михалкович,

*кандидат физико-математических
наук, доцент, доцент кафедры физики
и методики преподавания физики
Белорусского государственного
педагогического университета
имени Максима Танка*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2792-6486>;

И. А. Павлович,

*старший преподаватель кафедры
практической подготовки
студентов БГАТУ*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7512-1048>;

С. М. Барайшук,

*кандидат физико-математических
наук, доцент, заведующий
кафедрой практической
подготовки студентов БГАТУ*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5267-9110>

S. Nefedov,

*senior lecturer of the Department
of practical training of students,
BSATU*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4631-4262>;

O. Mihalkovich,

*associate professor
of the Department of physics
and methods of teaching physics,
PhD, Associate Professor of the
Belarusian State Pedagogical
University named after Maxim Tank*

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2792-6486>;

I. Pavlovich,

*senior lecturer of the Department
of practical training of students,
BSATU*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7512-1048>;

S. Baraishuk,

*head of the Department
of practical training of students,
PhD, Associate Professor,
BSATU*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5267-9110>

Поступила в редакцию 03.05.2024.

Received on 03.05.2024.

Описываются основные аспекты внедрения программно-аппаратного комплекса виртуальной реальности в образовательный процесс при изучении дисциплины «Монтаж и обслуживание электроустановок». Приводится общая методика лабораторных работ по изучению порядка монтажа электрических схем с использованием технологии виртуальной реальности. Работа интегрирована выполнением практических заданий с реальным оборудованием студентами энергетических специальностей.

Ключевые слова: практико-ориентированное образование, виртуальная реальность, тренажер, монтаж, электрическая схема, лабораторная работа, электрический аппарат, теория и методика обучения и воспитания студенческой молодежи.

The main aspects of the introduction of a virtual reality software and hardware complex into the educational process in the study of the discipline «Installation and maintenance of electrical installations» are described. The general methodology of laboratory work on the study of the installation procedure of electrical circuits using virtual reality technology is given. The work is integrated into other disciplines studied by students of energy specialties.

Keywords: practice-oriented education, virtual reality, simulator, installation, electrical circuit, laboratory work, electrical apparatus.

Введение. В настоящее время в белорусском образовании происходит смена ориентиров и изменение подхода к обуче-

нию в целом. В первую очередь, это связано со стремительным развитием технологий и растущей потребностью в высококвал-

лифицированных специалистах во всех сферах народного хозяйства. Главными направлениями при пересмотре существующих и разработке новых образовательных программ являются интенсификация обучения и интеграция информационных технологий в образовательный процесс, индивидуализация и практическая направленность обучения [1–3]. В связи с этим высокую актуальность приобрели задачи адаптации традиционных методов обучения к современным требованиям и разработка новых форм образовательной деятельности, в том числе с использованием технологий виртуальной и дополненной реальности.

В высшем образовании, в частности, в технических учреждениях высшего образования (УВО), одной из наиболее важных задач является повышение практико-ориентированности обучения [1]. Актуальность данной задачи обусловлена необходимостью повышения конкурентоспособности современных выпускников УВО на рынке труда. Концепция практикоориентированного образования предусматривает формирование у студентов актуальных и профессионально значимых компетенций [4–6]. Одним из подходов к реализации практико-ориентированного обучения является использование технологий и методик моделирования фрагментов будущей профессиональной деятельности [4].

При подготовке студентов инженерных специальностей практико-ориентированное обучение сопряжено с рядом проблем: сложность и высокая стоимость оборудования, ограниченность или невозможность моделирования ситуаций будущей профессиональной деятельности, в том числе аварийных режимов работы оборудования и т. д. Одним из способов решения указанных проблем является разработка и использование учебно-методических комплексов по образовательным областям, дисциплинам, предметам [7–9], а также создание и использование новых методов, методических приемов, технических средств обучения с применением технологии виртуальной реальности в образовательном процессе. Данная технология уже широко применяется в машиностроении, строительстве, медицине, развлекательной индустрии и других областях [10; 11]. Использование технологии виртуальной ре-

альности в образовательном процессе имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными формами обучения [12–14]:

- наглядность – объекты и процессы в виртуальной среде могут быть рассмотрены с уровнем детализации, который невозможен или трудноосуществим в реальном мире;
- интерактивность – двухстороннее взаимодействие с виртуальной средой стимулирует познавательную деятельность студентов и способствует формированию у них творческих способностей по решению технических задач;
- вариативность – гибкость и широкие функциональные возможности программного обеспечения виртуальной реальности позволяют реализовывать в виртуальной среде разнообразные задания и ситуации, связанные с будущей профессиональной деятельностью студента;
- вовлеченность – обучение осуществляется сквозь призму личного эмпирического опыта, что способствует повышению концентрации и внимания, а также повышает эффективность усвоения знаний и навыков [15];
- персонализация обучения – гибкость и вариативность виртуальной среды позволяет строить траекторию обучения студента с учетом его индивидуальных особенностей и способностей;
- безопасность – отсутствие ущерба физическим объектам и угрозы здоровью студента из-за его неверных действий позволяет реализовывать в виртуальной среде любые режимы работы оборудования.

В целом исследования доказывают эффективность образовательных программ в виртуальной среде [15]. Виртуальная реальность положительно влияет на восприятие, внимание, память и мышление, стимулируя при этом познавательную деятельность студента. Однако на текущем этапе развития технологий образовательные программы в виртуальной среде не могут полноценно заменить обучение на реальных объектах. Поэтому при подготовке студентов инженерных специальностей наиболее эффективным является подход, который предусматривает разработку комплексной методики обучения. Данная методика должна включать в себя как обучение на реальном оборудовании, так и в виртуальной среде.

Основная часть. На кафедре практической подготовки студентов БГАТУ для реализации комплексной лабораторной работы с применением технологии виртуальной реальности была выбрана дисциплина «Монтаж и обслуживание электроустановок». В качестве основы для тренажера виртуальной реальности был принят лабораторный стенд для цикла работ «Принципиальные электрические схемы электроустановок и их монтаж». Лабораторный стенд представляет собой ящик управления, смонтированный на стене. Внутри ящика управления закреплена монтажная панель с DIN-рейками для установки аппаратов управления и защиты. В нижней части ящика установлены клеммные колодки, к которым подключен кабель питания и кабели для подключения двух электродвигателей марки АИР, установленных за пределами ящика на изолирующих основаниях. В дверь ящика установлены кнопки управления и светосигнальная арматура. Питание на лабораторный стенд подается с помощью автоматического выключателя АП50Б, установленного на стене. В комплект лабораторного стенда входят набор аппаратов защиты и управления, соединительные провода и комплект инструментов.

Для тренажера виртуальной реальности были разработаны следующие технические требования:

- тренажер должен быть точной моделью лабораторного стенда, виртуальные образы элементов ящика управления и электрических аппаратов должны соответствовать реальным;
- тренажер должен обеспечивать выполнение заданий по сборке простейших электрических схем управления электродвигателей;
- тренажер должен предусматривать все этапы монтажа электрических схем управления электродвигателями: установка аппаратов, сборка электрической схемы, запуск и проверка работы схемы;
- в тренажере должны быть реализованы режим обучения и экзаменационный режим;
- преподаватель должен иметь возможность наблюдать и контролировать правильность выполнения задания студентом.

Кроме того, предусмотрены перспективы доработки системы для работы в режиме с тактильной отдачей и режиме дополненной реальности.

В соответствии с техническими требованиями ООО «Игры Разума Софт» был разработан программно-аппаратный комплекс в виртуальной реальности «Отработка навыков монтажа принципиальных электрических схем электроустановок», не имеющий аналогов в СНГ. В состав поставленного на кафедру практической подготовки студентов комплекса входят телевизор 50" Smart TV, мобильная напольная подставка под телевизор, Wi-Fi роутер, гарнитура виртуальной реальности Pico 4 с манипуляторами, оригинальное программное обеспечение и вспомогательные устройства (рисунок 1).

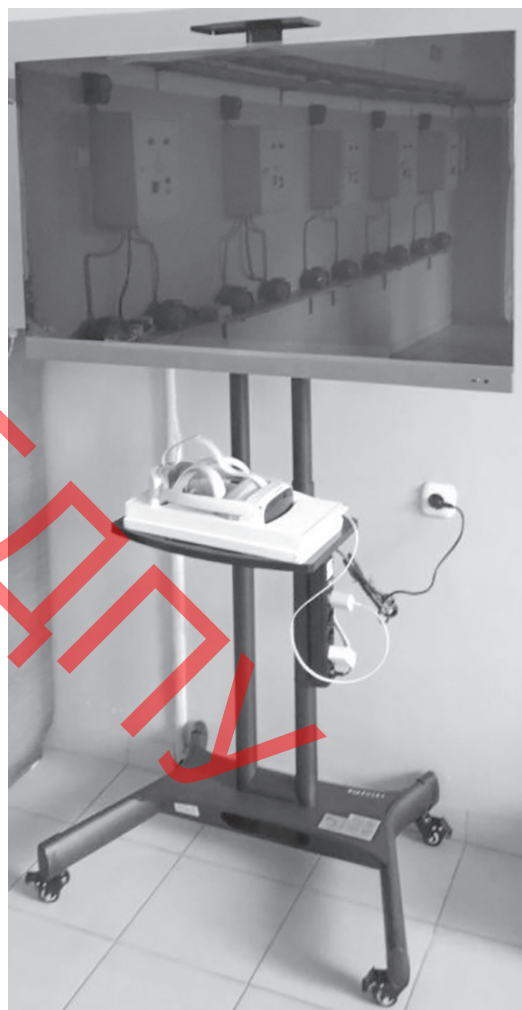


Рисунок 1 – Внешний вид программно-аппаратного комплекса в виртуальной реальности «Отработка навыков монтажа принципиальных электрических схем электроустановок»

Тренажер предназначен для практической отработки и доведения до автоматизма умений и навыков, полученных в период обучения и необходимых для самостоятельной профессиональной деятельности по монта-

жу низковольтних шкафов управління. Процес навчання забезпечує максимальне наближення до реальних умов циклу лабораторних робіт «Принципальні електричні схеми електроустановок і їх монтаж». В тренажері присутні інформативні і детально проработані вправи, що дозволяють навчаним осваювати і відпрацьовувати базові навички роботи по збірці електрощитового обладнання. В тренажері реалізовані два режими: «Обучение» і «Екзамен».

На основі програмно-апаратного комплексу в віртуальній реальності була розроблена методика проведення циклу лабораторних робіт «Принципальні електричні схеми електроустановок і їх монтаж». Процес навчання здійснюється як в мікрогрупах (3–4 студента в зв'язці), так і індивідуально. При цьому тренажер віртуальної реальності встановлений в безпосередній близькості від реального лабораторного стенда (рисунки 2).



Рисунок 2 – Робоче місце для виконання циклу лабораторних робіт «Принципальні електричні схеми електроустановок і їх монтаж»

Така організація робочого місця дозволяє підвищити ефективність освоєння умінь і навичок за рахунок наочності і можливості одночасного порівняння фізичних об'єктів лабораторного стенда і образів в віртуальній середі.

Обучення здійснюється в декількох етапах. Перший етап включає в себе вправу по збірці електричних схем в віртуальній середі. Виконання вправи починається з навчання навичкам роботи в віртуальній середі (рисунки 3, а) і вибору завдання з запропонованого переліку (рисунки 3, б).



Рисунок 3 – Інформаційний інтерактивний екран в віртуальній середі: а – інструкція по роботі в віртуальній середі; б – вибір завдання по збірці електричних схем

Тренажер дозволяє відпрацьовувати порядок збірки 15 принципальних електричних схем згідно методичким вказанням до лабораторної роботи. Варіативність завдань дозволяє підлаштувати процес навчання під індивідуальні особливості, рівень знань і навичок кожного студента.

Упражнение выполняется в режиме «Обучение», в котором предусмотрены подсказки по обозначению контактов электрических аппаратов и порядку сборки электрической схемы. Для выполнения задания студенту предлагается принципиальная электрическая схема в соответствии с выбранным вариантом (рисунок 4, а), а также комплект электрических аппаратов, инструментов и приспособлений (рисунок 4, б), необходимых для сборки схемы.

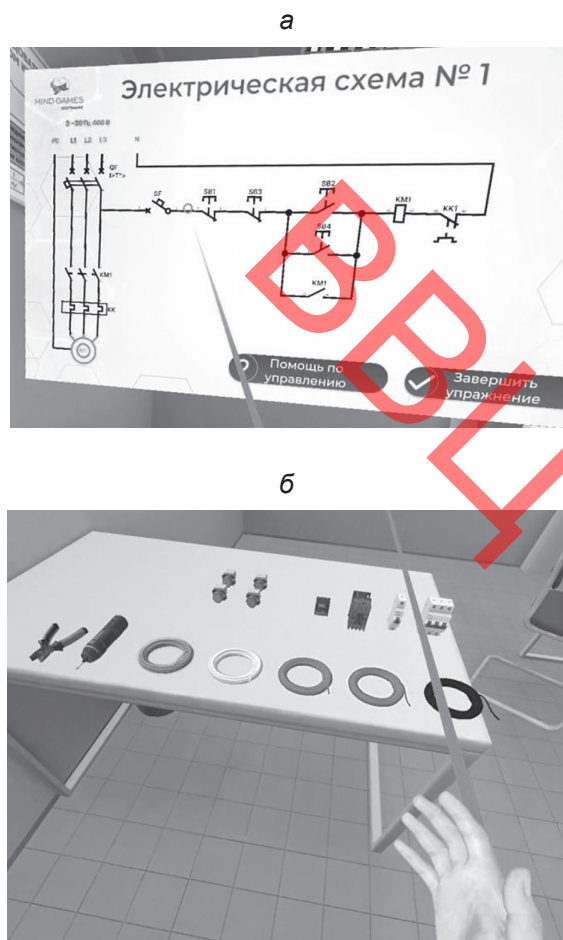


Рисунок 4 – Индивидуальное задание в виртуальной среде: а – принципиальная электрическая схема; б – комплект для сборки схемы

Сборка электрической схемы осуществляется в определенной последовательности:

- установка электрических аппаратов на DIN-рейки внутри ящика управления и на его переднюю дверь;
- соединение контактов аппаратов проводниками различных цветов в соответствии с принципиальной электрической схемой;
- зажатие контактов электрических аппаратов.

Для отработки механики действий с контактами оборудования в виртуальной среде предусмотрен модуль с устройством динамометрической имитации кручения и зажатия крепежа в образе электрической отвертки. Это позволяет студенту при выполнении работы ощутить более глубокое погружение в процесс обучения (рисунок 5).

По окончании сборки схемы в виртуальной реальности предусмотрена возможность включения питания виртуального стенда и проверки работы схемы согласно индивидуальному заданию. После запуска схемы на информационном стенде в виртуальной среде отображается тип и количество допущенных ошибок, что облегчает студенту работу по устранению недостатков в схеме.

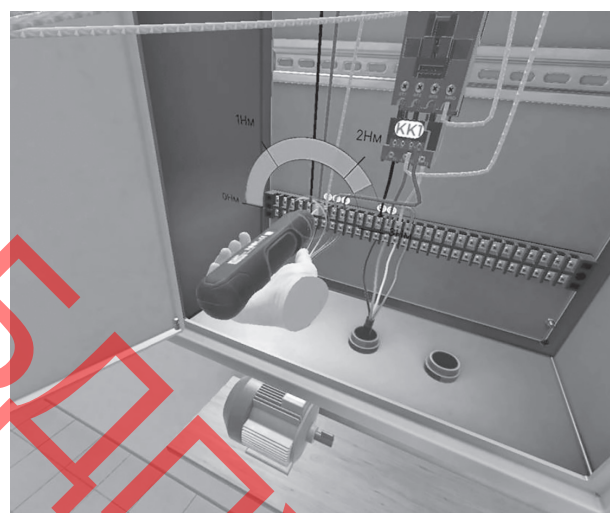


Рисунок 5 – Сборка электрической схемы в виртуальной среде

Возможность трансляции виртуальной среды на экран телевизора или монитор компьютера позволяет преподавателю наблюдать и контролировать процесс обучения от лица студента. Такой подход дает возможность преподавателю своевременно корректировать действия студента и повышать его эффективность в освоении необходимых умений и навыков.

На втором этапе студентам предлагается индивидуальное задание по сборке электрических схем в реальном ящике управления. При этом происходит сопоставление виртуальных образов с элементами реального лабораторного стенда, а тактильные ощущения от контакта с физическими объектами позволяют углубить понимание процесса

сборки и закрепить навыки, полученные в виртуальной среде.

Третий этап выполняется в виртуальной среде в режиме «Экзамен». Студенту предлагается собрать схему без подсказок по индивидуальному заданию. После проверки работоспособности схемы осуществляется начисление баллов за правильность выполнения задания. На данном этапе преподаватель оценивает степень усвоения знаний и навыков студентом по сборке электрических схем.

Заключение. Таким образом, интеграция технологии виртуального обучения в традиционные формы образовательного процесса позволяет значительно повысить их эффективность, а реализация комплексного подхода при разработке методик обучения дает возможность снизить негативное влияние некоторых недостатков виртуальной реальности и расширить функциональные воз-

можности современных образовательных программ.

Представленная методика проведения цикла лабораторных работ «Принципиальные электрические схемы электроустановок и их монтаж» позволит студентам инженерных специальностей углубить знания о конструкции электрических аппаратов, сформировать умения и навыки по сборке электрических схем управления электроустановками, а также получить опыт работы с инженерными системами в виртуальной реальности, то есть безусловно послужит формированию профессиональных компетенций инженера-энергетика.

Кроме того, использование программного обеспечения, разработанного белорусской компанией, дает широкие возможности доработки существующих и постановки новых лабораторных работ в русле импортозамещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. О Концепции развития системы образования Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс] : Постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 30 нояб. 2021 г., № 683 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100683>. – Дата доступа: 28.04.2024.
2. Гайсёнок, В. А. Глобальные тенденции и развитие высшего образования в Республике Беларусь / В. А. Гайсёнок // Высшая школа: проблемы и перспективы : материалы 13-й Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 20 февр. 2018 г. В 3 ч. Ч. 1. – Минск : РИВШ, 2018. – 358 с.
3. Павильч, А. А. Современные стратегии развития образования в Республике Беларусь / А. А. Павильч // Инновационное развитие профессионального образования. – 2018. – №1 (17). – С. 26–33.
4. Казакевич, И. Ч. Практико-ориентированное обучение в системе высшего образования Республики Беларусь / И. Ч. Казакевич, А. Н. Колозина // Качество образовательного процесса: проблемы и пути развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 30 апр. 2021 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Ю. Е. Кулешов [и др.]. – Минск : БГУИР, 2021. – С. 55–57.
5. Вяткина, И. В. Практико-ориентированное обучение как средство профессионализации подготовки будущих специалистов в университете / И. В. Вяткина // Новый взгляд на систему образования : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Прокопьевск, 10 апр. 2019 г. / Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева ; ред.: Е. Ю. Пудов. – Прокопьевск, 2019. – С. 007.1-007.5.
6. Баньковская, Ю. Л. Практикоориентированное обучение как важнейшая составляющая подготовки инженера / Ю. Л. Баньковская // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : сборник статей

REFERENCES

1. O Konceptcii razvitiya sistemy obrazovaniya Respubliki Belarus' do 2030 goda [Elektronnyj resurs] : Postanovlenie Soveta Ministrov Resp. Belarus', 30 noyab. 2021 g., № 683 // Nacional'nyj pravovoj Internet-portal Respubliki Belarus'. – Rezhim dostupa: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100683>. – Data dostupa: 28.04.2024.
2. Gajsonok, V. A. Global'nye tendencii i razvitie vysshego obrazovaniya v Respublike Belarus' / V. A. Gajsonok // Vysshaya shkola: problemy i perspektivy : materialy 13-j Mezhdunar. nauch.-metod. konf., Minsk, 20 fevr. 2018 g. V 3 ch. Ch. 1. – Minsk : RIVSh, 2018. – 358 s.
3. Pavil'ch, A. A. Sovremennye strategii razvitiya obrazovaniya v Respublike Belarus' / A. A. Pavil'ch // Innovacionnoe razvitie professional'nogo obrazovaniya. – 2018. – №1 (17). – S. 26–33.
4. Kazakevich, I. Ch. Praktiko-orientirovannoe obuchenie v sisteme vysshego obrazovaniya Respubliki Belarus' / I. Ch. Kazakevich, A. N. Kolozina // Kachestvo obrazovatel'nogo processa: problemy i puti razvitiya : materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 30 apr. 2021 g. / Belorusskij gosudarstvennyj universitet informatiki i radioelektroniki ; redkol.: Yu. E. Kuleshov [i dr.]. – Minsk : BGUIR, 2021. – S. 55–57.
5. Vyatkina, I. V. Praktiko-orientirovannoe obuchenie kak sredstvo professionalizacii podgotovki budushchih specialistov v universitete / I. V. Vyatkina // Novyj vzglyad na sistemu obrazovaniya : materialy II Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Prokop'evsk, 10 apr. 2019 g. / Kuzbasskij gosudarstvennyj tehnikeskij universitet imeni T. F. Gorbacheva ; red.: E. Yu. Pudov. – Prokop'evsk, 2019. – S. 007.1-007.5.
6. Ban'kovskaya, Yu. L. Praktikoorientirovannoe obuchenie kak vazhnejshaya sostavlyayushchaya podgotovki inzhenera / Yu. L. Ban'kovskaya // Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skohozyajstvennoj produkcii : sbornik

- III Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 23–24 марта 2017 г. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 415–417.
7. Обновление курса «Электротехнические и конструкционные материалы» для инженеров-энергетиков / Т. М. Ткаченко [и др.] // Весці БДПУ. Сер. 3. Фізіка. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2023. – № 4. – С. 21–29.
 8. Монтаж и обслуживание электроустановок. Практикум [Текст] : учебно-методическое пособие для студентов УВО по специальности 1-74 06 05 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям)» / БГАТУ, Кафедра практической подготовки студентов (ППС) ; [сост.: М. В. Янко и др.]. – Минск : БГАТУ, 2022. – 180 с.
 9. Монтаж и обслуживание электроустановок. Лабораторный практикум [Текст] : учебно-методическое пособие для студентов УВО по специальности 1-74 06 05 «Энергетическое обеспечение сельского хозяйства (по направлениям)» / БГАТУ, Кафедра практической подготовки студентов (ППС) ; [сост.: И. А. Павлович и др.]. – Минск : БГАТУ, 2023. – 240 с.
 10. Шилов, Е. К. VR-технологии в профессиональном образовании / Е. К. Шилов // Техническое регулирование в едином экономическом пространстве : сборник статей IX Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием, Екатеринбург, 19 мая 2022 г. / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. – Екатеринбург : РГППУ, 2022. – С. 240–248.
 11. Набокова, Л. С. Перспективы внедрения технологий дополненной и виртуальной реальности в сферу образовательного процесса высшей школы / Л. С. Набокова, Ф. Р. Загидуллина // Профессиональное образование в современном мире. – 2019. – Т. 9, №2. – С. 2710–2719.
 12. Иванова, А. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения / А. В. Иванова // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 3. – С. 88–107.
 13. Козлова, А. В. Перспективы технологий виртуальной и дополненной реальности в дополнительном образовании / А. В. Козлова, Н. П. Ходакова // Научно-методический электронный журнал «Калининградский вестник образования». – 2022. – № 4 (16). – С. 55–63.
 14. Бельченко, В. Е. Использование технологий виртуальной реальности в образовании / В. Е. Бельченко, С. В. Буркина, К. А. Паладян // E-Scio. – 2022. – № 11 (74). – С. 212–217.
 15. Селиванов, В. В. Эффективность использования виртуальной реальности при обучении в юношеском и взрослом возрасте / В. В. Селиванов, Л. Н. Селиванова // Непрерывное образование: XXI век. – 2015. – № 1 (9). – С. 133–152.
 - statej III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Minsk, 23–24 marta 2017 g. – Minsk : BGATU, 2017. – S. 415–417.
 7. Obnovlenie kursa «Elektrotekhnicheskie i konstrukcionnye materialy» dlya inzhenerov-energetikov / T. M. Tkachenko [i dr.] // Vesci BDPU. Ser. 3. Fizika. Matematyka. Infarmatyka. Biyalogiya. Geagrafiya. – 2023. – № 4. – S. 21–29.
 8. Montazh i obsluzhivanie elektroustanovok. Praktikum [Tekst] : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov UVO po special'nosti 1-74 06 05 «Energeticheskoe obespechenie sel'skogo hozyajstva (po napravleniyam)» / BGATU, Kafedra prakticheskoy podgotovki studentov (PPS) ; [sost.: M. V. Yanko i dr.]. – Minsk : BGATU, 2022. – 180 s.
 9. Montazh i obsluzhivanie elektroustanovok. Laboratornyj praktikum [Tekst] : uchebno-metodicheskoe posobie dlya studentov UVO po special'nosti 1-74 06 05 «Energeticheskoe obespechenie sel'skogo hozyajstva (po napravleniyam)» / BGATU, Kafedra prakticheskoy podgotovki studentov (PPS) ; [sost.: I. A. Pavlovich i dr.]. – Minsk : BGATU, 2023. – 240 s.
 10. Shilov, E. K. VR-tehnologii v professional'nom obrazovanii / E. K. Shilov // Tekhnicheskoe regulirovanie v edinom ekonomicheskom prostranstve : sbornik statej IX Vserossijskoj nauch.-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiem, Ekaterinburg, 19 maya 2022 g. / Ros. gos. prof.-ped. un-t. – Ekaterinburg : RGPPU, 2022. – S. 240–248.
 11. Nabokova, L. S. Perspektivy vnedreniya tekhnologij dopolnennoj i virtual'noj real'nosti v sferu obrazovatel'nogo processa vysshej shkoly / L. S. Nabokova, F. R. Zagidullina // Professional'noe obrazovanie v sovremennom mire. – 2019. – T. 9, № 2. – S. 2710–2719.
 12. Ivanova, A. V. Tekhnologii virtual'noj i dopolnennoj real'nosti: vozmozhnosti i prepyatstviya primeneniya / A. V. Ivanova // Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment. – 2018. – № 3. – S. 88–107.
 13. Kozlova, A. V. Perspektivy tekhnologij virtual'noj i dopolnennoj real'nosti v dopolnitel'nom obrazovanii / A. V. Kozlova, N. P. Hodakova // Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal «Kaliningradskij vestnik obrazovaniya». – 2022. – № 4 (16). – S. 55–63.
 14. Bel'chenko, V. E. Ispol'zovanie tekhnologij virtual'noj real'nosti v obrazovanii / V. E. Bel'chenko, S. V. Burykina, K. A. Paladyan // E-Scio. – 2022. – № 11 (74). – S. 212–217.
 15. Selivanov, V. V. Effektivnost' ispol'zovaniya virtual'noj real'nosti pri obuchenii v yunosheskom i vzrosлом vozraste / V. V. Selivanov, L. N. Selivanova // Nepreryvnoe obrazovanie: XXI vek. – 2015. – № 1 (9). – S. 133–152.