

# ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ


УДК 377.111.3: 004.946


DOI: 10.26897/2687-1149-2021-4-76-82

## VR-ЛАБОРАТОРИЯ КАК КОМПОНЕНТ ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ В АГРАРНОМ ВУЗЕ

*СИМБИРСКИХ ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА*, д-р пед. наук, канд. с.-х. наук, доцент

[simbirskih\\_es@vgsha.info](mailto:simbirskih_es@vgsha.info)

*РАЧЕЕВ НИКИТА ОЛЕГОВИЧ* , руководитель центра непрерывного образования, ассистент

[agropolis@vgsha.info](mailto:agropolis@vgsha.info) 

Вятский государственный агротехнологический университет; 610017, Российская Федерация, г. Киров, Октябрьский пр-т, 133

**Аннотация.** В статье рассмотрена специфика использования VR-лаборатории в качестве структурного подразделения и компонента организационно-педагогических условий подготовки обучающихся в отраслевых вузах Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Заложено определение понятия VR-лаборатории как одного из узловых компонентов организационно-педагогических условий реализации программ высшего аграрного образования, обозначена дуальность направленного формирования компетенций (общепрофессиональных и профессиональных) за счёт использования оборудования VR-лаборатории в качестве как объекта изучения, так и средства обучения. Даны рекомендации по внедрению VR-лаборатории в организационную и управленческую структуру образовательных организаций высшего образования, а также рекомендации по её кадровому и контентному наполнению, с учётом возрастных особенностей представителей профессорско-преподавательского состава. С использованием нотации BPMN2.0 разработана и предложена к использованию информационная модель процесса самостоятельной подготовки обучающихся в рамках VR-лабораторий отечественных аграрных вузов. Отмечено, что применение средств виртуальной реальности в программах высшего аграрного образования демонстрирует ряд преимуществ, среди которых – обеспечение безопасных контролируемых условий практик, возможность наглядной трансляции передового производственного опыта регионов России и зарубежья, преодоление проблемы ограниченности натуральных анатомических, геолого-минералогических, технических и других образцов независимость от погодных условий и географической удалённости. Создание в аграрном вузе VR-лаборатории в соответствии с разработанной информационной моделью и своевременным пополнением базы образовательного контента позволит поддерживать устойчивый темп цифровизации образовательного процесса и повысит конкурентоспособность выпускников на рынке труда.

**Ключевые слова:** VR-лаборатория, организационно-педагогические условия, иммерсивные технологии, виртуальная реальность, образовательный контент, цифровые технологии, подготовка обучающихся в аграрном вузе.

**Формат цитирования:** Симбирских Е.С., Рачеев Н.О. VR-лаборатория как компонент организационно-педагогических условий подготовки обучающихся в аграрном вузе // Агроинженерия. 2021. № 4 (104). С. 76-82. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-4-76-82.

© Симбирских Е.С., Рачеев Н.О., 2021



ORIGINAL PAPER

## VR-LABORATORY AS A KEY COMPONENT OF CLASSROOM ENVIRONMENT FOR AGRICULTURAL UNIVERSITY STUDENTS

*ELENA S. SIMBIRSKIKH*, DSc (Ed), Associate Professor

[simbirskih\\_es@vgsha.info](mailto:simbirskih_es@vgsha.info)

*NIKITA O. RACHEEV*, Head of the Center for Continuing Education, Assistant Professor

[agropolis@vgsha.info](mailto:agropolis@vgsha.info)

Vyatka State Agrotechnological University; 133, Oktyabrskiy Ave., Kirov, 610017, Russian Federation

**Abstract.** The paper considers some specific features of using the VR-laboratory as a structural division and a component of the classroom environment for training agricultural university students in the Russian Federation. The authors define the concept of a VR-laboratory as one of the key components of the classroom environment required for the implementation of agricultural university curricula, and also comment on the duality of the guided development of competences (general and professional ones) through the use of VR-laboratory equipment both as an object of study and as a means of training. Recommendations are given on the use of a VR-laboratory in the organizational and management structure of higher educational institutions, as well as on its teaching staff and content aspects, taking into account the teaching staff age characteristics. Using the BPMN2.0 notation, the authors developed and proposed for use an informational model of independent training of students in VR laboratories of domestic agricultural universities. It is noted that the use of virtual reality tools in agricultural university curricula demonstrates a number of advantages, including safe controlled conditions for practical training, the ability to visually broadcast the advanced industrial experience of the regions of Russia and abroad, overcoming the problem of limited natural anatomical, geological-mineralogical, technical and other samples, as well as independence from weather conditions and geographic distance. The use of a VR laboratory in an agricultural university in accordance with the developed information model and timely replenishment of the training content infrastructure will ensure steady digitalization of the training process and increase the competitiveness of graduates in the labor market.

**Key words:** VR-laboratory, classroom environment, immersive technologies, virtual reality, training content, digital technologies, training of agricultural university students.

**For citation:** Simbirskikh E.S., Racheev N.O. VR-laboratory as a key component of classroom environment for agricultural university students. *Agricultural Engineering*, 2021; 4 (104): 76-82. (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2021-4-76-82.

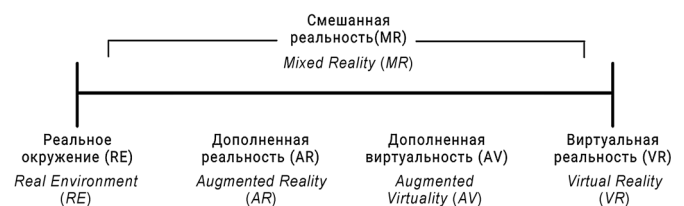
**Введение.** В настоящее время как никогда остро стоят проблемы цифровизации сферы образования [1]. Этот закономерный бифуркационный излом во многом продиктован постпандемическими установками, однако и само проникновение иммерсивных технологий в деятельность профессиональных сообществ было и остаётся планомерным, а также имеет чётко сложившиеся предпосылки. Так, виртуальная реальность, являющаяся частью новейших IT-технологий, успела зарекомендовать себя в практике как средство и объект изучения в средней школе [2, 3], в профессиональном обучении военных<sup>1</sup>, хирургов [4] и других специалистов различных отраслей экономики и народного хозяйства. Высшее аграрное образование сейчас, как никогда ранее, стремится усилить темпы цифровой трансформации<sup>2</sup>, сталкиваясь с трудностями создания инновационных организационно-педагогических условий и возможностей для гармоничного развития обучающихся. Одним из путей, ведущих к достижению устойчивого темпа цифровизации и повышения конкурентоспособности выпускников на рынке труда, в отечественном аграрном вузе может стать создание лабораторий виртуальной реальности (VR-лабораторий).

**Цель исследования:** сформировать и обосновать понятие о VR-лаборатории как о сквозном элементе организационно-педагогических условий и возможностей подготовки обучающихся в отечественном аграрном вузе в условиях цифровизации.

**Методы исследования:** метод функционального моделирования процессов BPMN2.0<sup>3</sup> с использованием

программного обеспечения Bizagi Process Modeler<sup>4</sup> v 3.3, метод экспертных оценок, метод системного анализа архитектуры предприятия уровня отдельных проектов.

**Результаты и обсуждение.** Технологии виртуальной реальности как компонента иммерсивных технологий продолжают всё больше проникать в сферу образования как в нашей стране [2, 3, 5], так и за её пределами [6-8]. Под виртуальной реальностью понимается смоделированная разработчиком (преподавателем) при помощи современного комплекса программно-аппаратного обеспечения среда с заданными параметрами, поддерживающая убедительное воздействие на восприятие пользователя (обучающегося) альтернативной трёхмерной действительности (преимущественно через аудиовизуальный ряд) [9]. Одним из первых ёмко упорядочить иммерсивные технологии в целостную систему удалось ещё в 1994 г. Полу Милграму (Университет Торонто, США) и Фумио Кишино (Университет Осаки, Япония) в рамках континуума «Реальность-Виртуальность» [10] (рис. 1).



**Рис. 1. Континуум «Реальность-Виртуальность» П. Милграма, Ф. Кишино (1994)**

**Fig. 1. P. Milgram and F. Kishino's continuum "Reality-Virtuality"**

Авторам удалось показать пограничное полярное положение виртуальной реальности по отношению к реально существующей действительности, опираясь

<sup>1</sup> Бой с призраком. Для обучения военнослужащих стали применять очки виртуальной реальности // Российская газета: Федеральный выпуск. 2020. № 153 (8207). 14 июля. URL: <https://rg.ru/2020/07/14/reg-pfo/dlia-obucheniia-voennosluzhashchih-stali-primeniat-ochki-virtualnoj-realnosti.html> (дата обращения: 11.06.2021).

<sup>2</sup> Стратегия развития аграрного образования в России до 2030 (проект) [Электронный ресурс] // URL: [http://www.bsaa.edu.ru/sveden/files/Strategiya\\_AO.pdf](http://www.bsaa.edu.ru/sveden/files/Strategiya_AO.pdf) (дата обращения: 05.06.2021).

<sup>3</sup> Business Process Model and Notation 2.0 (досл. – модель и нотация бизнес-процессов 2.0) – международный стандарт Object Management Group (OMG), который в графическом виде отображает состояние модели бизнес-процесса, в том числе в системе образования (примеч. авт.).

<sup>4</sup> Bizagi Process Modeler представляет собой инструментальное средство, предназначенное для моделирования, исполнения, автоматизации, документирования и анализа бизнес-процессов различного характера, протекающих, в том числе, в образовательных организациях (примеч. авт.).

на соотношение криволинейных площадей реальных и виртуальных объектов, воспринимаемых человеком в конкретный момент в визуальной среде. Такой подход позволяет судить о следующих преимуществах, доступных отечественным аграрным вузам при использовании аппаратно-программного комплекса виртуальной реальности в рамках потенциально создаваемых VR-лабораторий:

1) возможности организации прохождения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков в безопасных и контролируемых условиях (например, в симуляторе закладки почвенных разрезов или симуляторе агрохимической службы);

2) возможности получения передового опыта регионов России и международного опыта в рамках развития системы академической мобильности обучающихся (например, в виртуальных экскурсиях по эталонным перерабатывающим предприятиям);

3) возможности организации практических занятий, в том числе с использованием агротехнопарков, учебно-опытных хозяйств, независимо от погодных условий (например, Агротехнопарк-VR);

4) возможности изучения натуральных анатомических, геолого-минералогических, технических и других образцов в условиях их количественной ограниченности (например, VR-атлас сельскохозяйственных животных, сельскохозяйственных машин, горных пород).

VR-лаборатория в аграрном вузе при компетентностном подходе к реализации её потенциала может стать дополнительным узлом цифровизации не только для использования всех вышеперечисленных возможностей, но и для формирования общепрофессиональных компетенций обучающихся, связанных с современными информационными технологиями в соответствии с ФГОС ВО 3++, например: ОПК-7 ФГОС ВО – бакалавриат по направлению 35.03.04 Агрономия<sup>5</sup>; ОПК-4 ФГОС ВО – специалитет по специальности 36.05.01 Ветеринария<sup>6</sup>; и др.

Организационно-педагогические условия реализации образовательных программ, представляющие собой совокупность объективных возможностей содержания, форм, методов и инструментов целостного педагогического процесса<sup>7</sup>, способны обеспечивать успешное решение образовательных задач только в случае гармоничного сочетания элементов образовательного процесса. VR-лаборатория в данном контексте может быть

рассмотрена как один из узловых компонентов организационно-педагогических условий, представляющий собой комплекс материально-технического (аппаратного, программного) и кадрового обеспечения, направленный на развитие у обучающихся общепрофессиональных цифровых компетенций за счёт взаимодействия с высокими информационными технологиями в качестве объекта изучения, а также профессиональных навыков за счёт заложенного дидактического потенциала контента программного комплекса и использования шлемов виртуальной реальности в качестве средства обучения.

Главным свойством VR-лаборатории в отраслевых образовательных организациях высшего образования выступает именно её сквозной характер. Наиболее предпочтительным представляется размещение VR-лаборатории в организации в качестве структурного подразделения в составе Центров коллективного пользования, предполагающих реализацию принципов равного неограниченного доступа всех представителей научно-педагогических работников вуза к оборудованию для ведения научно-исследовательской и учебной работы. Это позволит приблизиться к созданию возможностей для разработки прикладного программного обеспечения с интерактивным образовательным контентом со стороны профессорско-преподавательского состава. Ряд преподавателей может самостоятельно закладывать профессиональные знания, методический инструментарий и педагогические задачи в образовательный контент, действуя непосредственно, в сфере передовых цифровых технологий, что продиктовано изменяющейся ролью педагога в работе с обучающимися [1, 11-13], выступая в роли разработчика и дизайнера виртуальных образовательных сред. Правильно конструируя подобные виртуальные среды, настраивая их параметры под конкретные педагогические задачи, в том числе профессионального образования, можно качественно обеспечить наглядность и интерактивность учебных материалов [9]. Для других же представителей профессорско-преподавательского состава, в том числе представителей предпенсионного и пенсионного возраста, потенциально эффективным инструментом может выступить система трансляции накопленного профессионального опыта и знаний компетентным ответственным лицам, обозначенным путём аутсорсинга или аутстаффинга. В этом случае упаковка цифровых образовательных продуктов в виде прикладных программ виртуальной реальности может сочетать высокую методическую ценность и грамотную техническую реализацию.

В вузах, подведомственных Министерству сельского хозяйства России, сосредоточен значительный научно-педагогический потенциал: к 2018 г. среди 17,8 тыс. штатных научно-педагогических работников более 75% имели ученую степень или ученое звание<sup>2</sup>. Уникальность каждой штатной единицы и кадровый потенциал отечественных аграрных вузов не вызывают сомнений. Именно поэтому столь важно зафиксировать в цифровом пространстве исключительные профессиональные знания с учётом специфики сложившихся в конкретном вузе научных школ и высшей школы в целом. При этом выстраивание цифровой культуры обучающихся путём формирования понимания принципов иммерсивных технологий, основных умений проектирования и использования

<sup>5</sup> Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.04 – Агрономия: приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 июля 2017 г. № 699, ред. с изм. от 26 ноября 2020 г. № 1456: зарег. 15 августа 2017 г. № 47775.

<sup>6</sup> Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 36.05.01 – Ветеринария: приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 974: зарег. 12 октября 2017 г. № 48529.

<sup>7</sup> Беликов В.А. Философия образования личности: деятельностный аспект: Монография. М.: Владос, 2004. 356 с.

<sup>8</sup> Современное высшее образование: теория и практика: Монография / А.Ю. Нагорнова [и др.]. Ульяновск: Изд-во «Зебра», 2020. 602 с.

технологий виртуальной реальности, техники безопасности на рабочем месте и иных аспектов может быть возложено на штатные единицы лаборанта и/или заведующего лабораторией. По итогам прохождения базового курса подготовки обучающиеся могут быть допущены к использованию шлемов виртуальной реальности,

представленных в лаборатории в двух форматах: организованных практических занятий и самостоятельной индивидуальной или групповой подготовки. Каждый из представленных форматов имеет свои преимущества и недостатки (табл.).

Таблица

## Сравнительная характеристика форматов образовательного процесса в рамках VR-лаборатории

Table

## Comparative characteristics of the formats of the training process in the VR-laboratory

Признак <i>Indicator</i>	Самостоятельная подготовка обучающихся <i>Self-training of students</i>	Практические занятия <i>Practical classes</i>
<b>Возможность обучающегося самостоятельно планировать образовательную траекторию</b> <i>Ability of a student to independently plan the study trajectory</i>	<b>Имеется. Становится возможным увеличение количества аудиторных часов самостоятельной подготовки</b> <i>Available. The number of self-study hours can be increased</i>	<b>Имеются только в пределах вариативных дисциплин (по выбору)</b> <i>Available only within variable courses (optional)</i>
<b>Сопровождающие сотрудники со стороны образовательной организации высшего образования</b> <i>Accompanying staff from the higher educational institution</i>	<b>Лаборант VR-лаборатории (заведующий VR-лабораторией)</b> <i>VR laboratory technician (Head of the VR laboratory)</i>	<b>Сотрудники из числа ППС, проводящие практические занятия по дисциплинам, включающим в себя материально-техническое обеспечение программы, оборудование и площади VR-лаборатории</b> <i>Staff members from among the teaching staff, conducting practical exercises in subjects, including the program logistics, equipment and space of the VR laboratory</i>
<b>Степень интерактивности взаимодействия типа «Студент-образовательный контент»</b> <i>Degree of interactivity of the «Student-training content»</i>	<b>Высокая</b> <i>High</i>	<b>Высокая для одного или нескольких обучающихся, пребывающих в симуляции по очереди. Средняя для наблюдающих за симуляцией через мультимедийное оборудование (проектор с экраном, плазменная панель)</b> <i>High – for one or more students taking turns in the simulation activity Average – for those observing the simulation activity through multimedia equipment (a projector with screen, a plasma panel)</i>
<b>Возможность разработки VR-продуктов в целях выполнения НИР или ВКР</b> <i>Possibility of developing VR-products for the purpose of performing R&amp;D or Final Qualification Projects</i>	<b>Да</b> <i>Yes</i>	<b>Нет</b> <i>No</i>
<b>Ответственное лицо за составление расписания академической занятости VR-лаборатории</b> <i>Responsible staff for scheduling the use of the VR laboratory</i>	<b>Лаборант</b> <i>Laboratory assistant</i>	<b>Уполномоченные специалисты по учебно-методической работе (учебно-методический отдел, деканат, секретариат или др.)</b> <i>Authorized specialists for study and methodological work (Department for Study Process Organisation and Methodological Support, Dean's Office, Secretariat, etc.)</i>
<b>Степень индивидуализации образовательной траектории</b> <i>Degree of individualization of the study trajectory</i>	<b>Высокая</b> <i>High</i>	<b>Низкая</b> <i>Low</i>
<b>Изнашиваемость оборудования и потребность в ускоренной амортизации</b> <i>Deterioration of equipment and the need for accelerated depreciation</i>	<b>Высокая</b> <i>High</i>	<b>Низкая</b> <i>Low</i>

Самостоятельная подготовка обучающихся в VR-лаборатории аграрного вуза может быть рассмотрена не только как формат, но и как итеративный циклический процесс. Для обеспечения возможности практического

использования предложенных материалов была разработана информационная модель процесса самостоятельной подготовки обучающихся в VR-лаборатории по отраслевому стандарту BPMN2.0 (рис. 2).

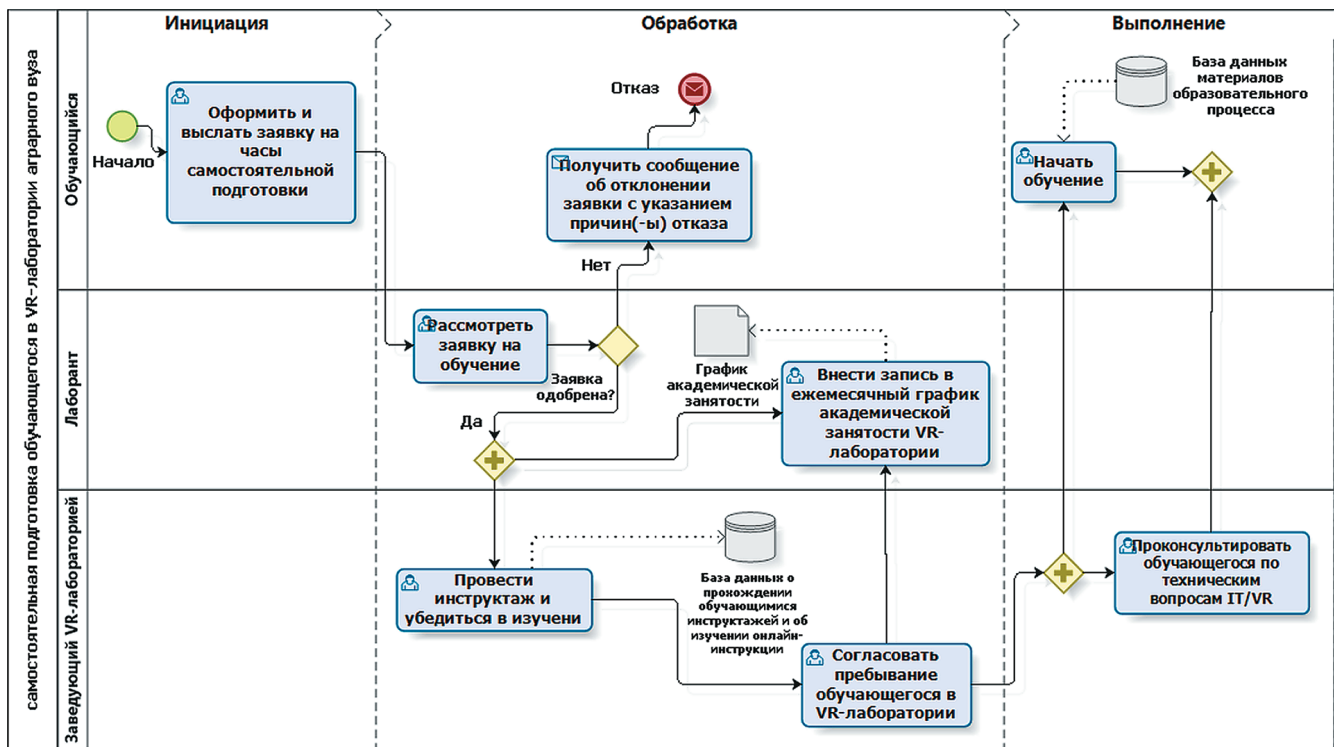


Рис. 2. Информационная модель процесса самостоятельной подготовки обучающихся аграрного вуза в VR-лаборатории

Fig. 2. Information model of the self-training of agricultural university students in a VR laboratory

Исходя из предложенной модели процесс самостоятельной работы обучающихся аграрного вуза может включать в себя 7 базовых пользовательских задач и состоять из трёх подэтапов: инициация, обработка и выполнение. Модель может быть видоизменена или дополнена исходя из специфики штатного расписания, используемых в вузе информационных технологий, обеспечивающих процессы передачи данных и информации. Формируемый в ходе процесса график академической занятости VR-лаборатории, по возможности размещаемый в сети Интернет для ознакомления обучающимися, позволит максимизировать полезное действие организационно-педагогических условий на образовательные результаты обучающихся. В результате реализации процесса предполагается наполнение и использование двух баз данных, включающих в себя информацию о прохождении обучающимися инструктажей, об изучении онлайн-инструкций по работе с конкретными программно-аппаратными средствами, а также сами прикладные материалы образовательного процесса.

Таким образом, впервые заложено определение понятия VR-лаборатории как одного из узловых компонентов организационно-педагогических условий реализации программ высшего аграрного образования, обозначена дуальность направленного формирования компетенций (общепрофессиональных и профессиональных) за счёт использования оборудования VR-лаборатории в качестве как объекта изучения, так и средства

обучения. Однако продолжает оставаться острым вопрос цифровизации образовательного контента классической академической высшей школы, и аграрным вузам предстоит продолжить серьёзные шаги на пути к цифровизации отечественного агрообразования.

**Выводы**

1. Сочетание форматов практической и самостоятельной аудиторной работы в VR-лаборатории позволит добиться формирования новых образовательных возможностей для обучающихся по программам высшего аграрного образования. Применение средств виртуальной реальности в таких программах демонстрирует широкий ряд преимуществ, среди которых – обеспечение безопасных контролируемых условий практик, возможность наглядной трансляции передового производственного опыта регионов России и зарубежья, преодоление проблемы ограниченности натуральных анатомических, геолого-минералогических, технических и других образцов, независимость от погодных условий и географической удалённости.

2. Создание в аграрном вузе VR-лаборатории в соответствии с разработанной информационной моделью и своевременным пополнением базы образовательного контента позволит поддерживать устойчивый темп цифровизации образовательного процесса и повысит конкурентоспособность выпускников на рынке труда.

## Библиографический список

1. Кубрушко П.Ф., Назарова Л.И., Симан А.С. Подготовка преподавателей к инновационной педагогической деятельности в условиях цифровизации аграрного образования // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2019. № 5 (93). С. 40-45. DOI: 10.34677/1728-7936-2019-5-40-45.
2. Гриншкун А.В., Левченко И.В. Возможные подходы к созданию и использованию визуальных средств обучения информатике с помощью технологии дополненной реальности в основной школе // Вестник РУДН. Серия «Информатизация образования». 2017. Т. 14. № 3. С. 267-272. DOI: 10.22363/2312-8631-2017-14-3-267-272.
3. Гриншкун А.В. Об эффективности использования технологий дополненной реальности при обучении школьников информатике // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2016. № 1 (35). С. 98-103.
4. Мареев Г.О., Мареев О.В., Данилова Т.В. и др. Обзор систем виртуальной реальности для обучения хирургическим навыкам в области лица и шеи // Мир науки, культуры, образования. 2015. № 6 (55). С. 92-96.
5. Хасанова Г.Ф. Виртуальная реальность в инженерном образовании химического профиля // Казанский педагогический журнал. 2019. № 1 (132). С. 43-49.
6. Li K., Wang Sh. Development and application of VR course resources based on embedded system in open education. *Microprocessors and Microsystems*. 2021. Vol. 83. Article 103989.
7. Narayan H. Gandedkar, Matthew T. Wong, M. Ali Darendeliler. Role of virtual reality (VR), augmented reality (AR) and artificial intelligence (AI) in tertiary education and research of orthodontics: An insight. *Seminars in Orthodontics*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2021.05.003> (дата обращения: 13.06.2021).
8. Siedler C., Glatt M., Weber P. et al. Engineering changes in manufacturing systems supported by AR/VR collaboration. *Procedia CIRP*. 2021. Vol. 96. P. 307-312.
9. Симбирских Е.С., Рачеев Н.О. Дидактический потенциал робототехнических VR-конструкторов в программах подготовки агроинженеров для отечественного АПК // Агроинженерия. 2021. № 2 (102). С. 75-79. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-2-75-79.
10. Milgram P., Kishino F. A Taxonomy of Mixed Reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*. 1994 vol. E77-D, no. 12(12): 1321-1329. URL: [https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram\\_IEICE\\_1994.pdf](https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf) (дата обращения: 16.05.2021).
11. Kubrushko P.F., Alipichev A.Y., Kozlenkova E.N. et al. Digital competence as the basis of a lecturer's readiness for innovative pedagogical activity. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1691 (1). Article 012116. DOI:10.1088/1742-6596/1691/1/012116.
12. Alipichev A., Nazarova L., Shingareva M. et al. Improving the credibility of pedagogical diagnostics in E-Learning. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. Vol. 2861. P. 203-209.
13. Симан А.С., Жилаева В.В. Тенденции развития и современное состояние электронной информационно-образовательной среды университета // Доклады ТСХА. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. Вып. 292. Ч. 6. С. 73-77.

## References

1. Kubrushko P.F., Nazarova L.I., Siman A.S. Podgotovka prepodavateley k innovatsionnoy pedagogicheskoy deyatelnosti v usloviyakh tsifrovizatsii agrarnogo obrazovaniya [Teacher training for innovative pedagogical activity under digitization of agrarian education]. *Vestnik of Moscow Goryachkin Agroengineering University*, 2019; 5(93): 40-45. (In Rus.). DOI: 10.34677/1728-7936-2019-5-40-45.
2. Grinshkun A.V., Levchenko I.V. Vozmozhnye podkhody k sozdaniyu i ispol'zovaniyu vizual'nykh sredstv obucheniya informatike s pomoshch'yu tekhnologii dopolnennoy real'nosti v osnovnoy shkole [Possible approaches to the development and use of visual teaching aids in informatics using augmented reality technology in middle school]. *Vestnik RUDN Bulletin. Ser: Informatizatsiya obrazovaniya*, 2017; 3: 267-272 (In Rus.) DOI: 10.22363/2312-8631-2017-14-3-267-272.
3. Grinshkun A.V. Ob effektivnosti ispol'zovaniya tekhnologiy dopolnennoy real'nosti pri obuchenii shkol'nikov informatike [On the effectiveness of using augmented reality technologies in teaching computer science to schoolchildren]. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta Ser.: Informatika i informatizatsiya obrazovaniya*, 2016; 1 (35): 98-103. (In Rus.)
4. Mareyev G.O., Mareyev O.V., Danilova T.V. et al. Obzor sistem virtual'noy real'nosti dlya obucheniya khirurgicheskim navykam v oblasti litsa i shei [Overview of virtual reality systems for teaching surgical skills in the face and neck area]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, 2015; 6(55): 92-96. (In Rus.)
5. Khasanova G.F. Virtual'naya real'nost' v inzhenernom obrazovanii khimicheskogo profilya [Virtual reality in chemical engineering education]. *Kazanskiy pedagogicheskij zhurnal*, 2019; 1(132): 43-49. (In Rus.)
6. Li K., Wang Sh. Development and application of VR course resources based on embedded system in open education. *Microprocessors and Microsystems*. 2021; 83: 103989.
7. Narayan H. Gandedkar, Matthew T. Wong, M. Ali Darendeliler. Role of virtual reality (VR), augmented reality (AR) and artificial intelligence (AI) in tertiary education and research of orthodontics: *An insight. Seminars in Orthodontics*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2021.05.003> (Access date: 13.06.2021).
8. Siedler C., Glatt M., Weber P. et al. Engineering changes in manufacturing systems supported by AR/VR collaboration. *Procedia CIRP*. 2021; 96: 307-312.
9. Simbirskikh E.S., Racheev N.O. Didakticheskiy potentsial robototekhnicheskikh VR-konstruktorov v programakh podgotovki agroinzhenerov dlya otechestvennogo APK [Teaching capabilities of robotic VR-constructors in the training curricula of agricultural engineers for the domestic farm industry]. *Agricultural Engineering*, 2021; 2(102): 75-79. (In Rus.)
10. Milgram P., Kishino F. Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*. 1994 vol. E77-D, no. 12(12): 1321-1329. URL: [https://www.researchgate.net/publication/231514051\\_A\\_Taxonomy\\_of\\_Mixed\\_Reality\\_Visual\\_Displays](https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays) (Access date: 16.05.2021)

11. Kubrushko P.F., Alipichev A.Yu., Kozlenkova E.N., Nazarova L.I., Siman A.S. Digital competence as the basis of a lecturer's readiness for innovative pedagogical activity. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020; 1691(1): 012116.

12. Alipichev A., Nazarova L., Shingareva M., Siman A. Improving the credibility of pedagogical diagnostics in E-Learning. *CEUR Workshop Proceedings*, 2020; 2861: 203-209.

13. Siman A.S., Zhilyaeva V.V. Tendentsii razvitiya i sovremennoe sostoyanie elektronnoy informatsionno-obrazovatel'noy sredy universiteta [Development trends and the current state of the electronic information and educational environment of the university]. *Doklady TSKHA: Moscow*, 2020; 292 (6): 73-77. (In Rus.)

### Критерии авторства

Симбирских Е.С., Рачеев Н.О. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Симбирских Е.С., Рачеев Н.О. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 21.06.2021

Одобрена после рецензирования 28.06.2021

Принята к публикации 28.06.2021

### Contribution

E.S. Simbirskikh, N.O. Racheev performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. E.S. Simbirskikh, N.O. Racheev have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received on 21.06.2021

Approved after reviewing 28.06.2021

Accepted for publication 28.06.2021