

УДК 338.46

DOI: 10.17586/2310-1172-2021-14-4-83-91

Научная статья

## Применение иммерсивных технологий в образовательном процессе

Канд. ист. наук **Соснило А.И.** a\_sosnilo@mail.ru

**Резванов Н.Н.** rezvanovnikita@yandex.ru

Университет ИТМО

197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49

*В данной статье анализируется возможность использования VR-технологий в различных направлениях деятельности, приводится точка зрения авторов о необходимости дополнения классического образовательного подхода и применения иммерсивных технологий. Технологии виртуальной и дополненной реальности выступают в качестве драйверов изменения образовательного контента и начала изменения образовательных программ школ и университетов по всему миру. Технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальности выступают в качестве одного из инструментов цифровой трансформации сферы образования. Авторами раскрыта практика применения технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности на основе примеров реализованных проектов в образовательной сфере. Приведены данные, демонстрирующие более высокую эффективность усвоения образовательного материала обучающимися по сравнению с традиционным подходом. Проведен опрос обучающихся 6-11 классов образовательных учреждений Санкт-Петербурга. В статье проанализирована зависимость VR-технологий от состояния общемирового рынка. Также описаны факторы, способствующие широкомасштабному распространению указанных технологий и факторы, сдерживающие их применение, в числе которых можно выделить высокую стоимость разработки образовательного контента под нужды конкретного пользователя. На основе проведённого анализа авторами обоснована необходимость организации работы по прохождению педагогами необходимых курсов повышения квалификации в сфере VR-технологий. Авторы приходят к выводам о необходимости дополнения классических методик преподавания иммерсивными технологиями в целях обеспечения высоких стандартов образования.*

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, дополненная реальность, смешанная реальность, образовательный процесс, образование, образовательные технологии.

---

## The use of intensive technologies in the educational process

Ph.D. **Sosnilo A.I.** a\_sosnilo@mail.ru

**Rezvanov N.N.** rezvanovnikita@yandex.ru

ITMO University

197101, Russia, St. Petersburg, Kronverksky pr., 49

*This article analyzes the possibility of using VR technologies in various areas of activity, provides the authors' point of view on the need to supplement the classical educational approach and the use of immersive technologies. Virtual and augmented reality technologies act as drivers of changes in educational content and the beginning of changes in educational programs of schools and universities around the world. Virtual, augmented and mixed reality technologies act as one of the tools for the digital transformation of the education sector. The authors reveal the practice of using virtual, augmented and mixed reality technologies based on examples of implemented projects in the educational sphere. The data demonstrating a higher efficiency of mastering the educational material by students in comparison with the traditional approach are presented. A survey of students of grades 6-11 of educational institutions of St. Petersburg was conducted. The article analyzes the dependence of VR technologies on the state of the global market. The factors contributing to the large-scale spread of these technologies and the factors constraining their use are also described, among which we can highlight the high cost of developing educational content for the needs of a particular user. Based*

*on the analysis carried out, the authors substantiate the need to organize work on the passage of the necessary advanced training courses in the field of VR technologies by teachers. The authors conclude that it is necessary to supplement classical teaching methods with immersive technologies in order to ensure high standards of education.*

**Keywords:** AR, VR, MR, education, edutech.

## Введение

Иммерсивность – это понятие, которое происходит от англ. «immersion», что означает «погружение». В «Современном Толковом словаре живого русского языка начала XXI века» иммерсивность рассматривается как совокупность ощущений человека, находящегося в искусственно созданном трехмерном мире, в котором он может менять точку обзора, приближать и удалять объекты и т. д. [1]

В российской педагогике иммерсивность относят к методу погружения, который можно понимать, как метод обучения с элементами релаксации, внушения и игры. Этот метод отличается от других тем, что в погружении делается акцент на внушение, а не на убеждение, как в традиционных методах передачи знаний.

## Основная часть

Если говорить о VR в образовании, то нужно понимать разницу между обучением в виртуальной реальности и обучению виртуальной реальности. Рассмотрим первый тип использования виртуальной реальности, как дополнительный способ изучения предмета.

Здесь можно обозначить несколько типов по содержанию:

### 1. Видео 360 градусов

Учитель может показывать на уроке различные видео 360 градусов. Путем взаимодействия с виртуальными очками, система переводит 2-D изображение в 3-D, создается обволакивающее изображение. К примеру, ученики могут надеть шлем и совершить путешествие по дельте реки Волги на уроке географии либо посмотреть восхождение на гору Эльбрус и т.д. Это позволит использовать эффект погружения в окружающую среду изучаемой темы.

### 2. Платформы и площадки

Виртуальная среда будет создаваться в режиме реального времени, где ученики будут погружены в VR. К примеру, используя VR Chemistry LAB, которую разработали СТЕМ-игры и Центр НТИ ДВФУ, ученики будут совершать необходимые химические опыты без вреда для своего здоровья и риска для здоровья при проведении опытов.

### 3. Интерактивные программы

Данный образовательный контент представляет из себя завершенный продукт, готовый к использованию на уроках или в виде домашнего задания. Ученики могут посетить виртуальный музей, чтобы рассмотреть природные явления и события на картинах художников.

Указ президента России №204 от 07.05.2018 «О национальных идеях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» определяет 12 проектов. Выделим 2 проекта, которые подразумевают использование в образовательных учреждениях:

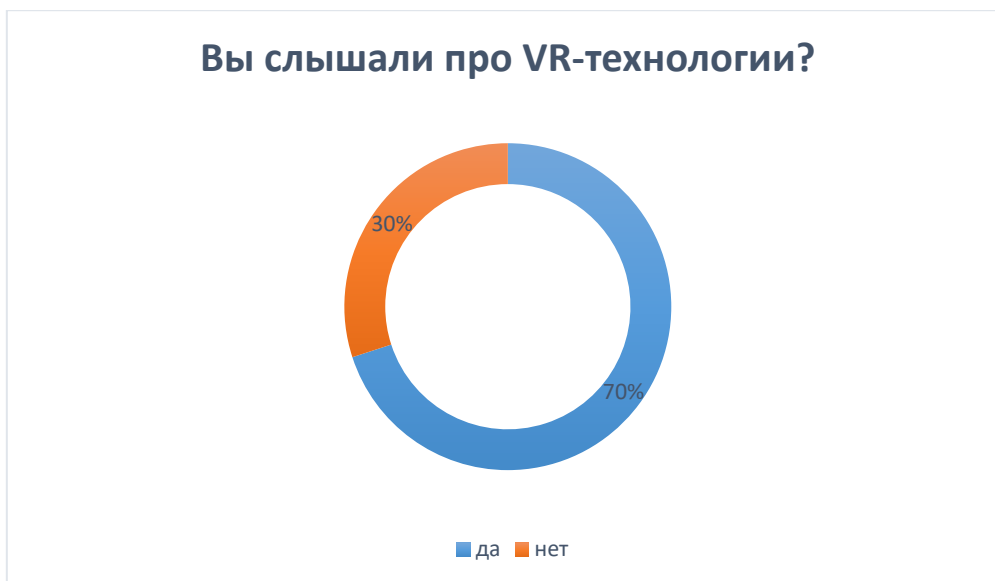
- «Образование»
- «Цифровая экономика»

Каждый из этих проектов направлен на использование цифровых учебно-методических комплексов, симуляторов, тренажеров, виртуальных лабораторий. При этом проект «Образование» предполагает включение в процесс обучения VR-технологий до 25% образовательных учреждений страны, в 75 регионах к концу 2024 года.

В рамках данной статьи был проведен опрос обучающихся 6-11 классов образовательных учреждений Санкт-Петербурга.

Обучающимся было предложено ответить на вопросы, определяющие понимание понятия VR. Ответы помогут понять, насколько ученики осведомлены о современных технологиях виртуальной реальности и где их и как могут использовать.

Анализ ответов обучающихся (рис. 1) показывает, что данный термин знаком 70% опрошенных, которые пояснили, что это виртуальная реальность. Оставшиеся 30% обучающихся обозначили, что данный термин им не знаком. Это можно объяснить разным социально-экономическим положением семей, в которых дети проживают и разной сферой интересов обучающихся.



*Рис. 1. Показатель осведомленности обучающихся о VR-технологиях*

После объяснения, что такое VR, обучающимся предлагалось ответить на следующий вопрос (рис. 2): «VR технологии могут улучшить образовательный процесс?». 86% обучающихся утвердительно ответили «да», в то время как 14% выразили сомнение и ответили «нет». Данный результат может быть обусловлен тем, что родители детей могут негативно относиться к современным технологиям на уроках и могут это транслировать внутри семьи.



*Рис. 2. Мнение обучающихся об использовании VR-технологий на уроках*



Рис. 3. Перечень уроков, на которых будет актуальным использование VR-технологий

Результаты следующего пороса показывают (рис. 3), что данные технологии могут улучшить образовательный процесс по ряду предметов. К тому же, 66% опрошенных обучающихся (рис. 4) однозначно утверждают, что роль учителя при этом не снизится, поскольку он является основным носителем информации



Рис. 4. Роль учителя в образовательном процессе

Как видно из результатов, большая часть опрошенных понимает значение аббревиатуры VR, но при этом, никто не работал с этим типом технологий среди обучающихся и поэтому они могут только предполагать. Возникает необходимость обучение принципам работы с VR-технологиями, причем не только обучающихся, но и педагогов.

Опрос, который проводил [2] Центр НТИ ДВФУ, показывает, что уже сейчас есть возможность применения VR-технологий. Единственно, что уровень оснащения таких образовательных учреждений не полный и в

большинстве случаев состоит из VR-шлемов, поставщиком которых является компания HTC. Опрос педагогов, в школах которых имеется нужное оборудование, показывает, что 45% педагогов уже проходят обучение и 26% знают о VR-технологиях, но не приступали к обучению.

Несмотря на то, что педагоги проходят обучающие курсы, наблюдается нехватка квалифицированных кадров для осуществления образовательной деятельности с использованием VR-технологий. Зачастую это выражено тем, что используются VR-шлемы для просмотра определенного теоретического контента в рамках некоторых уроков. На раскрытие полного потенциала оборудования не хватает обученных педагогов. Поэтому, на данный момент, наблюдается ситуация, когда необходимых специалистов могут найти на территории других субъектов РФ и приглашают в образовательное учреждение своего региона, но это не решает проблему кадрового голода.

Оценить влияние на качество образования VR-технологий, на данный момент, довольно проблематично. Помимо вышесказанного еще не все образовательные учреждения из запланированных получили необходимый комплект оборудования, обозначенный в национальном проекте «Образование».

Аудиторская компания PwC в своём исследовании оценила развитие и внедрение VR/AR технологий, которые будут способствовать созданию до 23,3 млн новых рабочих мест по всему миру до 2030 года.

Компания ожидает рост доходов по сферам:

1. до 359,4 млрд в сфере разработки продуктов и услуг
2. до 350,9 млрд в сфере здравоохранения
3. до 294,2 млрд в сфере образования
4. до 275 млрд в сфере совершенствования процессов
5. до 204 млрд в сфере розничной торговли (ритейл) [4]

## WORLDWIDE VR AND AR HEADSET SHIPMENTS & REVENUE

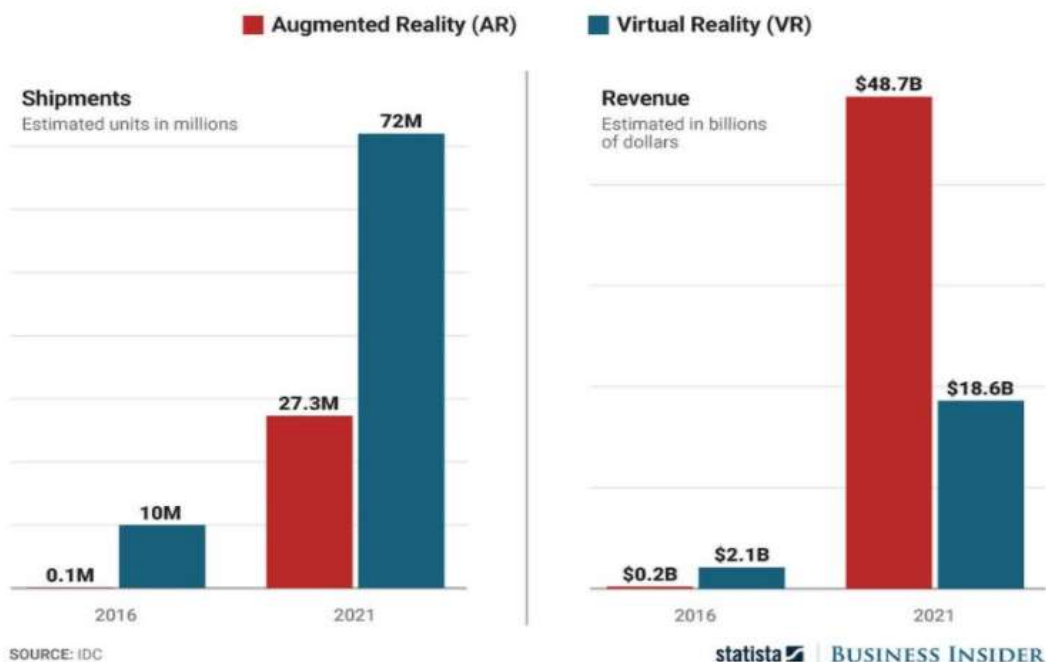


Рис. 5. Поставки и выручка гарнитур VR и AR по всему миру [5]

Согласно данным Business Insider с 2016 г. по 2021 г. поставки VR устройств выросли в 7,2 раза, а AR в 273 раза, при этом выручка в AR выросла в 243,5 раза, а VR в 8,85 раза. И если в 2016 году выручка от продажи VR устройств была в 10,5 раз больше, чем от AR. То к 2021 году ситуация существенно изменилась и выручка от продажи AR устройств превысила выручку от продажи VR в 2,6 раза.

По прогнозам исследовательской компании IDC общемировые расходы на AR/VR ускорятся после пандемии и увеличатся до 72,8 миллиарда долларов в 2024 году. В целом согласно прогнозу eMarketer в США более 90 млн человек будут использовать AR не реже одного раза в месяц в 2021 году на различных устройствах (смартфонах, планшетах, настольных компьютерах и ноутбуках, шлемов и очков, гарнитур). К 2022 году это число вырастет до

95,1 миллиона человек. По данным eMarketer, к 2022 году количество пользователей AR в США достигнет 101,6 миллиона. [5]

Если оценить AR/VR технологии с точки зрения количества пользователей, то AR используют около 93,3 млн пользователей, а VR — 58,9 млн человек.

Общемировой рынок виртуальной реальности (CAGR) растёт по оценкам на 18% в год и по прогнозам сохранит аналогичные темпы с 2021 по 2028 год.

Согласно отчету компании Research and Markets к 2030 году общемировые затраты на иммерсивные технологии составят 1 трилл 274 млрд \$ США, среднегодовой рост компания оценивает существенно выше -в 42,9%.

В таком направлении как игровая индустрия, частью которого могут быть игры образовательной направленности выручка за последние годы неизменно возрастает и по прогнозам PwC также продолжит свой рост.

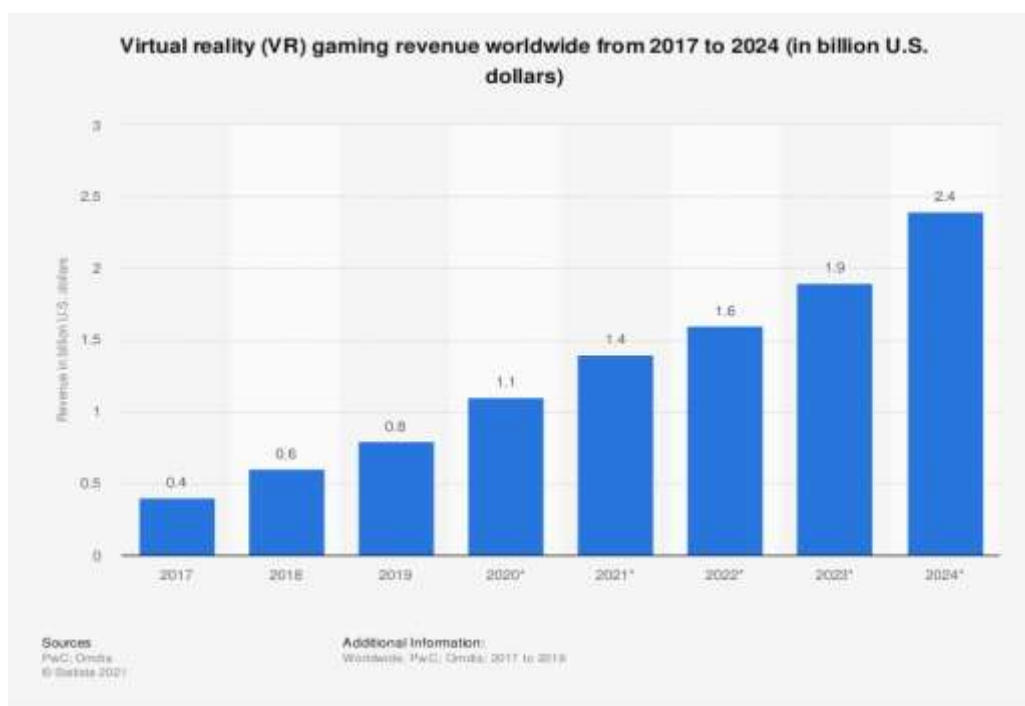


Рис. 6. Рост выручки игровой индустрии с применением VR/AR технологий [4]

В целом можно выделить несколько основополагающих причин для расширения применения технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе:

1. **Преимущества в освоении образовательного материала**

Проведённые эксперименты показывают большую удовлетворённость обучающихся от применения технологий, лучшую усвояемость, вовлечённость и другие характеристики учебного процесса.

2. **Рост числа реализованных проектов и программных продуктов на базе VR.** Число реализованных проектов и созданных продуктов перевалило за несколько тысяч и продолжает расти.

3. **Снижение цен на VR шлемы.** Цены на VR-устройства существенно снизились за последние несколько лет.

4. **Успешное применение иммерсивных технологий в образовательных целях в бизнесе.** Многие крупные компании реализовали свои VR проекты для обучения сотрудников, проведения вводных инструктажей, обучения молодых сотрудников, проведения тренингов, обучения по охране труда и обучения во внутренних университетах, реализации проектов по геймификации.

5. **Инвестиции в VR.** Ежегодно в данное направление инвестируется около 2,5 млрд долл.

6. **Кейсы удачного применения VR в образовании.** В рамках статьи описаны ниже удачные примеры применения VR проектов в сфере образования (рис. 7).

## ОБЪЕМ МИРОВОГО РЫНКА VR (\$ МЛН)

ИСТОЧНИК: ВСЕМИРНЫЙ ОБЗОР ИНДУСТРИИ МЕДИА И РАЗВЛЕЧЕНИЙ PWC.

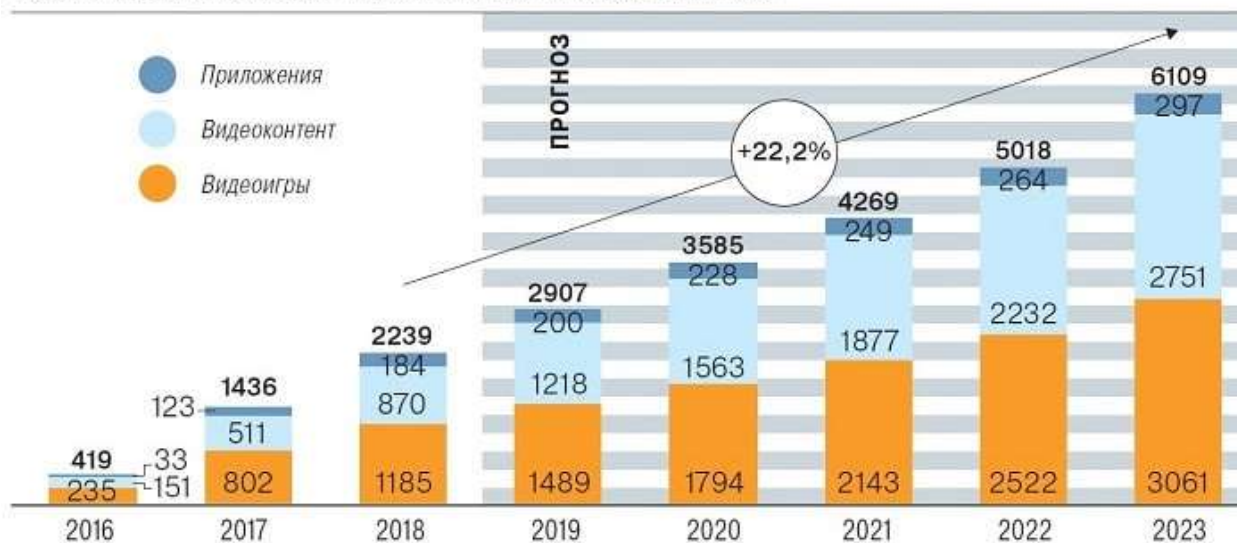


Рис. 7. Объём мирового рынка VR и прогнозные значения на 2022-23 годы [17]

Передовые университеты по всему миру начали реализацию своих VR проектов. Так Йельский университет реализовал проект по обучению хирургов в виртуальной реальности, где обучающиеся смогли тренировать свои навыки используя VR при проведении операции на желчном пузыре. Итоги проекта оказались крайне положительными, обучающиеся проводили операцию быстрее и ошибки допускались в 6 раз реже.

В Китае итоги исследования «Влияние виртуальной реальности на академическую деятельность» показали, что преподавание дисциплины с использованием технологий VR более эффективно. Обучающиеся с применением VR усвоили учебный материал более успешно и глубоко, проверка спустя две недели показала, что они лучше запомнили полученный материал, а также сдали итоговый тест на 20% лучше классических методик преподавания.

Центр компетенций НТИ ДВФУ по VR/AR, созданный в рамках национальной технологической инициативы, представил несколько интересных проектов как в гуманитарной, так и в технической сферах по физике, химии, стереометрии и английскому языку. В частности, один из проектов центра «Виртуальная химическая лаборатория» для школ или вузов. Позволяет расширить возможности по проведению экспериментов по химии, ученики могут самостоятельно проводить эксперименты и выполнять лабораторные работы. [6]

Центр также запустил платформу апробации применения VR технологий в школах. Компании-разработчики VR подавали до начала 2021 года заявки на участие в программе и представляли для экспертизы свой образовательный контент. Для школ-участниц проекта и педагогов доступно скачивание контента и проведение сопроводительных мероприятий по их внедрению. По итогам реализации проекта будет собрана обратная связь, устранены недочёты и продолжена реализация программы.

Студенты из Англии и Китая принимали участие в реализации совместных проектов по изучению антропологии с применением VR- технологий, находясь в разных частях света они исследовали символы на одной из гробниц фараонов в Египте. Университеты использовали для реализации проекта VR-программу Rumii компании Doghead, где был создан виртуальный класс и трехмерные модели исследуемых объектов.

Приложение Unimersiv и VR шлем позволяют людям из разных точек мира изучать язык с помощью виртуальной реальности. Приложение является бесплатным и доступно для свободного скачивания в магазине Oculus Store. [7]

### Заключение

Упомянутая игровая индустрия также может быть основой для создания образовательного контента нового поколения. В частности, для улучшения понимания человеческой биохимии была использована VR игра InMind2. В научной VR игре обучающиеся могут изучить человеческую химию в более увлекательной и яркой форме. Обучающиеся попадают в центр принятия решений главного героя игры подростка Джона и управляют решениями героя при столкновении с различными эмоциями. Данные решения определяют какова будет судьба

главного героя и какие реакции происходят в его мозге, как выделяются гормоны при разных эмоциях, как устроены нейроны и др. аспекты биохимии человека. [8] Ещё одним примером прекрасной реализации образовательных возможностей VR в игровой форме, является игра для медиков The Body VR. Обучающиеся попадают внутрь тела человека, изучают кровь и тела внутри кровеносных сосудов, изучить строение клеток и вирусов. Игра бесплатна для скачивания и требует наличия VR-шлема. [9] Ещё один проект 3D Organon VR Anatomy позволяет познакомиться в широком набором 3D моделей органов человеческого тела в VR (более 4 000 анатомических моделей). Такой проект как Universe Sandbox 2 ориентирован на изучение космоса в игровой форме и представляет из себя познавательную игру-симулятор, в рамках которой можно понять механизм работы гравитации, физических взаимодействий, траекторий движения планет и галактик. [10] VR приложение HistoryMaker даёт возможность обучающимся примерить на себя аватар нескольких известных личностей, таких как Авраам Линкольн, Бенджамин Франклин и др. и произнести от их лица реальные исторические речи, которые повлияли на развитие США. [11] Активно в последние годы развивается такое образовательное направление как VR экскурсии. Так компания Boulevard разработала туры в виртуальной, дополненной и смешанной реальности по известным музеям всего мира, где экспонируются шедевры искусства. Экскурсию проводят сами известные художники, кураторы и авторы, что позволяет повысить вовлеченность обучающихся и дать материал более ярко и наглядно. [12]

Компания в сфере оборонной промышленности Lockheed Martin пошла по пути футуризма и создала экскурсию на планету Марс. Для этого компания использовала школьный автобус и переоборудовала его, заменив оконные стёкла на экраны. После того как обучающиеся садятся по своим места и начинается поездка, экраны темнеют и появляется изображение с Марса, где есть ландшафт, космическая база первых марсианских поселенцев, марсоход и другие интересные детали. [13] Компания Alphabet также занимается созданием виртуальных экскурсий по достопримечательностям мира. Уже созданы виртуальные туры по Версальскому дворцу, Большому театру, Букингемскому дворцу и другим известным местам. Компания реализовала панорамные видео, уличные виды, экскурсии по музеям мира, представила работы авторов в высоком разрешении, исторические фото и познавательные игры. [14] Сервис Google Earth VR также позволяет со всевозможных ракурсов рассмотреть мировые достопримечательности. Для обучающихся могут быть доступны Египетские пирамиды, Эйфелева башня, Гранд каньон, Нью-Йорк, Рим, Ниагарский водопад и другие объекты. Сервис поможет ярко показать учителям географии доступные локации. [15] Множество положительных обзоров имеет проект The VR Museum of Fine Art который позволяет изучить в VR наиболее известные музейные экспонаты. Изучить предметы искусства можно во всех деталях, имея возможность рассмотреть их вблизи и с разных ракурсов, без ограждений и защитных стёкол, шума и других посетителей. [16] Лидерами среди стран мира по применению виртуальной реальности в образовании остаются США, ЕС и Китай. Россия начала реализацию крупных проектов, включающих в себя развитие VR технологий. Кроме двух упомянутых выше нацпроектов, проект «Цифровая школа» предполагает, что к 2024 году его реализация будет осуществлена в 25% всех «пилотных» образовательных учреждений. Существует, однако, ряд сдерживающих широкомасштабное распространение технологий AR/VR факторов. В числе которых можно, в первую очередь, выделить высокую стоимость разработки образовательного контента в VR под нужды конкретного пользователя. Это достаточно длительный процесс, требующий времени и трудозатрат.

Также существуют особенности физического восприятия технологий. Так, часть пользователей могут испытывать дискомфорт из-за появления головокружения и тошноты после использования VR-шлема. При традиционной форме реализации образовательного процесса контент, как правило, создают преподаватели, которые далеко не всегда имеют достаточные компетенции для создания аналогичного контента в форме VR. Программисты же не владеют компетенциями других специалистов и педагогическими методиками на достаточном уровне. Для преодоления данной проблемы в 2021 году были запущены бесплатные программы переподготовки для преподавателей вузов на базе университета 2030 и МИФИ. Тем не менее, на модернизацию образовательных программ потребуются годы. При этом многие эксперты в сфере образования всё-таки убеждены, что технологии виртуальной реальности будут в ближайшие годы применяться всё больше.

### *Литература*

1. Ваулина Е.Ю., Складневская Г.Н., Ткачева И.О., Фивейская Е.А. Толковый словарь русского языка начала XXI века. Актуальная лексика. - 978-5-699-15913-0 изд. - Москва: ЭКСМО, 2006. - 1136 с.
2. Итоги исследования готовности российских школ к VR/AR подвели в Центре НТИ ДВФУ // Дальневосточный Федеральный Университет (ДВФУ) URL: <https://www.dvfu.ru/> (дата обращения: 08.09.2021).
3. Рынок устройств виртуальной и дополненной реальности // TADVISER URL: <https://www.tadviser.ru/> (дата обращения: 08.09.2021).
4. Seeing is believing // pWc URL: <https://www.pwc.com/> (дата обращения: 08.09.2021).



5. As CES goes virtual in 2021, forecasts show a mixed reality for AR/VR // Insider URL: <https://www.businessinsider.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
6. ЦЕНТР НТИ VR/AR помогает компаниям на всем жизненном цикле технологии – от поиска прикладных решений до поддержки трансфера разработок // Центр НТИ ДВФУ VR/AR URL: <https://vrnti.ru/> (дата обращения: 08.09.2021).
7. Learn a new language in Virtual Reality with the Unimersiv app // Unimersiv URL: <https://unimersiv.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
8. Scientific VR Game: InMind 2 // luden.io URL: <https://luden.io/> (дата обращения: 08.09.2021).
9. The Body VR: Journey Inside a Cell // Steam URL: <https://store.steampowered.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
10. Universe Sandbox // Steam URL: <https://store.steampowered.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
11. HistoryMaker VR // Schell Games URL: <https://www.schellgames.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
12. Bringing art & culture to life // Boulevard URL: <https://www.blvr.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
13. Field Trip to Mars // Framestore URL: <https://www.framestore.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
14. Alphabet URL: <https://artsandculture.google.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
15. Your world awaits // Google Earth VR URL: <https://arvr.google.com/earth/> (дата обращения: 08.09.2021).
16. The VR Museum of Fine Art // Steam URL: <https://store.steampowered.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
17. Всемирный обзор индустрии развлечений и медиа: прогноз на 2018-2022 годы URL: <https://www.pwc.ru/> (дата обращения: 07.08.2021)

### *References*

1. Vaulina E.Yu., Sklyarevskaya G.N., Tkacheva I.O., Fiveiskaya E.A. Tolkovyi slovar' russkogo yazyka nachala XXI veka. Aktual'naya leksika. - 978-5-699-15913-0 izd. - Moskva: EKSMO, 2006. - 1136 s.
2. Itogi issledovaniya gotovnosti rossiiskikh shkol k VR/AR podveli v Tsentre NTI DVFU // Dal'nevostochnyi Federal'nyi Universitet (DVFU) URL: <https://www.dvfu.ru/> (дата обращения: 08.09.2021).
3. Rynok ustroystv virtual'noi i dopolnennoi real'nosti // TADVISER URL: <https://www.tadviser.ru/> (дата обращения: 08.09.2021).
4. Seeing is believing // pWc URL: <https://www.pwc.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
5. As CES goes virtual in 2021, forecasts show a mixed reality for AR/VR // Insider URL: <https://www.businessinsider.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
6. TsENTR NTI VR/AR pomogaet kompaniyam na vsem zhiznennom tsikle tekhnologii – ot poiska prikladnykh reshenii do podderzhki transfera razrabotok // Tsentr NTI DVFU VR/AR URL: <https://vrnti.ru/> (дата обращения: 08.09.2021).
7. Learn a new language in Virtual Reality with the Unimersiv app // Unimersiv URL: <https://unimersiv.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
8. Scientific VR Game: InMind 2 // luden.io URL: <https://luden.io/> (дата обращения: 08.09.2021).
9. The Body VR: Journey Inside a Cell // Steam URL: <https://store.steampowered.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
10. Universe Sandbox // Steam URL: <https://store.steampowered.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
11. HistoryMaker VR // Schell Games URL: <https://www.schellgames.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
12. Bringing art & culture to life // Boulevard URL: <https://www.blvr.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
13. Field Trip to Mars // Framestore URL: <https://www.framestore.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
14. Alphabet URL: <https://artsandculture.google.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
15. Your world awaits // Google Earth VR URL: <https://arvr.google.com/earth/> (дата обращения: 08.09.2021).
16. The VR Museum of Fine Art // Steam URL: <https://store.steampowered.com/> (дата обращения: 08.09.2021).
17. Vsemirnyi obzor industrii razvlechenii i media: prognoz na 2018-2022 gody URL: <https://www.pwc.ru/> (дата обращения: 07.08.2021)

*Статья поступила в редакцию 10.09.2021 г  
Received 10.09.2021*