

УДК: 159.9.072.43, 159.9.075  
doi: 10.11621/ vsp.2019.04.44

## СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ С ТРАДИЦИОННЫМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ

**А. И. Ковалев, Ю. А. Роголева, С. Ю. Егоров**

*МГУ имени М. В. Ломоносова, факультет психологии, Москва, Россия*  
Для контактов. E-mail: [artem.kovalev.msu@mail.ru](mailto:artem.kovalev.msu@mail.ru)

**Актуальность.** Технологии виртуальной реальности (VR) позволяют пользователям получать большой объем визуальной информации за короткое время, и это является важной особенностью для использования VR в образовании. В условиях цифровизации образования эффективность использования VR в качестве инструмента совершенствования процессов обучения является открытым вопросом. Несмотря на наличие ряда исследований, посвященных этой проблеме, однозначных выводов сделано не было, многие факторы, влияющие на этот процесс, остаются неизученными.

**Цель.** Изучение особенностей усвоения учебного материала, представленного на иностранном языке посредством применения VR.

**Методика.** Были отобраны 29 участников юношеского возраста (22 женщины, 7 мужчин), обладающих уровнем знания английского языка не ниже, чем порогового уровня (B1 по классификации CEFR). Было использовано три типа специально подготовленных стимулов: текст, 2D-видео и VR-среда. Эффективность обучения проверялась с помощью теста на знание материала до и после каждого эксперимента. VR-стимулы были предъявлены с помощью системы Samsung Gear VR.

**Результаты.** Было показано, что VR-формат наряду с текстовым форматом оказались одинаково эффективными при усвоении лицами юношеского возраста учебной информации, представленной на английском языке. В то время как двумерный видеоряд оказался наименее эффективным средством. Также обнаружена отрицательная корреляция между изначальным уровнем знаний и приростом в знаниях после экспериментальной серии.

**Выводы.** Виртуальная реальность предлагает эффективный способ улучшения процесса обучения, но традиционные методы обучения про-

должают играть важную роль в образовании. Лица юношеского возраста в современном мире обладают уже необходимыми сформированными способами использования VR как учебного средства в образовательных целях.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, цифровое образование, иностранный язык, образовательные средства, виртуальная среда.

**Благодарности:** Исследование выполнено при поддержке РФФИ (грант № 18-29-22049).

**Для цитирования:** Ковалев А. И., Роголева Ю. А., Егоров С. Ю. Сравнение эффективности применения технологий виртуальной реальности с традиционными образовательными средствами // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2019. № 3. С. 44–58. doi: 10.11621/vsp.2019.03.43

Поступила в редакцию 10.08.19/ Принята к публикации 02.09.19

## A COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF LEARNING USING VIRTUAL REALITY AND TRADITIONAL EDUCATIONAL METHODS

*Artem I. Kovalev, Yulia A. Rogoleva, Sergey Yu. Egorov*

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Psychology, Moscow, Russia*  
Corresponding author. E-mail: artem.kovalev.msu@mail.ru

### **Abstract**

**Background.** Virtual reality technologies (VR) allow users to absorb a lot of visual information in a short time and have become an important feature in education. The advisability of using virtual reality as a tool to improve the learning processes in the modern digital environment is an open question. Despite some studies devoted to assessing the effectiveness of virtual reality applications to the education process, there are no clear conclusions on this issue.

**Objective.** The study of features of foreign language learning material using VR.

**Design.** 29 young participants (22 females, 7 males) with a high level of foreign language competence were selected. They received three types of stimuli:

text, 2D video, and VR. The efficiency of their learning was tested with questions before and after each experiment. VR stimuli were presented by Samsung Gear VR.

**Results.** It was shown that “VR” and “Text” conditions were the most efficient material for foreign language learning as compared to the “2D-video” condition. The results also showed a strong negative correlation between the participants’ baseline level of knowledge and their knowledge gain under all experimental conditions.

**Conclusion.** VR offers an effective method for improving the process of learning, but traditional teaching methods still play an important role in education. Young people in the modern world have developed ways to use the VR as an educational tool.

**Keywords:** virtual reality; digital education; foreign language; educational tool; virtual environment.

**Acknowledgements:** This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 18-29-22049).

**For citation:** Kovalev, A.I., Rogoleva, Yu.A., Egorov, S.Yu. (2019). Studying computer user’s mental models: from cognitive maps to the «image of the world». *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya = Moscow University Psychology Bulletin*, 4, 44–58. doi: 10.11621/vsp.2019.04.43

Received: July 10, 2019/ Accepted: September 02, 2019

## Введение

Современный образовательный ландшафт претерпевает значительные изменения в связи с увеличением доли используемых цифровых технологий. Онлайн-курсы, электронные дневники и учебники, адаптивные индивидуальные образовательные программы становятся неотъемлемой частью нынешнего процесса обучения (Martín-Gutiérrez et al., 2017). Наряду с указанными технологиями расширяется применение в образовании и систем виртуальной реальности (Merchant et al., 2014).

Согласно общепринятому определению «виртуальная реальность» — это созданная посредством компьютерных технологий симуляция окружающей действительности, позволяющая пользователю осуществлять с ней активное взаимодействие с помощью специальных приспособлений (Зинченко и др., 2010). Несмотря на существующее разнообразие систем виртуальной реальности, в обра-

зовании чаще всего находят применения устройства на базе шлемов виртуальной реальности и приспособлений для смартфонов (Alhalabi et al., 2016). Такого типа устройства отличаются мобильностью, относительно невысокой стоимостью, простотой использования и обслуживания. В отличие от громоздких CAVE-систем и дорогостоящих проекционных дисплеев.

В последнее время стали активно появляться примеры использования устройств ВР в образовательном процессе. Так применение ВР в области изучения естественных наук показало, что данная технология позволяет визуализировать, сделать конкретным и управляемым то, что является абстрактным и невозможным для наблюдения в естественных условиях. Например, обучающимся были представлены такие явления как распространение электромагнитных волн, движение элементарных частиц (Jonhson-Glenberg et al., 2017; Parong et al., 2018), визуализированы трехмерные объекты для уроков стереометрии (Lai et al., 2016). Среди гуманитарных дисциплин было отмечено эффективное применение ВР в изучении истории — обучающиеся смогли стать участниками виртуальных исторических событий, посетить ныне не существующие места и постройки (Миرونенко и др., 2018).

Результаты проведенных исследований (Akçayığ et al., 2017) позволили выделить такие преимущества использования ВР в образовании как:

1. Повышение мотивации учащихся за счет их большей вовлеченности в процесс изучения материала. Большая вовлеченность и погружение достигались посредством возможности интерактивного взаимодействия пользователей с виртуальным пространством.

2. ВР позволила создать для обучающихся ситуацию их активного познания представленного материала. Появилась возможность выбора траектории получения информации, самостоятельного построения последовательности обращения к объектам виртуальной среды.

3. Доступность современных устройств ВР с точки зрения стоимости и простоты управления. Существующие ВР системы, работающие на базе смартфонов, позволяют использовать ВР не только в классе, но и в домашних условиях.

4. Визуализация контента, недоступного для восприятия в обычных условиях — виртуальное перемещение пользователя в разные точки планеты, виртуальное погружение в микромир, виртуальное посещение космических объектов.

Однако остается открытым вопрос о методиках оценки эффективности применения систем VR в образовании. Основным мерилom на данный момент являются субъективные ощущения обучающегося и уровень усвоенных знаний и полученных навыков (Freina et al., 2015). Данные переменные подвержены влияниям со стороны многих факторов, в том числе уровень сложности материала, уровень исходных знаний учащегося, его способности к обучению, особенности развития когнитивной и эмоциональной сферы и др. Одним из таких малоизученных факторов является язык, на котором представлен учебный материал. Поэтому целью настоящего исследования стало изучение особенностей усвоения учебного материала, представленного на иностранном языке посредством применения VR.

Гипотеза заключалась в том, что при предъявлении учебного материала на иностранном языке, уровень усвоения в условиях VR будет выше, по сравнению с условиями чтения текстов и просмотра 2D-видео.

### **Стимуляция**

В качестве стимуляции выступали учебные материалы, изложенные на английском языке в трех разных форматах — текстовом, формате 2D-видео и формате виртуальной среды.

В текстовом формате был представлен материал о пандах, освещающий все стороны жизни животных, их внешний вид и пространство. По смысловому содержанию текст был разделен на три части: краткое описание происхождения панд и современная классификация вида; питание, образ и продолжительность жизни взрослых особей; влияние антропогенных и природных факторов на численность панд, а также информация о реализации различных программ по их сохранению. Текст содержал 587 слов.

Двумерный видеоряд включал в себя материал, содержащий описание карибской рифовой акулы. Испытуемому предъявляется информация о смертоносных действиях человека по отношению к этим животным. Также была представлена информация о шестом чувстве акулы — электрорецепции, о продолжительности жизни, размножении и распространении особей. Закадровый текст видеоряда содержал 409 слов, длительность видео составила 3 мин.

В трехмерном формате испытуемым была представлена виртуальная среда, которая содержала в себе фактическую информацию о человеческом теле. Испытуемый, перемещаясь внутри модели челове-

ческого организма, мог пройти по пути дыхательной и кровеносной систем, подробно ознакомиться с таким явлением как бруксизм, узнать о скорости воздушного потока при чихании и изучить длину кровеносных сосудов. Закадровый текст содержал 488 слов, длительность погружения в виртуальную среду составила 3 мин 25 с.

Данные материалы были специально отобраны из библиотек обучающей продукции английскому языку, подвержены экспертизе со стороны носителей языка и оценены как не содержащие фактических и грамматических ошибок. Вся стимуляция была эквивалентна по количеству информации.

### **Выборка**

В исследовании приняли участие 29 испытуемых (22 женщины и 7 мужчин) в возрасте от 18 до 27 лет. Все испытуемые имели нормальное или скорректированное до нормального зрения. По предварительному опросу было выявлено, что 75,86% испытуемых имеют опыт использования виртуальной реальности, включая компьютерные игры. Данные испытуемые были отобраны посредством теста на знание английского языка «Straightforward Quick Placement & Diagnostic test» (Mann et al., 2017).

### **Оборудование**

Для предъявления стимуляции в формате 2D-видео использовался планшетный компьютер Apple iPad Pro, диагональ экрана — 9,7 дюймов. Стимуляция в условиях VR была предъявлена с помощью системы Samsung Gear VR, представляющей собой реализацию шлема виртуальной реальности на базе смартфона Samsung Galaxy S8+. Угол обзора составил 101 градус. Учебный материал в текстовом формате предлагался на бумажном носителе, кегль печатного шрифта — 14.

### **Процедура предъявления стимуляции**

Предварительно каждому участнику исследования предлагались: тест («Straightforward Quick Placement & Diagnostic test»), направленный на определение уровня владения английским языком; опрос на предмет опыта использования систем виртуальной реальности; тест на определение уровня базовых знаний, релевантных материалу, представленному к усвоению. Для исследования отбирались испытуемые с «пороговым» или средним уровнем английского языка (Threshold or Intermediate).

Каждому испытуемому стимуляция предъявлялась последовательно в псевдорандомизированном порядке — один раз предъявлялся текст, один раз видео в двумерном формате и один раз виртуальная среда. После изучения учебного материала испытуемые отвечали на тестовые вопросы с целью проверки усвоенных знаний. Каждый тест содержал в себе вопросы с одним вариантом ответа и вопросы типа True/ False. Все вопросы в тесте были сформулированы на английском языке и направлены на определение степени усвоения фактического материала, полноту приобретенных знаний.

### Результаты

В качестве зависимых переменных выступили результаты тестов на усвоение представленного учебного материала. Было обнаружено (рис. 1), что количество правильных ответов (в процентах от общего числа вопросов) значительно изменилось после прочтения текста ( $t = 4,4$ ,  $p < 0,001$ ) и после погружения в виртуальную реальность ( $t = 3,7$ ,  $p < 0,001$ ). После просмотра видео в формате 2D количество правильных ответов значительно не изменилось по сравнению с замером до сеанса обучения ( $t = 0,867$ ,  $p = 0,394$ ).

Далее были рассчитаны разности в процентах количества правильных ответов после каждой учебной сессии относительно базовых знаний (рис. 2). Были обнаружены значимые различия между следующими учебными сессиями: после прочтения текста и просмотра видеоряда ( $t = 0,29$   $p < 0,001$ ); после погружения в виртуальную среду и просмотра видеоряда ( $t = 0,398$   $p < 0,001$ ). Незначимые различия между количеством правильных ответов были получены между условиями «VR формат» и «Текстовый формат» ( $t = 0,864$ ,  $p = 0,538$ ).

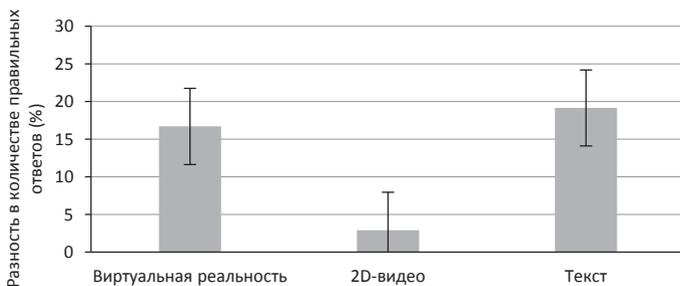


Рис. 1. Средние значения разности в количестве правильно решенных заданий теста до и после изучения учебного материала

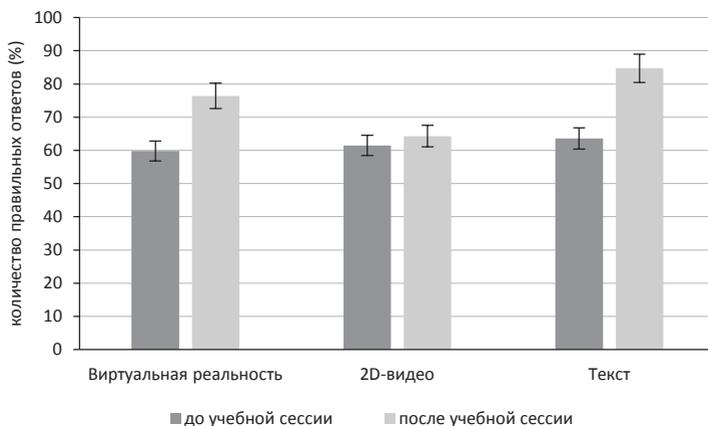


Рис. 2. Средние значения в количестве правильных ответов (в %) на задания теста

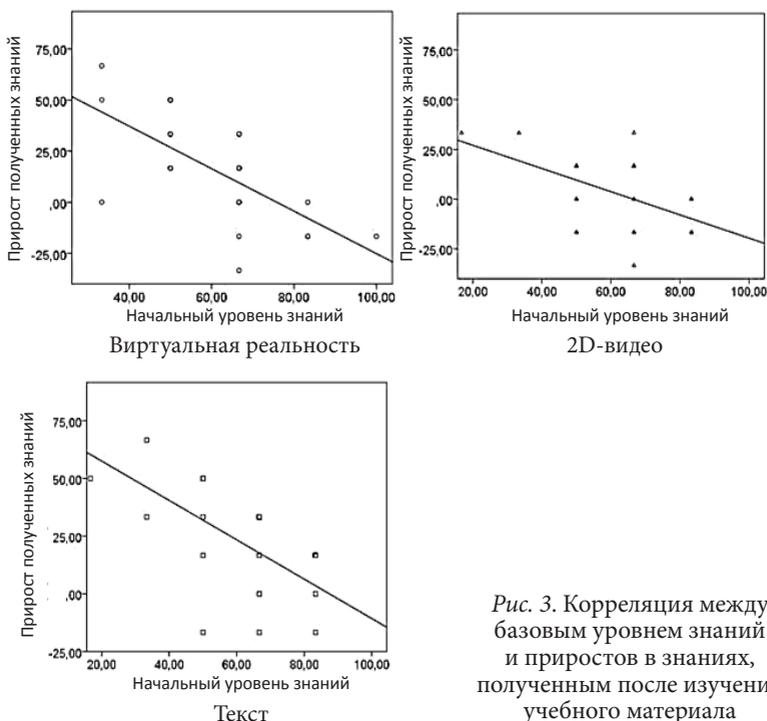


Рис. 3. Корреляция между базовым уровнем знаний и приростом в знаниях, полученным после изучения учебного материала

Была также рассмотрена корреляция между базовым уровнем знаний и преимуществом обучения, полученным после каждой учебной сессии (рис. 3). Обнаружена незначимая корреляция после прочтения текста ( $r = 0,120$ ,  $p = 0,536$ ) и погружением в ВР ( $r = -0,34$ ,  $p = 0,863$ ). При этом для ситуации просмотра двумерного видеоряда обнаружена значимая корреляция ( $r = 0,41$ ,  $p = 0,027$ ).

### **Обсуждение результатов**

В настоящем исследовании было изучено влияние различных форм представления учебного материала на иностранном языке на эффективность его усвоения. Результаты показывают, что предъявление учебного материала в текстовом формате и в формате виртуальной реальности оказалось более эффективным для изучения нового материала, чем просмотр видеороликов в двумерном формате. Наибольший прирост в полученных знаниях наблюдался у испытуемых после прочтения текста и погружения в учебную виртуальную среду. Обучение с использованием двумерного видеоряда оказалось менее эффективным, чем чтение текстов. То есть гипотеза о том, что усвоение материала, представленного субъекту обучения на иностранном языке с применением ВР, будет более эффективно, чем усвоение материала при его представлении в печатном формате и двумерном виртуальном формате подтвердилась лишь частично.

Схожая эффективность использования текстового формата и ВР-формата представления материала позволяет рассмотреть особенности использования ВР-средств в изучении информации на иностранном языке. Деятельность обучающегося при чтении иностранного текста включает в себя необходимость реализации учебных действий двух уровней: понимание отдельных слов и их значений и построение общего смыслового содержания представленной информации. Первую задачу решают сформированные у обучающегося «языковые операторы», позволяющие соотнести представленные на иностранном языке слова и грамматические конструкции с их значениями на родном языке испытуемых (Леонтьев, 2007). Уровень построения смыслового содержания, согласно теории двойного кодирования (Paivio, 1990) требует формирования комплексных образов. В результате представленная текстовая информация в итоге воспринимается в виде осмысленных воображаемых образов представлений (Clark et al., 1991). При таком ракурсе рассмотрения полученных экспериментальных результатов можно предположить, что предъявление информации в ВР-формате существенно способ-

ствовало именно реализации действий второго уровня, предоставляя материал для формирования образов. Повышенная эффективность в использовании ВР в сравнении с двумерным форматом в этом случае объясняется тем, что предоставляемая посредством ВР возможность наблюдения трехмерных объектов виртуальной среды не требует от испытуемого дополнительной сенсорной перекодировки двумерных объектов (Shin, 2018). К тому же погружение в виртуальную среду имитирует получение информации об объекте в ситуации непосредственного его восприятия (Plass et al., 1998). Таким образом, пропадает необходимость конструирования смыслового содержания, поскольку оно было представлено испытуемым изначально. Важно отметить, что непосредственность в данном контексте не означает отсутствие высокоуровневых процессов конструирования образов восприятия. Имеется в виду констатация самого факта получения зрительной информации испытуемыми.

Важно отметить, что некоторые участники исследования отмечали, что работа с текстом для них была наиболее комфортной в силу отсутствия отвлекающих факторов, таких как движущееся изображение, анимация и звуковое сопровождение. Данная особенность совпадает с результатами исследований, обнаруживших более частый выбор студентами печатных учебных изданий в качестве источников учебной информации, а не цифровых именно с точки зрения удобства их использования (Bravo et al., 2011; Woody et al., 2010).

Результаты исследования показали, что наименее эффективно учебный материал усваивается при просмотре обучающего видео в двумерном формате. Большинство экспертов в области образования сходятся во мнении, что использование видеоряда в учебных целях эффективно в случае его частой сегментации на короткие фрагменты (Shephard, 2003). Это позволяет достичь максимальной концентрации внимания учащихся. Также, согласно Р. Майеру (2001), видеоряд может быть крайне эффективным средством, если мультимедийный обучающий контент будет способствовать активной когнитивной обработке информации, повышая мотивацию обучающихся. В данном исследовании материал, представленный на иностранном языке, видимо не осуществил функцию привлечения внимания и повышения мотивации, что привело к снижению эффективности использования данного средства.

В ходе исследования также было обнаружено, что корреляции между изначальным уровнем имеющихся знаний и приростом этих знаний после процесса обучения оказались значимыми и отрица-

тельными для всех форматов представления информации. То есть те испытуемые, кто изначально имел низкий уровень знаний, после предъявления стимуляции обнаруживали больший прирост в знаниях по сравнению с испытуемыми, чей уровень первоначальных знаний был выше среднего. Данный результат свидетельствует в пользу того, что вне зависимости от формата представления информации все три экспериментальных условия являлись ситуациями обучения. В ходе этого процесса испытуемые по-разному успешно использовали имеющиеся средства обучения: текст, двумерное видео и виртуальную среду. Полученные отрицательные корреляции говорят о том, что выбранный уровень сложности материалов на иностранном языке был адекватным уровню знаний испытуемых и их возможностям — те из них, кто обладал изначально более низким уровнем знаний по предмету, смогли получить необходимые сведения из учебного материала и усвоить их.

С другой стороны, описанный выше результат можно рассматривать с точки зрения классификации VR-формата для целей описания учебного процесса. Схожесть в распределении усвоенных знаний по сравнению с классическими условиями восприятия текста и уже ставшими обычными условиями просмотра обучающего видео позволяют определить VR-формат как одно из средств обучения. Опосредствование данным инструментом процесса обучения требует от испытуемого активной фазы интериоризации навыков эффективного применения VR-устройств и взаимодействия с виртуальными средами. В данном эксперименте с учетом использования учебных материалов на иностранном языке было показано, что испытуемые обладающие опытом взаимодействия с виртуальными устройствами, способны эффективно применять этот инструмент в ходе образовательного процесса. В связи с этим можно высказать предположение о том, что использование VR в образовании будет иметь большую эффективность именно в случае определения его как образовательного инструмента, опосредствующего процесс обучения, формирования учебных действий. Применяя далее логику культурно-деятельностного подхода к расширению методологического понимания места VR в образовании, стоит отметить необходимость конструирования зоны ближайшего развития (ЗБР) для ситуации применения VR-устройств учащимися. ЗБР будет задавать условия взаимодействия с виртуальными средами таким образом, чтобы в ходе этого процесса повышалась мотивация обучающихся, а также происходил эффективный перенос навыков, полученных в виртуальной среде, в реальный мир.

## Заключение

В ходе данного исследования были изучены особенности усвоения учебного материала, представленного на иностранном языке в текстовом формате, формате двумерного видео и VR-формате. Результаты показали схожую эффективность в количестве остаточных знаний после обучающих серий при использовании VR-формата и традиционного текстового формата. Кроме того, обнаружена отрицательная корреляция между уровнем исходных знаний и полученным приростом в знаниях при всех условиях предъявления информации. Это позволяет сделать вывод о схожей эффективности в использовании традиционного текстового средства обучения и применения VR-устройств в процессе изучения учебного материала на иностранном языке. Данный результат позволяет сделать предположение о возможности внедрения VR-технологий в образование именно как эффективного самостоятельного средства обучения, а не одного из способов визуализации данных. Важно отметить, что полученные результаты позволяют предположить невозможность полного использования VR-формата в отрыве от традиционных методов обучения. На данном этапе развития VR-технологий требуется совмещение этого инструмента с привычными методами. Тем не менее, интерпретация полученных экспериментальных данных показала, что положения культурно-деятельностного подхода применительно к процессам образования имеют высокую эвристичность и могут быть эффективно использованы даже применительно к такому средству современного цифрового образовательного процесса как системы виртуальной реальности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Зинченко Ю.П., Меньшикова Г.Я., Баяковский Ю.М., Черноризов А.М., Войсунский А. Е. Технологии виртуальной реальности: методологические аспекты, достижения и перспективы // Национальный психологический журнал. 2010. № 1. С. 54–62.

Леонтьев А.А. Язык не должен быть «чужим» // Вопросы психолингвистики. 2007. № 6. С. 9–13.

Мироненко М., Нелюбина Е., Байльдинов Е., Квасова А., Горелов А. Технологии виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) в задачах реконструкции исторической городской застройки (на примере московского Страстного монастыря) // Историческая информатика. 2018. № 3. С. 76–88.

Akçayır M., Akçayır G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature // Educational Research Review. 2017. Vol. 20. P. 1–11. DOI: doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002

*Alhalabi W.* Virtual reality systems enhance students' achievements in engineering education // Behaviour & Information Technology. 2016. Vol. 35. № 11. P. 919–925. DOI: doi.org/10.1080/0144929X.2016.1212931

*Bravo E., Amante B., Simo P., Enache M., Fernandez V.* Video as a new teaching tool to increase student motivation // IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2011. P. 638–642. DOI: doi.org/10.1109/ EDUCON.2011.5773205

*Clark J., Paivio A.* Dual coding theory and education // Educational Psychology Review., 1991. Vol.3. № 3. P. 149–170. DOI: doi.org/10.1007/BF01320076

*Freina L., Ott M.* A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives // Proceedings of eLearning and software for education (eLSE). 2015. Vol. 1. P. 133.

*Johnson-Glenberg M., Megowan-Romanowicz C.* Embodied science and mixed reality: How gesture and motion capture affect physics education // Cognitive Research: Principles and Implications. 2017. Vol. 2. № .1. P. 24–24. DOI: doi.org/10.1186/s41235-017-0060-9

*Lai C., McMahan R., Kitagawa M., Connolly I.* Geometry explorer: facilitating geometry education with virtual reality // International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality. Springer, Cham. 2016. P. 702–713. DOI: doi.org/10.1007/978-3-319-39907-2\_67

*Mann M., Taylore-Knowles S.* Macmillan Exam Skills for Russia. Grammar and Vocabulary. Oxford: Macmillan, 2017.

*Martín-Gutiérrez J., Mora C., Añorbe-Díaz B., González-Marrero A.* Virtual technologies trends in education // EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education. 2017. Vol. 13. № 2. P. 469–486. DOI: doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a

*Mayer R.E.* Multimedia learning. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

*Merchant Z., Goetz E., Cifuentes L., Keeney-Kennicutt W., Davis T.* Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis // Computers & Education. 2014. Vol. 70. P. 29–40. DOI: doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033

*Paivio A.* Mental representations: A dual coding approach. N. Y.: Oxford University Press, 1990. DOI: doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195066661.001.0001

*Parong J., Mayer R.* Learning science in immersive virtual reality // Journal of Educational Psychology. 2018. Vol. 110. № 6. P. 785–797. DOI: doi.org/10.1037/edu0000241

*Plass J., Chun D., Mayer R., Leutner D.* Supporting visual and verbal learning preferences in a second-language multimedia learning environment // Journal of Educational Psychology. 1998. Vol. 90. № 1. P. 25–36. DOI: doi.org/10.1037/0022-0663.90.1.25

*Shephard K.* Questioning, promoting and evaluating the use of streaming video to support student learning // British Journal of Educational Technology. 2003. Vol. 34. № 3. P. 295–308. DOI: doi.org/10.1111/1467-8535.00328

*Shin D.* Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? // Computers in Human Behavior. 2018. Vol. 78. P. 64–73. DOI: doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012

*Woody W., Daniel D., Baker C.* E-books or Textbooks: Students prefer textbooks // Computers and Education. 2010. Vol. 55. № 3. P. 1–13. DOI: doi.org/10.1016/j.compedu.2010.04.005

## REFERENCES

- Akçayır, M., Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. DOI: doi.org/0.1016/j.edurev.2016.11.002
- Alhalabi, W. (2016). Virtual reality systems enhance students' achievements in engineering education. *Behaviour & Information Technology*, 35(11), 919–925. DOI: doi.org/10.1080/0144929X.2016.1212931
- Bravo, E., Amante, B., Simo, P., Enache, M., Fernandez, V. (2011). Video as a new teaching tool to increase student motivation. IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 638–642. DOI: doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773205
- Clark, J., Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149–170. DOI: doi.org/10.1007/BF01320076 DOI: doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195066661.001.0001
- Freina, L., Ott, M.A (2015). Literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. *Proceedings of eLearning and software for education (eLSE)*, 1, "Carol I" National Defence University (p. 133).
- Johnson-Glenberg, M., Megowan-Romanowicz, C. (2017). Embodied science and mixed reality: How gesture and motion capture affect physics education. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(1), 24–24. DOI: doi.org/10.1186/s41235-017-0060-9
- Lai, C., McMahan, R., Kitagawa, M., Connolly, I. (2016). Geometry explorer: facilitating geometry education with virtual reality. *International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality* (pp. 702–713), Springer, Cham. DOI: doi.org/10.1007/978-3-319-39907-2\_67
- Leont'ev, A.A. (2007). Yazyk ne dolzhen byt' «chuzhim» [Language should not be "alien"]. *Voprosy psikholingvistiki* [Questions of psycholinguistics], 6, 9–13.
- Mann, M., Taylore-Knowles, S., (2017). *Macmillan Exam Skills for Russia. Grammar and Vocabulary*. Oxford: Macmillan.
- Martin-Gutiérrez, J., Mora, C., Añorbe-Díaz, B., González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. EURASIA. *Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2), 469–486. DOI: doi.org/ 10.12973/eurasia.2017.00626a
- Mayer, R.E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Merchant, Z., Goetz, E., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., Davis, T. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29–40. DOI: doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033
- Mironenko, M., Nelyubina, E., Bail'dinov, E., Kvasova, A., Gorelov, A. (2018). Tekhnologii virtual'noi i dopolnennoi real'nosti (VR/AR) v zadachakh rekonstruktsii istoricheskoi gorodskoi zastroyki [Virtual and augmented reality (VR/AR) technologies in the reconstruction of historical urban development]. *Istoricheskaya informatika* [Historical informatics], 3, 76–88.
- Paivio, A. (1990). *Mental representations: A dual coding approach*. N. Y.: Oxford University Press.

Parong, J., Mayer, R. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 110, 6, 785–797. DOI: doi.org/10.1037/edu0000241

Plass, J., Chun, D., Mayer, R., Leutner, D. (1998). Supporting visual and verbal learning preferences in a second-language multimedia learning environment. *Journal of Educational Psychology*, 90, 1, 25–36. DOI: doi.org/10.1037/0022-0663.90.1.25

Shephard, K. (2003). Questioning, promoting and evaluating the use of streaming video to support student learning. *British Journal of Educational Technology*, 34, 3, 295–308. DOI: doi.org/10.1111/1467-8535.00328

Shin, D. (2018). Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? *Computers in Human Behavior*, 78, 64–73. DOI: doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012

Woody, W., Daniel, D., Baker, C. (2010). E-books or Textbooks: Students prefer textbooks. *Computers and Education*, 55, 3, 1–13. DOI: doi.org/10.1016/j.compedu.2010.04.005

Zinchenko, Yu.P., Men'shikova, G.Ya., Bayakovskii, Yu.M., Chernorizov, A.M., Voiskunskii, A.E. (2010). *Tekhnologii virtual'noi real'nosti: metodologicheskie aspekty, dostizheniya i perspektivy* [Virtual reality technologies: methodological aspects, achievements and prospects] *Natsional'nyi psikhologicheskii zhurnal* [National Psychological Journal], 1, 54–62.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ковалев Артем Иванович** — кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии труда и инженерной психологии факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия). *E-mail*: artem.kovalev.msu@mail.ru

**Роголева Юлия Александровна** — студент факультета психологии МГУ имени М. В. Ломоносова (Москва, Россия). *E-mail*: rogolevayulia@gmail.com

**Егоров Сергей Юрьевич** — доктор биологических наук, профессор факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия). *E-mail*: egorov@rector.msu.ru

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Artem I. Kovalev**, Associate Professor in Psychology, Associate Professor, Department of Psychology of Labor and Engineering Psychology, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University. *E-mail*: artem.kovalev.msu@mail.ru

**Yulia A. Rogoleva**, Student of the Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University. *E-mail*: rogolevayulia@gmail.com

**Sergey Yu. Egorov**, Doct. Sci. (Biol.), Professor, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. *E-mail*: egorov@rector.msu.ru