

УДК 378.14

ББК 74.489

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЧКОВ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Г.И. Шевченко, Д.А. Кочкин

Аннотация. В статье проведен анализ современных очков виртуальной реальности с целью определения наиболее перспективных для процесса обучения. На основе характеристик программно-аппаратных средств виртуальной реальности делается вывод о каждом устройстве и рассматриваются перспективы его использования в образовании. Среди исследуемых устройств представлены следующие модели: Oculus Rift, HTC Vive, Sony PlayStation VR, Lenovo Explorer, HP WMR Headset, Samsung Odyssey, Asus WMR Headset, Acer WMR Headset и Dell Visor. Перечисленные очки виртуальной реальности выбраны в связи с тем, что являются одними из самых развитых и доступных средств погружения в симулируемую среду на сегодняшний день, кроме того, данные устройства работают по схожим технологиям, в отличие от гарнитур виртуальной реальности, работающих в связке с телефонами — такими как Samsung Gear VR, Google Cardboard и др.

Ключевые слова: очки виртуальной реальности, oculus rift, модели, характеристики, трехмерное моделирование, образовательные программы, Windows mixed reality.

160

MAIN CHARACTERISTICS OF VIRTUAL REALITY GLASSES AND PROSPECTS OF THEIR USE IN THE TRAINING PROCESS

G.I. Shevchenko, D.A. Kochkin

Abstract. The article analyzes modern virtual reality glasses in order to determine the most suitable for the learning process. Based on the characteristics of the hardware and software virtual reality, a conclusion is drawn about each device and its prospects for using in education. Among the tested devices the following models are presented: Oculus Rift, HTC Vive, Sony PlayStation VR, Lenovo Explorer, HP WMR Headset, Samsung Odyssey, Asus WMR Headset, Acer WMR Headset and Dell Visor. These virtual reality glasses are selected due to the fact that they are one of the most developed and available means of immersion in a simulated environment today, in addition, these devices work on

similar technologies, in contrast to virtual reality headsets that work in conjunction with phones such as Samsung Gear VR, Google Cardboard, etc.

Keywords: *virtual reality headsets, oculus rift, models, specifications, a three-dimensional modeling, educational programs, windows mixed reality.*

Сегодня можно наблюдать, как различные средства информатизации внедряются в образовательные организации с целью интенсификации обучения. Используемые компьютерные классы, оснащены проектором, интерактивными досками, сенсорными панелями и т.п. Развиваются технологии электронного обучения, позволяющие педагогам вести удаленные занятия и создавать облачное хранилище учебных данных, доступ к которому имеют все участники образовательного процесса.

Наряду с перечисленными технологиями набирают популярность и другие программно-аппаратные средства. Так, во многих образовательных организациях для обучения алгоритмизации и программированию все чаще используют робототехнику, а с помощью 3D-принтеров изучают основы компьютерного моделирования [1]. Но и эти направления — лишь немногие из числа перспективных, внедряемых в общеобразовательные организации, профессиональные образовательные организации и образовательные организации высшего образования.

В последнее время наибольший интерес у общественности вызывают технологии виртуальной реальности (VR), что объясняется выходом на рынок очков VR сразу от нескольких ведущих мировых компаний. Эксперты в области трендов информационных технологий назвали 2016 год «годом

виртуальной реальности» [2]. Впервые в истории VR-гаджетам удалось стать доступными для обычных пользователей благодаря удешевлению системных компонентов и увеличению их мощности (попытки сделать индустрию VR массовой наблюдались в 1960-х и в 1990-х гг. [3]). Популяризации способствует и тот факт, что такие крупные ИТ-компании, как Samsung, начали поставлять компьютерные классы вместе с очками виртуальной реальности. И если раньше устройства VR были доступны для изучения лишь немногим исследователям, то сейчас внимание к VR со стороны ученых значительно возросло.

Так, в исследованиях [4; 5] рассматривается воздействие VR на когнитивные способности обучающихся с помощью VR Z 800 3D Visor и Oculus Rift версии Development Kit 2. Многие исследования [6; 3] посвящены изучению иммерсивных сред VR в виде специальных кабин или комнат. Причем изучение различных систем VR позволяет выделить системы, которые в большей степени отвечают научным или образовательным целям, поскольку от выбора программно-аппаратного комплекса VR может зависеть качество проводимых исследований [7; 1].

В связи с растущим многообразием средств погружения в VR возникает необходимость анализа очков виртуальной реальности с целью определения наиболее перспективных для процесса обучения.

Проведем анализ существующих очков ВР и выделим их основные характеристики:

1. Первыми очками ВР нового поколения, оснащенными современными технологиями погружения в ВР, стали очки *Oculus Rift*. Они также являются первыми очками, перешедшими из стадии прототипа для разработчиков (версии *Development Kit* и *Development Kit 2*) в конечный продукт (*Consumer Version*), поступивший в продажу в марте 2016 года [8]. Необходимо отметить, что в то время как в большинстве отечественных исследований рассматривается *Oculus Rift Development Kit (DK)*, мы будем рассматривать очки *Oculus Rift Consumer Version 1 (CV1)*, отличающиеся своей спецификацией и рекомендациями по использованию.

Oculus Rift CV1 имеют улучшенное разрешение экрана по сравнению с *DK*, а именно 1200×1080 пикселей на каждый глаз. Угол обзора — 110 градусов. Очки имеют встроенные датчики: гироскоп, акселерометр, магнитометр и инфракрасные детекторы. Вес без кабеля — 450 грамм [8].

На данный момент для *Oculus Rift* сформирована крупная библиотека программ, среди которых немало образовательных. Например, *RiftSketch* позволяет программировать внутри ВР на языке JavaScript, создавая графические примитивы в режиме реального времени. *VR Laboratory* эмулирует химическую лабораторию, в которой есть возможность смешивать различные вещества и проводить эксперименты с помощью таких виртуальных приборов, как центрифуга. *TiltBrush* — программа для трехмерного рисования открывает большие возможности для художественных дисциплин.

2. В качестве основного конкурента *Oculus Rift* в апреле 2016 года в продажу поступили очки ВР *HTC Vive*. Они были разработаны двумя крупными ИТ-компаниями: тайваньской *HTC* и американской *Valve*. Разрешение дисплея *HTC Vive*, как и у *Oculus Rift CV1*, — 1200×1080 пикселей на каждый глаз. Угол обзора идентичен — 110 градусов [9].

Тем не менее, имеется ряд отличий в датчиках. Помимо стандартных для современных очков гироскопа, акселерометра и датчиков позиционирования вместе с *HTC Vive* должны быть подключены внешние станции *Lighthouse*. Эти станции позволяют пользователю ВР перемещаться по настоящей комнате, благодаря чему его положение внутри ВР так же будет изменяться (это главное отличие от *Oculus Rift*, которым можно пользоваться только статично, сидя или стоя перед компьютером).

Некоторые программы, разработанные для *Oculus Rift*, поддерживаются и в *HTC Vive*, но в связи с особенностями *HTC Vive* у этих программ присутствует расширенный функционал. Например, если *TiltBrush* для *Oculus Rift* позволяет просто рисовать в трехмерном виртуальном пространстве, то в *TiltBrush* для *HTC Vive* можно перемещаться вокруг трехмерного рисунка за счет перемещения в реальной комнате. Во многих случаях, это упрощает работу.

3. Очки *Sony PlayStation VR* поступили в продажу в октябре 2016 года. Они совместимы исключительно с игровой приставкой *Sony PlayStation 4*, что делает сомнительным применение данной системы в образовательных целях. Тем не менее,

следует отметить, что для этого устройства была разработана программа по изучению марсианской поверхности, в создании которой участвовало космическое агентство NASA. Однако остается открытым вопрос касательно того, будут ли в дальнейшем выходить образовательные программы для игровой приставки.

Технические характеристики этих очков несколько слабее, чем у Oculus Rift и HTC Vive: разрешение составляет 1080×960 пикселей для каждого глаза, а угол обзора — 100 градусов. Для отслеживания положения головы используются гироскоп и акселерометр [10]. Вес устройства составляет 610 грамм, из-за чего у пользователей VR могут быстрее устать мышцы шеи.

4. *Lenovo Explorer* — очки VR, которые были выпущены во второй половине 2017 года. Данные очки построены на базе программно-аппаратной платформы Windows Mixed Reality (WMR), разработанной корпорацией Microsoft.

Преимущество Windows Mixed Reality состоит в том, что данная платформа стала первым стандартом для очков VR, на основе которого целый ряд производителей представил свои устройства к концу 2017 года [11]. Microsoft упростила работу как разработчикам очков VR, так и создателям VR-программ, поскольку теперь приложения VR, созданные на основе WMR, будут запускаться на всех очках VR, поддерживающих данную платформу.

Lenovo Explorer были разработаны с учетом ошибок ранее выпущенных очков VR от других компаний. Данные очки имеют меньший вес — 380 грамм, — что положительно вли-

яет на время работы с этим устройством. Разрешение экрана — 1440 × 1440 пикселей на каждый глаз, угол обзора — 110 градусов [12].

В отличие от вышеописанных шлемов VR, *Lenovo Explorer* не нужно снимать, чтобы закончить сеанс погружения в симулируемую среду — достаточно откинуть вверх наголовный дисплей, что значительно экономит время в случае, если необходимо получить важную информацию от преподавателя.

5. *HP WMR Headset* также основаны на технологии Windows Mixed Reality. Как и *Lenovo Explorer*, они имеют разрешение экрана 1440×1440 пикселей для каждого глаза, а также откидной наголовный дисплей.

Благодаря особенностям Windows Mixed Reality, реализованным компанией HP, становится возможным ориентироваться в настоящем окружающем пространстве с помощью сканирования окружения встроенными датчиками. Если в очках HTC Vive можно было случайно наткнуться на реальный предмет, то в *HP WMR Headset* этот предмет предварительно визуализируется в виртуальном рабочем пространстве [11]. Также *HP WMR Headset* имеют удобный фиксатор, который настраивается индивидуально для каждого пользователя.

Главный недостаток *HP WMR Headset* по сравнению с конкурентами заключается в меньшем угле обзора виртуальной реальности — 95 градусов, в то время как у остальных моделей он составляет 105-110 градусов [13].

6. Очки *Samsung Odyssey* также работают с платформой Windows Mixed Reality. Они имеют специаль-

ный OLED дисплей, разработанный компанией Samsung: дисплей характеризуется более яркими и насыщенными цветами.

В Samsung Odyssey наивысшее разрешение экрана из всех рассматриваемых очков — 1600×1440, что примерно в 1,5 раза выше чем у Oculus Rift и HTC Vive. Угол обзора составляет 110 градусов [14].

Вместе с тем, в сравнении с остальными очками виртуальной реальности, построенными на WMR-технологии, Samsung Odyssey имеют и самую высокую цену — 49 000 рублей по состоянию на февраль 2018 года.

7. Очки VR ASUS WMR Headset, во многом схожие по характеристикам с предыдущими моделями, получили антибактериальное покрытие, уменьшающее риск передачи определенных инфекций, возможный при частом использовании очков несколькими обучающимися.

Из главных недостатков следует отметить угол обзора, который, как и у HP WMR Headset, составляет 95 градусов. При этом разрешение экрана вместе с большинством очков на базе WMR составляет 1440×1440 пикселей на каждый глаз. Вес устройства — 400 грамм [15].

8. Acer WMR Headset унаследовали все лучшее, что есть у очков VR, поддерживающих платформу Windows Mixed Reality: небольшой вес — 400 грамм, высокое разрешение экрана — 1440×1440 пикселей, хороший угол обзора — 105 градусов и наличие датчиков, распознающих окружающее пространство.

Как и предыдущие WMR-устройства, они имеют откидной наголовный дисплей и фиксатор положения

на голове. Acer WMR Headset не требовательны к характеристикам персонального компьютера: для них не нужны видеокарты высокого уровня производительности и соответствующий размер оперативной памяти. Но в некоторых случаях это же снижение требований приводит к «замыливанию» изображения, что часто используется для компенсации низких характеристик в ПК [16].

9. Dell Visor — последние из рассматриваемых устройств очки VR. Производитель акцентирует внимание на еще одной особенности Windows Mixed Reality — возможности управлять VR-приложениями с помощью голосовых команд, обрабатываемых виртуальным ассистентом Cortana [17].

Тем не менее, как отмечают эксперты в области VR, на данный момент возможности Cortana не достаточны, чтобы получить удовлетворительные результаты от голосового управления [11].

Разрешения экрана у этих очков составляет 1440×1440 пикселей для каждого глаза, угол обзора — 110 градусов. Вес устройства — 400 грамм.

Следует отметить, что на рынке технологий виртуальной реальности имеются и другие очки VR, такие как Samsung Gear VR, Google Cardboard и т.д., но они представляют собой лишь корпус, дисплеем и вычислительным устройством в котором должен быть производительный смартфон.

Также существуют профессиональные среды погружения в VR (например, EyeSim) и очки VR, специально разработанные для узкого круга задач, но они не доступны массовому пользователю или находятся

Таблица

Сравнение очков виртуальной реальности

Название	Характеристики	Средняя цена по состоянию на февраль 2018 года
Oculus Rift CV1	Разрешение экрана на каждый глаз — 1200×1080 пикселей. Датчики — гироскоп, акселерометр, магнитометр. Угол обзора — 110 градусов. Вес — 450 грамм. Особенности — встроенные наушники.	42 000 р.
HTC Vive	Разрешение экрана на каждый глаз — 1200×1080 пикселей. Датчики — гироскоп, акселерометр, лазерный трекинг. Угол обзора — 110 градусов. Вес — 510 грамм. Особенности — внешние датчики позиционирования.	56 000 р.
Sony PlayStation VR	Разрешение экрана на каждый глаз — 1080×960 пикселей. Датчики позиционирования — гироскоп, акселерометр. Угол обзора — 100 градусов. Вес — 610 грамм. Особенности — работает только с игровой приставкой Sony PlayStation 4	27 500 р.
Lenovo Explorer	Разрешение экрана на каждый глаз — 1440×1440 пикселей. Датчики позиционирования — гироскоп, акселерометр, магнитометр, датчик приближения. Угол обзора — 110 градусов. Вес — 380 грамм.	38 000 р.
HP WMR Headset	Разрешение экрана на каждый глаз — 1440×1440 пикселей. Датчики позиционирования — гироскоп, акселерометр, магнитометр. Угол обзора — 95 градусов. Вес — 400 грамм.	36 500 р.
Samsung Odyssey	Разрешение экрана на каждый глаз — 1600×1440 пикселей. Датчики позиционирования — гироскоп, акселерометр, магнитометр. Угол обзора — 110 градусов. Вес — 610 грамм. Особенности — встроенные наушники.	49 500 р.
Asus WMR Headset	Разрешение экрана на каждый глаз — 1440×1440 пикселей. Датчики — гироскоп, акселерометр, магнитометр, датчик приближения. Угол обзора — 95 градусов. Вес — 400 грамм.	40 000 р.
Acer WMR Headset	Разрешение экрана на каждый глаз — 1440×1440 пикселей. Датчики — гироскоп, акселерометр, магнитометр, датчик приближения. Угол обзора — 105 градусов. Вес — 400 грамм.	34 000 р.
Dell Visor	Разрешение экрана на каждый глаз — 1440×1440 пикселей. Датчики — гироскоп, акселерометр, магнитометр. Угол обзора — 110 градусов. Вес — 500 грамм.	39 500 р.

в стадии прототипа. В связи с этим, сравнивать эти продукты с девятью вышеперечисленными некорректно.

Основные характеристики рассмотренных очков VR представлены в таблице.

Как видно из таблицы, технические характеристики Samsung Odyssey лидируют по большинству показателей, однако их приобретение может быть затруднено в связи с завышенной по сравнению с конкурентами стоимостью. С другой стороны, очки Sony PlayStation VR являются самым доступным по цене устройством, но данная модель работает только с игровой приставкой и плохо подходит для педагогических целей.

Наиболее сбалансированным решением по соотношению цена/качество являются WMR-очки, в частности, Acer WMR Headset и HP WMR Headset. Эти устройства не только имеют передовые спецификации, но и являются универсальными, что позволяет с их помощью запускать большое количество образовательных программ: виртуальные лаборатории и практикумы, музеи и планетарии. Кроме того, данные модели имеют небольшой вес и продуманный эргономичный дизайн, позволяющий индивидуально настраивать фиксатор положения на голове для каждого обучающегося. Откидной наголовный дисплей у этих устройств позволяет быстро возвращаться из учебной симуляции в реальный мир.

В заключение отметим, что проанализированные характеристики современных очков виртуальной реальности показывают, что их использование в процессе обучения дает такие преимущества как: наглядность (мотивация и лучшее усвоение

информации на уроках); максимальное погружение (большие возможности для практического обучения); безопасность (полное погружение в учебный процесс без угрозы здоровью и жизни); фокусировка (преимущество для изучения различных физических, химических и биологических явлений и т.д.)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кочкин, Д.А.* Обзор инструментальных средств виртуальной реальности, используемых в образовательном процессе [Текст] / Д.А. Кочкин, Г.И. Шевченко // Студенческая наука для развития информационного общества: сборник материалов IV Всероссийской научно-технической конференции: в 2-х томах. — Т. 1. — Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2016. — 238 с.
2. *Swanson, J.* 2016: The Year of Virtual Reality [Электронный ресурс]. — URL: <http://knowledgeworks.org/worldoflearning/2016/05/virtual-reality-2016/> (дата обращения: 01.02.2018).
3. *Суворов, К.А.* Системы виртуальной реальности и их применение [Текст] / К.А. Суворов // Т-Comm — Телекоммуникации и Транспорт. — 2013. — № 9. — С. 140-143.
4. *Селиванов, В.В.* Использование техник виртуальной реальности в школьном преподавании биологии [Текст] / В.В. Селиванов, Л.Н. Селиванова // Математическое и компьютерное моделирование в биологии и химии. 3-я международная научная Интернет-конференция. Казань, 25 сентября 2014 г. Материалы конференции. — Казань: ИП Синяев Д.Н., 2014. — С. 120-125.
5. *Селиванов, В.В.* Эффективность использования виртуальной реальности при обучении в юношеском и взрослом возрасте [Текст] / В.В. Селиванов, Л.Н. Селиванова // Непрерывное образование: XXI век. — 2015. — № 1(9). — С. 1-20.
6. *Образцов, И.В.* Виртуальные тренажеры в практике технического образования

- [Текст] / И.В. Образцов, В.В. Белов // Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов «Инновационные технологии в образовательном процессе»: сб. науч. работ. — Ч. 2. — Белгород, 2011.
7. Кочкин, Д.А. Технологические уровни представления виртуальной реальности в контексте образовательного процесса [Текст] / Д.А. Кочкин, Г.И. Шевченко // Студенческая наука для развития информационного общества: сборник материалов III Всероссийской научно-технической конференции. — Часть 1. — Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015. — 313 с.
 8. Официальный сайт Oculus Rift [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.oculus.com/> (дата обращения: 01.02.2018).
 9. Официальный сайт HTC Vive [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.vive.com/> (дата обращения: 01.02.2018).
 10. Характеристики Sony PlayStation VR [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.playstation.com/ru-ru/explore/playstation-vr/> (дата обращения: 05.02.2018).
 11. Warren, T. Microsoft's Windows Mixed Reality: everything you need to know [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.theverge.com/2017/10/17/16487936/microsoft-windows-mixed-reality-vr-headsets-guide-pricing-features> (дата обращения: 05.02.2018).
 12. Характеристики Lenovo Explorer [Электронный ресурс]. — URL: <https://www3.lenovo.com/ru/ru/smart-devices/virtual-reality/lenovo-explorer/Lenovo-Explorer/p/G10NREAG0A2> (дата обращения: 05.02.2018).
 13. HP WMR Headset [Электронный ресурс]. — URL: <http://store.hp.com/us/en/cv/mixed-reality-headset> (дата обращения 07.02.2018).
 14. Samsung Odyssey [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.samsung.com/us/computing/hmd/windows-mixed-reality/xs800zaa-hc1us-xe800zaa-hc1us/> (дата обращения: 07.02.2018).
 15. ASUS WMR Headset [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.asus.com/us/Headset/ASUS-Windows-Mixed-Reality-Headset-HC102/specifications/> (дата обращения: 07.02.2018).
 16. Характеристики Acer WMR Headset [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.acer.com/ac/en/US/content/model/VD.R05AP.002> (дата обращения: 05.02.2018).
 17. Dell Visor [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.dell.com/en-us/shop/the-dell-visor/apd/536-bbbr/> (дата обращения: 07.02.2018).
 18. Образовательный центр «Виртуальные миры» СКФУ [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.ncfu.ru/universitet/6233-obrazovatelnyy-centr-virtualnye-miry.html> (дата обращения: 21.09.2017).
 19. Харитонов, В.Ю. Компьютерное воспроизведение виртуальной реальности в современных авиационных тренажерах [Текст] / В.Ю. Харитонов, В.А. Бажин, Л.Е. Рудельсон // Научный вестник МГТУ ГА. — 2011. — № 171. — С. 158-165.
 20. Immersive VR for Education [Электронный ресурс]. — URL: <https://insights.samsung.com/2016/07/26/immersive-vr-for-education/> (дата обращения: 01.02.2018).

REFERENCES

1. Kochkin D.A., Shevchenko G.I., *Tekhnologicheskiye urovni predstavleniya virtualnoy realnosti v kontekste obrazovatel'nogo protsesssa*, Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya, Chast 1, Stavropol, Izd-vo SKFU, 2015, 313 p. (in Russian).
2. Kochkin D.A., Shevchenko G.I., *Obzor instrumentalnykh sredstv virtualnoy realnosti, ispolzuyemykh v obrazovatel'nom protsesse, Studencheskaya nauka dlya razvitiya informatsionnogo obshchestva: sbornik materialov IV Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii: v 2-h tomah*, T. 1, Stavropol, Izd-vo SKFU, 2016, 238 p. (in Russian).
3. *Obrazovatel'nyy tsentr "Virtualnyye miry" SKFU*, available at: <http://www.ncfu.ru/universitet/6233-obrazovatelnyy-centr-virtualnye-miry.html> (accessed: 21.09.2017). (in Russian).
4. Obraztsov I.V., Belov V.V., *Virtualnyye trenazhery v praktike tekhnicheskogo obrazovaniya, Vserossiyskiy konkurs nauchno-issledovatel'skikh rabot studentov i aspirantov "Innovatsionnyye tekhnologii v obrazo-*

- vatelnom protsesse”: sb. nauch. Rabot, Ch. 2, Belgorod, 2011. (in Russian).
5. *Ofitsialnyy sayt HTC Vive*, available at: <https://www.vive.com/> (accessed: 01.02.2018).
 6. *Ofitsialnyy sayt Oculus Rift*, available at: <https://www.oculus.com/> (accessed: 01.02.2018).
 7. Selivanov V.V., Selivanova L.N., Ispolzovaniye tekhnik virtualnoy realnosti v shkolnom prepodavanii biologii, *Matematicheskoye i kompyuternoye modelirovaniye v biologii i khimii. 3-ya mezhdunarodnaya nauchnaya Internet-konferentsiya, Kazan, 25 sentyabrya 2014 g. Materialy konferentsii*, Kazan, IP Sinyayev D.N., 2014, pp. 120-125. (in Russian).
 8. Selivanov V.V., Selivanova L.N., Effektivnost ispolzovaniya virtualnoy realnosti pri obuchenii v yunosheskom i vzrosлом vozraste, *Nepreryvnoye obrazovaniye: XXI vek*, 2015, No. 1 (9), pp. 1-20. (in Russian).
 9. Suvorov K.A., Sistemy virtualnoy realnosti i ikh primeneniye, *T-Comm — Telekommunikatsii i Transport*, 2013, No. 9, pp. 140-143. (in Russian).
 10. *Kharakteristiki Acer WMR Headset*, available at: <https://www.acer.com/ac/ru/US/content/model/VD.R05AP.002> (accessed: 05.02.2018). (in Russian).
 11. *Kharakteristiki Provodnik Lenovo*, available at: <https://www3.lenovo.com/ru/ru/smart-devices/virtual-reality/lenovo-explorer/Lenovo-Explorer/p/G10NREAG0A2> (available at: 05.02.2018). (in Russian).
 12. *Kharakteristiki Sony PlayStation VR*, available at: <https://www.playstation.co/ru-ru/research/playstation-vr/> (accessed: 05.02.2018). (in Russian).
 13. Kharitonov V.Yu., Bazhin V.A., Rudelson L.Ye., Kompyuternoye vosproizvedeniye virtualnoy realnosti v sovremennykh aviatsionnykh trenazherakh, *Nauchnyy vestnik MGTU GA*, 2011, No. 171, pp. 158-165. (in Russian).
 14. *ASUS WMR Headset*, available at: <https://www.asus.com/us/Headset/ASUS-Windows-Mixed-Reality-Headset-HC102/specifications/> (дата обращения: 07.02.2018).
 15. *Dell Visor*, available at: <http://www.dell.com/en-us/shop/the-dell-visor/apd/536-bbbr/> (дата обращения: 07.02.2018).
 16. *HP WMR Headset*, available at: <http://store.hp.com/us/en/cv/mixed-reality-headset> (дата обращения 07.02.2018).
 17. *Immersive VR for Education*, available at: <https://insights.samsung.com/2016/07/26/immersive-vr-for-education/> (дата обращения: 01.02.2018).
 18. *Samsung Odyssey*, available at: <https://www.samsung.com/us/computing/hmd/windows-mixed-reality/xe800zaa-hc1us-xe800zaa-hc1us/> (дата обращения: 07.02.2018).
 19. Swanson J., 2016: *The Year of Virtual Reality*, available at: <http://knowledgeworks.org/worldoflearning/2016/05/virtual-reality-2016/> (дата обращения: 01.02.2018).
 20. Warren T., *Microsoft's Windows Mixed Reality: everything you need to know*, available at: <https://www.theverge.com/2017/10/17/16487936/microsoft-windows-mixed-reality-vr-headsets-guide-pricing-features> (дата обращения: 05.02.2018).

Шевченко Галина Ивановна, кандидат педагогических наук, доцент, кафедра информатики, Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, shgaiv@yandex.ru

Shevchenko G.I., PhD in Education, Associate Professor, Informatics Department, North Caucasian Federal University, Stavropol, shgaiv@yandex.ru

Кочкин Даниил Андреевич, аспирант, Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, daniilank@gmail.com

Kochkin D.A., Post-graduate Student, North Caucasian Federal University, Stavropol, daniilank@gmail.com