

А.А. Өмірзақова¹, З.К. Калкабаева¹, М.У. Мукашева^{2*}, Л.К. Казангапова³, Д.С. Найманова³

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

²Национальная академия образования им. Ы. Алтынсарина, г. Астана, Казахстан

³Торайгыров университет, г. Павлодар, Казахстан

*e-mail: mg.mukasheva@gmail.com

ВОЗМОЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБУЧЕНИИ

Аннотация

Актуальность исследования обусловлена растущим интересом педагогического, медицинского, психологического и родительского сообщества к вопросам безопасности школьного образования в условиях масштабной цифровой трансформации общества. В этом контексте изучение влияния виртуальной реальности на физическое и психическое здоровье обучающихся является одним из важных направлений современного образования. В статье представлены некоторые результаты эмпирического исследования поведения и общего физического состояния учащихся 5-11 классов при их погружении в виртуальную реальность. Предполагается, что результаты будут способствовать выявлению и устранению возможных проблем в использовании виртуальной реальности в образовании, в том числе и в общеобразовательной школе.

Ключевые слова: иммерсивные технологии, виртуальная реальность, образование, коллаборативное обучение, VR-игры, киберболезнь, физическое здоровье, психическое здоровье, агрессия, поведение.

А.А. Өмірзақова¹, З.К. Калкабаева¹, М.У. Мукашева², Л.К. Казангапова³, Д.С. Найманова³

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

²Ы. Алтынсарин атындағы ұлттық білім академиясы, Астана қ., Қазақстан

³Торайгыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан

ОҚЫТУДА ВИРТУАЛДЫ ШЫНАЙЫЛЫҚТЫ ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕГІ ЫҚТИМАЛ МӘСЕЛЕЛЕР

Аңдатпа

Зерттеудің өзектілігі педагогикалық, медициналық, психологиялық және ата-аналар қауымдастығының қоғамның ауқымды цифрлық трансформациясы жағдайында мектептегі білім беру қауіпсіздігі мәселелеріне қызығушылығының артуына байланысты. Бұл тұрғыда виртуалды шынайылықтың оқушылардың физикалық және психологиялық денсаулығына әсерін зерттеу виртуалды шынайылық саласындағы маңызды бағыттардың бірі болып табылады. Мақалада виртуалды шынайылыққа ену кезіндегі 5-11 сынып оқушыларының мінез-құлқы мен жалпы физикалық жағдайын эмпирикалық зерттеудің кейбір нәтижелері келтірілген. Нәтижелер білім беруде, оның ішінде жалпы білім беретін мектепте виртуалды шынайылықты пайдаланудағы ықтимал мәселелерді анықтауға және оның алдын-алуға ықпал етеді деп болжануда.

Түйін сөздер: иммерсивті технологиялар, виртуалды шынайылық, білім беру, бірлескен оқыту, VR ойындары, кибер ауру, физикалық денсаулық, психологиялық денсаулық, агрессия, мінез-құлқы.

Omirezakova A.A.¹, Kalkabayeva Z.K.¹, Mukasheva M.U.², Kazangapova L.K.³, Naimanova D.S.³

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

²Y. Altynsarin National Academy of Education, Astana, Kazakhstan

³Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

POSSIBLE PROBLEMS WHEN USING VIRTUAL REALITY IN LEARNING

Abstract

The relevance of the study is due to the growing interest of the pedagogical, medical, psychological and parental community in the safety of school education in the context of a large-scale digital transformation of society. In this context, the study of the impact of virtual reality on the physical and psychological health of students is one of the important directions in the field of virtual reality. The article presents some results of an empirical study of the behavior and general physical condition of students in grades 5-11 when immersed in virtual reality. It is assumed that the results will contribute to the identification of possible risks in the use of virtual reality in education, including in secondary schools.

Keywords: immersive technologies, virtual reality, education, collaborative learning, VR games, cyberbullying, physical health, psychological health, aggression, behavior.

Введение

Иммерсивные технологии, известные как виртуальная и дополненная реальность, развиваются быстрыми темпами и внедряются во все сферы человеческой деятельности. В последние годы в связи с технологическими решениями, способствующими улучшению рынка и доступности иммерсивных технологий, все чаще стали обсуждаться вопросы об использовании виртуальной реальности для обучения. Возможно, повсеместному и масштабному использованию данной технологии в преподавании и обучении препятствовали значительная стоимость гарнитуры виртуальной реальности, высокие требования к сетевым ресурсам, трудоемкость разработки приложений виртуальной реальности для образования с учетом безопасности обучения. Изучение образовательных возможностей иммерсивных технологий - это относительно новое направление в области образования. Тем не менее, по прогнозам аналитических компаний и ученых перспективы развития и распространения виртуальной реальности достаточно высокие, и в самом ближайшем времени ее технологии непосредственно станут неотъемлемой частью образовательного процесса в учебных заведениях. Ожидается, что технологии 5G могут инициировать новую волну иммерсивных решений, представив пользователям виртуальной реальности возможность быстро загружать качественный и разнообразный виртуальный контент. По результатам исследования ассоциации XRA (XR Association), объединяющей экспертов, исследователей, разработчиков, производителей иммерсивных технологий, и международной юридической фирмы Perkins Coie LLP (2019) ожидается, что к 2025 году иммерсивные технологии могут стать такими же доступными и повсеместными, как и мобильные устройства [1]. Последующие результаты данного исследования показали согласие абсолютного большинства респондентов (97%) с тем, что иммерсивные технологии будут способствовать значительному прогрессу в образовании в течение следующих пяти лет [2,3]. Результаты недавних исследований российских ученых также подтверждают, что «практически каждый пятый младший подросток использует технологии дополненной и виртуальной реальности» в повседневной жизни [4].

В исследованиях отмечается, что наиболее важные и глобальные изменения внесут в обучение следующие возможности виртуальной реальности: получение несимволического (non-symbolic) опыта от первого лица, а также предоставление учебных материалов и ситуаций, реализация которых невозможна или сложно реализуема в реальной действительности; обеспечение благоприятных условий для свободного и непринужденного обучения с использованием концепции аватаров, способствующей снижению психологического напряжения; геймификация обучения, которая способствует реализации вовлеченного и захватывающего обучения в большей степени, нежели—традиционное

обучение; содействие изучению иностранного языка и снижению языкового барьера, так как среда виртуальной реальности, имеющая различные языковые настройки, позволяет учащимся взаимодействовать с окружающей их средой в различном формате (автономно, с командой, с учителем или без учителя) и сосредоточиться на реальности, где они находятся, чтобы извлечь максимальную пользу из этих занятий [5].

Следовательно, эти и другие возможности виртуальной реальности как учебной среды, альтернативной традиционному классному обучению, могут инициировать повышение мотивации и интереса к учебе, вовлеченности в процесс приобретения новых знаний, привлекательности научного и STEM-образования, тем самым улучшая результаты обучения. Результаты исследований по использованию виртуальной реальности в образовании показывают, что иммерсивные технологии имеют большие перспективы и ряд преимуществ, однако не исключают существования определенных проблем, в первую очередь, касающихся вопросов эргономики и здоровья обучающихся.

Предыдущие наши исследования показали, что среда обучения виртуальной реальности состоит из следующих структурных компонентов: педагогический, технологический, социальный и здоровьесберегающий. Технологический контекст включает в себя соответствие программного обеспечения и технических устройств требованиям полного погружения в среду виртуальной реальности. В педагогическом контексте охватываются содержание и средства обучения, соответствие учебной среды целям и ожидаемому результату, в социальном контексте – влияние на когнитивный процесс пользователя, его отношения к окружающей среде и обществу, а в здоровьесберегающем контексте - влияние на физиологическое, психологическое состояние пользователя [5].

Целью исследования является выявление возможных проблем, с которыми сталкиваются школьники при первом использовании виртуальной реальности в обучении.

В исследовании приняли участие учащиеся 5-11 классов общеобразовательной школы. В качестве виртуальной реальности были выбраны: обучающее VR приложение First Step и учебно-познавательные VR контент National Geographic Explore VR. Погружение в виртуальную реальность выполнено с помощью VR гарнитуры Oculus Quest 2.

Методология исследования

Виртуальная реальность — это не расширение ранее существовавшего носителя, например, добавление эффектов 3D в фильмы или на телевидение, её следует рассматривать как совершенно новую среду со своими уникальными свойствами и эффектами. И сейчас, когда виртуальная реальность стала доступной, и ожидается ее массовое внедрение в образование, возникает необходимость подумать о социальных аспектах данного явления [6].

В использовании виртуальной реальности для обучения в школе существует ряд вопросов, касающихся здоровья и безопасности, психоэмоционального и социального благополучия обучающихся. Учеными все чаще отмечается необходимость комплексных исследований проблем влияния виртуальной реальности на здоровье детей школьного возраста. Например, недавний опрос, проведенный исследователями показал, что использование виртуальной реальности вызывает у родителей обучающихся целый ряд вопросов: чем виртуальная реальность отличается от других медиаинструментов? Какое влияние оказывает виртуальная реальность на развитие детей? Есть ли когнитивные последствия длительного погружения в виртуальную реальность? Какие характеристики контента, представленного в виртуальной реальности, меняют взгляды и поведение детей? [7]. Не менее озабочены сообщества педагогов, психологов и медицинских работников по поводу перспектив воздействия информационных технологий, в том числе иммерсивных инструментов, на психику не только детей и подростков, но теперь и взрослых людей [8]. В исследованиях Драммонд и других авторов представлены результаты, противоположные предположению о том, что погружение в VR-игры может усиливать влияние на психику и поведение игрока, а также на проявление агрессивного поведения [9]. Исследование тайваньских ученых, которые изучили состояние

страха при погружении в виртуальную реальность с элементами жанра ужасов, выявило элементы PI и PSI, вызывающие страх. 145 студентов университетов сообщили о более высоком страхе перед элементами PSI, чем перед элементами PI (PI – такие сигналы окружающей среды, как звуковые эффекты и темнота, PSI – такие воспринимаемые правдоподобные действия, как приближение стрелы, автомобиля, зомби) [10]. В технологическом контексте исследователи считают, что повышение уровня точности (четкости изображения, точность навигации и охвата, детализированности действия) может помочь пользователям чувствовать себя комфортнее при погружении в среду виртуальной реальности [11].

Однако, несмотря на множество преимуществ, которыми располагают иммерсивные технологии для обучения, ряд обзорных исследований по виртуальной реальности перечисляют следующие проблемы [8,12,13]:

– киберболезнь (киберзаболевание) — вид болезни, которая может появиться при продолжительном и долгом пребывании в виртуальной реальности или при первом погружении в настоящую виртуальную среду. Симптомами киберболезни могут быть укачивание, головокружение, головные боли, тошнота, дезориентация и др.;

– переутомление зрительной функции – оно является одним из выраженных проблем при погружении в виртуальную реальность. Это связано с тем, что дисплеи VR-гарнитуры обычно расположены очень близко к глазам пользователей. Чтобы решить эту проблему, разработчики работают над созданием дисплеев для VR-гарнитур с более высоким разрешением и частотой обновления;

– изоляция – это, по мнению исследователей, также считается одной из проблем виртуальной реальности в социальном контексте. Это связано с тем, что VR-гарнитуры изолируют пользователей от внешнего мира, что может привести к чувству одиночества и беспокойства. Чтобы бороться с этим, разработчики создают коллаборативный опыт виртуальной реальности, который позволит пользователям взаимодействовать друг с другом в виртуальном мире;

– проблемы с конфиденциальностью возникают при передаче личных данных пользователя для работы с гарнитурой виртуальной реальности. Как подчеркивают эксперты, все эти данные собираются для повышения качества работы с виртуальной реальностью и включают в себя от биометрической информации до данных о местоположении. Существует риск утечки или использования этих данных без согласия. Чтобы снизить этот риск, важно использовать VR-гарнитуры только известных брендов и обеспечивать безопасность всей личной информации. Кроме того, эта проблема может быть преждевременной, например, гарнитуры-комплексы ClassVR, предназначенные для образования, управляются администратором без доступа к данным каждого пользователя VR очков;

– технологические проблемы и невысокий уровень разработанности VR рынка также могут быть причинами, которые препятствуют массовому использованию виртуальной реальности в образовании. Технологические проблемы, как и в случае с любой новой технологией, подразумевают неизбежность возникновения аппаратно-технических конфликтов по совместимости и настройке программного обеспечения для гарнитур виртуальной реальности. Незавершенность рынка VR-приложений, в основном, обусловлена временными затратами и необходимостью больших ресурсов для разработки. С каждым годом количество доступных VR-приложений растет, однако рынок образовательных VR все еще сильно отстает от других видов цифровых ресурсов для обучения, и это является одним из возможных препятствий для массового внедрения виртуальной реальности.

Вместе с тем многие исследователи утверждают, что такие проблемы являются неотъемлемой частью человеческого прогресса, и они будут присутствовать и в цифровом развитии. Отказ же от рисков и проблем, по сути, означает отказ от развития, последствия которых могут быть непредсказуемыми. Поэтому стремление свести все риски к нулю или их

преувеличение затрудняют процессы управления рисками. Такой подход может привести к цифровой изоляции ребенка или цифровой эксклюзии [14,15].

Методы и материалы

В эмпирическом исследовании по изучению безопасности применения технологий виртуальной реальности использовалась высокотехнологичная VR– гарнитура Oculus Quest 2, характеристика которой представлена в Таблице 1. Приложения виртуальной реальности First Step и National Geographic Explore VR также были выбраны с учетом обеспечения наилучшего качества и минимальных неудобств для пользователей.

Таблица 1. Характеристика гарнитуры Oculus Quest 2

Название	Автономность	Особенности дисплея шлема (пиксель)	Частота кадрового обмена (Гц)	Инструмент управления	Возможности трансляции
Oculus Quest 2	без кабеля/ с кабелем	1440x1600 (на 1 глаз)	72 Гц	контроллер	Компьютер/ смартфон

Для измерения биометрики физического состояния, в частности, температуры, артериального давления и пульса, использовались специальные медицинские устройства: электронные тонометры и бесконтактные инфракрасные электронные термометры. Измерение проводились до погружения в виртуальную реальность и после. Присутствие других физиологических и психологических дискомфорта при погружении в виртуальную реальность определены с помощью опросника, разработанного авторами исследования на основе анкеты Sybersickness Questionnaire [15].

Результаты и дискуссия

Результаты предыдущих исследований по изучению динамики биометрических данных пользователей при погружении в VR подтверждают, что окружающая обстановка и взаимодействие с аватарами, объектами виртуального мира действительно могут повлиять на температуру тела, частоту пульса, артериальное давление и другие. Вместе с тем результаты этих исследований также подчеркивают, что знания и опыт, применимые к безопасному использованию таких неиммерсивных цифровых технологий, как 2D, 3D или 360 видео, не могут быть автоматически переведены в иммерсивную виртуальную реальность, хотя эти технологии также используют аватары, эффекты присутствия и погружения. В этой связи, важность и необходимость долгосрочных исследований для предотвращения непреднамеренного негативного влияния на опыт пользователей в настоящей виртуальной реальности очевидны [16]. В ходе проведенного нами исследования выявлено, что колебания температуры тела наблюдаются при погружении в виртуальную реальность в пределах от – 2,1 до + 2, 3. Однако, у большинства участников (82,9%) колебание температуры отсутствует или наблюдаются незначительные колебания в пределах от -1 до 1 (Рисунок 1). Диаграмма колебания частоты пульса до и после погружения в VR показывает, что они менялись у немногих участников (11,84%) Однако полученные данные подтверждают, что при погружении в виртуальную реальность, частота пульса у некоторых участников все же увеличивается. Возможно, при погружении в виртуальную реальность также важно учитывать предыдущие опыты участников и их темперамент, которые могут повлиять на результаты эмпирических исследований (Рисунок 2).



Рисунок 1. Диаграмма колебания температуры тела до и после погружения в виртуальную реальность



Рисунок 2. Диаграмма колебания частоты пульса до и после погружения в виртуальную реальность

Ответы участников исследования на вопросы анкеты показали, что практически треть респондентов испытывали чувство дискомфорта, связанного с дисбалансом сохранения равновесия при навигации (27%), с помутнением зрения (37%), с тошнотой (13%) и др. Кроме того, 8% участников подтверждают, что у них был легкий страх и дрожь в теле, 28% - почувствовали признаки потливости. В большинстве случаев чувства страха и дрожание наблюдались у школьников подросткового возраста (12-13 лет).

Заключение

В целом результаты данного эмпирического исследования согласовываются с выводами исследований [8,12,13,14] и не исключают наличие определенных проблем, которые нужно учитывать при использовании виртуальной реальности для обучения (или игры). В этом плане будет целесообразным включение в структуру среды виртуальной реальности здоровьесберегающие инструменты. Это подразумевает необходимость глубоких исследований по безопасному использованию VR в обучении. Возможно, на основе результатов комплексных и глубоких исследований с участием специалистов в области медицины, психологии, педагогики и информационных технологий могут быть разработаны рекомендации по данной проблеме. Виртуальная реальность является ведущей технологией, которая очень быстрыми темпами внедряется во все сферы деятельности человека, и перспективы ее использования в образовании очень высоки. Тем не менее, очень важно осознавать риски, связанные с виртуальной реальностью, и принять соответствующие меры, чтобы результаты использования VR были положительными и полезными.

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP14870741).

Список использованной литературы:

- 1 Perkins Coie LPP. (rep.). *Augmented and Virtual Reality. Survey Report.* – 2019. – Vol. 3, Ser. March.
- 2 Perkins Coie LPP. (rep.). *XR Industry Insider. XR Survey.* – 2021. – Vol. 5, Ser. July.
- 3 Rueda Márquez de la Plata, A.; Cruz Franco, P.A.; Ramos Sánchez, J.A. *Applications of Virtual and Augmented Reality Technology to Teaching and Research in Construction and Its Graphic Expression. Sustainability.* – 2023. – 15. – 9628. <https://doi.org/10.3390/su15129628>
- 4 Солдатова Г.У., Рассказова Е.И., Вишнева А.Е., Теславская О.И., Чигарькова С.В. *Рожденные цифровыми: семейный контекст и когнитивное развитие.* – М.: – 2022. – 356 с.
- 5 Mukasheva M., Kornilov I., Beisembayev G., Soroko N., Sarsimbayeva S., Omirzakova A. *Contextual structure as an approach to the study of virtual reality learning environment. Cogent Education.* – 2023. – 10, 1. <https://10.1080/2331186X.2023.2165788>
- 6 Bailenson, J. *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do.* W.W. Norton & Company. – 2019.
- 7 Aubrey, J. S., Robb, M. B., Bailey, J., & Bailenson, J. *Virtual Reality 101: What You Need to Know About Kids and VR.* San Francisco, CA: Common Sense. – 2018.
- 8 Войскунский А.Е. *Киберпсихологический подход к анализу мультисенсорной интеграции // Консультативная психология и психотерапия.* – 2019. – Т. 27. № 3. С. 9–21. doi: 10.17759/cpp.2019270302
- 9 Drummond, A., Sauer, J.D., Ferguson, C.J., Cannon, P.R., Hall, L.C. *Violent and non-violent virtual reality video games: Influences on affect, aggressive cognition, and aggressive behavior. Two preregistered experiments, Journal of Experimental Social Psychology.* – 2021. – Vol. 95, 104119. DOI: 10.1016/j.jesp.2021.104119
- 10 Lin, Jih-Hsuan Tammy. *Fear in virtual reality (VR): Fear elements, coping reactions, immediate and next-day fright responses toward a survival horror zombie virtual reality game, Computers in Human Behavior.* – 2017. – Vol. 72, Pages 350-361, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.057>
- 11 Davis, S., Nesbitt, K., Nalivaiko, E. *Comparing the onset of cybersickness using the Oculus Rift and two virtual roller coasters. Proceedings of the 11th Australasian Conference on Interactive Entertainment.* – 2015. – Vol. 167, pp. 3-14.
- 12 Gupta, Alinda. *Virtual reality is changing how we view the world, literally. But it is not without its risks! Jumpstart Magazine.* – 2022. – Issue 31: September 12. <https://www.jumpstartmag.com/virtual-reality-the-different-types-and-the-risks-involved/>
- 13 Kourtesis, P.; Linnell, J.; Amir, R.; Argelaguet, F.; MacPherson, S.E. *Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR): A Validation and Comparison against SSQ and VRSQ. Virtual Worlds.* – 2023. – 2, 16-35. <https://doi.org/10.3390/virtualworlds2010002>

14 Солдатова Г.У., Рассказова Е.И., Нестик Т.А. С 60 Цифровое поколение России: компетентность и безопасность. — М.: Смысл, — 2017. — 375 с.

15 Robert S. Kennedy, Norman E. Lane, Kevin S. Berbaum & Michael G. Lilienthal. Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness, *The International Journal of Aviation Psychology*. — 1993. — 3:3, 203-220, DOI: 10.1207/s15327108ijap0303_3

16 Kocur Martin, Jackermeier Lukas, Schwind Valentin, and Henze Niels. The Effects of Avatar and Environment on Thermal Perception and Skin Temperature in Virtual Reality. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '23)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 231. — 2023. — 1–15. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580668>.

References:

1 Perkins Coie LPP. (2019). *Augmented and Virtual Reality. Survey Report. Vol. 3, Ser. March.*

2 Perkins Coie LPP. (2021). *XR Industry Insider. 2021 XR Survey. Vol. 5, Ser. July.*

3 Rueda Márquez de la Plata, A.; Cruz Franco, P.A.; Ramos Sánchez, J.A. (2023). Applications of Virtual and Augmented Reality Technology to Teaching and Research in Construction and Its Graphic Expression. *Sustainability*. Vol. 15, 9628. <https://doi.org/10.3390/su15129628>

4 Soldatova G.U., Rasskazova E.I., Vishneva A.E., Teslavskaja O.I., Chigar'kova S.V. (2022). Rozhdennye cifrovymi: semejnij k kontekst i kognitivnoe razvitie. [Born Digital: Family Context and Cognitive Development] M.: 356.

5 Mukasheva M., Kornilov I., Beisembayev G., Soroko N., Sarsimbayeva S., Omirzakova A. (2023). Contextual structure as an approach to the study of virtual reality learning environment. *Cogent Education*, 10, 1. <https://10.1080/2331186X.2023.2165788>

6 Bailenson, J. (2019). *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. W.W. Norton & Company.

7 Aubrey, J. S., Robb, M. B., Bailey, J., & Bailenson, J. (2018). *Virtual Reality 101: What You Need to Know About Kids and VR*. San Francisco, CA: Common Sense.

8 Vojskunsij A.E. (2019). Kiberpsihologicheskij podhod k analizu mul'tisensornoj integracii. [Cyber psychological approach to the analysis of multisensory integration]. *Konsul'tativnaja psihologija i psihoterapija*. T. 27. № 3. 9-21. doi: 10.17759/cpp.2019270302

9 Drummond, A., Sauer, J.D., Ferguson, C.J., Cannon, P.R., Hall, L.C. (2021). Violent and non-violent virtual reality video games: Influences on affect, aggressive cognition, and aggressive behavior. Two preregistered experiments, *Journal of Experimental Social Psychology*. Vol. 95, 104119. DOI: 10.1016/j.jesp.2021.104119

10 Lin, Jih-Hsuan Tammy. (2017). Fear in virtual reality (VR): Fear elements, coping reactions, immediate and next-day fright responses toward a survival horror zombie virtual reality game, *Computers in Human Behavior*, Volume 72, Pages 350-361, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.057>

11 Davis, S., Nesbitt, K., Nalivaiko, E. (2015). Comparing the onset of cybersickness using the Oculus Rift and two virtual roller coasters. *Proceedings of the 11th Australasian Conference on Interactive Entertainment*. Vol. 167, pp. 3-14.

12 Gupta, Alinda. (2022). Virtual reality is changing how we view the world, literally. But it is not without its risks! *Jumpstart Magazine Issue 31: September 12*. <https://www.jumpstartmag.com/virtual-reality-the-different-types-and-the-risks-involved/>

13 Kourtesis, P.; Linnell, J.; Amir, R.; Argelaguet, F.; MacPherson, S.E. (2023). Cybersickness in Virtual Reality Questionnaire (CSQ-VR): A Validation and Comparison against SSQ and VRSQ. *Virtual Worlds*, 2, 16-35. <https://doi.org/10.3390/virtualworlds2010002>

14 Soldatova G.U., Rasskazova E.I., Nestik T.A. (2017). С 60 Цифровое поколение России: компетентность и безопасность. [C 60 Digital generation of Russia: competence and security]. M.: Smysl. 375.

15 Robert S. Kennedy, Norman E. Lane, Kevin S. Berbaum & Michael G. Lilienthal (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness, *The International Journal of Aviation Psychology*, 3:3, 203-220, DOI: 10.1207/s15327108ijap0303_3

16 Kocur Martin, Jackermeier Lukas, Schwind Valentin, and Henze Niels. (2023). The Effects of Avatar and Environment on Thermal Perception and Skin Temperature in Virtual Reality. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '23)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 231, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3544548.3580668>