

АКТУАЛЬНЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ РАСШИРЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ И ПСИХОЛОГИИ

Шутович В.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Тумилович М.В. – д т. н., доцент, начальник управления подготовки научных кадров
высшей квалификации*

Аннотация. В статье рассмотрены основные разновидности технологии расширенной реальности. Показаны основные области ее применения в медицине и психологии, где достигнуты определенные положительные результаты. Отдельно рассмотрено направление офтальмологии, предложены варианты использования VR-технологий для развития или коррекции зрительных функций.

Ключевые слова: виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR), смешанная реальность (MR), расширенная реальность (XR), офтальмология, психология

Введение. Развитие вычислительных мощностей современной компьютерной техники, появление разнообразных устройств и систем постоянно преобразуют, улучшают и облегчают повседневную жизнь миллиардов людей.

Виртуальная реальность (VR) – одна из передовых технологий, которая обладает огромным потенциалом. Однако на данный момент большинство пользователей воспринимают ее как очередную “игровую приставку”. Хотя внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности перспективно в разных областях человеческой деятельности и уже доказало свою эффективность [1], в частности для обучения различным навыкам и отработки действий в опасных ситуациях без опасности для здоровья. Также технологии расширенной реальности могут успешно применяться при проектировании зданий и сооружений, моделировании протекания различных процессов, а также психологии и в других направлениях. Более того уже много лет разработчики изучают возможности VR-приложений, программ и устройств для использования в медицинских целях [2].

Анализ данных технологий показывает, что несмотря на наличие определенных недостатков, они обладают множеством достоинств, большим потенциалом для развития и могут принести много пользы в хирургии, терапии, психиатрии и даже стоматологии [3].

В данной статье рассмотрены существующие технологии, связанные с имитацией реальности, актуальные способы и области их применения в сферах медицины и психологии, а также определены новые перспективные направления их использования.

Основная часть. Существуют разные подходы к имитации реальности. Они имеют значительные концептуальные различия, связанные со степенью погружения в виртуальный мир.

Виртуальная реальность (англ. Virtual Reality, VR) – это компьютерная симуляция для создания трехмерной среды с помощью компьютерных технологий [4]. Главная отличительная черта виртуальной реальности – возможность с помощью сенсорных систем (слух, зрение, осязание, иногда даже обаяние) воспринимать и погружаться в виртуальный мир. Чтобы человек как можно сильнее и глубже погрузился в виртуальный мир, у него должна быть возможность взаимодействовать с объектами в виртуальном мире, чтобы вызывать максимальную правдоподобность.

Дополненная реальность (англ. Augmented reality, AR) [5]. Суть дополненной реальности заключается в том, что он принимает нашу действующую реальность и изменяет ее, накладывая на нашу картинку виртуальные объекты.

Смешанная реальность (англ. Mixed Reality, MR) – объединяет обычную реальность с виртуальной [6]. Данная технология может быть использована не только в развлечениях, но и при выполнении практических задач. С помощью данной технологий проводят военные тренировки, обеспечивая безопасность здоровья людей. Иными словами, данная технология дорисовывает трехмерные объекты в реальный мир, так, чтобы люди не смогли отличить одно от другого.

Резюмируя все вышесказанное, дополненная реальность накладывает вспомогательные объекты на наше окружение. Смешанная реальность встраивает виртуальные объекты в окружение и подстраивает их. Виртуальная реальность создаёт своё окружение, не взаимодействуя с внешним миром.

Также существует универсальное понятие **расширенная реальность** (англ. Extended reality XR) – это обобщающий термин для обозначения дополненной, виртуальной и смешанной реальностей [7].

В настоящее время наблюдается рост исследований и практического применения технологий расширенной реальности в сфере медицины и психологии. Есть направления, где они показывают хорошие результаты.

Например, для проведения неврологических тестов использование VR – довольно эффективный инструмент. Болезнь Паркинсона, болезнь Альцгеймера, рассеянный склероз – это нейродегенеративные заболевания. При этих заболеваниях наблюдается прогрессирующая гибель нервных клеток, ведущая к различным неврологическим симптомам – прежде всего, к нарушению движений. Например, в случае с болезнью Паркинсона процесс гибели клеток может начаться и в 30 лет, но симптомы заболевания станут заметными только в 50.

Российские ученые объявили о ведущейся разработке системы ранней диагностики нейродегенеративных заболеваний – метод, основанный на технологиях виртуальной реальности [8]. При помощи VR-очков пациент, у которого наблюдалась Болезнь Паркинсона, погружается в виртуальную среду. Специальные сенсоры, закреплённые на его теле, отслеживают движение тела. Если человек легко выходит из равновесия и не может вновь вернуться в него, значит присутствуют осложнения, при которых необходимо обратиться к врачу. Работу системы проверили на 50 добровольцах. Среди участников присутствовали и здоровые люди. опыты показали эффективность предложенного метода.

Виртуальная реальность нашла свое применение и в психологии – это посттравматическая терапия. Посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) часто проявляется у людей, перенесших какое-либо сильное эмоциональное потрясение, не вписывающееся в их картину мира. Часто этим расстройством страдают бывшие военные, люди, перенесшие физическое насилие, пережившие аварии. В результате они становятся очень тревожными и не могут уживаться в обществе. Один из методов лечения – это вновь заставить человека пережить потрясшее его событие. На первый взгляд, это кажется жестоким. Однако пациент с ПТСР может научиться противостоять болезненным напоминаниям о травме, не сталкиваясь с какой-либо реальной опасностью. Лечение может сопровождаться терапевтической беседой. Таким образом пациенты учатся контролировать себя и не паниковать от воспоминаний о стрессе [9]. Этим же методом лечат фобии и другие психологические заболевания.

Отдельная тема для исследований медицинского применения VR – это облегчение болевых ощущений. Эксперименты показали: когда человек играет в игру с помощью технологий виртуальной реальности, наблюдает красивые пейзажи в VR-очках, в общем, отвлекает свое внимание, он более устойчив к боли [10]. Исследователи попросили более 25 испытуемых опустить пальцы в холодную воду и держать их там до тех пор, пока неприятные ощущения станут невыносимыми. При этом некоторые добровольцы играли в игру с помощью VR-очков. Тесты показали, что те, кто был в очках, дольше сопротивлялись боли. С помощью VR можно даже облегчать боль при родах и делать сам процесс более удобным для женщин, так как через очки им поступают команды о том, что нужно делать

в тот или иной момент. Также отвлечение внимания полезно детям, которые боятся каких-либо медицинских процедур.

В Техническом университете Чалмерса (Швеция) практикуют новый метод лечения фантомных болей при помощи виртуальной и дополненной реальности [11]. Это боли, возникающие в несуществующих конечностях у пациентов, перенесших ампутацию. К мышцам пациентов вокруг ампутированной конечности присоединяются сенсоры, которые считывают электрические сигналы, поступающие от мозга. Когда мозг дает команду несуществующей конечности сделать что-то, этот сигнал считывается. Пациент видит на мониторе перед собой или в VR-очках, как его виртуальная рука сделала то, что он хотел бы, чтобы она сделала в реальности. Участки мозга, ответственные за управление ампутированной конечностью, вновь активируются. После такой терапии человек, страдающий фантомными болями, испытывает значительное облегчение, превосходящее эффект от других видов лечения.

VR начала применяться для помощи больным после инсульта, а также людям, страдающим синдромом Дауна и ДЦП, которые слабо излечиваются традиционными методами, в виду их малой сенсорной активности. Нервная система просто не реагирует на них. Такой метод лечения повышает эффективность функционирования тела, помогает в восстановлении работы мышц, уменьшает боль и облегчает повседневную жизнь больных. Комбинация виртуальной реальности и физиотерапии улучшают подвижность пациента.

Технологии VR могут смоделировать любую среду, которая будет постоянно мотивировать активность через игровое взаимодействие. Во время симуляции в мозгу восстанавливаются нужные нейронные связи и человек, например, вновь начинает ходить после инсульта либо получается сформировать новые ассоциативные связи, где другие участки мозга берут на себя поврежденную функцию [12].

Виртуальная реальность также используется и в офтальмологии. Так уже существуют подробные описания для создания компьютерных обучающих тренажеров с виртуальной реальностью, а также созданы модели компьютерного тренажера для обследования зрения [13]. Представляет интерес изобретение для проведения периметрии у пациентов с отсутствием центрального зрения. В комплект медицинского оборудования входит портативное устройство, состоящее из шлема виртуальной реальности с дисплеем и компьютера для последовательного предъявления паттернов и фиксации результатов исследования. Это диагностическое оборудование обеспечивает возможность оперативно изучать состояние поля зрения у пациентов, которые не могут удерживать взор на точке фиксации [14].

Применяются программные комплексы для тренировки зрительных органов с применением технологии виртуальной реальности «Амблиотренер» и «Стработренер». Первый предназначен для проведения ряда мероприятий при терапии амблиопии, а второй — лечения косоглазия [15, 16]. Этими же разработчиками создан программный комплекс для проверки остроты зрения с применением технологии виртуальной реальности «Визус VR» [17]. Компьютерная программа обеспечивает моделирование трехмерной виртуальной сцены, позволяя визуализировать классические методики визометрии с высоким разрешением.

Перспективным выглядит направление развития или коррекции сенсорных процессов психики человека на основе использования технологий виртуальной реальности. Под такими процессами рассматриваются восприятие формы, цвета, размера объектов, а также острота и поле зрения.

Правильная работа глазного яблока имеет 2 стороны: физиологическую и психологическую. С физиологической составляющей, влияющей на зрение, все кажется понятным: искривление формы глазного яблока или роговицы глаза, мутность хрусталика, состояние сетчатки, кровоснабжение и другие факторы, очевидно, негативно влияют на общую зрительную функцию. При этом, на первых взгляд кажется, что психологическая составляющая крайне незначительна, что представляется в корне неверным. Психические переживания и стрессы приводят к возбуждению нервной системы, вследствие чего

возникает избыточное напряжение глазных мышц, изменяется форма глазного яблока, происходит сужение сосудов, и ткани начинают испытывать недостаток кровоснабжения. Возникающее на нервной почве постоянное перенапряжение мышц глаза становится причиной их неправильной работы, приводящей к развитию нарушений рефракции – близорукости, дальнозоркости и астигматизма. В этом случае люди обычно прибегают к ношению очков или контактных линз, но в результате глазные мышцы ослабевают еще сильнее, и проблема усугубляется. Недостаточное кровоснабжение сетчатки и зрительного нерва приводит к возникновению патологических процессов, грозящих развитием глаукомы и других очень тяжелых заболеваний [18]. Может начать проявляться синдром «туннельного зрения» – это потеря способности человека к периферическому обзору. Воспринимаются только изображения, попадающие на центральную часть сетчатки.

Как показывали исследования [10, 11, 12], погрузив пациента с офтальмологическими отклонениями при помощи специализированного оборудования в VR, можно создать для него специальное окружение, симулирующее хорошее зрение либо при каждом сеансе изменять параметры видимого в нужную сторону. Таким образом мозг будет привыкать к правильному восприятию картинки. Например, близорукие люди, которые не пользуются средствами для корректировки зрения (очки, линзы) либо данные средства недостаточно его улучшают, подсознательно ожидают, что не смогут увидеть отдаленные предметы. Поэтому даже, применяя индивидуально подобранные очки, человек первое время не видит на 100 %. Для этого мозгу нужно некоторое время на адаптацию.

Исследования [15, 16] показали хорошие результаты в лечении амблиопии и косоглазия. Поэтому выглядит реализуемым и перспективным направление, связанное со снятием психологических негативных факторов, которое повлечет за собой расслабление мышц, снятие спазмов, нормализацию кровоснабжения и давления внутри глазного яблока. Иными словами, это простимулирует коррекцию физиологических параметров глаза и, как следствие, его зрительных способностей.

Данный подход может помочь людям, носящим очки или линзы, либо пациентам с противопоказаниями к совершению операций.

Также подобрав соответствующие упражнения так называемой «зарядки» для глаз, можно реализовать ее в игровом режиме с помощью VR-очков. Это будет интереснее и увлекательнее как детям, так и взрослым выполнять упражнения в виртуальном геймифицированном окружении. Из-за увлекательности пользователи данной технологии не будут пропускать занятия и, соответственно, повысится их эффективность.

Заключение. Хотя VR/AR технологии делают только первые шаги в здравоохранении – растёт доступность и разнообразие устройств и программного обеспечения, можно с достаточной уверенностью предсказать, что новые технологии будут использоваться все активнее.

Виртуальная и дополненная реальность, поможет упростить диагностирование и лечение пациентов с широким диапазоном заболеваний, уменьшая вероятность врачебных ошибок. Перспективным представляется применение данной технологии в офтальмологии. Однако необходимо проведение дальнейших исследований в этой области.

Особенность современного этапа изучения виртуальной реальности заключается в том, что пока еще создается база эмпирического материала, требующая как широкого, так и глубокого его осмысления. Многие из сценариев VR-терапии требуют научной и экспериментальной доработки.

Список литературы

1. Технологии AR и VR в образовании [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/vk/articles/435996/>. – Дата доступа: 12.03.2024.
2. Потенциал Виртуальной Реальности в медицине [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://medium.com/@janeobkova/потенциал-виртуальной-реальности-в-медицине-f72583cda7ea>. – Дата доступа: 12.03.2024.
3. Прорывные технологии VR/AR в медицине [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://dtf.ru/s/vr_ar/1264712-proryvnyye-tehnologii-vr-ar-v-medicine. – Дата доступа: 13.03.2024.
4. «Виртуальная реальность — это не «так себе игры», а полезная вещь, которую уже используют повсюду [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ferra.ru/experts/computers/virtualnaya-realnost-htc.html>. – Дата доступа: 17.03.2024.
5. «В чём разница между AR, VR и MR?» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fountain.company/blog/v-chjom-raznica-mezhdu-ar-vr-i-mr/>. – Дата доступа: 18.03.2024.

6. «Технология смешанной реальности Mixed Reality MR [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://funreality.ru/technology/mixed_reality/. – Дата доступа: 18.03.2024.
7. Расширенная реальность [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Extended_reality. – Дата доступа: 20.03.2024.
8. Виртуальная реальность поможет ученым на ранних стадиях обнаруживать рассеянный склероз и болезнь паркинсона [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://viu.tsiu.ru/news/news-5-100/2739/>. – Дата доступа: 20.03.2024.
9. Sippel L. How does Virtual-reality Therapy for PTSD work? / Lauren Sippel // SA Mind Vol. 24 No. 5 (November 2013), p. 74.
10. Johnson S., Coxon M. Sound can enhance the analgesic effect of virtual reality. R. Soc. Open Sci. 2016; 3(3): 150567, doi: 10.1098/rsos.150567.
11. Ortiz-Catalan M, Guðmundsdóttir RA, Kristoffersen MB, Zepeda-Echavarría A, Caine-Winterberger K, Kulbacka-Ortiz K, Widehammar C, Eriksson K, Stockselius A, Ragnö C, Pihlar Z, Burger H, Hermansson L. Phantom motor execution facilitated by machine learning and augmented reality as treatment for phantom limb pain: a single group, clinical trial in patients with chronic intractable phantom limb pain. Lancet. 2016 Dec 10; 388(10062):2885–2894. doi: 10.1016/S0140-6736(16)31598-7.S0140-6736(16)31598-7 - DOI – PubMed
12. В стране реализуется инновационный проект по реабилитации детей с ДЦП при помощи виртуальной реальности [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://health.sb.by/articles/rytsari-v-it-dospekhhakh.html>. – Дата доступа: 23.03.2024.
13. Грибова В.В., Петряева М.В., Федорищев Л.А. Компьютерный обучающий тренажер с виртуальной реальностью для офтальмологии. Открытое образование 2013;6(101):45-51. [Gribova V.V., Petryaeva M.V., Fedorischev L.A. Kompyuternyyi obuchayushchiy trenazher s virtualnoy realnostyu dlya oftalmologii. Otkryitoe obrazovanie = Open Education 2013;6(101):45-51. (in Russian)].
14. Ермолаев А.П., Григорян Г.Л., Антонов А.А., Бахареv А.В., Петров С.Ю., Левитский Ю.В., Хдери Х., Казбан А.А. Способ проведения периметрии у пациентов с отсутствием центрального зрения. Патент на изобретение RU 2682932 C1, 22.03.2019. Заявка № 2018123192 от 26.06.2018. [Ermolaev A.P., Grigoryan G.L., Antonov A.A., Baharev A.V., Petrov S.Yu., Levitskiy Yu.V., Hderi H., Kazban A.A. Sposob provedeniya perimetrii u patsientov s otsutstviem tsentralnogo zreniya Patent na izobretenie RU 2682932 C1, 22.03.2019. Zayavka № 2018123192 ot 26.06.2018. (in Russian)].
15. Чупров А.Д., Воронина А.Е., Егоров Ю.С., Алексеев В.В., Прихунов А.С. Программный комплекс для тренировки зрительных органов с применением технологии виртуальной реальности «Амблиотренер» Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020612386, 20.02.2020. Заявка № 2020611459 от 11.02.2020. [Chuprov A.D., Voronina A.E., Egorov Yu.S., Alekseev V.V., Prihunov A.S. Programmiyiy kompleks dlya trenirovki zritelnyih organov s primeneniem tehnologii virtualnoy realnosti «Ambliotrenner» Svidetelstvo o registratsii programmy dlya EVM RU 2020612386, 20.02.2020. Zayavka № 2020611459 ot 11.02.2020. (in Russian)].
16. Чупров А.Д., Воронина А.Е., Егоров Ю.С., Алексеев В.В., Прихунов А.С. Программный комплекс для тренировки зрительных органов с применением технологии виртуальной реальности «Стработренер» Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020612387, 20.02.2020. Заявка № 2020611461 от 11.02.2020. [Chuprov A.D., Voronina A.E., Egorov Yu.S., Alekseev V.V., Prihunov A.S. Programmiyiy kompleks dlya trenirovki zritelnyih organov s primeneniem tehnologii virtualnoy realnosti «Strabotrenner» Svidetelstvo o registratsii programmy dlya EVM RU 2020612387, 20.02.2020. Zayavka № 2020611461 ot 11.02.2020. (in Russian)].
17. Чупров А.Д., Воронина А.Е., Егоров Ю.С., Алексеев В.В., Прихунов А.С. Программный комплекс для проверки остроты зрения с применением технологии виртуальной реальности «Визус VR». Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020612736, 28.02.2020. Заявка № 2020611423 от 11.02.2020. [Chuprov A.D., Voronina A.E., Egorov Yu.S., Alekseev V.V., Prihunov A.S. Programmiyiy kompleks dlya proverki ostroti zreniya s primeneniem tehnologii virtualnoy realnosti «Vizus VR». Svidetelstvo o registratsii programmy dlya EVM RU 2020612736, 28.02.2020. Zayavka № 2020611423 ot 11.02.2020. (in Russian)].
18. Как стресс влияет на наше зрение и как минимизировать его негативное воздействие [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.10gkb.by/informatsiya/stati/kak-stress-vliyaet-na-nashe-zrenie-i-kak-minimizirovat-ego-negativnoe-vozdeystvie>. – Дата доступа: 25.03.2024.

UDC 612.843–004.358:159.931

ACTUALLY AND PROMISING DIRECTIONS OF APPLICATION OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF MEDICINE AND PSYCHOLOGY

Shutovich V.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Tumilovich M.V., Dr. of Sci., Associate Professor Head of the Department for the Training of Scientific Personnel of Higher Qualification of BSUIR

Annotation. The article considers the main varieties of augmented reality technology. It shows the main areas of its application in medicine and psychology, where certain positive results have been achieved. The direction of ophthalmology is considered separately, the options of using VR-technologies for the development or correction of visual functions are offered.

Keywords. Virtual reality (VR), augmented reality (AR), mixed reality (MR), augmented reality (XR), ophthalmology, psychology