

Моторин Артём Александрович

студент

Научный руководитель

Щербаль Сергей Стефанович

канд. полит. наук, старший преподаватель

АНПОО «Кубанский институт профессионального образования»

г. Краснодар, Краснодарский край

ТЕХНОЛОГИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

В ЗДРАВООХРАНЕНИИ: ИННОВАЦИОННЫЕ ПРАКТИКИ

Аннотация: в статье рассматривается феномен виртуальной реальности в контексте цифровой парадигмы; раскрываются понятия виртуальной, дополненной и смешанной реальности как технологические инновации Индустрии 4.0; рассматриваются практики применения VR-технологий в зарубежном и российском здравоохранении; описывается инновационный опыт краснодарских врачей по применению виртуальной реальности в практике реабилитационной терапии больных, перенесших инсульт.

Ключевые слова: виртуальная реальность, дополненная реальность, смешанная реальность, медицинские технологии, реабилитация, здравоохранение.

Введение.

В последние десятилетия технологии виртуальной реальности все больше проникают в нашу жизнь и становятся популярными в различных сферах деятельности. Одной из них является здравоохранение, где виртуальная реальность находит применение в различных аспектах медицинской практики. Эти технологии обладают огромным потенциалом в улучшении диагностики, лечения, реабилитации и обучении медицинского персонала. Как никогда ранее, виртуальная реальность предоставляет возможности для создания полностью иммерсивного опыта, открывая перед медицинским сообществом широкий спектр профессиональных перспектив развития.

Инновационность использования VR в здравоохранении заключается в возможности повышения эффективности лечения и уровня ухода за пациентами, совершенствования процесса обучения медицинского персонала, а также в исследовании и разработке новых методов лечения и диагностики. Технологии виртуальной реальности – это высокотехнологичный инструмент, который позволит улучшить ряд медицинских практик и благотворно повлияет на здравоохранение в целом.

Виртуальная реальность в контексте цифровой парадигмы.

«Самое известное физическое проявление универсальности (теории вычислений Тьюринга – А.М.) – это область техники, которая обсуждалась в течение многих десятилетий, но начинает развиваться только сейчас, – виртуальная реальность. Этот термин относится к любой ситуации, когда у человека искусственно создается ощущение пребывания в определенной среде» [7].

Эти строки, написанные британским физиком-теоретиком Дэвидом Дойчем в 1997 году, стали одной из первых попыток осмыслить природу нового явления, возникшего из не материальной субстанции, однако лавинообразно увеличивающаяся за последние десятилетия область распространения «виртуальной реальности» вызвала необходимость изучения данного феномена.

В современном философском знании сложились несколько подходов к толкованию виртуальной реальности. Во-первых, виртуальная реальность – иллюзорная, порожденная компьютерными технологиями реальность (Д. Ланье, А.И. Воронов). Во-вторых, это субъективная реальность, генерируемая интеллектуальными способностями человека, силой его собственного сознания (И.Г. Корсунцев, Е.В. Ковалевская). В-третьих, виртуальность – бытие особого рода, недоволенное, недореализованное бытие, «недобытие» (В.В. Афанасьева, С.С. Хоружий). В-четвертых, виртуальная реальность – особое психологическое состояние, часть психологической реальности человека (Н.А. Носов, С.А. Борчиков). В-пятых, виртуальная реальность есть способ отчуждения человека в процессе диалога сознания и машины от собственной плоти (А. Крокер, М. Вейнстейн) [11].

В ходе теоретических исследований и дискуссий о рассматриваемом феномене сформировались два основополагающих подхода – онтологический и антропологический.

Сторонники первого трактуют виртуальную реальность как проявление глубоких онтологических закономерностей и принципов (М. Хайм, Н.А. Носов, С.И. Орехов, С.С. Хоружий и др.). Причем каждый из упомянутых ученых, как было отмечено выше, по-своему интерпретирует предмет исследования.

Приверженцы второго направления рассматривают виртуальную реальность как символ постмодернизма, когда сама социальная реальность начинает проявлять признаки виртуальности [2].

Разделяя точку зрения А.Н. Бурлуцкого, полагаем, что в настоящее время онтологический потенциал виртуальной реальности реализовался в полной мере, поскольку VR-технологии интегрированы во многие сферы человеческой жизнедеятельности (медиаиндустрия, образование, медицина и т. п.), а концепт виртуальной реальности стал одним из элементов цифровой парадигмы [3]

Именно в рамках этой теоретической модели описываются основные технологические инновации Индустрии 4.0: создание цифровой экономики как виртуальной реальности; развитие новых цифровых технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальности; создание и эффективное использование искусственного интеллекта (AI); развитие интернета вещей и услуг; организация и управление промышленным производством на основе «больших данных» (Big Data); развитие трехмерной печати (3D-печать); создание цифровых платформ и блокчейнов (blockchain); использование квантовых компьютеров; создание автономных роботов и новых материалов; развитие нанотехнологий, биотехнологий и энергосберегающих технологий [10].

Важно отметить, что использование цифровой парадигмы как теоретической рамки исследования позволяет рассматривать феномен виртуальной реальности не только как объект философской рефлексии, но и как материализованный продукт технического прогресса. Такой подход дает возможность опре-

делить виртуальную реальность как цифровую технологию, получившую распространение в различных сферах человеческой деятельности.

Сегодня возможности VR широко используют в профессиональном образовании (VR-тренажеры рабочего места), медицине (VR-репетиции хирургических вмешательств), культуре (VR-экскурсии по музеям в интернет-пространстве), в банковском деле (VR-банкинг) [14].

Виртуальная реальность в своей технической ипостаси связана с другими видами реальности, а именно: с дополненной (AR) и смешанной (MR). Причем эти виды реальности имеют разное функциональное предназначение и выполняют разные задачи.

Таким образом, в поле цифровой парадигмы виртуальная реальность, «опредметившись» в технических устройствах, обрела онтологический статус и трансформировалась в «реальную реальность». Важно отметить, что цифровые технологии, прежде всего, направлены на улучшение качества жизни современного общества. В этом контексте виртуальная реальность (VR) и связанные с ней дополненная (AR) и смешанная (MR) реальность представляются как потенциально востребованные в различных сферах жизнедеятельности и способствующие дальнейшему развитию человечества [3].

Понятие виртуальной реальности.

Виртуальная реальность (VR) – это составная часть синтетической категории расширенная реальность, в которую также наряду с VR входят дополненная реальность (AR) и смешанная реальность (MR) [5]. Далее остановимся на каждом понятии подробнее.

Виртуальная реальность – (от лат. *virtus* – мнимый, воображаемый) сгенерированная компьютерными средствами трехмерная модель реальности, которая создает у человека эффект присутствия в ней, и позволяет взаимодействовать с представленными в ней объектами [6].

Дополненная реальность (AR) – представляет собой компьютерную технологию, которая позволяет расширить восприятие человеком реального мира путем добавления в искусственно созданное пространство виртуальных изобра-

жений, анимаций, эффектов и текстов. Цель генерирования дополненной реальности – улучшить восприятие человеком реального мира, в то время как виртуальная реальность, полностью заменяет реальность симулятором [5].

Смешанная реальность (MR) – объединяет реальные и виртуальные элементы: они сосуществуют и взаимодействуют в реальном мире. В MR используют дополненную реальность (AR) и дополненную виртуальность

(AV – от *Augmented Virtuality*) – компьютерную симуляцию, в которой присутствуют элементы реального мира [5].

Наряду с классификацией видов реальности существует классификация по типам внутри понятия виртуальной реальности.

1. Пассивная виртуальная реальность (*passive virtual reality*) – автономные графические изображения и их звуковое сопровождение, которые не контролируются человеком.

2. Обследуемая виртуальная реальность (*exploratory virtual reality*) – возможность выбора вариантов сценария изображений и звуков, которые предоставляются пользователю в ограниченном количестве.

3. Интерактивная виртуальная реальность (*interactive virtual reality*) – виртуальная среда, в которой пользователь может выбирать сценарии, управлять и проводить манипуляции с ними [5].

Основная функция VR-технологий заключается в создании искусственной среды, в которую пользователь погружается с помощью специальных устройств. Важными параметрами для создания виртуальной реальности являются.

1. *Идентичность*. Погружаясь в виртуальную среду, пользователи не должны сомневаться в реальности воспринимаемых образов.

2. *Интерактивность*. Возможность взаимодействия с различными объектами виртуального мира.

3. *Детализация*. Позволяет пользователю не только видеть огромное виртуальное пространство, но и исследовать его.

4. *Надежность.* Оборудование должно обеспечивать продолжительную бесперебойную работу в процессе эксплуатации.

5. *Эффект присутствия.* У пользователя возникает полная иллюзия погружения в определенную среду [15].

Виртуальная реальность в здравоохранении зарубежных стран.

За последние годы интерес у специалистов к использованию VR-технологий в медицине значительно вырос. Например, количество публикаций по теме «Виртуальные технологии в медицине» (*VR technology in medicine*), которые можно было найти по запросу через поисковую систему по биомедицинским исследованиям *PubMed* (США), увеличилось с 58 в 2017 году до 145 за первое полугодие 2021 года. Аналогичная динамика отмечается и в российских научных изданиях [8].

VR-технологии получают распространение в сфере здравоохранения благодаря эффекту погружения людей в виртуальное пространство, которые могут облегчить определенные симптомы заболевания и создать оптимальные условия для предоставления медицинской помощи пациентам. Сфера применения VR-технологий в здравоохранении на сегодняшний день уже достаточно разнообразна. Ниже рассмотрим лишь некоторые из них.

Коррекция болевого синдрома. VR может стать эффективной альтернативой или дополнением к медикаментозному обезболиванию. Например, исследование, опубликованное в 2019 году одним из крупнейших научных медицинских центров в США *Cedars-Sinai*, показало, что виртуальная реальность помогает снизить интенсивность боли у госпитализированных пациентов. Было обследовано 120 взрослых пациентов, поступивших в *Cedars-Sinai* с различными диагнозами, включая ортопедические проблемы, желудочно-кишечные заболевания и онкологию. Все они имели средний показатель интенсивности боли три (по десятибалльной шкале) за период суточного наблюдения до участия в исследовании. Половине пациентов из указанной группы выдали очки виртуальной реальности, которые создавали расслабляющий и медитативный эффект, остальным предложили посмотреть телевизионный канал о здоровье в их боль-

ничных палатах. Результаты эксперимента показали, что у пациентов, воспользовавшихся VR-технологией, средний показатель боли был на 1,7 пункта ниже, чем у тех, кто смотрел телевизор [21].

Благодаря такому результату клинического испытания VR-технология получила государственное разрешение на внедрение в медицинскую практику. В 2021 году продукт *RelieVRx* американской компании *AppliedVR* стал первым цифровым терапевтическим средством для облегчения боли на основе технологии виртуальной реальности. Программа *RelieVRx* – это иммерсивная система виртуальной реальности, предназначенная для обеспечения дополнительного лечения, основанного на навыках когнитивно-поведенческой терапии и других научно обоснованных поведенческих методах, для пациентов (в возрасте 18 лет и старше) с диагнозом хронической боли в пояснице (определяемой как умеренная или сильная боль, продолжающаяся более трех месяцев). Устройство предназначено для домашнего использования в целях уменьшения боли и болевых помех, связанных с хронической болью в пояснице [20].

Психиатрия. По данным Центров по контролю и профилактике заболеваний (CDC), каждый пятый взрослый в США имеет какое-либо психическое заболевание, а примерно один из 25 – серьезную психическую патологию, к примеру, шизофрению или биполярное расстройство [17]. По этой причине Департамент по делам ветеранов (VA) обратился к VR-технологии. Компания *VA Immersive* (США) в октябре 2019 года создала медицинский продукт, который позволяет улучшить качество медицинской помощи и обслуживания пациентов за счет использования иммерсивных технологий. В настоящее время компания VA развернула более 1200 гарнитур виртуальной реальности (VR) в более чем 160 медицинских центрах и амбулаторных клиниках VA во всех 50 штатах США и Пуэрто-Рико.

VR-технологию здесь используют для борьбы с посттравматическим стрессовым расстройством, резистентной к лечению депрессией и тревогой, а также другими состояниями.

Результаты исследования, опубликованные в 2021 году, показали, что VR является эффективным средством снижения уровня тревожности у ветеранов различных возрастных групп [19].

Обучение медицинского персонала. Виртуальная реальность используется сегодня для профессионального обучения хирургов и медицинского персонала, создания симуляций при лечении фобий и преодоления посттравматического стрессового расстройства, а также в процессе реабилитации больных, перенесших инсульт и т. п. Примером использования технологий виртуальной реальности может служить тренажер британской компании *Oxford Medical Simulation*, специализирующейся на VR, который позволяет обучить медицинский персонал посредством имитации хирургической операции на виртуальном человеке [18].

Реабилитация. Использование виртуальной реальности для реабилитации детей, страдающих детским церебральным параличом (ДЦП), одно из перспективных направлений в процессе коррекции двигательных функций. *Virtual Rehab* (США) является одной из наиболее распространенных систем, используемых в лечении ДЦП. Она представляет собой реабилитационную платформу, использующую сенсоры *Microsoft Kinect* (США) и *Leap Motion* (США), а также технологию видеоигр для телереабилитации и восстановления двигательных функций конечностей. Например, на базе открытой платформы *Unity 3D* создана виртуальная среда, в которой ребенок с ДЦП может взаимодействовать в реальном времени с помощью датчика движений *Leap Motion*. При использовании устройства *MindWave (NeuroSky)*, США) возможна комбинированная запись ЭЭГ, которая позволяет в реальном времени отслеживать прогресс пациента в клинике с учетом его уровней внимания и релаксации.

Виртуальная реальность в терапии с применением сенсоров *Microsoft Kinect* доказала эффективность в повышении физической активности. Выявлено положительное влияние VR-реабилитации на походку, баланс, мышечную силу и общие двигательные навыки детей с ДЦП. Геймификация лечения повышает внимание ребенка к выполнению тех или иных упражнений при реабилитации по сравнению с обычным лечением. Авторы этих и ряда других исследований

позитивно оценивают использование VR в сочетании с традиционными методами лечения [4].

Технологии виртуальной и дополненной реальности в российском здравоохранении.

Степень внедрения технологий дополненной и виртуальной реальности в области здравоохранения различается в России и в зарубежных странах. К примеру, опыт западной медицины изучен более детально. Отечественная практика в сфере VR-технологий не столь обширна и исследована менее глубоко. В мировом рейтинге патентной активности в области дополненной и виртуальной реальности в здравоохранении Россия занимает 11-е место [13].

В настоящее время в России многие инновационные продукты с использованием VR/AR-технологий находятся на стадии НИОКР, хотя некоторые уже на этапе клинических исследований. Большая часть этих решений разрабатывается для совершенствования сферы обучения (тренажеры, системы удаленного взаимодействия, визуализация процессов, диагнозов и манипуляций), а также для реабилитации пациентов [1].

На данный момент существует только один отечественный VR-комплекс для реабилитации, который имеет медицинскую регистрацию – это мультимедийный комплекс «Девирта-Делфи», разработанный группой компаний «Исток-аудио». Основная функция системы заключается в создании виртуального пространства, в которое пациент погружается с помощью VR-шлема и сенсорных датчиков, которые обеспечивают биологическую обратную связь. Виртуальный аватар пациента повторяет его движения в виртуальном мире, что создает иллюзию реального взаимодействия с окружающей средой и дополнительно стимулирует пациента. Данный комплекс состоит из четырех модулей, ориентированных на восстановление движений крупных суставов, восстановление мелкой моторики и еще два блока для восстановления бытовых навыков.

Кроме этого, имеются и другие российские инновационные разработки.

Мультисенсорный тренажер пассивной реабилитации *ReviVR*. Это продукт ученых Института инновационного развития Самарского государственного ме-

дицинского университета. Аппарат необходим для людей с дисфункцией нижних конечностей, а также в случаях нарушения пространственного ориентирования.

Мультисенсорный тренажер активной реабилитации *ReviMOTION*, предназначенный для восстановления функций опорно-двигательной системы человека, также является инновационной разработкой ученых Самарского государственного медицинского университета.

Хирургический симулятор *MedVR LAP Expert* компании (резидента Сколково) *thePsycho* представляет собой программно-аппаратный комплекс оборудованный специальными хирургическими инструментами. Аппарат позволяет имитировать процессы в современной хирургии с использованием методов лапароскопии.

Специализированная медицинская платформа в пространстве виртуальной реальности (VR) была развернута и внедрена в ТГМУ компанией-участником Московского инновационного кластера «Таргетта», резидентом специализированной медицинской площадки «Мосмедпарк» совместно с партнерами из Республики Корея – компанией VRAD Inc. и ассоциацией «Фармацевтическое сотрудничество». Обучающая платформа предназначена для обучения медицинских специалистов. Включает три модуля: симулятор стоматологической рентгенографии (*VR Dental*), симулятор общей диагностики (*General*), симулятор анатомического стола (*VR_Анатомия*).

Реабилитационный тренажер «Крисаф» с VR-средой, созданный одноименной компанией, предназначен для восстановления двигательной функции людей в постоперационный период [1].

Специалисты филиала №3 Московского научно-практического центра реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы используют программы «Девирта Делфи» и «Девирта Точность», которые разработаны для использования виртуальной реальности в процессе реабилитации пациентов после инсультов. В этих программах есть модуль с использованием игрового контроллера. Для каждого пациента инди-

видуально подбираются упражнения, которые направлены на преодоление двигательных и когнитивных нарушений. Врач определяет сложность выполнения каждого упражнения, уделяя особое внимание пораженной стороне тела пациента. Применение технологий виртуальной реальности в реабилитации после инсульта направлено на полное или частичное восстановление двигательных функций пациентов [1].

В Медицинском симуляционном центре Боткинской больницы (далее – МСЦ) врачи-хирурги медицинских организаций Департамента здравоохранения города Москвы имеют возможность обучаться с использованием VR-технологий. Этот учебный центр создан по типу многопрофильной виртуальной клиники на базе крупнейшего стационара столичного и российского здравоохранения.

В МСЦ функционируют около 20 виртуальных клиник, включая хирургические. При помощи VR-модулей специалисты в области практического здравоохранения получают возможность максимально погрузиться в искусственное трехмерное пространство, в условиях которого можно оттачивать профессиональные навыки осмотра и лечения пациентов [1].

Опыт краснодарских врачей по реабилитации больных, перенесших инсульт.

С 2023 года в Краевой клинической больнице №2 города Краснодара внедрены инновационные методы реабилитации больных после инсульта, основанные на использовании технологий виртуальной реальности. Эти практики включают развитие двигательных функций, стимулирование физической активности и др. Во время сеансов используют специальный шлем виртуальной реальности, снабженный набором программ, которые врачи подбирают индивидуально, в зависимости от тяжести заболевания и физических возможностей пациента. Технология виртуальной реальности генерирует по запросам пациентов различные пространства – картинную галерею, кухню, квартиру, имитация деятельности в этих виртуальных средах способствует восстановлению мозговой активности и моторики у людей, нуждающихся в этом.

В 2023 году пациенту Владимиру В. поставили диагноз: ишемический инсульт с поражением левой стороны руки и ноги. Он проходил реабилитацию в ККБ №2, где врачи предложили ему новый метод восстановления с использованием VR-технологии. Четыре интерактивных занятия дали, по оценкам врачей, неплохие результаты: Владимир снова способен сжимать кисть руки и ходить. Теперь он может заниматься рисованием и взаимодействовать с различными предметами. Хотя курс лечения еще не закончен, врачи уверены, что вскоре Владимир сможет производить многие двигательные операции в реальной жизни. Комплексная восстановительная терапия заметно улучшила его самочувствие.

Стандартный курс лечение с использованием виртуальной реальности в ККБ №2 длится 14 дней. В этот период времени три специалиста – инструктор по лечебной медицине, психолог и эрготерапевт, работают с пациентом, чтобы определить его функциональные возможности и предложить ему персонализированную программу восстановления. Практика показывает, что такой подход положительно влияет на психологическое состояние пациентов и повышает их мотивацию к выздоровлению [12].

Медицинские программы для восстановления пациентов после инсульта на основе VR-технологии демонстрируют более высокий реабилитационный потенциал, улучшение психологического статуса и повышение мотивации больных. Индивидуальный подход к пациенту, а также учет его личностных особенностей при разработке программы благотворно сказываются на реабилитационном процессе, однако, к сожалению, такой формат лечения не всегда реализуем в условиях реабилитационных центров [9].

Виртуальная реальность, как и любой другой высокотехнологичный метод, имеет свои преимущества и недостатки по сравнению с традиционными методами физической реабилитации. К очевидным минусам относится высокая цена оборудования.

Вместе с тем, несмотря на некоторые ограничения, виртуальная реальность имеет и ряд неоспоримых достоинств:

- высокую вовлеченность пациентов в процесс реабилитации;
- индивидуальный подход к пациенту;
- безопасная и контролируемая среда;
- немедленная и наглядная обратная связь.

Практически любое движение может быть имитировано в виртуальном пространстве без особенного риска для больного получить травму. Так, например, тренируя устойчивость, пациенты ощущают себя участниками событий, в которых в реальной жизни они вряд ли могли бы участвовать (например: совершают спуски на горных лыжах, играют в теннис, футбол и т. д.).

Большинство пациентов-участников сеансов реабилитации отмечали высокую заинтересованность в результатах лечения, занятия, по их оценкам, проходили на позитивном эмоциональном фоне, который, в свою очередь, служил дополнительным стимулом для восстановления двигательных функций.

Стоит заметить, что все вышесказанное совершенно не означает, что виртуальная реальность заменит традиционные методы реабилитации, но, безусловно, эта инновационная медицинская технология в недалеком будущем займет важное место в практиках восстановительного лечения [16].

Выводы. Технология виртуальной реальности играет все более значимую роль в современном здравоохранении, предоставляя медикам и пациентам новые возможности для обучения специалистов, диагностики, лечения и реабилитации больных. Эти инновационные методы используют для уменьшения боли и стресса у пациентов, а также для различных видов терапии.

Таким образом, технология виртуальной реальности открывает новые возможности для улучшения качества медицинской помощи и обеспечения пациентов более комфортным и эффективным лечением. Без сомнения, ее роль в здравоохранении будет только расти, открывая новые перспективы использования в современной медицине и социально-профилактической сфере здравоохранения.

Список литературы

1. Аксенова Е.И. Технологии виртуальной и дополненной реальности в здравоохранении / Е.И. Аксенова, С.Ю. Горбатов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://niioz.ru/upload/iblock/c7f/c7f196880db9a557da36fb7e88be49fb.pdf> (дата обращения: 25.02.2024).

2. Болтенков Н.В. К проблеме определения понятия «виртуальная реальность» / Н.В. Болтенков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-probleme-opredeleniya-ponyatiya-virtualnaya-realnost> (дата обращения: 26.02.2024).

3. Бурлуцкий А.Н. Онтологический смысл категории «виртуальная реальность» в контексте формирования цифровой парадигмы / А.Н. Бурлуцкий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskij-smysl-kategorii-virtualnaya-realnost-v-kontekste-formirovaniya-tsifrovoy-paradigmy> (дата обращения: 14.02.2024).

4. Воловик М.Г. Технологии виртуальной реальности в комплексной медицинской реабилитации пациентов с ограниченными возможностями / М.Г. Воловик, В.В. Борзиков, А.Н. Кузнецов [и др.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stm-journal.ru/ru/numbers/2018/4/1492/html> (дата обращения: 16.02.2024).

5. Волынов М.М. Виртуальная реальность: виды, структура, особенности, перспективы развития / М.М. Волынов, А.А. Китов, Б.С. Горячкин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-vidy-struktura-osobennosti-perspektivy-razvitiya/viewer> (дата обращения: 15.02.2024).

6. Гермашова В.А. Понятие «Виртуальная реальность» в философском знании / А.А. Гермашова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-virtualnaya-realnost-v-filosofskom-znanii> (дата обращения: 13.02.2024).

7. Дойч Д. Структура реальности: наука параллельных вселенных / Дэвид Дойч; пер с англ. – М.: Альпина нон-фикшен, 2015. – С. 451.

8. Зеленский М.М. Виртуальная реальность (VR) в клинической медицине: международный и российский опыт / М.М. Зеленский, С.А. Рева, А.И. Шадеркина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-vr-v-klinicheskoy-meditsine-mezhdunarodnyu-i-rossiyskiy-opyt/viewer> (дата обращения: 25.02.2024).

9. Краснова-Гольева В.В. Виртуальная реальность в реабилитации после инсульта / В.В. Краснова-Гольева, М.А. Гольев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2015_n4/jmfp_2015_n4_79987.pdf (дата обращения: 05.03.2024).

10. Ланье Дж. На заре новой эры. Автобиография «отца» виртуальной реальности / Джарон Ланье; пер. с англ. – М.: Эксмо, 2019. – С. 496.

11. Лобанков И.Д. Современные концепции виртуальной реальности / И.Д. Лобанков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-kontseptsii-virtualnoy-realnosti> (дата обращения: 25.02.2024).

12. Степанова А. В ККБ №2 Краснодара используют виртуальную реальность при реабилитации после инсультов и черепно-мозговых травм / А. Степанова [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tvkrasnodar.ru/obshchestvo/2023/05/22/v-kkb-2-krasnodara-ispolzuyut-virtualnuyu-realnost-pri-reabilitatsii-posle-insultovi-cherepno-mozgo/> (дата обращения: 06.03.2024).

13. Тарасенко Е.А. Виртуальная медицина: основные тенденции применения технологий дополненной и виртуальной реальности в здравоохранении / Е.А. Тарасенко, М.Я. Эйгель [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/504262545.pdf> (дата обращения: 28.02.2024).

14. Таратута Е.Е. Философия виртуальной реальности / Е.Е. Таратута. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007. – С. 148. EDN QWQIGV

15. Технологии виртуальной реальности: перспективы и риски [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://gb.ru/blog/tehnologii-virtualnoj-realnosti> (дата обращения: 25.02.2024).

16. Устинова К.И., Черникова Л.А. Виртуальная реальность в нейрореабилитации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-realnost-v-neyroreabilitatsii/viewer> (дата обращения: 25.02.2024).

17. About Mental Health [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cdc.gov/mentalhealth/learn/index.htm> (дата обращения: 25.02.2024).

18. Deliver simulation at scale with Oxford Medical Simulation [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://oxfordmedicalsimulation.com> (дата обращения: 26.02.2024).

19. Effect of Immersive Virtual Reality on Pain and Anxiety at a Veterans Affairs Health Care Facility [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2021.719681/full> (дата обращения: 28.02.2024).

20. FDA Grants AppliedVR Approval for First Virtual Reality Therapeutic to Treat Chronic Low Back Pain [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prnewswire.com/news-releases/fda-grants-appliedvr-approval-for-first-virtual-reality-therapeutic-to-treat-chronic-low-back-pain-301426221.html> (дата обращения: 28.02.2024).

21. New Study Shows Value of Virtual Reality for Pain Management [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cedarsinai.org/newsroom/newstudy-shows-value-of-virtual-reality-for-pain-management> (дата обращения: 24.02.2024).