

# ИММЕРСИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ: ТЕКУЩИЕ РЕШЕНИЯ И СЛОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Вахрушев Руслан Антонович<sup>1</sup>, Халиманенко Сергей Николаевич<sup>2</sup>,  
Черезова Яна Алексеевна<sup>3</sup>, Якшина Ульяна Алексеевна<sup>4</sup>

<sup>1</sup> МИРЭА — Российский технологический университет, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова,  
г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Первый Московский государственный медицинский университет  
им. И. М. Сеченова, г. Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup> «Королёвская городская больница», г. Королёв, Российская Федерация

ORCID: Черезова Я. А. 0000-0002-0021-4434

[cherezova\\_ya\\_a@staff.sechenov.ru](mailto:cherezova_ya_a@staff.sechenov.ru)

DOI: 10.46594/2687-0037\_2026\_1\_2148

**Аннотация.** В статье рассмотрены текущие и потенциальные возможности применения технологий виртуальной реальности в отношении людей, имеющих те или иные физические ограничения в силу перенесенных травм или заболеваний. Изучен российский рынок виртуальных инструментов в медицине, выявлены сложности, с которыми сталкиваются медицинские центры в России при использовании иммерсивных технологий для реабилитации и проведения лечебных мероприятий. Отражены недостатки текущих технологий для повышения удовлетворенности и качества жизни конечных пользователей с ограниченными возможностями.

**Ключевые слова:** технологии виртуальной и дополненной реальности, инклюзивная среда, реабилитация, лица с ограниченными возможностями, удовлетворенность и качество жизни.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Вахрушев Р. А., Халиманенко С. Н., Черезова Я. А., Якшина У. А. Иммерсивные технологии для повышения удовлетворенности и качества жизни людей с ограниченными возможностями: текущие решения и сложности применения // Виртуальные технологии в медицине. 2025. № 4. С. 22–28. DOI: 10.46594/2687-0037\_2026\_1\_2148

**Научная специальность:** 3.2.3. Общественное здоровье и организация здравоохранения, социология и история медицины

*Поступила в редакцию 17 ноября 2025 г.*

*Поступила после рецензирования 17 декабря 2025 г.*

*Принята к публикации 17 декабря 2025 г.*

## Введение

В настоящее время технологии виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) находят применение практически во всех сферах жизни. Иммерсивность (от англ. *immersive* — «присутствие, погружение») — это способ восприятия, создающий эффект погружения в искусственно созданную среду [3]. В последние годы целью разработчиков и пользователей стала разработка технологий виртуальной реальности с полным погружением, когда разница между иллюзорным и реальным мирами стирается. Однако создание подобной системы связано с рядом проблем, в том числе доступностью разработок для широкого круга пользователей [2]. Особую группу среди них составляют лица с ограниченными возможностями. Применение иммерсивных технологий в отношении них не должно ограничиваться лишь реабилитацией после операций, травм и серьезных заболеваний.

**Целью** настоящей работы является анализ текущих решений и проблем использования иммерсивных технологий лицами с ограниченными возможностями для повышения их удовлетворенности и качества жизни.

## Материалы и методы

Для достижения поставленной цели нами проведен анализ публикаций по тематике исследования, содержащихся в российских и иностранных наукометрических базах данных, в том числе Scopus, Web of Science, РИНЦ, а также интернет-ресурсы производителей VR-оборудования, за период с 2019 по 2025 г. Кроме того, рассмотрены статистические данные о численности лиц с ограниченными возможностями в Российской Федерации (далее — РФ) и способности ими вести активный образ жизни, распространенности технологий виртуальной реальности в РФ и их применения в медицинских центрах на территории РФ, наличие образовательных программ для подготовки разработчиков VR- и AR-решений, в том числе в медицине, а также виртуальных сценариев ситуаций для обучения врачей и медсестер.

## Результаты

Обзор материалов показал широкий спектр применения технологий виртуальной реальности в медицине: VR позволяет обучать студентов, повышать квалификацию персонала, готовить пациентов к сложным операциям, проводить реабилитацию [4; 19]. VR может ис-

пользоваться и успешно используется, чтобы помочь людям с физическими или когнитивными нарушениями восстановить утраченные функции или освоить новые навыки. Например, VR помогает людям, пережившим инсульт, восстановить подвижность конечностей, а также людям с когнитивными нарушениями, такими как аутизм, улучшить свои социальные навыки. Также VR может использоваться в телереабилитации, чтобы люди с ограниченными возможностями могли получать терапию удаленно. Это, в свою очередь, может быть особенно полезно в сельских районах. То есть применение VR в медицине существенно расширяет возможности как врачей, так и пациентов [13].

К сожалению, даже при самом современном и комплексном подходе к реабилитации VR не является панацеей и далеко не всегда приводит к желаемым результатам. Успех восстановительных мероприятий жестко лимитирован целым рядом факторов: характером и степенью тяжести исходной патологии (например, при обширных повреждениях центральной нервной системы или прогрессирующих нейродегенеративных заболеваниях), возрастом пациента, наличием сопутствующих недугов и сроков начала лечения. В некоторых случаях разрушительные изменения в организме оказываются необратимыми, и реабилитация преследует лишь цели адаптации к новому качеству жизни, обучения навыкам самообслуживания и купирования вторичных осложнений, не затрагивая основного дефекта. Таким образом, несмотря на все усилия, полное или даже частичное функциональное восстановление может оказаться недостижимым, и основной задачей становится максимальное улучшение общего состояния и социальной интеграции пациента в рамках имеющихся возможностей VR-технологий.

Однако практика показывает, что погружение в виртуальную реальность, т. е. полная блокировка реального мира посредством отображения виртуальной реальности, в настоящее время не является универсально применимым или доступным для многих лиц с ограниченными возможностями [18]. Применение VR-технологий могло бы удовлетворить гораздо более широкий спектр потребностей людей с ограниченными возможностями. Так, VR может помочь сломать барьеры в доступе к информации, образованию и развлечениям. Это особенно важно для рассматриваемой группы лиц, которые не имеют такой же возможности, как другие, воспринимать информацию из традиционных медиа источников. Например, люди с нарушениями опорно-двигательного аппарата с помощью VR могут посетить музей, а парализованные люди — участвовать в виртуальных спортивных состязаниях или других мероприятиях. Человек в инвалидной коляске может использовать VR, чтобы испытать поход через горы, или человек с нарушениями зрения может использовать VR, чтобы исследовать город или другое пространство. Это может обеспечить «побег» от ограничений их физических возможностей и позволить им испытать то, что в противном случае было бы невозможно.

Однако до сих пор остаются проблемы, которые усугубляют препятствия для максимально эффективного применения технологий виртуальной реальности лицами с ограниченными возможностями. Благодаря растущему интересу со стороны инвесторов и разработчиков к этим задачам, часть из них уже решена.

По результатам исследования, проведенного К. Герлинг, П. Дикинсон и др., пользователей инвалидных колясок весьма привлекают VR-игры, хотя для создания иммерсивного опыта для людей с ограниченными возможностями требуется тщательное планирование [12]. Так, Beat Saber (разрушение летающих кубов световыми мечами под музыку), Job Simulator (исполнение юмористических офисных задач в будущем), AudioShield (отражение цветных энергетических волн, соответствующих ритму музыки), VoxVR (выполнение боксерских упражнений под музыку для тренировок) и многие другие игры различных жанров увлекательны и очень захватывающи. Сейчас игроки с ограниченными возможностями могут играть в лучшие VR-игры с помощью вспомогательной компьютерной программы WalkinVR Driver [1].

Некоторые примеры инклюзивного контента включают игры, в которые можно играть без звука, предлагающие субтитры в реальном времени и преобразование аудио в текст для пользователей с нарушениями слуха или глухотой. Игры и приложения, разработанные для пользователей с нарушениями подвижности, также могут предлагать навигацию одной рукой или настраиваемые элементы управления [13].

На данный момент разработаны и применяются VR-игры для незрячих, в которых слепые люди — с парой VR-очков, наушниками и контроллером в каждой руке — с помощью эхолокации могут исследовать свое окружение и почувствовать себя в другом мире [16]. Такие технологии могут быть использованы и зрячими людьми, чтобы сформировать сочувствие и понимание среди трудоспособного населения, позволяя им почувствовать, каково это — иметь инвалидность (рис. 1).



Рис. 1. Скриншот из VR-игры Blind\*

Кроме того, технология распознавания голоса все больше интегрируется в интерфейсы VR и AR, позволяя пользователям перемещаться по виртуальным средам и взаимодействовать с контентом без помощи

\* Источник: URL: <https://stratege.ru/forums/threads> (дата обращения: 15.09.2025).

рук. Эта технология особенно полезна для пользователей с проблемами мобильности или нарушениями мелкой моторики [13].

Еще одной проблемой для людей с ограниченными возможностями является недостаток тактильной обратной связи в системах VR. Незрячие или люди с нарушением зрения могут испытывать трудности с перемещением по виртуальным средам, не имея возможности чувствовать поверхности и объекты внутри них. Для решения этой проблемы значительно усовершенствовались устройства тактильной обратной связи. Эти устройства имитируют чувство прикосновения, например перчатки, которые вибрируют, создавая ощущение прикосновения к объекту или взаимодействия с виртуальным миром [13]. Современные экзоскелеты способны адаптироваться к движениям, делая ходьбу, полет и плавание в виртуальном мире особенно реалистичными [11]. Такой тактильный опыт добавляет новый уровень погружения и доступности для пользователей с нарушениями зрения. Например, благодаря новым датчикам виртуальной реальности можно наощупь различать 20 типов тканей. Современные VR-гарнитуры способны имитировать поцелуи и брызги грязи на лицо [20].

Новые технологии сегодня дополняют зрительные, слуховые и тактильные ощущения ароматическими эффектами [20]. Ароматические эффекты (ольфакторные технологии) в виртуальной реальности могут стать для незрячих пользователей не просто дополнением, а ключевым каналом информации и мощным инструментом создания реальности, компенсирующим отсутствие визуального ряда. Интеграция стимуляции на основе запахов в цифровую среду не только обогащает впечатления от погружения, но и прокладывает путь к более инклюзивным решениям для людей с сенсорными или когнитивными нарушениями [17]:

1. Глубокое и интуитивно понятное погружение в среду:

- идентификация места. Зрячий человек понимает, что он в лесу, по картинке. У слепых людей эта информация отсутствует, и, следовательно, им приходится использовать компенсаторные сенсорные каналы и альтернативные методы. Исследования показывают, что обоняние — богатый источник контекстуальной информации для ориентации в пространстве [14]. Незрячий с помощью ароматов сможет получить то же понимание мгновенно: запах хвои и влажной земли, запах прелой листвы осенью, аромат цветущей липы. Это создает контекст и атмосферу быстрее и эффективнее, чем любое аудиоописание;
- навигация и ориентация в пространстве. Запахи могут служить навигационными маркерами [17]. Например, запах свежей выпечки может вести к виртуальной пекарне, аромат морской соли и водорослей — указывать на приближение к берегу, а запах дыма — предупреждать об опасной зоне.

2. Усиление и обогащение повествования и сюжета:

- в образовательной экскурсии по Древнему Египту запах благовоний и папируса создаст гораздо более сильный эффект присутствия, чем один только звук;

- в квесте или истории появление запаха озона может сигнализировать о включении «машины времени», а запах старого дерева и пыли — перенести героя на чердак старого дома, где начинается ключевая часть сюжета.

3. Улучшение доступности игр и симуляций:

- тактические подсказки. В игре запах может быть важным игровым элементом. Например, в приключенческой игре незрячий игрок может искать спрятанный объект по его уникальному аромату (например, дубовый сундук имеет запах старого дерева и металла);
- предупреждение об опасности. Запах гари или дыма может быть индикатором приближающейся угрозы (пожар, враг с огнеметом), давая игроку время на реакцию.

4. Эмоциональное воздействие и укрепление связи с контентом:

- запахи напрямую связаны с лимбической системой мозга, отвечающей за эмоции и память. Исследование, опубликованное в ACM Computing Surveys, рассматривает дизайн обонятельных дисплеев для сред виртуальной реальности, отмечая, как интеграция ароматов усиливает погружение и эмоциональную вовлеченность. Ранние прототипы представляют собой носимые устройства, которые синхронизируют микродозы синтезированных запахов с визуальными сигналами, устраняя давние ограничения мультисенсорного опыта [10]. Аромат свежескошенной травы может вызвать чувство спокойствия и ностальгии, а запах пороха и пыли — тревогу и напряжение. Это позволяет создавать гораздо более сильные и запоминающиеся эмоциональные переживания, чем при использовании только звука.

5. Компенсация информации и создание более полной картины мира:

- в реальном мире незрячие люди активно используют обоняние для получения информации о людях, предметах и местах [6]. VR с ароматами переносит эту эффективную стратегию в виртуальное пространство. Запах позволяет «увидеть» то, что не всегда можно описать словами или звуком: свежесть только что приготовленной еды, специфический запах больницы, уникальную атмосферу храма.

Одной из самых больших проблем для людей с ограниченными возможностями является то, что многие системы VR требуют использования ручного контроллера для навигации и взаимодействия с виртуальной средой. Это может быть проблемой для людей с нарушениями подвижности, например, с церебральным параличом или рассеянным склерозом, которым сложно двигать руками. Чтобы решить эту проблему, исследователи разрабатывают новые формы ввода, такие как отслеживание глаз и интерфейсы мозг-компьютер, которые позволяют пользователям управлять системами VR с помощью глаз или мыслей. Компания Neuralink находится в процессе тестирования устройства, которое призвано помочь людям с травмами спинного мозга. Такой чип представляет собой нейроинтерфейс, который имплантируется

в мозг. Устройство способно функционировать, даже если у человека вообще нет глаз, подключаясь к зрительным центрам мозга. Это позволяет устройству напрямую передавать визуальные сигналы в мозг, минуя глазное яблоко и зрительный нерв. В результате пациенты могут получать зрительные образы, даже если их зрительный аппарат не функционирует [9]. Однако на сегодняшний день технология потенциально способна помочь, только если слепота вызвана повреждением глаз или зрительных нервов, а зрительная кора головного мозга пациента при этом полностью сохранна.

Немаловажное значение приобретает лечение с помощью VR психических расстройств и депрессий у лиц, перенесших серьезные заболевания, что привело, в свою очередь, к инвалидности или ограничению физических возможностей [15]. Например, у пациентов, перенесших инсульт, постинсультная депрессия является самым частым психическим расстройством, которое развивается приблизительно у каждого третьего больного. По некоторым данным, частота постинсультной депрессии доходит до 60%. В среднем, у 50% больных депрессия развивается непосредственно после инсульта, у 12% — в остром периоде, у 29 и 9% — в раннем и позднем восстановительном периоде, соответственно [7]. Хорошие результаты показала технология и в лечении посттравматического стресса. Она позволяет перенести человека

в тот момент, когда он испытал психологическую травму. Это позволяет понять суть страха, его причину и найти способы борьбы с ним. То же касается и детских травм [19].

Кроме того, согласно социологическим исследованиям российских ученых, уровень удовлетворенности инвалидов своей жизнью остается низким и имеет признаки нестабильности. При этом неудовлетворенность инвалидов материальной стороной жизни сочетается с еще более высоким уровнем недовольства существующими возможностями для реализации своих жизненных стратегий. На протяжении длительного периода эмоциональное состояние инвалидов характеризуется повышенной тревожностью, пессимизмом и неуверенностью в будущем. Несмотря на наличие родственников, друзей и знакомых, многие из них чувствуют себя одинокими или обделенными вниманием. К факторам, значительно улучшающим социальное самочувствие инвалидов в зрелом возрасте, относится возможность заниматься трудовой деятельностью [5]. Инновационные возможности VR-технологий в сочетании с нейрокомпьютерным интерфейсом в будущем могли бы решить подобную задачу.

Возможные направления использования иммерсивных технологий в зависимости от видов нарушения здоровья для наглядности отражены в таблице 1.

Таблица 1

**Направления использования иммерсивных технологий в зависимости от видов нарушения здоровья**

Виды нарушений здоровья	Направления использования иммерсивных технологий		
	Образование	Информация	Развлечения
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата и мобильности	Посещение виртуальных музеев, исторических мест (например, Древнего Рима или египетских пирамид), научных лабораторий или участие в географических экспедициях, которые физически недоступны. Это стирает границы, накладываемые инвалидной коляской или ограниченной подвижностью		Активное участие в играх и симуляторах, требующих физического движения (спорт, танцы, приключения), которые невозможны в реальной жизни. VR позволяет «бежать», «летать» и «плавать», обеспечивая недоступные иным образом физические и эмоциональные ощущения. Пользователи инвалидных колясок могут испытать поход через горы, участвовать в виртуальных спортивных состязаниях или играть в захватывающие игры, такие как Beat Saber и Job Simulator, с помощью адаптивных технологий, например WalkinVR Driver. Для пользователей с проблемами мелкой моторики интеграция технологии распознавания голоса позволяет управлять интерфейсами без помощи рук
Для лиц с нарушениями зрения	Устройства тактильной обратной связи (например, вибрирующие перчатки) имитируют чувство прикосновения к объектам, позволяя «наощупь» изучать сложные формы и модели, преобразуя визуальную информацию в тактильную. Так, тактильные контроллеры с обратной связью могут использоваться для изучения сложных форм и моделей (например, молекулярных структур или скульптур)	Технологии эхолокации в VR помогают исследовать виртуальное пространство. Аудио-описание и 3D-звук в виртуальных пространствах позволяют «услышать» архитектуру города, ориентироваться в виртуальном музее по голосовым подсказкам или получать информацию об объектах через их звуковое описание	Специальные аудиоигры и симуляции, где ключевую роль играет пространственное звуковое восприятие (например, детективные квесты или музыкальные приключения), предоставляют полноценный игровой опыт. Специально разработанные VR-игры для незрячих используют наушники и контроллеры, чтобы пользователь мог чувствовать себя в другом мире, ориентируясь на слух
	Ароматические эффекты (ольфакторные технологии) в виртуальной реальности могут стать для незрячих пользователей ключевым каналом информации и мощным инструментом создания реальности, компенсирующим отсутствие визуального ряда. Например, ароматы способны передать незрячим дополнительную информацию о произведениях искусства (так называемый феномен Пруста). Современные разработки, такие как нейроинтерфейс Neuralink, в будущем потенциально смогут передавать зрительные образы в мозг, минуя неработающий зрительный аппарат		

Виды нарушений здоровья	Направления использования иммерсивных технологий		
	Образование	Информация	Развлечения
Для лиц с нарушениями слуха	Любой виртуальный контент (лекции, экскурсии, инструкции) может быть снабжен субтитрами, интегрированными непосредственно в поле зрения, или сопровождаться визуальными образами-подсказками. Это создает «бесшовную» и комфортную среду для восприятия		Игры и развлекательные приложения могут делать акцент на визуальных эффектах, тактильной обратной связи от контроллеров (имитирующей вибрации от взрывов или шагов) и преобразовании звуковых сигналов в визуальные, обеспечивая полное погружение. Некоторые игры разрабатываются с возможностью преобразования аудио в текст
Для лиц с когнитивными нарушениями (РАС <sup>1</sup> , СДВГ <sup>2</sup> ), ментальными расстройствами и психологическими травмами	Создание контролируемых, предсказуемых и спокойных учебных сред, где можно осваивать социальные навыки и сценарии (например, поход в магазин или собеседование) без перегрузки сенсорными раздражителями реального мира	Технологии VR используются для терапии (например, экспозиционная терапия при фобиях или ПТСР <sup>3</sup> ), позволяя безопасно и дозированно получать информацию о своих страхах и учиться управлять реакцией на них	Расслабляющие виртуальные миры помогают снять стресс и тревогу, выступая формой цифрового отдыха, что особенно важно для группы, характеризующейся повышенной тревожностью и чувством одиночества
Универсальные и футуристические решения для людей с различными нарушениями здоровья	Тактильная обратная связь, например дальнейшее развитие экзоскелетов и перчаток, сделает ходьбу, полет и взаимодействие с виртуальным миром реалистичными, добавляя новый уровень погружения для всех пользователей. Разработки в области интерфейсов «мозг — компьютер» (нейроинтерфейсов) и отслеживания взгляда открывают принципиально новые возможности для управления VR-системами для людей с тяжелыми формами параличей (например, при церебральном параличе или рассеянном склерозе)		

Развитие иммерсивных технологий, в том числе инструментов тактильной обратной связи, может повысить качество жизни большого числа людей. Согласно данным Росстата [8] по состоянию на 31 декабря 2023 г. в Российской Федерации на

1000 человек населения приходилось 75,5 инвалидов, включая детей-инвалидов. Распределение инвалидов по возрасту в Российской Федерации по состоянию на 1 января 2023 г. представлено на рисунке 2.

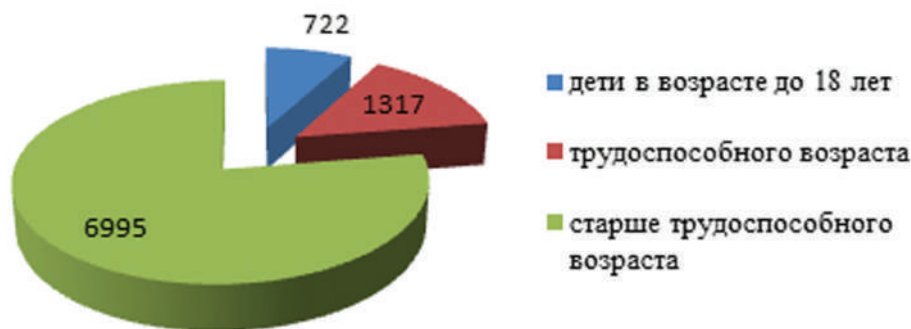


Рис. 2. Распределение инвалидов по возрасту в Российской Федерации на 1 января 2023 г., тыс. чел.<sup>4</sup>

По данным Федеральной службы государственной статистики [8], в результате комплексного наблюдения условий жизни населения в 2022 г. оценили свои возможности вести активный образ жизни только 7,9% человек из 100% респондентов среди инвалидов возраста 15 лет и более. Остальные опрошенные не спо-

собны вести активный образ жизни, так как не позволяет здоровье и/или возраст (86,7%) либо не имеют интереса или желания вести активный образ жизни (5,4%). Для большей наглядности результаты представлены на рисунке 3.

<sup>1</sup> РАС — расстройство аутистического спектра.

<sup>2</sup> СДВГ — синдром дефицита внимания и гиперактивности.

<sup>3</sup> ПТСР — посттравматическое стрессовое расстройство.

<sup>4</sup> См. сайт Росстата: URL: [rosstat.gov.ru](https://rosstat.gov.ru) (дата обращения: 15.09.2025).

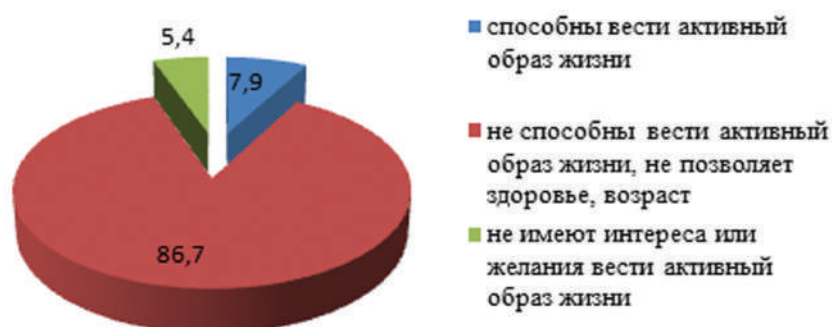


Рис. 3. Наличие способности вести активный образ жизни инвалидами возраста 15 лет и более, %

Такие результаты подтверждают необходимость повышения интереса к активному образу жизни и качества жизни в целом у лиц с ограниченными возможностями, в том числе благодаря применению технологий виртуальной реальности. По мнению ученых [18], удешевление гарнитур виртуальной реальности (HMD) и оборудования для отслеживания в реальном времени VR может вскоре появиться в домах по всему миру.

В ходе проведенного исследования применения иммерсивных технологий в России для лиц с ограниченными возможностями получены данные, позволяющие выявить сильные и слабые стороны, а также возможности их применения и угрозы, с которыми могут столкнуться медицинские центры и конечные пользователи с ограниченными возможностями. На основе полученных данных построена SWOT-матрица, представленная в таблице 2.

Таблица 2

**SWOT-анализ применения и развития технологий виртуальной и дополненной реальности для людей с ограниченными возможностями в России**

<p><i>Сильные стороны:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>реалистичность изображения;</li> <li>нативное управление;</li> <li>положительные результаты применения VR-инструментов для реабилитации и лечения;</li> <li>взаимодействие в режиме реального времени;</li> <li>наличие некоторых средств тактильной обратной связи</li> </ul>	<p><i>Слабые стороны:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>несоответствие оборудования техническим и пользовательским запросам;</li> <li>высокая стоимость инструментов;</li> <li>недостаток контента и специфического функционала оборудования;</li> <li>недостаток квалифицированных разработчиков и медицинского персонала с необходимыми компетенциями;</li> <li>низкая патентная активность;</li> <li>недостаточная публикационная активность отечественных исследователей;</li> <li>возможно негативное влияние на здоровье</li> </ul>
<p><i>Возможности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>высокий инновационный потенциал;</li> <li>рост интереса инвесторов к дальнейшим разработкам;</li> <li>рост интереса со стороны пользователей и медицинских организаций;</li> <li>стремление к полному погружению в виртуальную реальность</li> </ul>	<p><i>Угрозы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>недостаток сведений о текущих результатах использования;</li> <li>непредсказуемость факторов внешней среды;</li> <li>недостаток исследований в отношении долгосрочного влияния на здоровье</li> </ul>

**Вывод**

Таким образом, нами установлено, что основными барьерами применения иммерсивных технологий в Российской Федерации остаются несоответствие оборудования техническим и пользовательским запросам, высокая стоимость, недостаток контента и специфического функционала оборудования, недостаток квалифицированных разработчиков и медицинского персонала с необходимыми компетенциями. В то же время растущий интерес разработчиков и инвесторов к решению этих задач открывает перед людьми с ограниченными возможностями новые горизонты для активной жизни, реабилитации, образования и развлечений. Технологии виртуальной реальности способны

изменить способ взаимодействия человека с миром и могут сделать его более инклюзивным и доступным, повысить удовлетворенность и качество жизни людей с нарушениями здоровья.

**Вклад авторов**

Вахрушев Руслан Антонович — поиск и анализ литературы (техническая информация); Халиманенко Сергей Николаевич — поиск и анализ литературы (медицинская информация); Черезова Яна Алексеевна — оформление статьи, обработка статистических данных; Якшина Ульяна Алексеевна — поиск и анализ литературы (психические расстройства).

<sup>1</sup> См. сайт Росстата: URL: rosstat.gov.ru (дата обращения: 15.09.2025) (по данным Комплексного наблюдения условий жизни населения).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Адаптация VR-игр для людей с ограниченными возможностями. Обзор конференции Accessibility VR Meetup, 20 декабря 2021 года // URL: [www.equalentry.com/adapting-vr-games-accessibility-vr-recap/](http://www.equalentry.com/adapting-vr-games-accessibility-vr-recap/) (дата обращения: 15.09.2025).
2. Виртуальная реальность будущего — возможно ли полное погружение в VR? Разработки, проблемы и потенциал технологии // URL: [www.omg-vr.ru/virtualnaya-realnost-buduschego-polnoe-pogruzhenie-razrabotki-problemy-potentsial-tehnologii/](http://www.omg-vr.ru/virtualnaya-realnost-buduschego-polnoe-pogruzhenie-razrabotki-problemy-potentsial-tehnologii/) (дата обращения: 15.09.2025).
3. Виртуальная реальность Virtual Reality (VR) // URL: [www.tadviser.ru](http://www.tadviser.ru) (дата обращения: 15.09.2025).
4. Горшков М. Д. Виртуальные симуляторы: обзор, устройство и классификация // Виртуальные технологии в медицине. 2017. № 1. С. 17–26. DOI: [10.46594/2687-0037\\_2017\\_1\\_17](https://doi.org/10.46594/2687-0037_2017_1_17)
5. Козырева П. М., Смирнов А. И. Динамика социального самочувствия инвалидов: тревоги и надежды // Социологические исследования. 2019. № 8. С. 62–74. DOI: [10.31857/S013216250006161-0](https://doi.org/10.31857/S013216250006161-0)
6. Сохарева Т. Послушайте аромат: история запахов в искусстве // АРТГИД Практика: инклюзия. 30.03.2021. URL: <https://artguide.com/practices/2203> (дата обращения: 15.09.2025).
7. Тревожные расстройства после инсульта. Видео и обзор лекции // URL: [www.lvrach.ru/partners/spitomin/15438964](http://www.lvrach.ru/partners/spitomin/15438964) (дата обращения: 15.09.2025).
8. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) // URL: [www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tab7-1.htm](http://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/tab7-1.htm) (дата обращения: 15.09.2025).
9. Чип Neuralink победил слепоту // URL: [www.pharmznanie.ru/news/chip-neuralink-pobedil-slepotu](http://www.pharmznanie.ru/news/chip-neuralink-pobedil-slepotu) (дата обращения: 15.09.2025).
10. AI Digitizes Smell: Revolutionizing VR, Healthcare, and Beyond. WPN: webpronews. HEALTHREVOLUTION // URL: <https://www.webpronews.com/ai-digitizes-smell-revolutionizing-vr-healthcare-and-beyond/> (дата обращения: 15.09.2025).
11. Exit Suit — новый экзоскелет для VR // URL: [www.vrdigest.ru/articles/exit-suit-novyi-exoskelet-dlya-vr/](http://www.vrdigest.ru/articles/exit-suit-novyi-exoskelet-dlya-vr/) (дата обращения: 15.09.2025).
12. Gerling K., Dickinson P., Hicks K., Mason L., Simeone A. L., Spiel K. Virtual Reality Games for People Using Wheelchairs. In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '20) // Association for Computing Machinery. New York, NY, USA, 2020. P. 1–11. DOI: [10.1145/3313831.3376265](https://doi.org/10.1145/3313831.3376265)
13. Hooper H. The current and potential uses of VR for accessibility and inclusion October, 2024 // URL: [www.virtualspeech.com/blog/vr-accessibility-inclusion](http://www.virtualspeech.com/blog/vr-accessibility-inclusion) (дата обращения: 15.09.2025).
14. Lahav O., Mioduser D. Haptic-feedback support for cognitive mapping of unknown spaces by people who are blind, International // Journal of Human-Computer Studies. 2008. V. 66, Iss. 1. P. 23–35. DOI: [10.1016/j.ijhcs.2007.08.001](https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2007.08.001)
15. Mental health — MedicalNewsToday // URL: [www.medicalnewstoday.com](http://www.medicalnewstoday.com) (дата обращения: 15.09.2025).
16. New groundbreaking VR game for the blind // URL: [www.en.aau.dk](http://www.en.aau.dk) (дата обращения: 15.09.2025).
17. Olfactory stimulation as an accessibility tool: expanding VR for inclusive audiences. September 18, 2025 // URL: <https://olorama.com/olfactory-stimulation/> (дата обращения: 15.09.2025).
18. Quarles J. Accessibility of Virtual Reality for Persons with Disabilities // Lee N. (eds) Encyclopedia of Computer Graphics and Games. Springer, Cham, 2024. DOI: [10.1007/978-3-031-23161-2\\_68](https://doi.org/10.1007/978-3-031-23161-2_68)
19. VR в медицине // URL: [www.varwin.com/ru/vr-development](http://www.varwin.com/ru/vr-development) (дата обращения: 15.09.2025).
20. VR-интерфейс для передачи запахов // URL: [www.tadviser.ru](http://www.tadviser.ru) (дата обращения: 15.09.2025).