УДК 615.471

Селезнев Д.А.
студент
6 курс, факультет «информационно-измерительных и биотехнических систем»
Санкт-Петербургский, государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
Россия, г. Санкт-Петербург
Иващенков Н.А.
студент
6 курс, факультет «инновационного проектирования и технологического предпринимательства»
Санкт-Петербургский, государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
Россия, г. Санкт-Петербург

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ

Аннотация: *В статье рассматривается применение технологии виртуальной реальности (ВР) в медицинской реабилитации. Автор анализирует ключевые направления использования ВР, включая двигательную, когнитивную, сенсорную, ортопедическую и психологическую реабилитацию. Особое внимание уделено преимуществам технологии, таким как иммерсивность, персонализация, безопасность и мгновенная обратная связь, которые способствуют повышению эффективности восстановительных процессов. Также обозначены текущие ограничения, включая высокую стоимость оборудования, возможные побочные эффекты и необходимость дальнейших исследований для стандартизации протоколов. В заключении*

обсуждаются перспективы развития ВР-реабилитации, такие как интеграция с телемедициной, носимые устройства и расширение сфер применения. Статья подчеркивает значимость виртуальной реальности как инновационного инструмента, способного трансформировать подходы к реабилитации пациентов с различными нарушениями.

Ключевые слова: *виртуальная реальность, медицинская реабилитация, двигательные нарушения, когнитивные функции, персонализированная медицина.*

Annotation: *The article explores the application of virtual reality (VR) technology in medical rehabilitation. The author examines key areas of VR use, including motor, cognitive, sensory, orthopedic, and psychological rehabilitation. Special attention is given to the advantages of VR, such as immersion, personalization, safety, and real-time feedback, which enhance the effectiveness of recovery processes. Current limitations are also addressed, including high equipment costs, potential side effects (e.g., cybersickness), and the need for further research to standardize treatment protocols. The conclusion discusses future prospects for VR-based rehabilitation, such as integration with telemedicine, wearable devices, and expanded applications. The article emphasizes the significance of virtual reality as an innovative tool capable of transforming rehabilitation approaches for patients with various impairments.*

Key words: *virtual reality, medical rehabilitation, motor impairments, cognitive functions, immersive technologies, personalized medicine.*

Введение: Виртуальная реальность (ВР) — это технология, создающая иммерсивную цифровую среду, в которой пользователь может взаимодействовать с виртуальными объектами и пространствами. За последние годы ВР получила широкое распространение в медицине, особенно в области реабилитации, благодаря своей способности вовлекать пациентов,

обеспечивать персонализированную обратную связь и создавать безопасные условия для тренировок и восстановления функций организма[1][2][3].

Основные направления применения ВР в реабилитации

1. Двигательная реабилитация

ВР активно используется для восстановления двигательных функций у пациентов после инсульта, травм головного и спинного мозга, а также при детском церебральном параличе. Специализированные тренажёры с элементами ВР позволяют улучшать координацию, силу мышц и мотивацию к занятиям за счёт игровой формы и обратной связи [4][5][2].

Исследования показывают, что занятия с использованием ВР приводят к более значительным улучшениям двигательных навыков по сравнению с традиционными методами ЛФК [4][5].

2. Когнитивная и сенсорная реабилитация

ВР применяется для восстановления когнитивных функций, таких как память, внимание и пространственное восприятие, у пациентов с неврологическими нарушениями и деменцией [6][7].

В аудиологической реабилитации ВР помогает тренировать восприятие пространственных звуков и распознавание речи на фоне шума, что особенно важно для пациентов с нарушениями слуха.

3. Реабилитация при хронических и ортопедических заболеваниях

ВР используется для лечения болевых синдромов, восстановления после ортопедических операций и при хронических заболеваниях опорно-двигательного аппарата. Технология позволяет моделировать различные сценарии движений и адаптировать упражнения под индивидуальные потребности пациента [9][10].

4. Психологическая и поведенческая реабилитация

Иммерсивные ВР-программы применяются для коррекции пищевого поведения, лечения тревожных расстройств, фобий и посттравматического

стрессового расстройства. ВР позволяет безопасно воспроизводить стрессовые ситуации и обучать пациента стратегиям совладания [6][7].

Преимущества виртуальной реальности в реабилитации

Иммерсивность и мотивация: игровой и интерактивный формат повышает вовлечённость пациентов и их приверженность к реабилитационным программам [1].

Персонализация: возможность адаптировать задания под индивидуальные особенности и динамику восстановления пациента [2][3].

Безопасность: виртуальная среда исключает риск травм, что важно при работе с ослабленными или пожилыми пациентами [10].

Обратная связь: мгновенный анализ результатов и корректировка упражнений в реальном времени [2].

Ограничения и вызовы

Высокая стоимость оборудования и необходимость обучения специалистов.

Возможные побочные эффекты (киберболезнь, утомляемость).

Необходимость дальнейших исследований для стандартизации протоколов применения ВР в реабилитации [10].

Перспективы развития

Расширение применения ВР в телереабилитации и домашних условиях.

Интеграция с носимыми устройствами и биосенсорами для комплексного мониторинга состояния пациента [9].

Разработка новых сценариев и протоколов для различных категорий пациентов.

Выводы:

Виртуальная реальность является перспективным инструментом в современной реабилитации, способным существенно повысить эффективность восстановления двигательных, когнитивных и психологических функций. Несмотря на существующие ограничения,

дальнейшее развитие технологий и накопление клинического опыта будут способствовать более широкому внедрению ВР в медицинскую практику.

Использованные источники:

1. Fan T. et al. Research status and emerging trends in virtual reality rehabilitation: Bibliometric and knowledge graph study // JMIR Serious Games. – 2023. – Vol. 11. – P. e41091.

2. Naro A., Calabro R. S. What do we know about the use of virtual reality in the rehabilitation field? A brief overview // Electronics. – 2021. – Vol. 10, № 9. – P. 1042.

3. Bateni H. et al. Use of virtual reality in physical therapy as an intervention and diagnostic tool // Rehabilitation Research and Practice. – 2024. – Vol. 2024, № 1. – P. 1122286.

4. Горелик В. В. и др. Эффективность тренажерной технологии визуализации образов в игровой деятельности для двигательной реабилитации детей с детским церебральным параличом // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2019. – № 4. – С. 42–49.

5. Нурахметова А. С., Хайбуллин Т. Н., Киспаева Т. Т. Современные технологии в реабилитации пациентов, перенесших инсульт с двигательными нарушениями. Обзор литературы // Наука и здравоохранение. – 2020. – № 2. – С. 16–26.

6. So B. P. H. et al. Virtual reality-based immersive rehabilitation for cognitive-and behavioral-impairment-related eating disorders: a VREHAB framework scoping review // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2022. – Vol. 19, № 10. – P. 5821.

7. Feng H. et al. Virtual reality rehabilitation versus conventional physical therapy for improving balance and gait in Parkinson’s disease patients: a randomized

controlled trial // Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research. – 2019. – Vol. 25. – P. 4186–4192.

8. Chaplin E., Karatzios C., Benaim C. Clinical applications of virtual reality in musculoskeletal rehabilitation: A scoping review // Healthcare. – 2023. – Vol. 11, № 24. – P. 3178.

9. Severiano M. I. R. et al. Effect of virtual reality in Parkinson's disease: a prospective observational study // Arquivos de Neuro-Psiquiatria. – 2018. – Vol. 76, № 2. – P. 78–84.

10. Denche-Zamorano A. et al. Rehabilitation is the main topic in virtual and augmented reality and physical activity research: A bibliometric analysis // Sensors. – 2023. – Vol. 23, № 6. – P. 2987.