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

РАЗРАБОТКА АППАРАТА ДЛЯ НЕЙРОМЫШЕЧНОЙ РЕАБИЛИТАИИ

Аннотация: *В статье представлены результаты разработки аппаратно-программного комплекса для нейромышечной реабилитации на основе моторизированной стабилоплатформы. Рассмотрены ключевые компоненты системы, включая аппаратное обеспечение, алгоритмы обработки данных и методы биологической обратной связи. Описаны конструктивные особенности платформы, принципы её функционирования и результаты тестирования прототипа. Приведены данные, подтверждающие работоспособность системы при нагрузке до 104 кг, а также её точность в регистрации параметров баланса. Результаты исследования демонстрируют перспективность применения разработанного*

комплекса в клинической практике для реабилитации пациентов с двигательными нарушениями.

Ключевые слова: *стабилометрия, биологическая обратная связь, нейромышечная реабилитация, компьютерное зрение, виртуальная реальность, платформа Гью-Стюарта.*

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: Заболевания опорно-двигательной системы и неврологические расстройства, включая инсульты, травмы спинного мозга и ДЦП, часто вызывают ухудшение мышечного контроля, что требует продолжительной реабилитации для восстановления двигательных функций и повышения качества жизни. Традиционные подходы, такие как физиотерапия и ЛФК, хотя и эффективны, имеют ограничения, включая недостаточную индивидуальную адаптацию, отсутствие биологической обратной связи и необходимость постоянного контроля со стороны врачей, что создает дополнительную нагрузку на медицинские учреждения. В связи с этим

возрастает потребность в автоматизированных реабилитационных комплексах, сочетающих тренажёры с заданными методиками и системы мониторинга. Важную роль в этом играет стабилометрия, позволяющая анализировать функцию равновесия и применяемая для биологической обратной связи во время упражнений. Перспективным направлением является использование программируемых стабилоплатформ, способных менять положение опоры, в сочетании с технологиями компьютерного зрения и VR, что создает персонализированную систему коррекции движений. Разработка таких адаптивных и доступных решений особенно актуальна из-за высокой распространённости двигательных нарушений и необходимости совершенствования методов реабилитации.

Материалы и методы

Разработанный аппаратно-программный комплекс включает:

Механическую конструкцию:

Основание из алюминиевого профиля с крепежными элементами.

Платформу с тензометрическими датчиками для регистрации распределения веса.

Два электромеханических актуатора (AL202209160009) для изменения угла наклона. Подшипниковые узлы и валы для обеспечения плавности движений.

Электронную часть: Микроконтроллер ESP32 для управления системой. Драйвер шаговых двигателей L298N. Датчики расстояния TOF050C для контроля положения платформы.

Программное обеспечение: Алгоритмы на языке C++ для микроконтроллера. Обработка данных на ПК с использованием Python. Система решает две основные задачи: диагностику (тесты Ромберга, Фукуды) и реабилитацию (тренировки с биологической обратной связью).

Результаты

Испытания прототипа подтвердили его работоспособность:

Конструкция выдерживает нагрузку до 104 кг (80% от максимальной расчётной).

Электромеханические приводы обеспечивают плавное и точное позиционирование платформы.

Система регистрации данных корректно фиксирует параметры баланса.

Разработка биотехнической системы

В данной работе разрабатывается система диагностики и реабилитации с биологической обратной связью.

Система предназначена для решения 2 задач: диагностики и реабилитации. Диагностика производится путём проведения тестов устойчивости (Тест Ромберга, тест на стабильной, тест Фукуды и другие). Реабилитация производится путем проведения сеансов тренировок лечебной физкультуры с биологической обратной связью.

Заключение

Разработанный комплекс соответствует поставленным задачам и готов к клиническим испытаниям. Дальнейшие исследования будут направлены на оценку медицинской эффективности системы с

Выводы:

Разработанный комплекс соответствует поставленным задачам и готов. Дальнейшие исследования будут направлены на оценку медицинской эффективности системы с участием пациентов.

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.