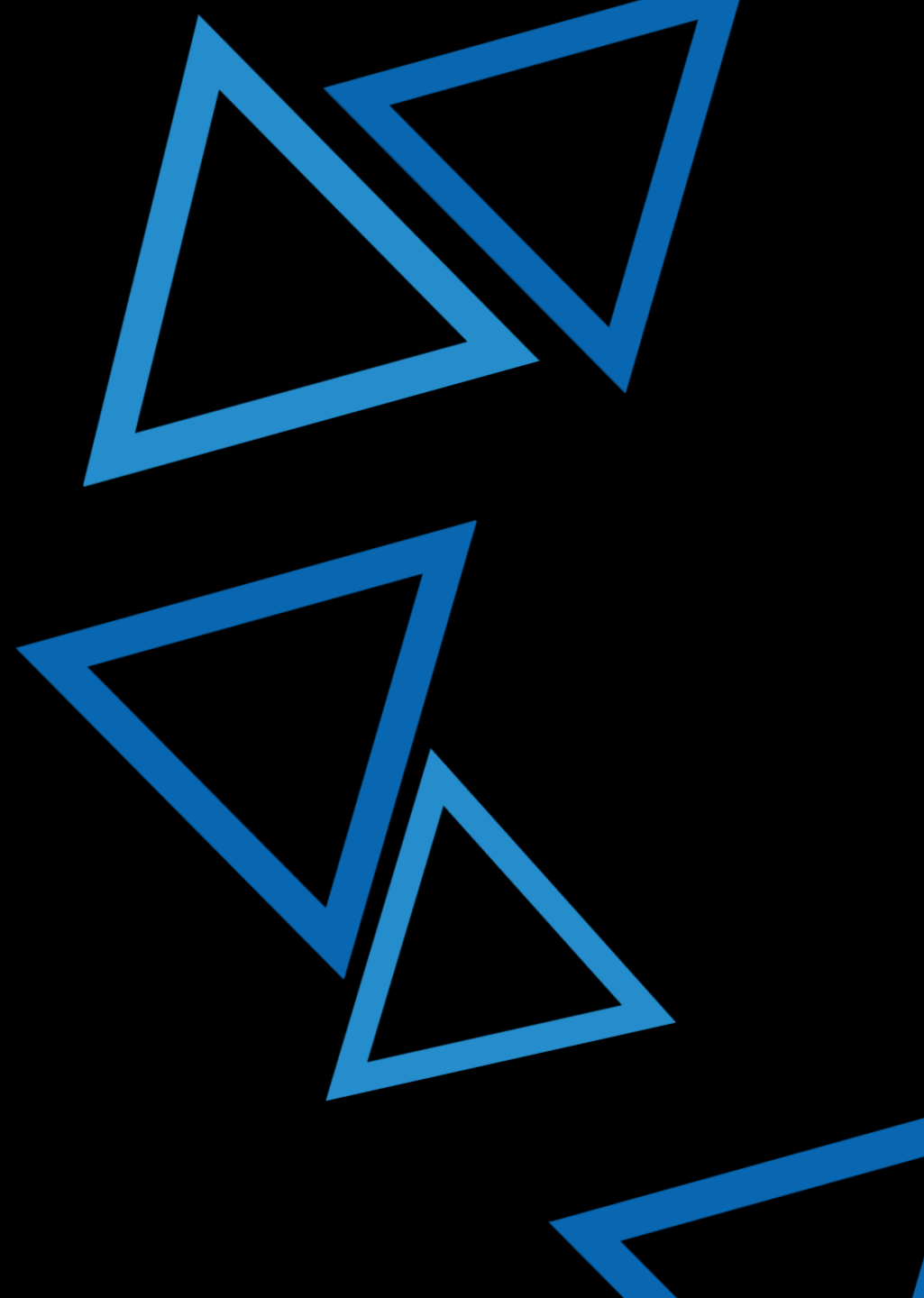


Разработка метода биологической  
обратной связи с применением  
сквозных цифровых технологий в  
реабилитации

Владивосток  
2021



## Приоритетные технологические сферы, на которые ориентируется НИОКР

- Тематические области «Дорожных карт» НТИ, в первую очередь Нейронет;
- Технологии, направление на достижение целей Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР) (например, переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта);
- Национальный проект «Здравоохранение», федеральный проект, входящий в его состав «Развитие сети национальных медицинских исследовательских центров и внедрение инновационных медицинских технологий»;
- Приказ Министерства здравоохранения РФ от 15 ноября 2012 г. № 928н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи больным с острыми нарушениями мозгового кровообращения» включают в себя следующие высокотехнологичные оценки неврологического профиля: Коррекция измененного психоэмоционального состояния, коррекция патологического тонуса мышц. Применение высокотехнологичных способов реабилитации в восстановлении трудовых функций и психоэмоционального состояния пациента является одним из развивающихся направлений реабилитологии.

## ОБОЗОР АНАЛОГОВ

- ▶ «Способ реабилитации больных в острой стадии инсульта с использованием биологической обратной связи и виртуальной реальности» (№2432971)
- ▶ «Компьютерный медицинский мультимедийный комплекс» (№48783)
- ▶ «Способ реабилитации больных после инсульта или травмы с использованием роботизированного комплекса, включающего экзоскелет конечности человека, управляемый через интерфейс мозг-компьютер посредством воображения движений» (№2622206)
- ▶ «Способ использования виртуальной цифровой модели ходьбы пациента для дифференцированного построения индивидуальной программы физической реабилитации в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта в зависимости от бассейна поражения» (№2741860)
- ▶ «Комплекс реабилитации с использованием технологии виртуальной реальности» (№2020665733)
- ▶ «Программа контроля и управления процессом нейромышечной реабилитации с биологической обратной связью с использованием технологии виртуальной реальности» (№2019667746)
- ▶ Наиболее приближенный в заявляемому способу является описанный группой авторов (Norouzi-Gheidari N, Archambault PS, Monte-Silva K, et al. Feasibility and preliminary efficacy of a combined virtual reality, robotics and electrical stimulation intervention in upper extremity stroke rehabilitation. J Neuroeng Rehabil. 2021;18(1):61. Published 2021 Apr 14.
- ▶ Протокол процедуры реабилитации, описанный авторами в публикации (Junior VADS, Santos MS, Ribeiro NMDS, Maldonado IL. Combining Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and Virtual Reality for Improving Sensorimotor Function in Stroke Survivors: A Randomized Clinical Trial. J Cent Nerv Syst Dis. 2019

# Разработка метода биологической обратной связи с применением сквозных цифровых технологий в реабилитации

Разработка программно-аппаратного комплекса с возможностью индивидуального подбора программы мониторинга и реабилитации двигательных и вестибулярных нарушений.



**КОСТЮМ С ТЕХНОЛОГИЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ**  
Костюм TeslaSuit позволяет стимулировать мышцы и фиксировать результаты.



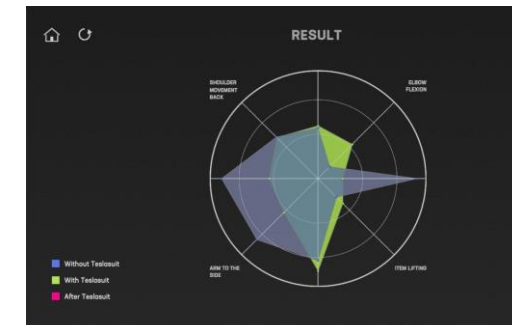
**VR-КОНТЕНТ**  
Индивидуальный и подробный игровой сценарий мотивирующий пациента.



**ПРОГРАММА РЕАБИЛИТАЦИИ**  
Комплекс упражнений, подобранный врачами-реабилитологами.



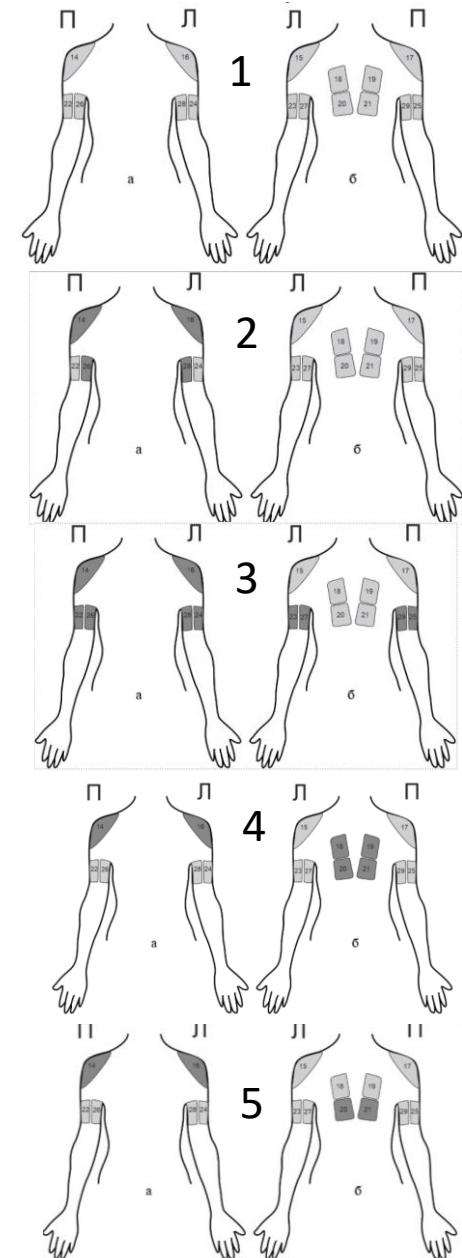
**ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ВРАЧА**  
Удобная система записи действий пользователей, наблюдений и выводов.



# КОСТЮМ С ТЕХНОЛОГИЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

## Области воздействия хаптика

- на фиг. 1 – Схематичное расположение электродов для чрезкожной электромиостимуляции в блоке передачи биологической обратной связи;
- на фиг. 2. – Активация электромиостимуляции при выполнении упражнения «Тянуть на себя» соответственно для левой и правой руки, вид пациента спереди (а), вид сзади (б);
- на фиг. 2. – Активация электромиостимуляции при выполнении упражнения «Толкать от себя» соответственно для левой и правой руки, вид пациента спереди (а), вид сзади (б);
- на фиг. 4. – Активация электромиостимуляции при выполнении упражнения «Тянуть снизу вверх» соответственно для левой и правой руки, вид пациента спереди (а), вид сзади (б);
- на фиг. 5. – Активация электромиостимуляции при выполнении упражнения «Разгибание плечевого сустава» соответственно для левой и правой руки, вид пациента спереди (а), вид сзади (б).



# VR-КОНТЕНТ

## Логика программного обеспечения

При старте пользователь оказывается в максимально комфортной среде, где ему предстоит в игровой форме выполнить 6 упражнений.

### Основной цикл:

1. Реабилитолог выбирает упражнения для пользователя:

- ▶ определенное упражнение;
- ▶ весь комплекс упражнений.

2. Пациент видит перед собой инструкцию.

- ▶ 1 этап: выполнение упражнения;
- ▶ 2 этап: выполнение упражнения с миоэлектростимуляцией;
- ▶ 3 этап: выполнение упражнения, сравнение результатов, построение отчета.

## VR-КОНТЕНТ

В качестве окружения используется летний лес в лоуполи стилистике в ясный день, для того чтобы погрузить пользователя в атмосферу VR и создать максимально комфортное окружение.



# ПРОГРАММА РЕАБИЛИТАЦИИ

В протокол исследования планируется включить 30 пациентов, перенесших ишемический инсульт, осложнившийся неврологическим дефицитом (гемипарез, монопарез).

## **Критерии включения больных в протокол:**

- ▶ возраст от 18 до 60 лет на момент исследования;
- ▶ срок с момента перенесенного инсульта от 3 месяцев до 1,5 лет;
- ▶ наличие подписанного информированного согласия;
- ▶ уровень мышечного тонуса не более 3 баллов по шкале Ashworth;
- ▶ индекс мобильности Рэнкин не более 3 баллов;
- ▶ отсутствие грубых когнитивных нарушений.

## **Реабилитационные мероприятия:**

- ▶ лечебная физкультура – комплекс упражнений для верхней конечности в костюме с функцией обратной связи Teslasuit и мотивационным контентом в виртуальной реальности (10 процедур, продолжительность – 20 мин);
- ▶ зеркальная терапия (10 процедур, продолжительность – 20 мин).

Курс реабилитации 10-12 дней.



## ДОКУМЕНТЫ

- ▶ Выписка из протокола № 3 Комитета по биомедицинской этике ДВФУ от 18.10.2019 г.;
- ▶ Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ для очков виртуальной реальности № 2020615383 от 22.05.2020 «Программа для реабилитации с применением виртуальной реальности»;
- ▶ Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ для очков виртуальной реальности № 2020615270 от 20.05.2020 г. «Программа для адаптации пациента в среде виртуальной реальности»;
- ▶ Выписка из протокола заседания Этического комитета Министерства здравоохранения Российской Федерации от 18.03.2020 г.;
- ▶ Выписка из протокола № 2 Комитета по биомедицинской этике ДВФУ от 17.12.2020 г.;
- ▶ Выписка из протокола заседания Этического комитета Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19.03.2021 г.;
- ▶ Используемое программно-аппаратное обеспечение соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза о безопасности продукции легкой промышленности (Декларация соответствия Евразийского экономического союза ЕАЭС № ВУ/112 11.01. ТР017 019 12475).
- ▶ Используемое программно-аппаратное обеспечение соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС 004/2011), Технического регламента Таможенного союза «Электромагнитная совместимость технических средств» (ТР ТС 020/2011) (Регистрационный номер декларации соответствия ЕАЭС N RU Д-ВУ.АД10.В.01687/18).