



НИИ
ОРГАНИЗАЦИИ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
И МЕДИЦИНСКОГО
МЕНЕДЖМЕНТА

ЭКСПЕРТНЫЙ ОБЗОР

Индустрия реабилитационных
технологий в России и мире



МОСКВА
2020

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ГОРОДА МОСКВЫ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА
ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ»

Е. И. Аксенова, С. Ю. Горбатов, Ю. А. Маклакова

ЭКСПЕРТНЫЙ ОБЗОР

Индустрия реабилитационных
технологий в России и мире

Москва
2020

УДК 615.47:364.444:65.012.6

ББК 51.1(0), 51.1(2)

И60

И60 Экспертный обзор: Индустрия реабилитационных технологий в России и мире / Е. И. Аксенова, С. Ю. Горбатов, Ю. А. Маклакова – М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2020. – 64 с.

Издание подготовлено для использования службами Департамента здравоохранения города Москвы.

ISBN 978-5-907251-93-9

УДК 615.47:364.444:65.012.6

ББК 51.1(0), 51.1(2)

И60

ISBN 978-5-907251-93-9

©ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глоссарий.....	4
Введение	5
Реабилитация и реабилитационные технологии: что это?	6
Нормативное регулирование и реабилитация в мире.....	7
Глобальный рынок реабилитационных устройств: тренды и ограничения	9
Оборудование для мобильности.....	11
Средства повседневной жизни	16
Устройства поддержки тела при движении. Тренажеры.....	28
Нейрореабилитационные устройства комплексного применения	34
Реабилитационные технологии в педиатрии	40
Расстройства аутистического спектра.....	44
Реабилитационные технологии в Российской Федерации	51
Реабилитационные технологии в Москве	56
Заключение	59
Список источников.....	60

ГЛОССАРИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ БРАЙЛЯ

Вспомогательная технология, которая позволяет слепым или слабовидящим выполнять рутинные задачи, связанные с напечатанием текста, участием в чате, просмотром интернет-страниц и профайлов и т. д.

ТИСНИТЕЛЬ БРАЙЛЯ

Принтер с ударной технологией, который «выбирает» текст и отображает его в виде тактильных ячеек.

ТРЕКБОЛ

Ручное указательное устройство ввода информации для компьютера.

ПОВТОРЯЮЩАЯСЯ ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ МАГНИТНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ

Неинвазивная форма стимуляции мозга, при которой изменяющееся магнитное поле используется для создания электрического тока в определенной области мозга посредством электромагнитной индукции.

ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

Простой и неизвазивный метод, основанный на стимуляции головного мозга слабым электрическим током.

МОЗГОВЫЕ МАШИННЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ

Нейрокомпьютерный интерфейс, созданный для обмена информацией между мозгом и электронным устройством, например, компьютером.

ВВЕДЕНИЕ

Глобальная тенденция в обществе, оказывающая значительное влияние на развитие системы здравоохранения, – рост инвалидности. При этом на качество жизни людей с инвалидностью в странах и регионах оказывают влияние как физические, так и созданные людьми поведенческие и социально-политические барьеры, включая проблему отсутствия равного доступа к вспомогательным устройствам.



Цифры на вышеприведенном рисунке говорят о том, что число детей и взрослых, страдающих любой формой инвалидности, составляет значительную часть населения мира. Причем некоторые из них имеют множественные физические недостатки.

Для решения данной проблемы важно разработать эффективную политику и выстроить грамотное планирование в системах здравоохранения разного уровня. Необходимо сформировать глубинное понимание потребностей людей с ограниченными возможностями разных возрастов во вспомогательных устройствах, понять суть неравенства и проанализировать препятствия, с которыми они сталкиваются на разных уровнях инвалидности.

Постоянные инновации в области здравоохранения приводят к появлению «умных» вспомогательных устройств, которые могут применяться как дома, так и в поликлиниках и стационарах. Новейшие изобретения, включающие более широкое применение искусственного интеллекта, качественный интерфейс, виртуальную реальность и другие передовые технологии в реабилитационном секторе, способны существенно изменить режимы реабилитации многих пациентов с помощью разнообразного реабилитационного оборудования – от сложного медицинского оборудования до компактных мобильных домашних устройств.

Объем рынка реабилитационных устройств постоянно растет. Согласно прогнозам экспертов, до 2030 г. рынок будет расти в среднем на 10 % ежегодно. И большая доля этого рынка будет приходиться именно на интеллектуальное реабилитационное оборудование.

МИРОВОЙ РЫНОК РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ МОЖНО РАЗДЕЛИТЬ НА 4 БОЛЬШИХ КАТЕГОРИИ:

- средства для повседневной жизни;
- мобильное оборудование;
- снаряжение для физических упражнений;
- устройства для поддержки тела.

В свою очередь из каждой категории можно выделить составные части. Под средствами для повседневной жизни понимаются медицинские кровати, а также вспомогательные устройства для ванной и туалета, устройства для чтения, включая письменные и компьютерные пособия. В мобильное оборудование входят инвалидные коляски и скутеры, а также вспомогательные устройства для ходьбы. Снаряжение для физических упражнений разделено на тренажеры для нижней части тела и тренажеры для верхней части тела. А устройства поддержки тела – это подъемники для пациентов и медицинские подъемные стропы.

Из всех категорий наибольшую долю занимает мобильное оборудование. По прогнозам к 2025 году выручка от этой категории реабилитационного сектора составит 6,6 млрд долларов США. Такую тенденцию можно объяснить увеличением распространенности дегенеративных заболеваний и ростом травм, что привело к увеличению числа пациентов, нуждающихся в реабилитации. Объемы вспомогательных средств и оборудования для упражнений неуклонно растут за счет увеличения числа реабилитационных центров и государственных программ.

РЕАБИЛИТАЦИЯ И РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ЧТО ЭТО?

Сегодня в реабилитационных услугах нуждаются 2,4 млрд человек. Во всех регионах мира существует значительная неудовлетворенная потребность в реабилитации. В некоторых странах более 50 % людей, нуждающихся в реабилитационных услугах, по факту их не получают.

По прогнозам к 2050 году доля лиц старше 60 лет увеличится вдвое. А за последние 10 лет показатель распространенности неинфекционных заболеваний увеличился на 18 %. В настоящее время потребность в реабилитационных услугах не удовлетворяется и, хотя кадровые ресурсы здравоохранения увеличиваются, прогнозируется нехватка реабилитационных работников, особенно в странах с низким уровнем доходов.

Реабилитация – это восстановление целевых функций и структуры тела для последующей деятельности человека, его взаимодействия с окружающей средой с помощью набора вспомогательных мер. Реабилитационные процедуры проводятся на протяжении всего времени оказания медицинской помощи пациенту. Отдельно стоит выделить реабилитацию, направленную на то, чтобы помочь людям, которые приобрели инвалидность, укрепиться. Это особенно важно в раннем возрасте для развития максимально возможного объема выполняемых организмом функций. Важный этап «взрослой» реабилитации схож и может быть выражен в улучшении индивидуального функционирования, например, за счет улучшения способности человека самостоятельно есть и пить.

Реабилитация – довольно широкое понятие, которое также включает в себя изменение индивидуальных условий окружающей среды – создание комфортных условий дома, например, с помощью установки поручня для унитаза. Чрезвычайно важно также работать в направлении устранения психологических и социально-политических барьеров, формирования доступной среды для людей с ограниченными возможностями на уровне государства и общества, что также в частных случаях может рассматриваться как часть реабилитации.

Цель реабилитации – минимизировать воздействие широкого спектра заболеваний. Как правило, реабилитация проходит в несколько этапов и может включать в себя одно или несколько вмешательств, проводимых отдельным лицом или группой реабилитационных работников. Вмешательства могут потребоваться в острой или начальной фазе, которая следует сразу после выявления проблемы.

Реабилитация может улучшить показатели здоровья, снизить затраты за счет сокращения пребывания в стационаре, сократить уровень инвалидизации населения, улучшить качество жизни.

В ЦЕЛОМ ПРОЦЕСС РЕАБИЛИТАЦИИ МОЖНО ПРЕДСТАВИТЬ В ВИДЕ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА, СОСТОЯЩЕГО ИЗ СЛЕДУЮЩИХ ШАГОВ:

- выявление проблемы и потребностей;
- анализ проблемы и следующих за ней изменяемых и ограничивающих факторов;
- выбор соответствующих мер;
- планирование, реализация и координация действий;
- оценка эффектов.

Одна из актуальных проблем – дороговизна реабилитации. И эту проблему очень важно решить во всем мире. Так как реабилитация может проводиться медицинскими работниками совместно со специалистами в области образования, занятости, социального обеспечения и так далее, то в условиях нехватки кадров можно задействовать неспециализированную рабочую силу. Однако в таком случае важно этих людей обучить. Например, организовать сообщества помощи людям с ограниченными возможностями или общественные группы.

РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ МЕРЫ СЛЕДУЕТ РАЗДЕЛЯТЬ НА ТРИ КАТЕГОРИИ:

- 1) реабилитационная медицина;
- 2) терапия;
- 3) адаптивные и вспомогательные технологии.

Рассматривая реабилитационный процесс, необходимо уделить внимание адаптивным и вспомогательным технологиям. Под адаптивными технологиями мы будем понимать уже существующие технологии или инструменты, которые обеспечивают варианты улучшения состояния людей с ограниченными возможностями или нарушениями.

Вспомогательные и адаптивные технологии и устройства можно разделить на высокотехнологичные, как, например, приложение для iPad, или низкотехнологичные – как настенный календарь, помогающий ребенку организовать свой день. Они могут помочь с передвижением, общением, чтением, письмом, речью, организацией и слухом – или просто помогают качественно улучшить повседневную жизнь. Как пример адаптивных технологий можно привести книги с крупным шрифтом, оцифрованный текст, программное обеспечение для настройки цветов экрана, компьютеры с речевым выводом, а также компьютеры с визуальным выводом, модификации клавиатуры или альтернативные типы клавиатуры и мыши, электронные указывающие устройства, системы затягивания и затяжки, жезлы и палки, джойстики, трекболы, тиснителы Брайля и обновляемые дисплеи Брайля и т. д.

Существует множество адаптивных и вспомогательных технологий, предназначенных как для детей, так и для взрослых. Ниже мы рассмотрим примеры и тех, и других инновационных инструментов и оборудования.

НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ В МИРЕ

Одним из ключевых факторов измерения уровня развития общества и качества жизни населения является то, как себя ощущают люди с ограниченными возможностями. Дискриминация инвалидов имеет серьезные и разрушительные последствия для общества в целом.

Существует большое число международных, а также локальных организаций, которые отвечают за анализ проблем обеспечения качества жизни лиц с ограниченными возможностями и инвалидов.

При рассмотрении реабилитационного процесса можно привести пример Евросоюза (ЕС), где была создана Конвенция о правах инвалидов (КПИ) Организации Объединенных Наций. В данной конвенции есть статья «Абилитации и реабилитации», которая не только транслирует, что такое абилитация и ре-

абилитация, но и призывает страны организовывать, укреплять и расширять комплексные реабилитационные услуги и программы. Данная конвенция была первым имеющим обязательную юридическую силу международным инструментом по правам человека, участниками которого стали ЕС и входящие в него государства.

Конвенция ООН представляет собой документ, который позволяет принимать законодательные и политические изменения, важные для людей с ограниченными возможностями. Данная конвенция помогает формировать основу для других законодательных и правовых изменений, что позволяет внедрять адаптивные и вспомогательные технологии для людей с ограниченными возможностями. Но и такая законодательная среда не является безбарьерной, так как существующие правовые системы национального уровня имеют пробелы, а между странами ЕС наблюдаются значительные различия.

Действия, предпринятые для обеспечения прав людей с ограниченными возможностями и выполнения Конвенции о правах инвалидов ООН, определены в Европейской стратегии по инвалидности на 2010–2020 годы. Стратегия направлена на обеспечение людей с ограниченными возможностями правом в полной мере пользоваться своими правами, а также способствует устранению повседневных барьеров в жизни. Существуют также отдельные законодательные документы, касающиеся прав лиц с инвалидностью в определенных сферах жизни (транспортные сети, телекоммуникации и рынок труда).

Как было замечено выше, законы и постановления, связанные с людьми с ограниченными возможностями, сильно различаются между странами. К примеру, Швеция придерживается подхода, при котором люди с ограниченными возможностями полностью дееспособны и при необходимости получают поддержку в принятии решений. А в Португалии лица, находящиеся под опекой, имеют очень ограниченные права на заключение юридических обязательств, независимо от наличия умственных недостатков.

И такая разница оказывает влияние на доступность и удобство использования адаптивных технологий во всем мире. Как пример, у Германии и Швеции более децентрализованные и гибкие рамки политики, в большей мере учитывающие потребности людей с различными формами инвалидности, а также их индивидуальные потребности. В Венгрии и Португалии также есть хорошо адаптированная правовая база, однако также актуальна проблема нехватки ресурсов, что становится препятствием для государства в создании более подходящих условий жизни и лучшей интеграции людей с ограниченными возможностями в общество.

При дальнейшем рассмотрении адаптивных и вспомогательных технологий для людей с ограниченными возможностями и инвалидов в ЕС было выявлено, что среди основных рекомендаций европейских экспертов стоит выделить необходимость в разработке специального общеевропейского законодательства, защищающего права лиц с ограниченными возможностями, либо самостоятельных норм и законов на уровне отдельных государств ЕС. Например, в Германии реабилитация и адаптивные, вспомогательные технологии могут предоставляться либо в рамках медицинской страховки (в случае острого заболевания), либо в рамках долгосрочного страхования по уходу (в случае длительного ухода). Некоторые виды инвалидности также регулируются специальными законами: глухие и слепые, например, получают ежемесячную денежную помощь в соответствии с Законом о помощи слепым и глухим.

Согласно конвенции, все страны – члены ЕС должны назначать национальных координаторов, ответственных за граждан с инвалидностью. Также предусмотрено, что механизмы координации должны быть реализованы каждой страной самостоятельно. Например, в Венгрии официальный механизм координации не был создан до тех пор, пока не появился межведомственный комитет по вопросам инвалидности. В Португалии существует Национальный институт реабилитации при Министерстве солидарности, занятости и социальной безопасности, который действует как независимый механизм координации на правительственном уровне.

ГЛОБАЛЬНЫЙ РЫНОК РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ: ТРЕНДЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Одна из существующих особенностей глобального рынка реабилитационных устройств – внедрение интеллектуальных устройств, устройств, связанных с внедрением искусственного интеллекта, виртуальной реальности и т. д. Речь идет, например, об устройстве для пассивных движений, идеально подходящем для любого раннего этапа реабилитации локтя, устройстве на основе электроореологической жидкости для упражнений с сопротивлением и контролем колена, устройстве для электростимуляции и биологической обратной связи для активно-вспомогательных упражнений на колено.

Новые устройства на глобальном рынке должны быть не только технологичными, но и портативными, так как небольшой размер усовершенствованных реабилитационных устройств снижает расходы на хранение, минимизирует возможные неудобства, связанные с мобильностью и весом оборудования. Пример такого устройства – продукт Neofect: гибкая роботизированная перчатка Rapael Smart Glove, оснащенная датчиками, которые фиксируют движения пациента и измеряют степень движения пальцев и запястий. Более подробно об устройствах как для детей, так и для взрослых мы будем говорить в других разделах экспертного обзора.



Рис. 1. Гибкая роботизированная перчатка Rapael Smart Glove.

Серьезная проблема реабилитационных устройств – их неэффективность с точки зрения затрат, так как реабилитационное оборудование, как правило, нуждается в установке, обслуживании и обслуживающем квалифицированном персонале, что делает его экономически невыгодным.

Согласно прогнозам, глобальный рынок реабилитационных устройств будет расти со среднегодовым темпом роста 5,2 % в период с 2020 по 2025 год из-за растущего числа хронических заболеваний и необходимости реабилитации. А к 2025 году мировой рынок реабилитационного оборудования достигнет 16 608,2 млн долларов США по сравнению с 12 889,3 млн долларов США в 2020 году. Однако отсутствие осведомленности и доступа к реабилитационным товарам и услугам может сдерживать рост рынка.

Среди наиболее интересных технологий на рынке реабилитационного оборудования можно выделить VR-процедуры, «умные» вещи («подключенные технологии»), вспомогательные приложения, цифровое оборудование для передвижения, тренажеры и устройства для поддержки тела.

Виртуальная реальность наиболее широко использовалась для реабилитации верхних конечностей, например, для пациентов с инсультом, поскольку системы отслеживания движений всего тела были дорогими и громоздкими. Однако благодаря распространению простых в использовании виртуальных машин наблюдается быстрый рост использования технологий для более широкого диапазона заболеваний, связанных с инвалидностью, – от болезни Паркинсона до восстановления ходьбы после ампутации. Кроме того, виртуальная реальность также меняет методы лечения заболеваний головного мозга.

«Умные» вещи – еще одна захватывающая область, которая помогает уязвимым людям вести независимую жизнь. Потребность в этих технологиях быстро растет, особенно в связи со вспышкой коронавируса и введением мер изоляции. Эти технологии включают все инструменты, которые позволяют людям с ограниченными возможностями вести более обособленную жизнь, позволяя им самим ухаживать за собой и выполнять бытовые функции и задачи.

А благодаря мобильным технологиям люди с ограниченными возможностями имеют доступ к множеству приложений, которые облегчают их жизнь. Например, приложение под названием Welcome предупреждает общественное заведение (ресторан, музей) о посетителях, которым требуются особые условия, и информирует персонал о состоянии клиента, чтобы они понимали его нужды.

В 2019 году наибольшая доля рынка реабилитационного оборудования пришлась на сегмент терапевтического оборудования. Ожидается, что такая тенденция сохранится вплоть до 2025 года. Цифровизация является важной частью практически любого сектора. В сфере здравоохранения цифровизация касается прежде всего рынка медицинского оборудования. Даже несмотря на продолжающийся коронавирусный кризис и растущую торговую напряженность, робототехнические компании получили финансирование на сумму более 1,9 миллиарда долларов в июле 2020 года. Объем рынка реабилитационных роботов составил 641 миллион долларов в 2018 году и ожидается, что вырастет до 6,4 миллиарда долларов к 2025 году.

В основном существуют два типа реабилитационных роботов – вспомогательный робот, который заменяет потерянные движения конечностей, и терапевтический робот, который позволяет пациентам выполнять упражнения. Роботам предсказывают замену большей части работы, выполняемой людьми, в физиотерапии из-за того, что роботы более устойчивы, делают меньше ошибок, способны поддерживать лечение в течение более длительного периода и снизить стоимость реабилитации. Кроме того, роботы во многих случаях позволяют проводить более точную реабилитацию для любого конкретного состояния, что имеет больший эффект по сравнению с традиционной физиотерапией.

Роботы отлично подходят для уменьшения случаев инвалидности в результате инсульта и улучшения результатов лечения таких пациентов. Реабилитационные роботы позволяют быстрее и эффективнее восстанавливать функции пациента. В то время как традиционная реабилитация с терапевтом длится несколько недель после наступления травмы, люди, использующие роботов, могут добиться постоянного прогресса в восстановлении функциональности даже спустя годы после травмы или инсульта.

Устройства реабилитационной робототехники, как правило, хороши для помощи в выполнении сенсорных функций. Устройства помогают в реабилитации рук, кистей и ног, поддерживая повторяющиеся движения, которые создают неврологические пути для поддержки работы мышц. Роботы помогают восстанавливать моторику верхних конечностей, а для нижних конечностей предназначаются системы экзоскелета, которые позволяют пациентам-инвалидам вставать со своих кресел.

Однако назвать одну компанию, которая доминирует во всем секторе на рынке реабилитационных роботов, нельзя. Ключевые игроки рынка реабилитационных роботов: Ekso Bionics, Hocoma, AlterG Inc., Bionik Labs, Technologies Ltd., Motus Nova, Kinova Inc., Meditouch, Wearable Robotics Srl, ReWalk Robotics. Все более актуальным становится создание реабилитационных роботов для дома. Это происходит в том числе и потому, что стоимость реабилитации в доме престарелых была очень высокой, поэтому реабилитация ограничивалась несколькими неделями или месяцами. А роботы-реабилитологи увеличивают продолжительность процесса реабилитации за счет его автоматизации в домашних условиях.

Уже есть практика использования реабилитационных роботов. Американская больница Kindred Hospital Rehabilitation Services установила роботизированную систему InMotion Arm от Bionik Laboratories в своих стационарных реабилитационных больницах по всей территории Соединенных Штатов. Однако основной проблемой расширения использования таких роботов остается их стоимость.

Еще один важный элемент рынка реабилитационных роботов – экзоскелеты. Они предназначены для увеличения силы и других способностей человека в медицинских целях для пациентов с нарушениями движений тела, такими как болезнь Паркинсона, инсульты и т. д. Роботизированные экзоскелеты также можно назвать эффективным инструментом реабилитации различных последствий для здоро-

вья после травм спинного мозга. Например, ReWalk – это роботизированный экзоскелет, позволяющий людям с травмой спинного мозга стоять, ходить, поворачиваться и лазать. В целом рынок реабилитационных роботов ожидает значительный рост благодаря наличию хорошо развитой робототехнической индустрии и внедрению новых роботизированных реабилитационных и вспомогательных технологий.

Еще один пример: в 2019 году компания Ekso Bionics запустила роботизированный экзоскелет для нейрореабилитации EksoNR, который помогает пациентам после инсульта вернуть свою естественную походку. Он оснащен контроллером с сенсорным экраном EksoView, который позволяет терапевтам предоставлять индивидуальную, адаптированную помощь пациентам, используя обратную связь в реальном времени, а также оценивать результаты во время использования.

Другой пример из Китая. Так как инсульт – одна из основных причин инвалидности взрослых в этой стране, было принято решение о создании условий для роста осведомленности о методах лечения с помощью роботов, а также благоприятных условий для инвестирования. В 2018 году компания Avicrobot (дочерняя компания Китайской авиационной корпорации) разработала робота для реабилитации нижних конечностей.

Другие страны также занимаются внедрением новых инструментов реабилитации для своих стационаров. Например, в 2018 году в индийской больнице New Life Rehab была внедрена роботизированная реабилитация для нейро- и ортопедических пациентов. Они используют роботизированные устройства, которые крепятся к пациенту, чтобы помочь им двигать конечностями естественным образом. В целом индийский рынок реабилитационных роботов будет расти значительными темпами из-за увеличения распространенности хронических заболеваний, таких как травмы спинного мозга, ортопедические травмы, артрит, а также из-за принимаемых системой здравоохранения инициатив по нейрореабилитации пациентов.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОБИЛЬНОСТИ

Компания Ekso Bionics (США), производящая одни из самых современных экзоскелетов в мире, представила свой новейший нейрореабилитационный костюм – EksoNR (рис. 2 на следующей странице), разработанный в первую очередь для помощи людям, восстанавливающимся после инсульта [3]. Устройство воссоздает естественное движение ног и помогает пациентам заново научиться ходить, сидеть и делать все то, что они привыкли в обычной жизни.

EksoNR основан на предыдущем устройстве EksoGT, самом популярном в мире реабилитационном роботизированном экзоскелете на рынке. Новая модель имеет оптимизированную походку, которая является более естественной и лучше соответствует индивидуальным особенностям пациентов, поставляется с новым сенсорным интерфейсом для врачей и множеством аналитических инструментов для мониторинга производительности и настройки терапии в режиме реального времени.

Мягкие экзоскелеты, которые обеспечивают вспомогательную силу во время движения, могут изменить жизнь для пациентов с проблемами мобильности. Такие устройства могут помочь улучшить реабилитацию и помочь пациентам во время выполнения ими повседневных задач. Идея такой технологии заключается в том, что мягкий экзоскелет ощущается на теле почти как предмет одежды, а управление им осуществляется без применения чрезмерных усилий, с равномерной нагрузкой, позволяющей осуществлять естественные движения.

Новейшая разработка от компании ReWalk Robotics (США) – мягкий экзоскелет ReStore exosuit (Рис. 3 на следующей странице), одобрен FDA для использования у пациентов, перенесших инсульт и имеющих проблемы с мобильностью нижних конечностей [4]. Недавнее исследование оценило ReStore exosuit с точки зрения безопасности, осуществимости и надежности у постинсультных пациентов со слабостью голеностопного сустава. Слабость в голеностопном суставе, известная как гемиплегия, может возникнуть после инсульта, и это может затруднить ходьбу. ReStore exosuit предназначен для улучшения движения голеностопного сустава путем оказания помощи в плантарной флексии и дорсифлексии голеностопного сустава во время физиотерапии.

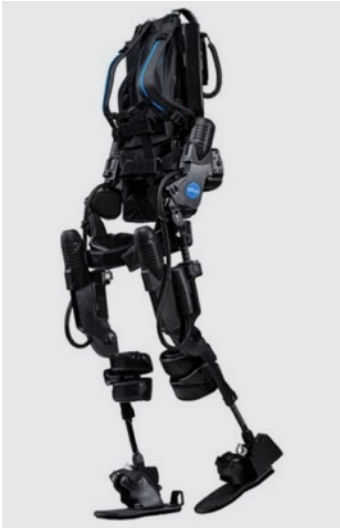


Рис. 2. Экзоскелет EksoNR [3]

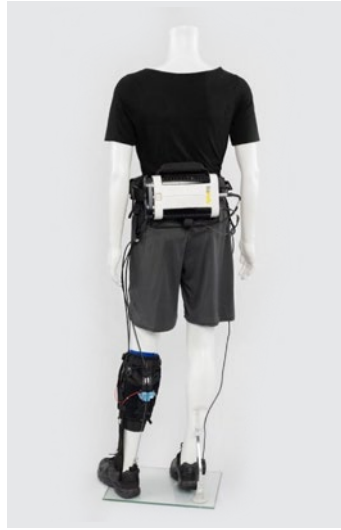


Рис. 3. Экзоскелет ReStore exosuit



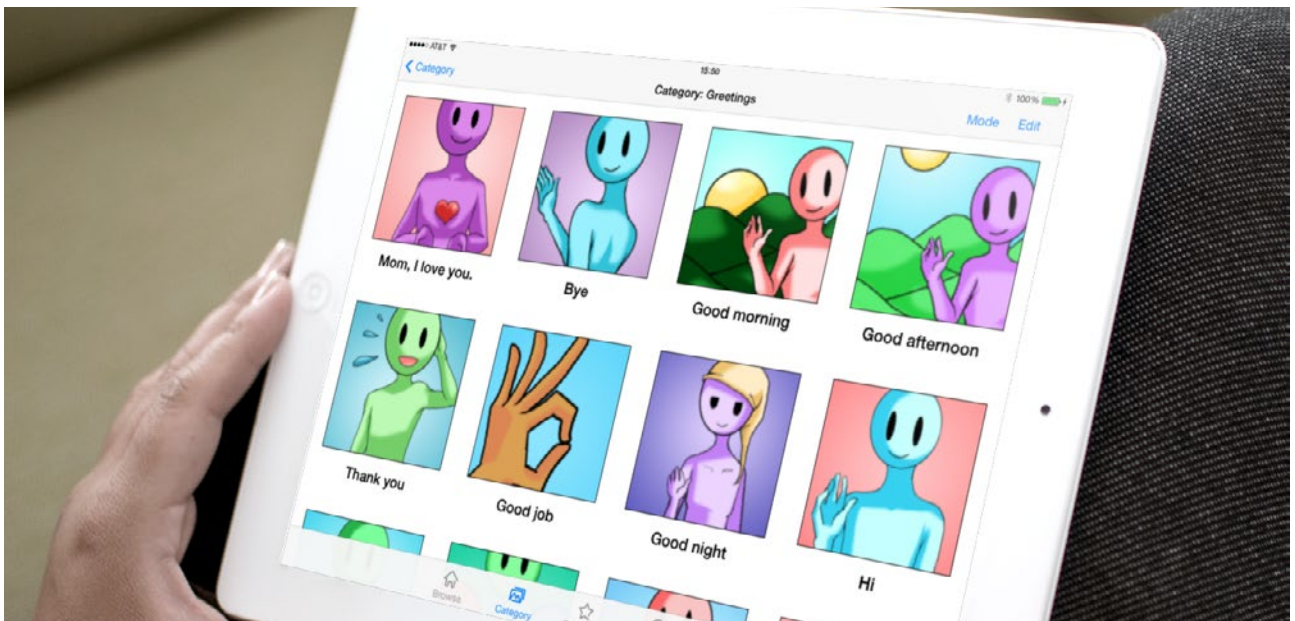
Рис. 4. Носимое устройство реабилитации Kyocera

Пандемия COVID-19 поставила перед клиническими учреждениями целый ряд новых задач, в том числе вопрос о том, как оказывать больше медицинской помощи на расстоянии. Отделение сердечно-сосудистой медицины в медицинском госпитале Токийского медицинского и стоматологического университета (TMDU, Япония) работает с компанией Kyocera (Япония), чтобы иметь возможность проводить реабилитационную терапию пациентам, внимательно отслеживая их жизненные показатели.

Проблема заключается в том, что у многих пациентов с COVID-19 в конечном итоге развиваются заболевания органов кровообращения, которые часто приводят к образованию тромбов и инсультам и лечатся специалистами по реабилитации во время очных сеансов. Из-за необходимости дистанцирования TMDU сотрудничает с Kyocera в разработке и тестировании носимого устройства (рис. 4), которое помогает специалистам по реабилитации работать со своими пациентами через Интернет.

Носимый прибор измеряет ряд жизненно важных показателей, включая частоту сердечных сокращений и насыщение крови кислородом (SpO_2), и передает их в режиме реального времени врачу-клиницисту. Клиницист тем временем может общаться с пациентом непосредственно с помощью речи через проводящие наушники и микрофон, которые являются частью нового устройства.

Для людей, перенесших инсульт, было придумано приложение Voice4U. Оно помогает людям, в том числе перенесшим инсульт или получившим травмы головного мозга, более эффективно выразить свои мысли, идеи и чувства.



Люди с болезнью Паркинсона и некоторыми другими неврологическими расстройствами часто страдают от состояния, известного как замораживание походки. Инициирование шага часто является сложной задачей. Пациенты сообщают о чувстве диссоциации между желанием двигаться и тем, что ноги не реагируют соответствующим образом.

Компанией De Oro Devices (США) разработано новое устройство NexStride, которое использует интуитивные визуальные и звуковые сигналы, чтобы помочь людям с болезнью Паркинсона и подобными состояниями уверенно передвигаться с каждым шагом.

NexStride прикрепляется к тростям, ходункам и палкам для ходьбы (рис. 5). Зеленый лазер генерирует линию перед ногами пользователя, в то время как метроном производит щелчки с постоянной скоростью. Эти два эффекта работают вместе, чтобы эффективно подтолкнуть мозг к сознательному и без колебаний перемещению ног. Зеленая линия указывает пользователям цель, на которую нужно наступить, в то время как ритм помогает инициировать движение.

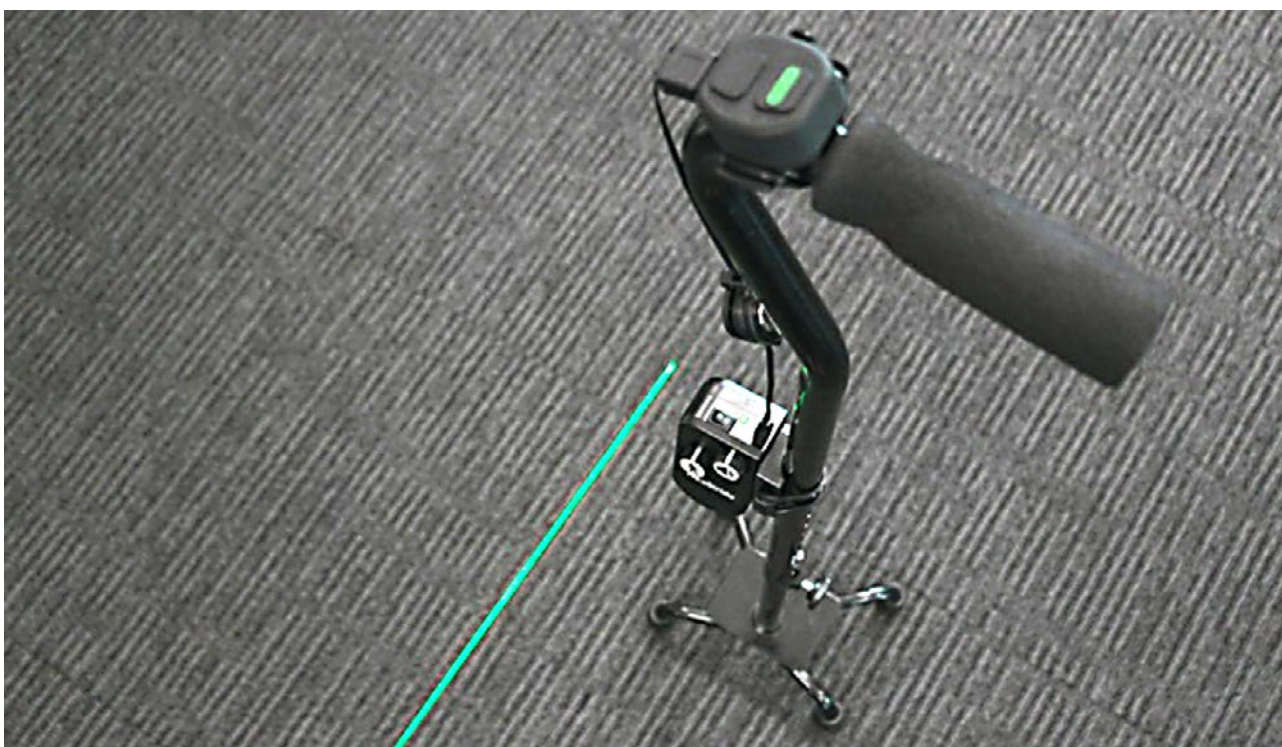


Рис. 5. Устройство NexStride [6]

Транскраниальная стимуляция постоянным током (tDCS) способна модулировать кортикоспинальную возбудимость мышцы, пораженной ЦНС. Более того, tDCS может модулировать ответы на роботизированную нейрореабилитацию. Метод продемонстрировал потенциал улучшения двигательной функции при хронической травме спинного мозга в качестве единой методики лечения и поэтому представляет особый интерес для исследователей и клиницистов, уже использующих реабилитационную робототехнику.

Повторяющаяся транскраниальная магнитная стимуляция (rTMS) – это еще один неинвазивный метод нейромодуляции. Метод также может модулировать ответы на роботизированную нейрореабилитацию. rTMS – отличное дополнение к роботизированной реабилитации.

Еще одно интересное решение – мозговые машинные интерфейсы (ИМТ), которые включают в себя сопряжение вспомогательных устройств с устройством записи сигналов мозга. Это записывающее устройство может быть имплантировано хирургическим путем в череп человека или помещено неинвазивно на кожу головы. Записанные мозговые сигналы декодируются и превращаются в инструкцию для управления вспомогательным устройством. Нейропротезирование с контролем ИМТ может заменить потерянную двигательную функцию у человека. Также у ИМТ есть потенциал сочетаться с роботизированной реабилитацией, но данный вопрос не был достаточно изучен.

В неврологической реабилитации уровень вовлеченности пациентов во время самого процесса реабилитации, как известно, улучшает исходы. Поэтому еще один действенный инструмент для целей реабилитации – интеграция методов геймификации в существующие модели нейрореабилитации для увеличения вовлеченности участников. Здесь отлично подходит применение технологий виртуальной реальности, так как она позволяет усилить двигательную активность в ходе отдельных сеансов роботизированной реабилитации походки у детей с различными неврологическими расстройствами. В целом, геймификация реабилитации с помощью роботов с использованием увлекательных и интерактивных установок виртуальной реальности показывает многообещающие перспективы во многих областях нейрореабилитации, в том числе при травмах спинного мозга, даже у взрослых.

Еще одно решение, которое уже не раз встречалось в наших обзорах, – 3D-принтер. С его помощью можно ускорить процесс реабилитации людей с травмами спинного мозга. Напечатанное на 3D-принтере руководство из силикона служит платформой для специализированных ячеек, которые затем печатаются на нем в 3D-формате. Проводник будет хирургически имплантирован в поврежденную область спинного мозга, где он будет служить своего рода «мостом» между живыми нервными клетками выше и ниже области повреждения. Есть надежда, что это поможет пациентам облегчить боль, а также восстановить некоторые функции, такие как контроль над мышцами, кишечником и мочевым пузырем.

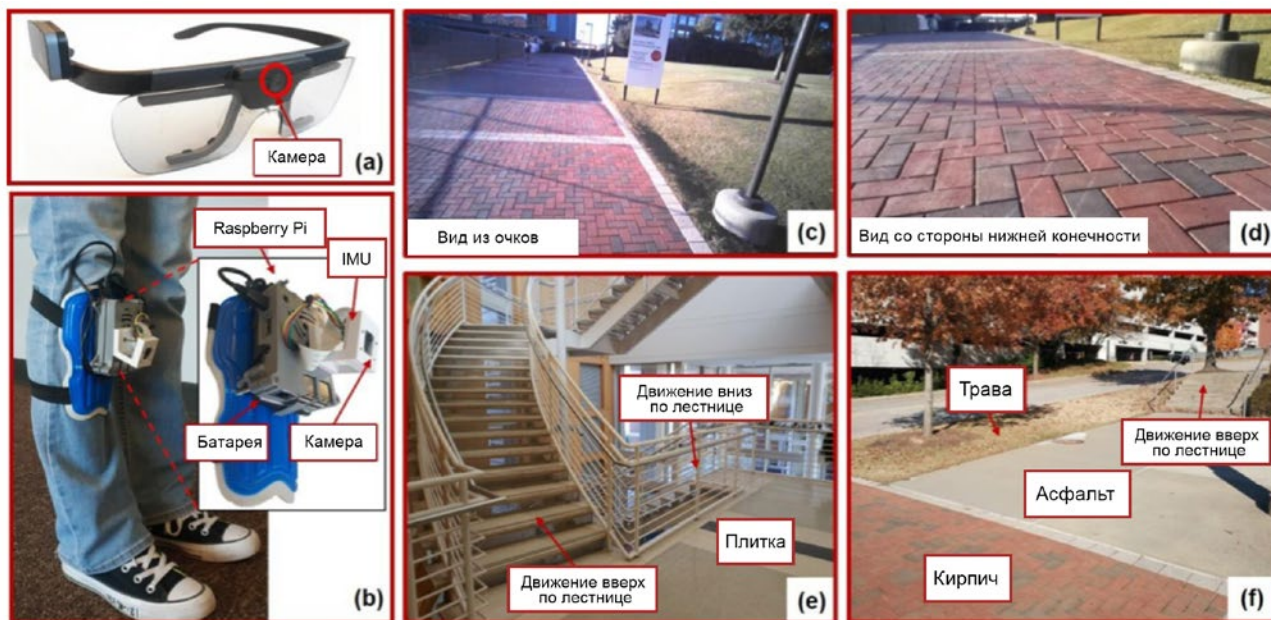
Среди вспомогательных мобильных технологий стоит выделить робота-манипулятора, устанавливаемого на инвалидном кресле с использованием нейроморфной технологии Intel. Данное решение является одним из самых многообещающих применений робототехники и искусственного интеллекта – помощь людям с серьезными травмами и хроническими заболеваниями. Такой робот предназначен для людей с нервно-мышечными повреждениями или повреждениями спинного мозга, которые приводят к поражению верхних конечностей – они перестают быть способными выполнять самые простейшие задачи, такие как пить из чашки или есть ложкой. Таких пациентов во всем мире более 75 миллионов. Роботизированные манипуляторы, устанавливаемые на инвалидных колясках, обеспечивают большую степень независимости людям с ограниченными возможностями и позволяют сократить время, необходимое для ухода за ними, до 41 %. Компания Intel заявила, что способность их нейроморфного чипа Loihi к обучению в реальном времени может снизить стоимость создания и эксплуатации таких устройств. В качестве примера такого устройства можно привести прототип роботизированной руки, предназначенной для помощи пациентам с травмами позвоночника в выполнении повседневных задач.



Компания КОМРАЇ Robotics объявила о выпуске робота Комраї, который предназначен для помощи в больницах и домах престарелых. Мобильный робот Комраї может хранить медицинские данные и обмениваться ими, помогать пациентам передвигаться, а также обеспечивать для пожилых людей развлечения и социальную активность.



Поскольку бионические конечности часто не могут полагаться на мышечные сокращения или нервные импульсы, чтобы двигаться, как обычные руки или ноги, они нуждаются в руководстве со стороны искусственного интеллекта. В 2020 году было разработано программное обеспечение, которое может работать с существующими роботизированными протезами или экзоскелетами, чтобы помочь людям передвигаться более естественно и безопасно по разнообразной местности. Новая программная среда включает компьютерное зрение для управления протезами ноги и включает надежные алгоритмы искусственного интеллекта для лучшего учета неопределенности.



Интересный инструмент, предназначенный для людей с ограниченными возможностями, – протез руки Robo bionics, сделанный в Индии. От других протезов его отличает то, что он приводится в действие с помощью датчиков поверхностного монтажа. Он имеет контроль захвата, который позволяет захватывать как твердые, так и мягкие поверхности. Обычно люди, пользующиеся протезами рук, чувствуют, что рука не зависит от их тела. Но с протезом руки Robo bionics человек может чувствовать вибрации и действовать соответственно.

СРЕДСТВА ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ

Для людей, страдающих проблемами со слухом и речью, был придуман переводчик жестов.

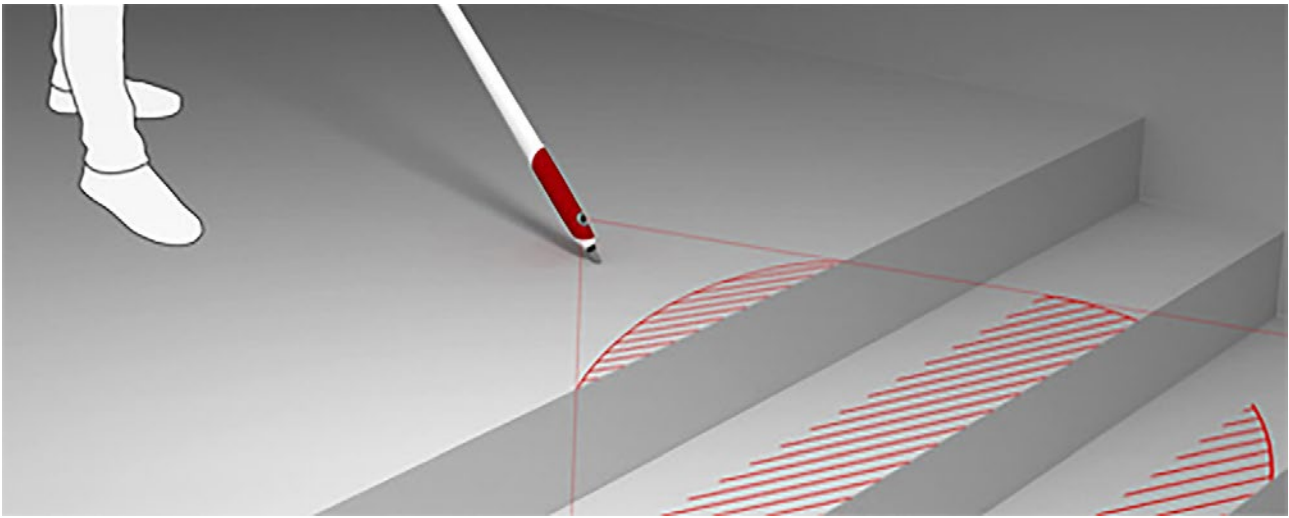
Голосовые помощники быстро становятся популярным потребительским инструментом, и компания Frontive Health (США) запустила интеллектуальную платформу персонального здоровья, чтобы помочь пациентам, в том числе пожилого возраста, проще и удобнее следовать своим режимам повседневного ухода. В голосовом помощнике Amazon Echo технология искусственного интеллекта Frontive (AI) определяет приоритеты ежедневных действий, которые приводят к оптимальным результатам реабилитации пациентов, используя подход «меньше значит больше» к анализу применения лекарств, медицинских протоколов до и после процедур, а также изменений образа жизни (рис. 6).

Наибольший потенциал для этого типа технологии у пациентов с хроническими заболеваниями, которые значительно выигрывают от применения такого рода интерактивных технологий. Это пациенты, чьи результаты зависят от соблюдения медицинских инструкций и где пробелы в соблюдении требований часто приводят к нежелательным последствиям и даже госпитализации.



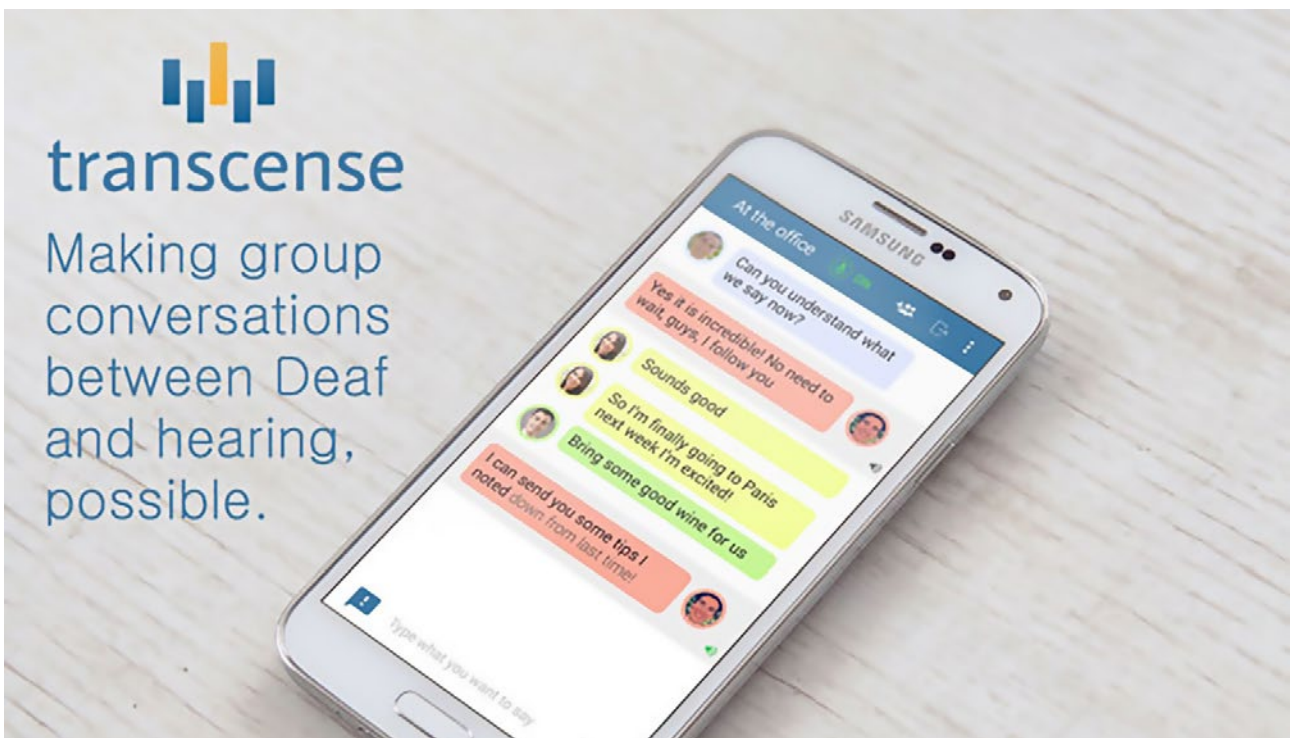
Рис. 6. Голосовой помощник компании Frontive Health.





Важный помощник для слепых – умная трость, которая видит препятствия. Звуковые колебания обеспечивают один из самых точных способов для слабовидящих сориентироваться в окружающей среде, поэтому оснащение конца трости небольшим датчиком может вселить уверенность даже при контакте с лестницей и других потенциально опасных сценариях.

Интересным решением для глухих стало использование языка жестов или чтение по губам в групповом разговоре, но более технологичным способом. Приложение Transcense, используя микрофон смартфона каждого участника, улавливает то, что они говорят, а затем преобразует это в текст в режиме реального времени. Соответственно каждый участник беседы может быть вовлечен в беседу.



Еще один подобный инструмент – Saarthi, вспомогательное мобильное устройство, предназначенное для работы как дома, так и на улице и в общественных местах. Он обеспечивает точность обнаружения препятствий 99,7 % и точность угла 98,2 %. У него есть регулируемый винт, который позволяет установить его на любую белую трость. Аккумулятор можно перезаряжать с помощью любого зарядного устройства Micro USB, и одного заряда хватает на более чем 30 дней при ежедневном использовании. Время автономной работы составляет 7 дней.

Инновационное приложение Tap See помогает людям с нарушениями зрения более эффективно осматривать мир вокруг них. Пользователям необходимо дважды касаться экрана своего смартфона, чтобы приложение сделало снимок предмета – будь то стул, стол, стакан или фрукт. Далее приложение описывает этот предмет с помощью речевых возможностей.

Интересным инновационным решением стало устройство для реабилитации рук, предназначенное для нейрореабилитации жертв инсульта и двигательной реабилитации жертв с дефицитом верхних двигательных функций из-за таких состояний, как церебральный паралич, рассеянный склероз, черепно-мозговая травма, перелом, замороженное плечо и т. д. Данный инструмент позволяет сочетать в себе потребность в интенсивной, но одновременно с этим увлекательной и регулярной реабилитационной терапии для верхних конечностей.

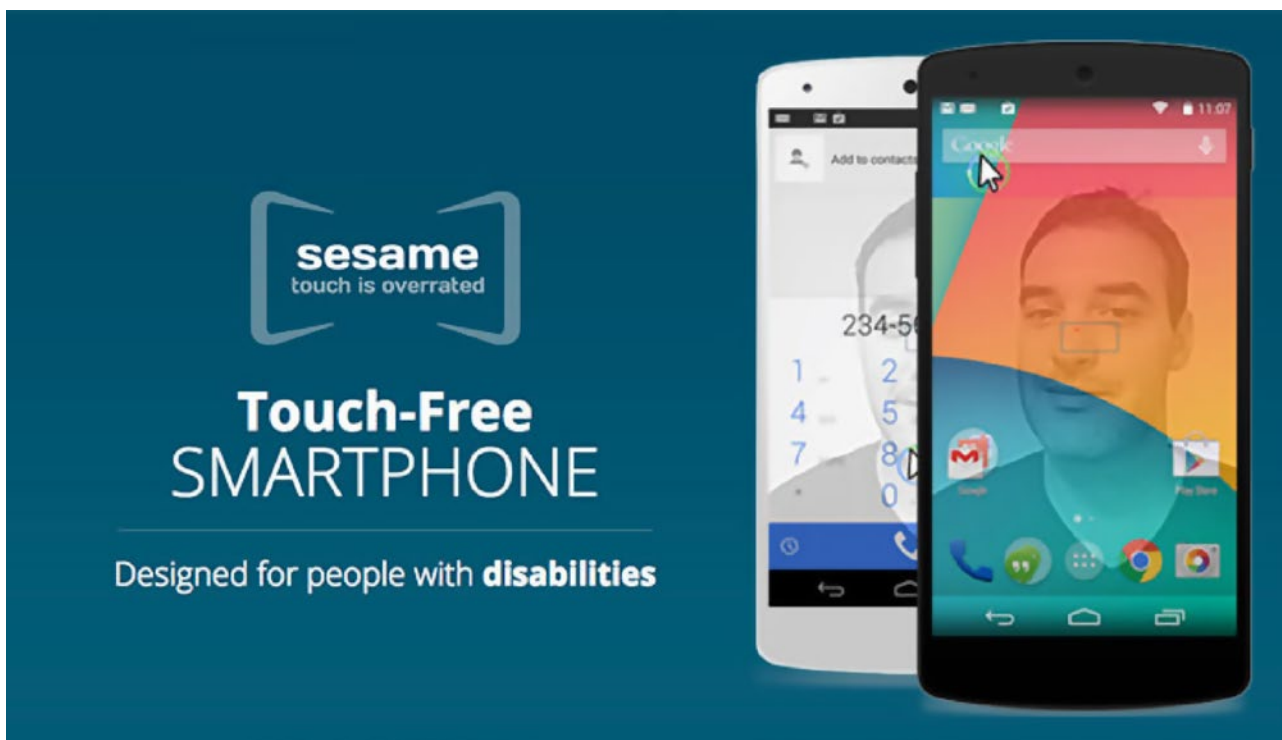
Прекрасным решением для слабовидящих станет **Dotbook** с дисплеем Брайля, представленный на рисунке ниже.



Dotbook представляет собой обновляемый дисплей Брайля, содержащий все приложения и функции, которые потребуются слабовидящим пользователям для самостоятельного выполнения своих задач. Эти функции включают электронную почту, калькулятор, веб-браузер и клавиатуру QWERTY. Он обеспечивает интеграцию со сторонними приложениями, а также может быть подключен к ПК.

Однако кроме довольно необычных решений, хотелось бы отметить ряд инструментов, позволяющих выполнять довольно обыденные функции. Например, новое носимое устройство Dot – это первые в мире умные часы со шрифтом Брайля. Dot помогает слепым получать доступ к сообщениям, твитам и даже книгам в любом месте и в любое время.

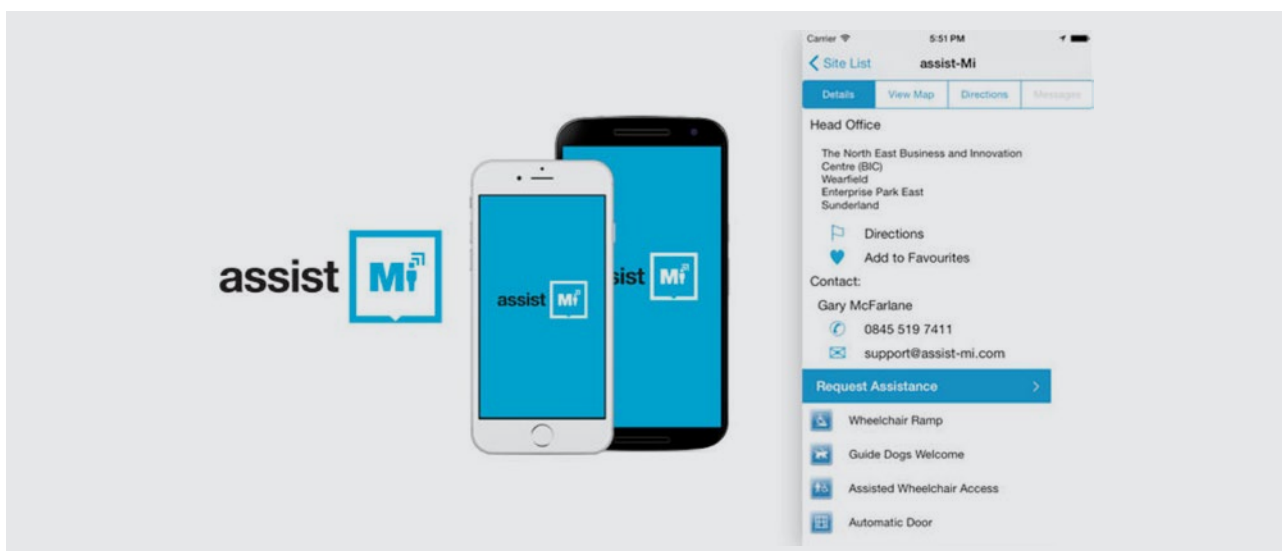




Сегодня мы не представляем своей жизни без мобильных телефонов. Однако гаджеты не приспособлены для нужд людей с ограниченными возможностями, которым сложно пользоваться обычным телефоном. В помощь им был создан смартфон, который не нуждается в касаниях экрана для его управления, – Sesame Phone. Этот телефон предназначен для использования путем небольших движений, то есть доступ ко всем функциям смартфона может быть получен без использования сенсора.

Для людей, страдающих нарушениями зрения, было разработано приложение By My Eyes. Оно работает, создавая сеть, которая связывает слепых с волонтерами со всего мира. Это простой способ обратиться за помощью в простых задачах, например таких, как проверка срока годности на упаковке молока.

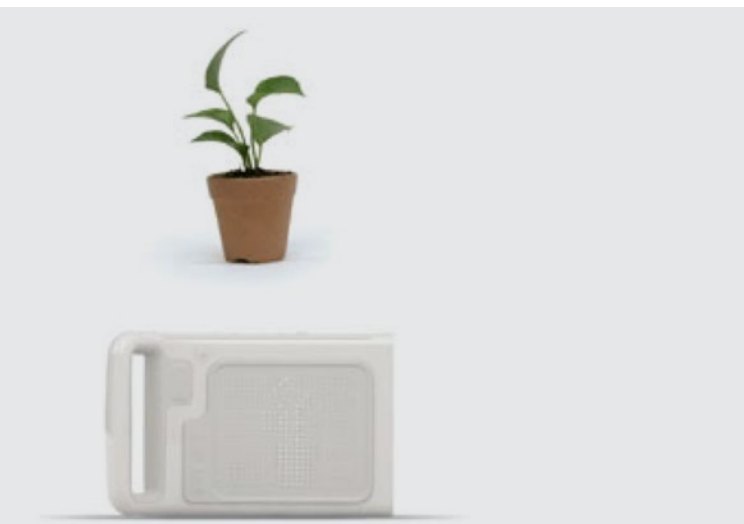
Схожее приложение, позволяющее людям с ограниченными возможностями своевременно получать помощь, это Assist-Mi. Данное приложение помогает инвалидам получать помощь в режиме реального времени, связывая поставщиков услуг и лиц, осуществляющих уход, с инвалидами, которым может потребоваться их помощь в любой момент. Услуги включают помощь в получении работы, покупках предметов первой необходимости или путешествиях. Приложение имеет двустороннюю связь и GPS для получения более точной информации о местоположении.

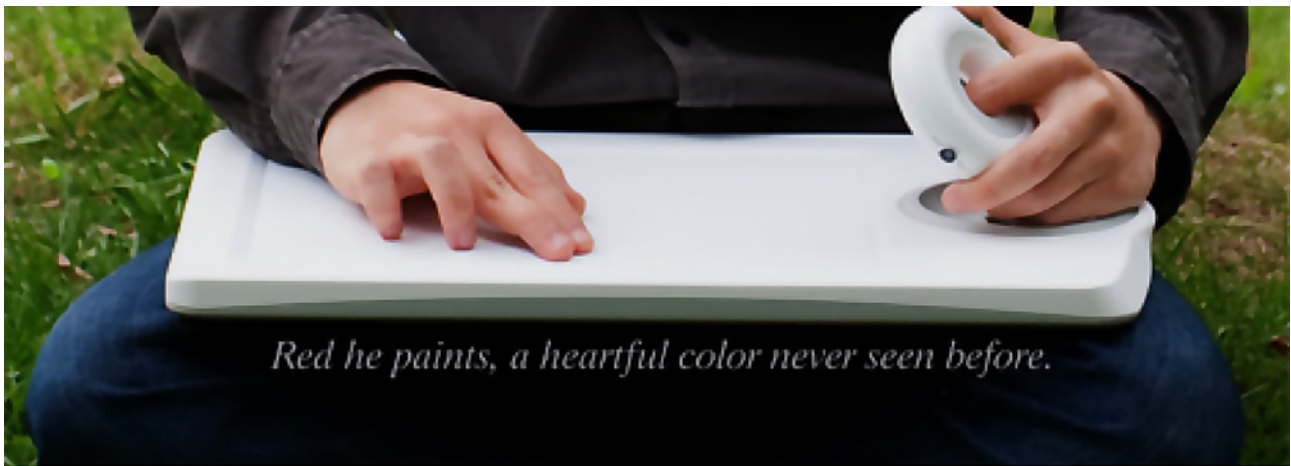




Волонтеры получают уведомления или запросы о помощи. Каждый запрос будет сопровождаться видеозвонком волонтерам, чтобы они могли помочь пользователю.

Мобильный телефон для слабовидящих – V-Touch. Дизайнер Zhenwei You объединил системы Брайля, голосовые системы и оптические устройства для чтения, облегчения функции набора телефона, чтения книги и распознавания предметов.





Red he paints, a heartfelt color never seen before.



Режим исследования:

Захватите место и получите цвет

Цвет передается на планшет

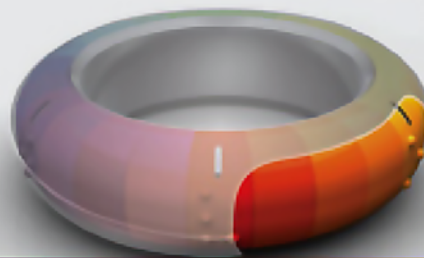
Цвет появляется на планшете с помощью тепла

Режим создания:

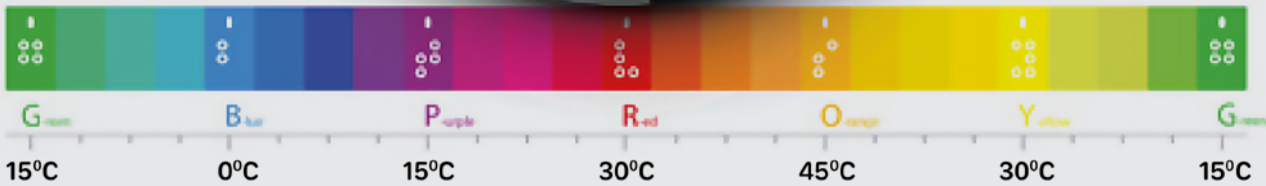
Вращайте колесо и выбирайте цвет по душе

Рисуйте с помощью цвета

Почувствуйте контрасты с помощью тепла и покажите другим свои творения



Некоторые цвета рассматриваются как "холодные", в то время как другие – "теплые", что отражено в соответствии с физической длиной волны, т. е. характеристики цветов будут познаваться в результате самостоятельного опыта и будущих ассоциаций на основе этого опыта.



Доступ к обыденным вещам для людей, страдающих нарушениями зрения, становится все шире, что является несомненным достижением в области реабилитационных устройств. Люди без зрения теперь могут использовать планшет Touch Color – сенсорный цветной планшет для рисования, использующий тепловую энергию и переносное цветовое колесо для создания произведений искусства. Цветовой круг может даже захватывать фактические цвета из окружающей среды пользователя и передавать их на планшет.

Прикосновение к объекту может помочь слепому человеку понять, что это такое, но, в отличие от зрячего, он не может использовать фотографии, чтобы запечатлеть и сохранить воспоминания. Брайлевская камера Polaroid действует как мгновенный принтер Брайля, преобразуя основную форму объекта в текстуру, чтобы слепой мог собирать «изображения» в альбом.

Прикосновение к объекту может помочь слепому человеку понять, что это такое, но, в отличие от зрячего, он не может использовать фотографии, чтобы запечатлеть и сохранить воспоминания. Брайлев-

ская камера Polaroid действует как мгновенный принтер Брайля, преобразуя основную форму объекта в текстуру, чтобы слепой мог собирать «изображения» в альбом.

Актуальное в настоящее время направление в части реабилитационных роботизированных систем – это создание коучинг- или социально-вспомогательных роботов. Эти роботы предназначены для выполнения физических упражнений лично или удаленно и обычно являются «гуманоидными», то есть человекоподобными роботами. В частности, ENRICHME – проект, финансируемый Европейским союзом, в результате которого разработан интерактивный мобильный робот, используемый во вспомогательной среде для пожилых людей в целях решения проблемы прогрессирующего упадка когнитивных и двигательных способностей у стареющего населения. Основная цель проекта – обогатить повседневный опыт пожилых людей на дому технологиями, позволяющими осуществлять мониторинг состояния здоровья, обеспечивать дополнительный уход и социальную поддержку. Робот ENRICHME (рис. 7) был протестирован на трех пилотных площадках в Европе (Польша, Греция и Великобритания) и доказал свою эффективность в качестве эффективного помощника для пожилых людей на дому.



Рис. 7. Коучинг-робот ENRICHME.

Многие люди с болезнью Паркинсона склонны говорить более спокойно и менее четко, чем до болезни. Логопедия может помочь во многих случаях, но устройство, недавно разработанное в Университете Пердью (США), автоматически активирует внутренний механизм у пользователей, который побуждает их говорить громче и понятнее.

Устройство SpeechVive (рис. 8) внешне похоже на слуховой аппарат. Однако, в отличие от слухового аппарата, оно создает шум в ухе владельца, когда он говорит. Чтобы преодолеть это кажущееся нарушение, люди естественным образом начинают говорить громче и меняют свои тональные частоты, чтобы их было лучше слышно. Когда пользователь не говорит, а слушает, устройство не генерирует звук и не затрудняет понимание других.

Поскольку носимое устройство вызывает рефлекс, пациенту не нужно помнить об использовании терапевтических методов для общения в повседневной жизни. Обычно люди с болезнью Паркинсона не могут быть услышаны или поняты, уходят от общения, что приводит к социальной изоляции. Это устройство позволяет пациентам продолжать общаться со своими близкими во время болезни.



Рис. 8. Устройство SpeechVive.

В настоящее время 5 % населения земного шара страдает той или иной формой потери слуха – однако социальная стигматизация, расходы и сложные условия льготного приобретения слуховых аппаратов приводят к тому, что лишь небольшая часть людей предпринимает активные шаги, необходимые для решения этой проблемы. Кроме того, нет обычного или регулярного теста, который проводится для слуха, по аналогии с тестом для зрения, хотя это наши основные чувства, поэтому люди не так информированы о собственном здоровье слуха, как это должно быть.

Компания Cochlear Limited (США) разработала имплантат Nucleus 7 и звуковой процессор, который компания выпустила в прошлом году в качестве первого в мире звукового процессора кохлеарного имплантата для iPhone.

Система Nucleus 7 (рис. 9) состоит из двух функциональных частей: внешнего звукового процессора и внутреннего имплантата. Звук улавливается через внешний звуковой процессор, надеваемый на ухо, и передается на катушку, расположенную за ухом. Катушка генерирует радиочастотный сигнал, который передается на приемник прямо под кожей. Приемник посылает электрические сигналы на имплантат – тонкую проволоку с 22 электродами, которые хирургическим путем вводятся во внутреннее ухо. Каждый из электродов расположен отдельно так, чтобы стимулировать определенную область улитки. Имплантат стимулирует кохлеарный нерв и передает в мозг импульсы, которые воспринимаются как звук. Система отличается от обычных слуховых аппаратов тем, что преобразует звук непосредственно в электрические сигналы для слухового нерва и мозга, в то время как слуховые аппараты просто усиливают звук.

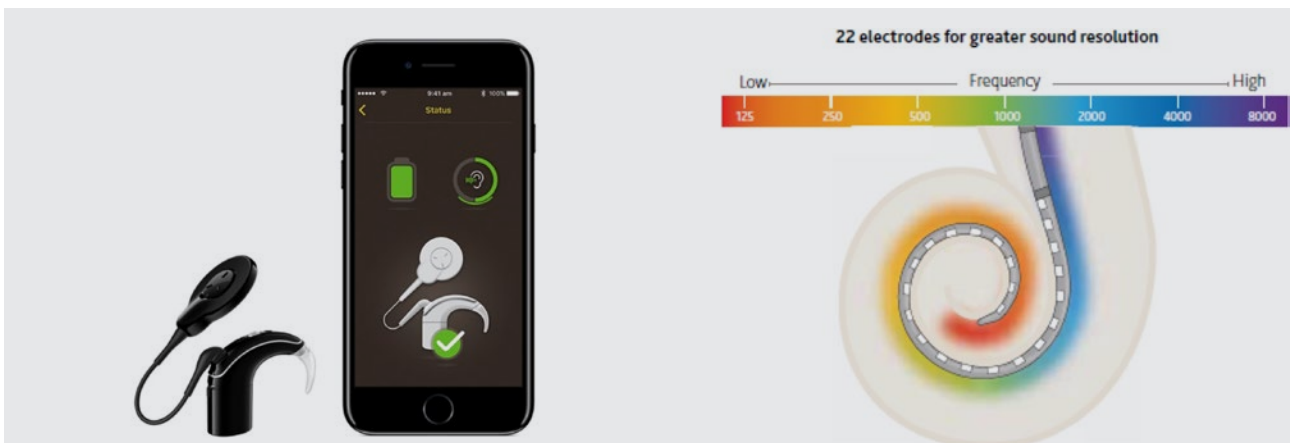


Рис. 9. Система Nucleus 7.

Компания Oticon (США), один из крупнейших производителей слуховых аппаратов в мире, выпускает инструмент (рис. 10), который помогает людям, использующим слуховые аппараты, узнать больше о своем здоровье слуха и лучше понять, как эти устройства влияют на их жизнь.

Эта технология доступна на слуховых аппаратах Oticon Opn. Устройство сравнимо с носимыми трекерами активности, но специально разработано для оценки деятельности, связанной со слухом.

Программное обеспечение HearingFitness отслеживает использование Oticon Opn и типы звуковых сред, в которых находятся пациенты, а также их поведение. Используя эту информацию, программное обеспечение предлагает рекомендации о том, как улучшить использование слуховых аппаратов и получить максимальную отдачу от этих устройств.

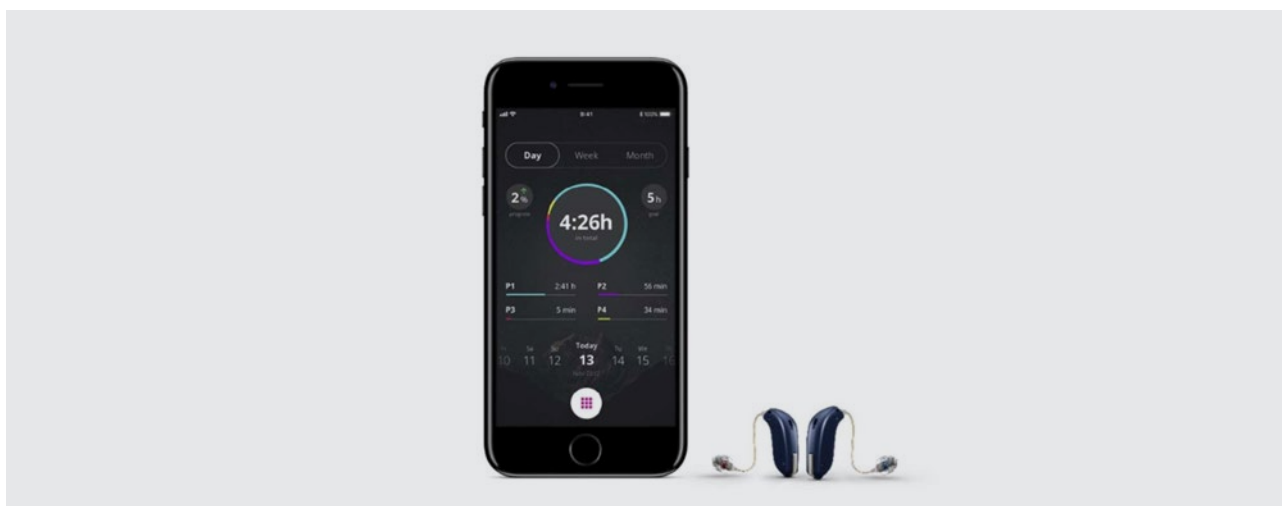


Рис. 10. Аппарат Oticon Opn и приложение HearingFitness.

Для многих людей, у которых есть проблемы со слухом, именно шумная среда, такая как оживленные скопления людей, является главной проблемой. Слуховые аппараты помогают, но даже самые продвинутые из них не могут позволить быстро понять, кто именно сейчас говорит, когда рядом разговаривает много людей одновременно.

Компания OrCam (Израиль) разработала устройство OrCam Hear (рис.11), которое сочетает компьютерное зрение с модуляцией звука, чтобы знать, кто тот предполагаемый оратор, которого пользователь пытается слушать, и усиливать речь только этого человека. Устройство работает, основываясь на жестах тела, чтобы идентифицировать человека, которого пользователь хочет слышать, а затем переключается между динамиками, реагируя на позы тела пользователя. OrCam Hear имеет низкое энергопотребление, что позволяет пользователю носить устройство весь день. Модуль камеры имеет широкий диапазон для идентификации и позволяет OrCam Hear хорошо функционировать даже в различных условиях освещения.



Рис. 11. Устройство OrCam Hear.

Компания MED-EL (США) получила разрешение FDA на создание первой костной проводящей слуховой системы, которая не требует соединения между имплантатом и внешним компонентом. Полностью беспроводное соединение системы BONEBRIDGE (рис. 12) означает меньшую инвазивность технологии, значит – меньше затрат на обслуживание пациента и гораздо меньше вероятность возникновения инфекций.

Имплантат и аудиопроцессор соединяются вместе благодаря магнитам, и звук, захваченный процессором, передается по беспроводной сети на имплантат, который вибрирует, чтобы улучшить слух у людей с кондуктивной потерей слуха, а также смешанной потерей слуха или односторонней глухотой.

Аудиопроцессор имеет гладкую форму и поставляется в различных цветах, чтобы соответствовать цвету волос пациента. Он может быть удален в любое время и не требует длительных процедур очистки для поддержания его и соединительного порта скальпа, как это было с ранее доступными костными проводящими слуховыми системами.



Рис. 12. Система BONEBRIDGE.

Компания Eargo (США) ведет свою деятельность на грани между медицинской деятельностью и технологическим стартапом. Вся продукция компании «невидима», чего нельзя сказать о традиционном ассортименте устройств – их аппараты полностью скрываются в ушном канале. Эти аппараты больше похожи на «умные» устройства, чем на обычные медицинские товары.

Новый прибор компании – Neo HiFi (рис. 13) предназначен для легкой и умеренной высокочастотной потери слуха – распространенной формы потери слуха, которая развивается с возрастом и может перейти в неизлечимую фазу из-за стигматизации, связанной с ношением традиционных слуховых аппаратов.

Neo полностью оснащен Bluetooth и облачным подключением, а также мобильным приложением, которое позволяет пользователям настраивать устройство в соответствии с индивидуальными точными спецификациями и общаться с лицензированным специалистом по слуху.

Чтобы уменьшить обратную связь и повысить акустические характеристики, Eargo включил самую высокую доступную полосу пропускания в основной дизайн Neo, а также улучшенные возможности распознавания речи по сравнению с предыдущими версиями.

В отличие от одноразмерных звуковых усилителей, Neo – это специальный слуховой аппарат, одобренный FDA и оснащенный четырьмя звуковыми профилями, настроенными собственными аудиологами, которые могут настраиваться на индивидуальные потребности носителя.

Время автономной работы Neo составляет 16 часов при 6-часовой зарядке. Помимо этого может быть использован режим 30-минутной быстрой зарядки.



Рис. 13. Устройство Eargo Neo HiFi.

Для улучшения качества жизни людей с ограниченными возможностями была разработана революционная ручка – Liftware. Она идеально подходит для пожилых людей и людей, страдающих тремором, включая болезнь Паркинсона или другие двигательные нарушения.

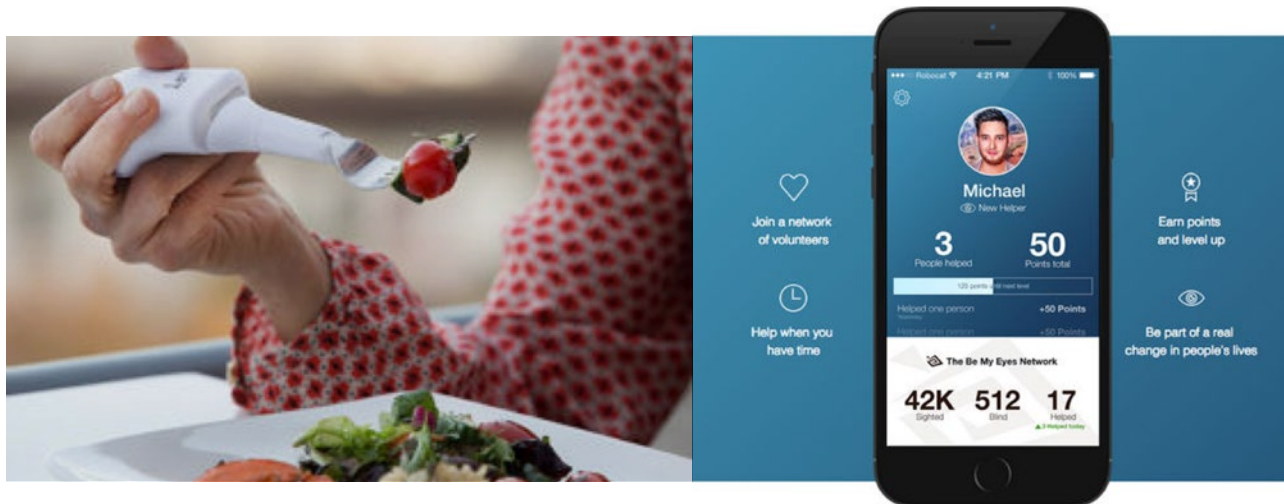
Важное решение, предназначенное для больных диабетом, – проверка уровня глюкозы с помощью технологии, которая выглядит как обычный фитнес-браслет. Glucowear – технология, которая в сочетании с приложением для смартфона обеспечивает показания уровня глюкозы в реальном времени в любое время дня и ночи.

Важное решение для современного города – краудсорсинговая карта AXS Map, которая содержит информацию о пандусах и туалетах, доступных для инвалидов, в общественных местах, таких как рестораны, отели, торговые центры и т. д. На карте также можно оставить отзыв о том, насколько хорошо спроектированы объекты для людей с ограниченными возможностями.

Но кроме технологий для выполнения стандартных функций изобретено немало инструментов для улучшения жизни людей с ограниченными возможностями вне дома. Все чаще общественные зоны оснащают широкими коридорами, автоматически открывающимися дверями, лифтами, эскалаторами,

специальными пандусами в том числе и для улучшения жизни таких людей. Европейская сеть доступного туризма издала Кодекс надлежащего поведения, который включает, среди прочего, следующее:

- а) все люди имеют право заниматься туризмом, независимо от их происхождения или способностей;
- б) должны быть устранены все барьеры и обеспечен доступ к инфраструктуре, продуктам, услугам и информации с использованием подхода «дизайн для всех».



Люди с ограниченными возможностями используют реабилитационное оборудование, такое как трости, костыли или ортезы, чтобы принять участие в развлекательной деятельности. Другие люди могут использовать электрические велосипеды, стандартные или электрические инвалидные коляски. Иногда инвалидные коляски оснащаются адаптивными шинами или гусеницами для передвижения по песку или снегу. В качестве дополнительного оборудования кресел используются лыжи, позволяющие кататься с напарником или в одиночку.

Люди с ограниченными возможностями, которые не могут ходить, могут использовать специальные стулья, которые прикреплены к лифту, позволяющему погрузить пациента в кресле в воду бассейна.



Отдельно хотелось бы остановиться на умных устройствах, позволяющих сделать «умным» дом человека с ограниченными возможностями. Вот некоторые из предметов, которые теперь доступны в умной форме:

- Термостаты
- Огни
- Дымовая сигнализация
- Дверные замки
- Дверные звонки
- Роботы-пылесосы
- Гаражные ворота
- Шторы и жалюзи
- Детекторы угарного газа
- Детекторы движения
- Камеры наблюдения
- Духовки

Функции всех вышеперечисленных предметов теперь можно выполнять через приложение. Т. е. теперь можно задернуть шторы, включить свет, поднять температуру и запереть дверь с помощью своего смартфона. Что еще более важно для людей с ограниченными возможностями, ими можно управлять с помощью голосовых команд. Это может помочь таким людям уменьшить зависимость от друзей, членов семьи и опекунов.

Отдельные устройства могут подключаться к телефону с помощью таких технологий, как Bluetooth или, что чаще, через домашнюю сеть Wi-Fi. Те, которые подключаются через Wi-Fi, обычно могут управляться из любой точки мира, при условии доступа в Интернет.

Среди других умных новых устройств стоит выделить умные колонки, такие как Яндекс, Amazon Echo, Google Home и Apple HomePod, которые имеют встроенные микрофоны, что делает возможным использование голосовых команд. Это часто делает их неотъемлемой частью любого умного дома. Они активируются, когда слышат свое «имя» или подсказку (Алиса, Alexa, OK Google и Hey Siri соответственно, для упомянутых выше), а затем слушают команды. Можно даже запрограммировать интеллектуальные устройства автоматически вести себя определенным образом при определенных обстоятельствах.

Службы автоматизации, такие как IFTTT (If This Then That), связываются с приложениями, управляющими вашими интеллектуальными устройствами. Эти службы могут запускать действие интеллектуального устройства при выполнении определенного условия. Например, если в ванной обнаружено движение, включите свет.

УСТРОЙСТВА ПОДДЕРЖКИ ТЕЛА ПРИ ДВИЖЕНИИ. ТРЕНАЖЕРЫ

Компания CYBERDYNE Inc. (Япония) разработала ассистивное устройство поясничного типа HAL для поддержания и улучшения ослабленных функций опорно-двигательного аппарата. Как и другие гибридные, поддерживающие конечности решения, это устройство (его вес составляет 3,1 кг, включая литий-полимерную батарею), представляет собой приводимый в действие пояс, который использует сигналы ЭМГ, чтобы понять намерения пользователя и обеспечить вспомогательные усилия для бедра, уменьшая нагрузку и стресс на нижнюю часть спины. Датчики ЭМГ размещаются либо в виде отдельных пластырей на коже зоны поясничного отдела позвоночника, либо встроены в пояс. Пояс рассчитан на работу в течение 3 часов без подзарядки. Уровень поддержки можно регулировать двумя режимами. (Рис. 14).



Рис. 14. Пояс Hal компании Cyberdyne.

Компания Honda Motor Co. (Япония) вывела на рынок устройство Honda Walking Assist Device. Это вспомогательное устройство, используемое при обучении утраченным навыкам ходьбы. Устройство весом 2,7 кг (включая батарею) обеспечивает очень малый крутящий момент 4 нм, что переводится всего в 0,07 Нм/кг нормализованного крутящего момента бедра (для человека весом 60 кг) (Рис. 15).

Устройство может быть использовано для облегчения ходьбы, даже для достаточно активных людей.

Проведенное в Японии исследование на 14 пожилых людях, средний возраст которых составлял 78 лет, показало, что после 3 месяцев использования устройства показатели ходьбы улучшились: удалось передвигаться без использования вспомогательного приспособления, продемонстрировано увеличение длины шага более чем на 7 %, а скорость увеличена более чем на 15 %.

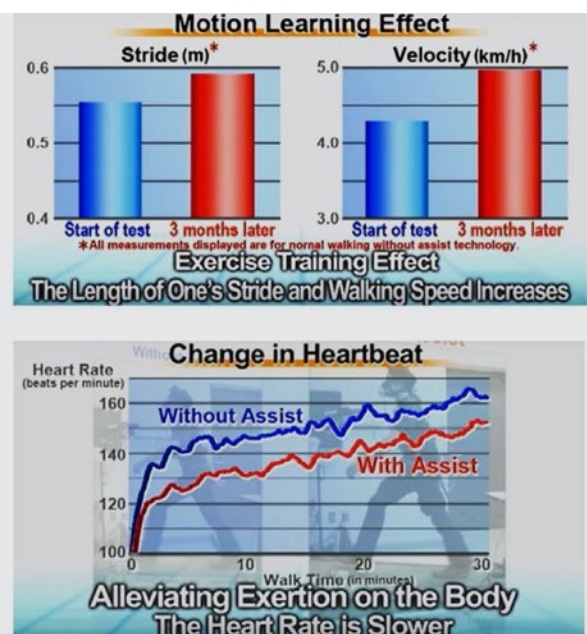


Рис. 15. Устройство Honda Walking Assist Device.

Исследователи из Колумбийского университета (США) разработали роботизированное устройство (рис. 16), которое может помочь людям с травмами спинного мозга улучшить управление туловищем, позволяя им сидеть более стабильно и расширять диапазон своих движений.

Такие пациенты часто испытывают трудности при выполнении повседневных задач. Улучшение контроля корпуса у таких пациентов может помочь им повысить свою устойчивость и снизить риск падения. Разработанное специалистами устройство предназначено для снижения риска и частоты падений и улучшения двигательных возможностей у пациентов с травмами спинного мозга, которые часто являются инвалидами-колясочниками. Устройство состоит из моторизованного ремня, который крепится к туловищу и который прикладывает усилия, когда пользователи выполняют движения верхней части тела. Исследователи назвали свое устройство Trunk-Support Trainer (TruST) (рис. 16). Его цель – научить пользователя расширять свое активное рабочее пространство сидя. TruST не только предотвращает падение пациентов, но и максимизирует движения туловища за пределами пострурального контроля пациентов или пределами равновесия.

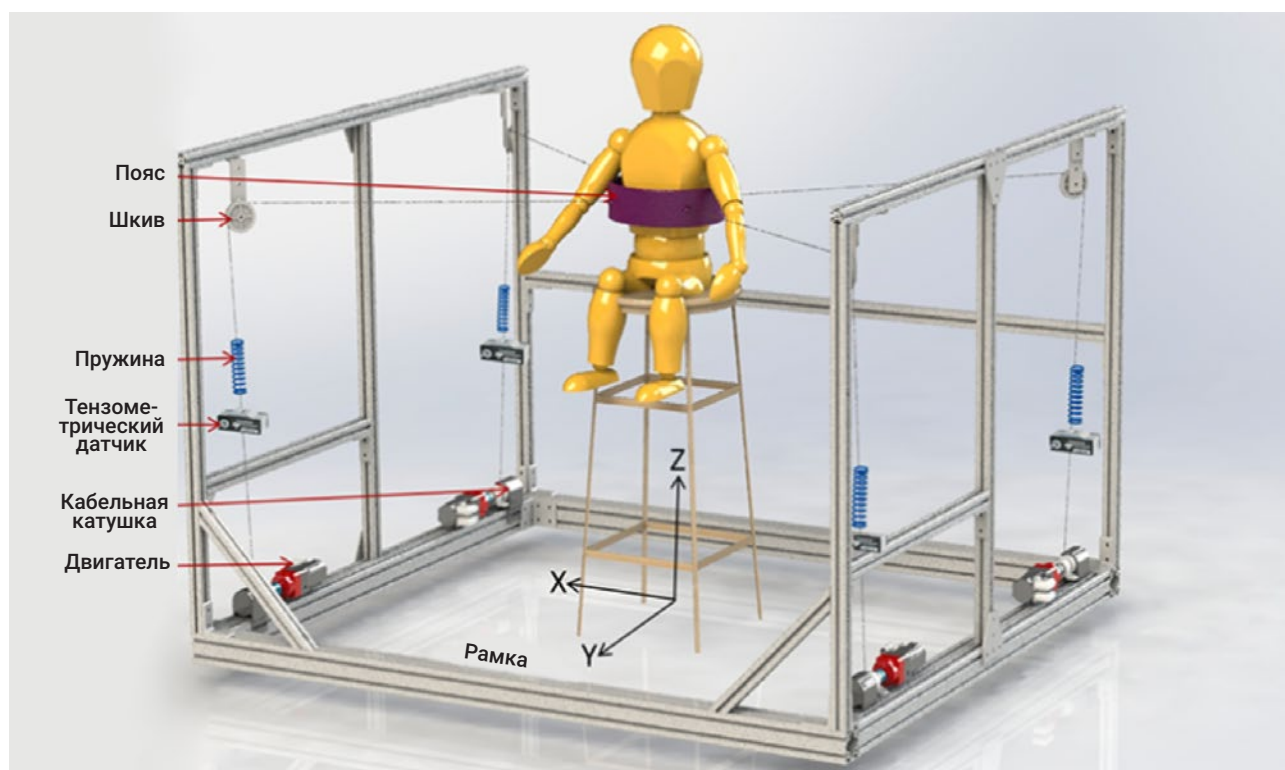


Рис. 16. Устройство Trunk-Support Trainer, Columbia University.

В настоящее время компания BIONIK Laboratories (Канада) выпускает новую версию роботизированной системы InMotion ARM/HAND для реабилитации. Система, используемая для интенсивной двигательной терапии, состоит из двух роботизированных модулей, которые работают вместе, чтобы тренировать движения достижения, захвата и освобождения одновременно.

InMotion ARM/HAND дает возможность точно и объективно оценивать движения рук, позволяя клиницисту лучше измерять и количественно оценивать прогресс пациента и его реакцию на терапию.

Оптимизированные форматы отчетов обеспечивают улучшенную документацию результатов лечения пациентов, простоту использования и интерпретацию результатов оценки, позволяя более четко указывать на прогресс в течение реабилитационного пути.

InMotionARM – это известная в мире интерактивная терапевтическая система, предназначенная для использования в клинических условиях, чтобы помочь пациентам практиковать и улучшать двигательный контроль с поставленной целью улучшения функции вне клиники (рис. 17) [20]. Пациент использует джойстик и двигает руку, запястье и кисть, чтобы следовать сценарию на экране. В данной практике пациенты могут использовать сотни повторяющихся движений, сосредоточенных на их ин-

дивидуальных нарушениях, в конце занятия отслеживаются баллы пациента. Этот продукт предложен для использования при инсульте и других двигательных расстройствах. Система была первоначально разработана в Лаборатории биомеханики и реабилитации человека Массачусетского технологического института (США).



Рис. 17. Система InMotionARM.

Одним из потенциальных преимуществ роботизированной терапии является более интенсивное обучение в случае, если такие устройства можно применять дома. Когда пациенты могут тренироваться 3 часа и более в день, то по сравнению со стандартным уровнем ухода и терапии это может иметь огромное влияние на общий прогресс.

Компания Motorika (США) выпустила на рынок роботизированную систему реабилитации ходьбы Optimal-G Pro (рис. 18).

Устройство помогает тренировать походку людей, перенесших различные неврологические, нервно-мышечные и другие травмы. Роботизированные компоненты установлены в местах крепления к ногам, и так называемая технология расширенного обучения интеллекта (ELITE) регулирует поддержку в зависимости от потребностей пациента. Пациент постоянно контролируется с помощью фронтальных и боковых камер, что дает терапевтам четкое представление о стиле ходьбы и способностях каждого пациента. Компания утверждает, что роботизированная система может соответствовать естественным движениям каждого человека, что помогает пациенту не чувствовать ограничений.



Рис. 18. Система Optimal-G Pro.

Виртуальная реальность в последнее время все активнее используется в реабилитации пациентов за счет представления практики интеграции визуальных стимулов для обратной связи с вестибулярными раздражителями.

NIRVANA – это медицинское устройство, основанное на виртуальной реальности (рис. 19), разработанное компанией BTS Bioengineering (США) для поддержки двигательной и когнитивной реабилитации пациентов с нейромоторными расстройствами. NIRVANA создает «сенсорную комнату», где пациент может пережить стимулирующий опыт в различных реалистичных сценах, что позволяет сделать процесс реабилитации пациента более эффективным. Упражнения могут быть отредактированы в режиме реального времени и адаптированы к конкретным способностям пациента. NIRVANA использует иммерсивные методы виртуальной реальности для двигательной и когнитивной нейрореабилитации пациентов с неврологическими расстройствами, такими как инсульт, детский церебральный паралич, болезнь Паркинсона, расстройства аутистического спектра, и ориентировано на пациентов любого возраста (дети, взрослые, пожилые люди). Система создает различные сценарии на стенах или полу, а пациент взаимодействует с предоставленным стимулом. Устройство анализа движения отслеживает поведение пациента и регулирует проектируемую среду, обеспечивая аудиовизуальную обратную связь, в значительной мере стимулирующую и реабилитирующую, с полным погружением всего тела.

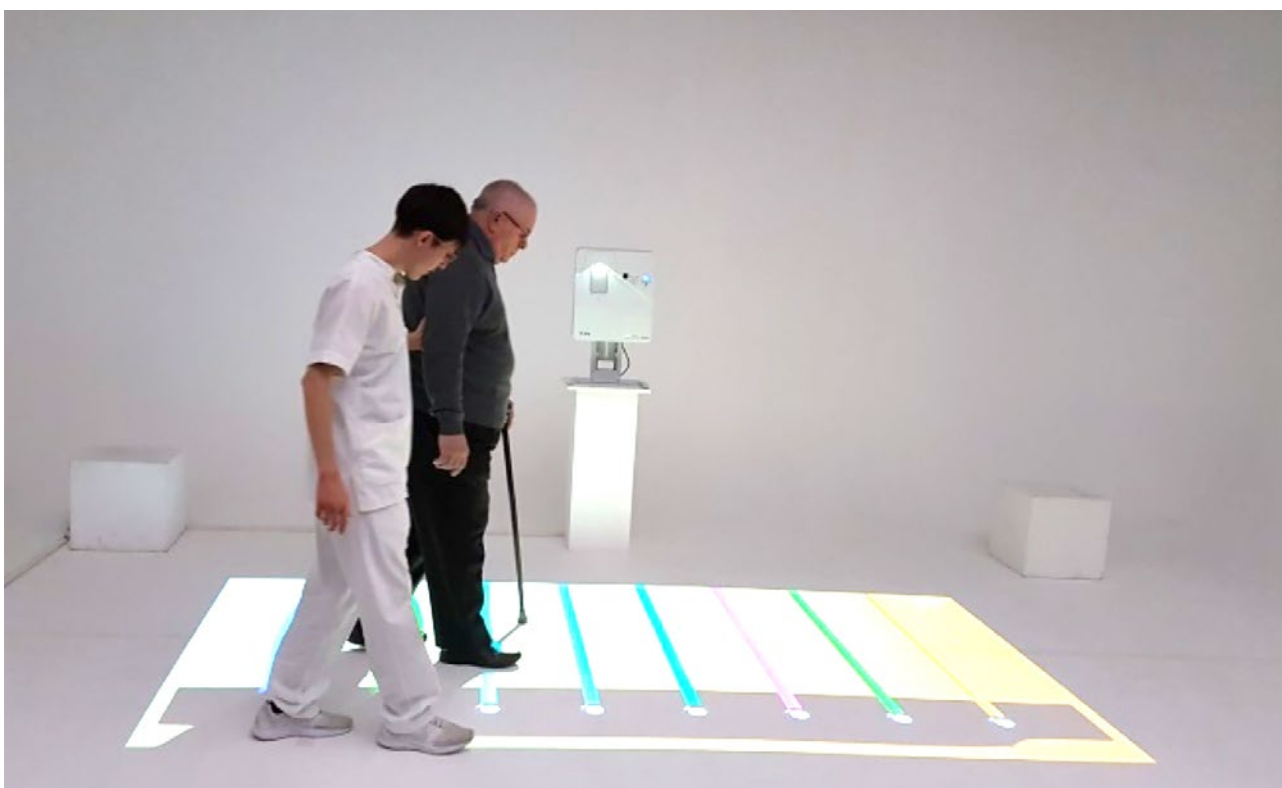


Рис. 19. Система NIRVANA.

Одна из самых сложных на сегодня в мире систем для тренировки баланса и мобильности – это система CAREN компании Motek Medical (США) (рис. 20), которая представляет собой полностью закрытую виртуальную реальность визуального окружения с подвижной лентой беговой дорожки. Система CAREN используется в академических и военных центрах США для научных исследований в области медицинской реабилитации.

Благодаря интегрированному анализу движения и способности полностью контролировать динамические среды платформа CAREN обеспечивает наиболее реалистичные и сложные условия. Это позволяет протестировать любую предстоящую технологию реабилитации движений. Также благодаря двухполосной инструментальной беговой дорожке, установленной на подвижной платформе с 6 степенями свободы, системе захвата движения, иммерсивным и интерактивным средам, а также специализированным программным пакетам в режиме реального времени и в автономном режиме CAREN является самой передовой системой в мире для исследований, обучения и оценки движений человека.



Рис. 20. Система Carep.

Сила захвата, а также скорость ходьбы и длина шага могут быть показателями физического и психического здоровья человека. Различные состояния и методы лечения можно контролировать с помощью силы захвата, но такие измерения в кабинете врача, как правило, выполняются нечасто. Компания IBM Research (США) разработала датчик (рис. 21), прикрепленный к ногтю на указательном пальце, который может измерять движение пальца и по нему вычислять силу захвата.

Инженеры изначально были мотивированы на создание устройства, которое может помочь в мониторинге пациентов с болезнью Паркинсона. Поскольку большинство пациентов с болезнью Паркинсона – пожилые люди, кожные датчики могут быть не такими точными и могут привести к нежелательным инфекциям, но ноготь в этом отношении безопаснее и дает много информации о повседневной деятельности человека.

Устройство имеет динамометр внутри, который обнаруживает движение пальцев, и благодаря искусственному интеллекту и программному обеспечению система может выяснить довольно много о том, что делает человек, носящий датчик.



Рис. 21. Датчик IBM Research.

Виртуальная реальность используется в медицине для обучения хирургов, борьбы с фобиями и даже для ранней диагностики болезни Альцгеймера. Исследователи из Университета Дрекселя (США) сделали первые шаги по применению виртуальной реальности в области арт-терапии (рис. 22). Исследователи были заинтересованы в оценке потенциала виртуальной реальности в части арт-терапии, которая помогает создавать уникальные переживания, обеспечивать погружение в трехмерное творчество, а также позволяет людям помещаться в специальные среды, которые могут помочь им реабилитироваться от различных психологических состояний.

В исследовании использовались гарнитура виртуальной реальности HTC VIVE, пульта дистанционного управления и контроллер Leap Motion. Программное обеспечение, работающее в системе Tilt Brush компании Google, позволяло пользователям рисовать изображения в 3D-среде, также использовалось приложение для скульптуры Kodon и приложение Nature Treks, которое помещает людей в расслабляющую среду.

Есть надежда, что виртуальная реальность поможет расширить терапевтические возможности арт-терапии, а также поможет людям с ограниченными возможностями, которые не могут получать традиционную арт-терапию.



Рис. 22. VR арт-терапия, Drexel University.

НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Нейродегенеративные расстройства – заболевания, которые прогрессивно ухудшаются с течением времени. Болезнь Паркинсона (БП) – заболевание, сопровождающееся постепенным отмиранием клеток мозга из-за неспособности мозга генерировать дофамин в цепи базальных ганглиев, которая контролирует движение. БП встречается примерно у 1 % населения в возрасте 60 лет и 4 % населения к 80 годам. Это второе по распространенности нейродегенеративное заболевание в мире после болезни Альцгеймера. Симптомы часто включают тремор, ригидность, скованность, нарушение равновесия и медленное движение. Еще одно уникальное клиническое явление называется замораживанием походки, которое характеризуется краткими эпизодами неспособности сделать шаг или чрезвычайно короткими шагами, которые обычно возникают при иницировании походки или повороте во время ходьбы. Для помощи людям, страдающим такого рода расстройствами, разрабатываются технологии, ориентированные на поддержку и улучшение походки, улучшение координации и контроля движений.

Одна из крупнейших в мире medtech-компаний – Boston Scientific (США) – выпускает на рынок системы Vercise Primary Cell (PC) и Vercise Gevia deep brain stimulation (DBS) (рис. 23), которые недавно получили одобрение FDA для использования в лечении симптомов болезни Паркинсона, а также Европейское нормативное разрешение на терапию болезни Паркинсона, дистонии и эссенциального тремора.

Эти устройства оснащены инновационным направляющим проводом компании Vercise Cartesia, который позволяет точно контролировать местоположение, направление, форму и диапазон подаваемой электрической стимуляции. Провод имеет восемь независимых электродов, и система может регулировать активность электродов в ответ на изменение импеданса, измеренного в мозге. Одобренные системы Vercise Directional DBS предлагают меньшие по размеру устройства, спроектированные для более длительного срока службы аккумуляторной батареи и более точной настраиваемой стимуляции по сравнению с другими аналогичными системами, представленными в настоящее время на рынке. Эти факторы могут улучшить комфорт пациента и позволить врачам корректировать лечение по мере изменения потребностей пациента.

Vercise Gevia перезаряжается, батарея должна прослужить не менее 15 лет, прежде чем ей понадобится замена, в то время как Vercise Primary Cell не перезаряжается и работает не менее 3 лет, предлагая те же возможности, что и Gevia.

Одним из преимуществ этих нейростимуляторов является технология STIMVIEW, которая используется во время имплантации. Это программный пакет, который помогает программировать имплантат, обеспечивая визуализацию того, как стимуляция повлияет на мозг. Размер, форма и направление стимуляции могут быть настроены благодаря технологии множественного независимого регулирования тока (MISC), что может привести к оптимальной терапии, избегая распространенных побочных эффектов, возникающих в результате глубокой стимуляции мозга.

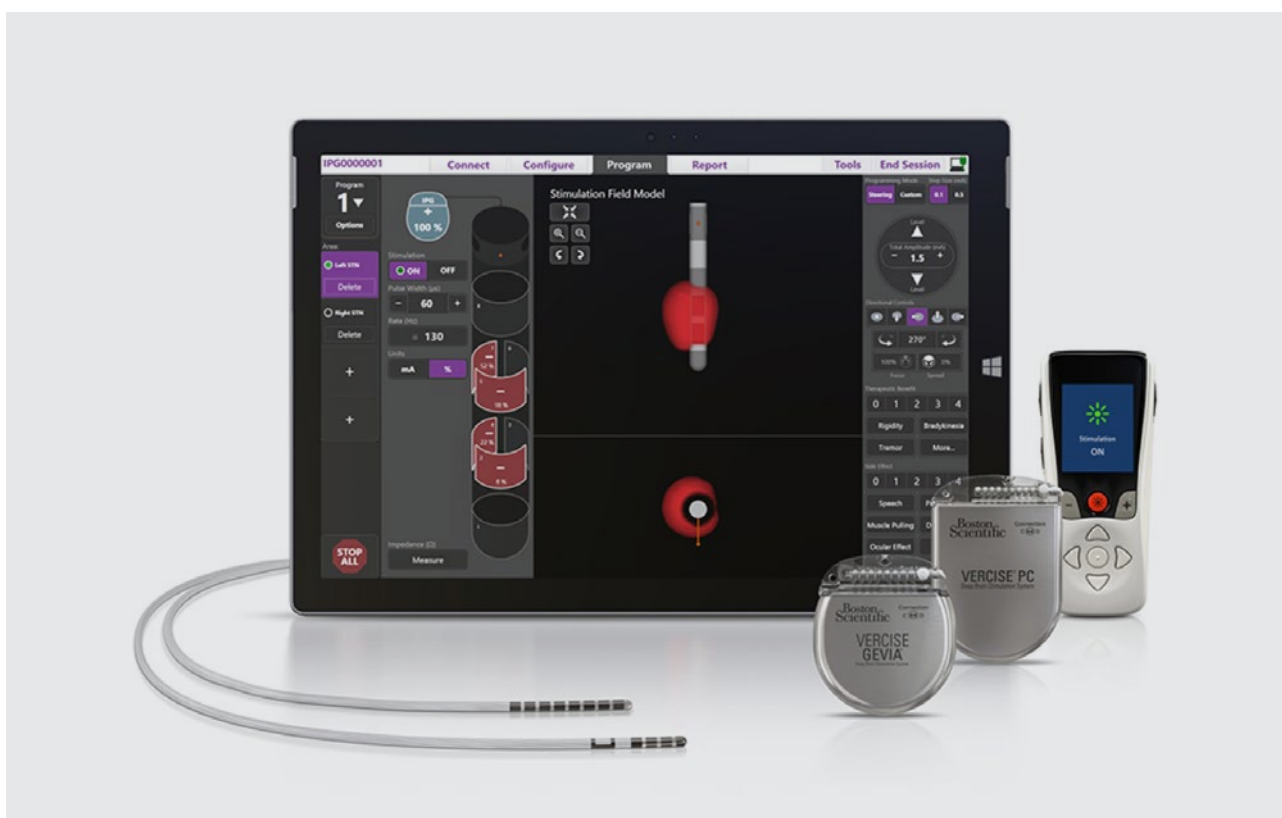


Рис. 23. Системы Vercise Primary Cell и Vercise Gevia deep brain stimulation.

Электростимуляция может служить для лечения различных состояний, связанных с мозгом, и уже существует ряд продуктов, которые помогают контролировать болезнь Паркинсона, эссенциальный тремор, зависимость и депрессию. Несмотря на значительный прогресс, большинство доступных в настоящее время технологий не в состоянии одновременно измерять активность мозга и стимулировать ее.

Исследователи из Калифорнийского университета в Беркли (США) разработали беспроводной электродный имплантат, который может считывать и одновременно стимулировать мозг. Эта технология компании Cortera Neurotechnologies может считывать и записывать информацию с 128 электродов, которые контактируют с мозгом таким образом, что стимуляция существенно не влияет на считывание естественных электрических сигналов мозга. Это позволило бы создать устройства, которые немедленно реагируют на сигналы мозга, запуская такие реакции, как судороги, тремор, звон в ушах и другие симптомы распространенных неврологических состояний [29].

Основной принцип устройства WAND (wireless artifact-free neuromodulation device) (рис. 24) – это новые интегральные схемы, которые могут прочесть сигналы в мозге, в результате чего из входных данных у WAND есть только естественные мозговые волны, с которыми оно и работает.

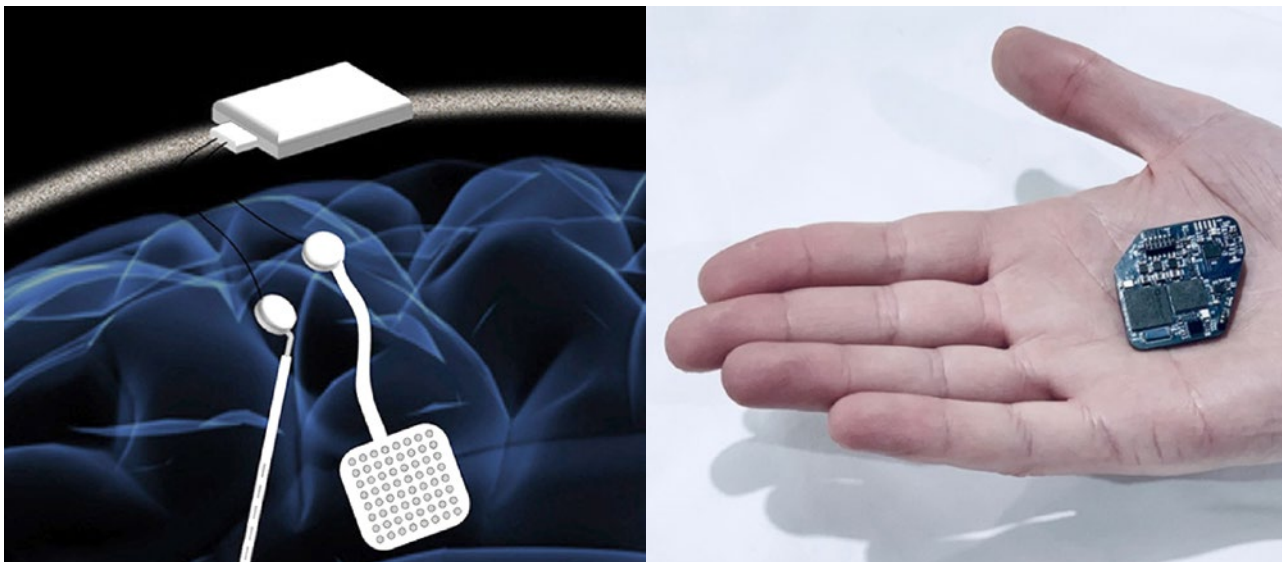


Рис. 24. Многофункциональное устройство WAND.

Инсульт может привести к различным серьезным нарушениям здоровья, вызванным повреждением нейронных связей в головном мозге. Исследователи из Центра инсульта Эдди Скурлока в Хьюстонской методистской больнице в Техасе (США) в настоящее время успешно протестировали носимый мультифокальный транскраниальный вращающийся стимулятор с постоянными магнитами (TRPMS) (рис. 25) для повышения нервной активности вблизи поврежденных областей мозга у пациентов, перенесших инсульт.

В исследовании приняли участие 30 пациентов, половина из которых использовала TRPMS, а другая половина получала обычное лечение. У всех участников присутствовали одинаковые симптомы в виде слабости в половине части тела спустя три месяца после инсульта. Участникам исследования сканировали мозг с помощью функциональной МРТ до и после лечения, что позволило исследователям увидеть количество нейронной активности. У 30 испытуемых наблюдалось статистически значимое изменение мозговой активности. Если результаты подтвердятся в более масштабном исследовании, эта технология станет первым в мире проверенным методом лечения для восстановления двигательной функции после хронического ишемического инсульта. Есть надежда, что стимуляция улучшит связность нейронов мозга, чтобы ускорить реконструкцию и реабилитацию пациента после инсульта. Устройство неинвазивно и позволяет пользователю носить его с комфортом. Это означает, что оно может быть быстро принято для клинической практики.

Исследователи из Техасского университета в Далласе (США) разработали и внедрили технологию терапии с помощью стимуляции блуждающего нерва, которая значительно улучшила восстановление движений у пациентов, перенесших инсульт. Устройство, получившее название Vivistim, в настоящее время тестируется и разрабатывается компанией UT Dallas spinoff под названием MicroTransponder. Имплантат основан на принципе, что синхронизация стимуляции блуждающего нерва с движением увеличивает нейронную пластичность в головном мозге, что приводит к усиленному восстановлению (рис. 26).



Рис. 25. Стимулятор головного мозга (Eddy Scurlock stroke center).

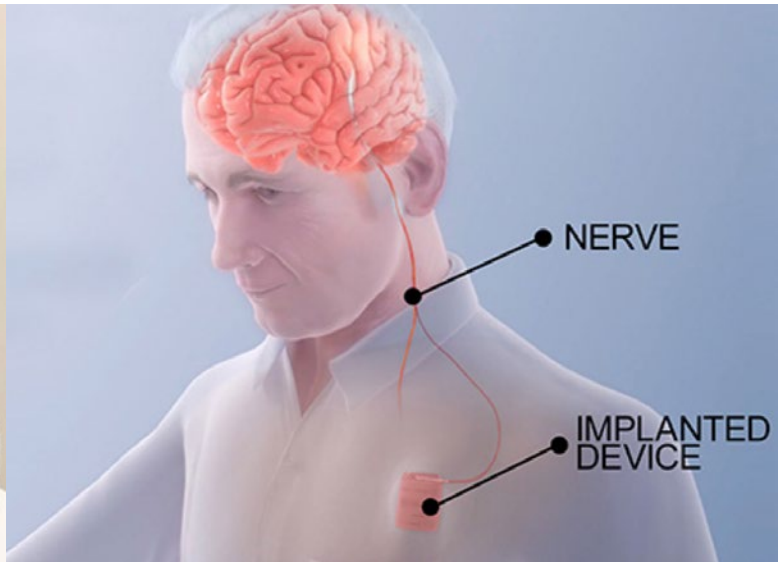


Рис. 26. Принцип технологии терапии стимуляции блуждающего нерва, The University of Texas at Dallas.

Исследовательская группа стремилась усилить нейропластичность во время реабилитации с помощью небольшого количества электричества. Для этого они разработали устройство, которое можно имплантировать для стимуляции блуждающего нерва в области шеи. Блуждающий нерв контролирует парасимпатическую нервную систему, и электрическая стимуляция этого нерва может помочь повысить пластичность нервной системы.

Исследователи объединили стимуляцию блуждающего нерва с традиционной физической реабилитацией и точно рассчитали время, когда стимуляция нерва происходит во время движений пораженной конечности. В исследовании команда обнаружила, что вагусный имплантат удвоил эффективность реабилитации, что привело к вдвое большему восстановлению движений у пациентов, получивших данное лечение.

Новое медицинское устройство показывает, что может остановить когнитивное снижение у людей с болезнью Альцгеймера, без лекарств и с незначительными побочными эффектами.

Система MemorEM от компании NeuroEM Therapeutics (США) (рис. 27) обеспечивает транскраниальную электромагнитную терапию (ТЭМТ) мозга пациентов в течение двух одночасовых сеансов каждый день в течение двух месяцев. Это включает в себя распространение электромагнитных волн в направлении β -амилоидных агрегатов, которые, по-видимому, ответственны за симптомы болезни Альцгеймера. В ранее проведенных исследованиях на животных было показано, что ТЭМТ действительно предотвращает образование β -амилоидных агрегатов и даже разрушает существующие конгломерации.

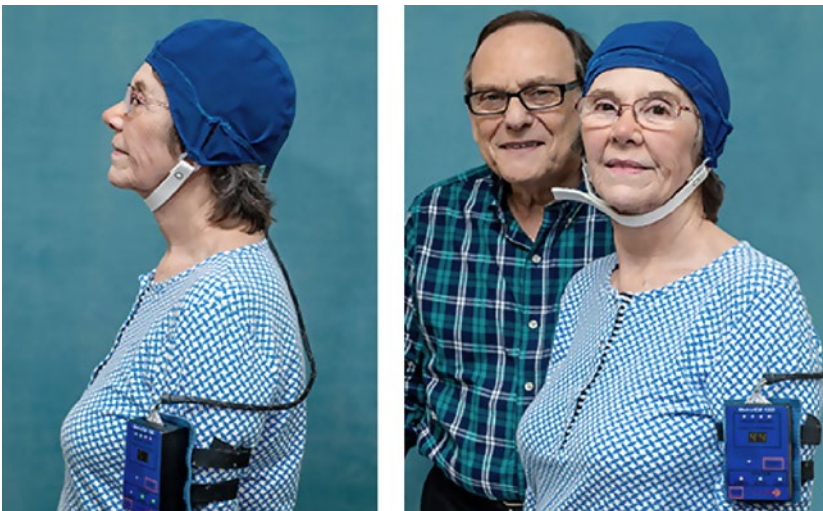


Рис. 27. Система MemorEM.

Травмы спинного мозга могут оставить людей парализованными и лишит чувствительности большую часть тела. Как известно любому человеку с периферической невропатией, неспособность ощущать руки и ноги затрудняет захват и манипулирование физическими предметами. Обеспечение осязания является необходимым условием для правильного лечения.

Для решения проблемы за последнее десятилетие было проведено огромное количество исследований по преодолению паралича с помощью нейрокомпьютерных интерфейсов.

Исследователи из компании Batelle (США) и медицинского центра Векснера Университета штата Огайо (США) сообщили, что человек с клинически полной травмой спинного мозга теперь может двигать парализованной рукой и чувствовать, к чему он прикасается.

Шесть лет назад в медицинском центре человеку был имплантирован чип нейрокомпьютерного интерфейса в кору мозга. В процессе исследования был обнаружен сигнал, который достигает мозга по не исследованным ранее путям и который обнаруживается с помощью нейро-компьютерного интерфейса. В свою очередь сигнал переводится и направляется на тактильное устройство (рис. 28), которое создает вибрацию, создающую ощущение осязания. Об этом сообщается в опубликованном в журнале Cell исследовании.



Рис.28 Тактильное устройство, The Ohio State University.

Высокоточные нейрокомпьютерные интерфейсы обычно требуют установки имплантата под черепом, что является крайне инвазивной и потенциально опасной процедурой. Новое устройство, разработанное в Мельбурнском университете в Австралии (рис. 29), сочетает в себе простоту доставки сосудистого стента с возможностями нейронного массива, и оно планируется к исследованиям на людях.

Устройство-стент Stentrode уже успешно имплантировано в поверхностную кортикальную вену животного (овцы), которая расположена рядом с моторной корой. Исследователи с помощью устройства смогли записать электрическую активность моторной коры, которая хорошо коррелировала с теми же самыми мозговыми волнами, собранными с помощью традиционных эпидуральных поверхностных массивных электродов.

Новое исследование стента, которое в настоящее время продвигается компанией Synchron, будет включать в себя тестирование безопасности устройства с использованием технологии Thought-to-Text и программного обеспечения BrainOS. BrainOS позволяет пациентам контролировать все виды вспомогательных устройств, просто думая о них, и сочетание технологий может дать людям с тяжелыми формами инвалидности возможность обрести реальную независимость.

Начало этого исследования является важной вехой для технологической индустрии и указывает на новую форму лечения людей с параличом.

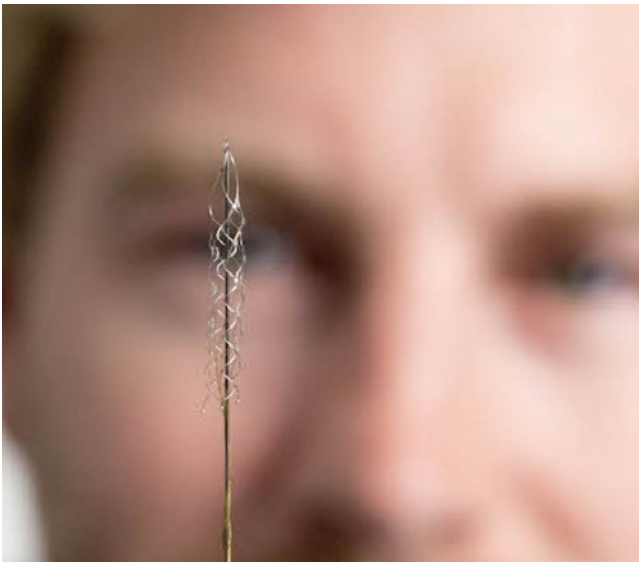


Рис. 29. Устройство-стент Stentrode.

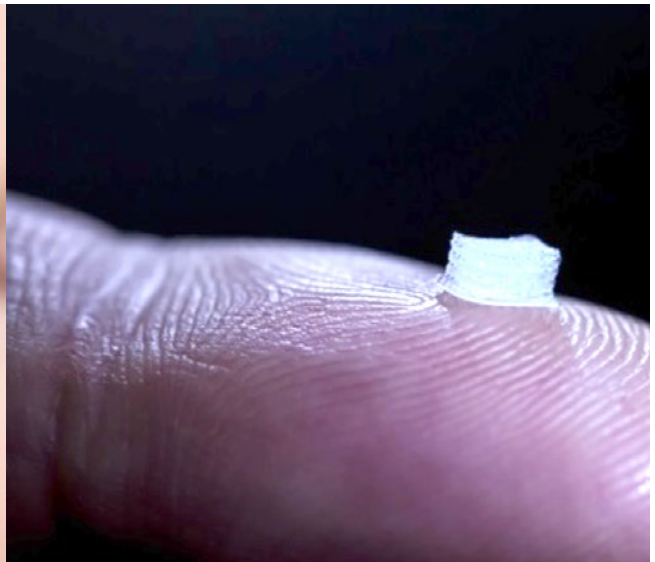


Рис. 30. 3D-печатный скаффолд, University of Minnesota.

В Университете Миннесоты (США) исследователи указывают на потенциальное решение в виде 3D-печатных скаффолдов (рис. 30) с размещением нейронных стволовых клеток.

Команда уже создала прототип устройства, сделанного из силикона с напечатанными в его структуре живыми клетками. Устройство предназначено для имплантации в месте повреждения, чтобы позволить клеткам, встроенным в него, размножаться и связывать две разъединенные части спинного мозга вместе. Есть предположение, что это приведет к значительному восстановлению функциональных способностей парализованных пациентов.

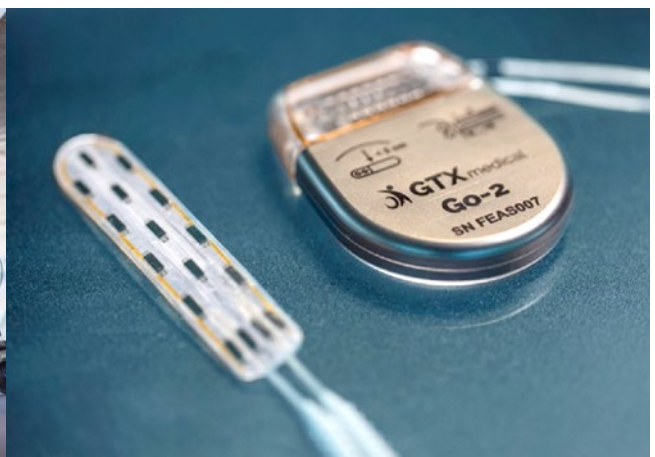
Этот процесс включает в себя сначала сбор клеток у пациента, а затем преобразование их в нейронные стволовые клетки. Эти клетки затем печатаются на подготовленной кремниевой направляющей, которая сохраняет клетки живыми. В рамках этой технологии нейронные стволовые клетки способны трансформироваться в настоящие нейроны.

Большая проблема заключалась в том, чтобы убедиться, что клетки остаются живыми в процессе печати, что требовало довольно много проб и ошибок. В своих более поздних попытках исследователи смогли сохранить около 75 % напечатанных клеток живыми и готовыми к имплантации.

GTx Medical, медицинская компания с офисами в Нидерландах и Швейцарии, объявила об одобрении FDA для системы Go-2, имплантата (рис. 31), который обеспечивает целенаправленную эпидуральную стимуляцию позвоночника для пациентов с травмами спинного мозга. Устройство предназначено для того, чтобы позволить таким пациентам восстановить двигательную функцию ног и неврологический контроль.



Рис. 31 Система нейростимуляции Go-2 GTx Medical.



В настоящее время пациенты с параличом нижних конечностей, вызванным травматическими повреждениями спинного мозга, имеют ограниченные возможности в плане существенного функционального восстановления. Система Go-2 позволяет изменить ситуацию для пациентов с достаточным количеством оставшихся спинномозговых нервных волокон. Устройство передает электрические импульсы оставшимся нервным волокнам, которые имитируют двигательные импульсы, возникающие во время ходьбы.

Эти импульсы синхронизируются с движениями пациента в режиме реального времени, и, по сути, устройство обучает мозг использовать оставшиеся нервные волокна при ходьбе. При использовании с течением времени устройство позволяет осуществить нейронную перестройку, что может привести к долгосрочному улучшению мобильности пациента.

РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПЕДИАТРИИ

Реабилитационные технологии в педиатрии, как и у взрослых пациентов, ориентированы в значительной степени на терапию неврологических нарушений, и цель реабилитации заключается в улучшении независимости ребенка в повседневной жизни, развитии его деятельности. Усиление независимости уменьшит бремя заботы в семье и позитивно повлияет на качество жизни, как для молодого пациента, так и для его близких.

ЦЕРЕБРАЛЬНЫЙ ПАРАЛИЧ

Одно из направлений работы – спектр неврологических нарушений, связанных с церебральным параличом (ЦП).

ЦП ассоциируется с нарушениями в двигательной, когнитивной и сенсорной системах. ЦП – моторная дисфункция, вызванная поражениями головного мозга, которые происходят внутриутробно или, в некоторых случаях, до достижения возраста 2 лет. Характерные симптомы ЦП включают спастичность, мышечную слабость, ригидность и потерю избирательного моторного контроля. Наиболее часто используемые системы классификации основаны на общей двигательной способности. Пациенты с высокой двигательной способностью могут ходить самостоятельно и иметь чрезмерное напряжение в одной или нескольких мышцах (спастичность), что приводит к более высоким затратам энергии, более медленному передвижению и плохому балансу. И напротив, пациенты с низкой общей двигательной способностью большую часть дня проводят в инвалидном кресле и остаются зависимыми от опекунов на всю жизнь. Инженерные технологии для пациентов с ЦП в значительной степени зависят от тяжести заболевания и включают в себя снятие напряжений и обучение движениям верхних конечностей, походке и равновесию. Цель управления ЦП состоит в увеличении функциональности, улучшении возможностей и поддержании здоровья в терминах локомоции, когнитивного развития, социального взаимодействия и независимости.

Реабилитационные устройства, направленные на индуцирование повторяющегося шага движения, классифицируются от относительно простых, построенных на основе концевых эффекторов и размещенных на беговой дорожке, например, система Lokohelp Pedago компании Lokohelp Group (Германия), до более сложных систем, таких как LYRA компании Ability AG (Швейцария) (рис. 32), в которых можно тренировать повторяющиеся физиологические движения ног.

LYRA позволяет обучать детей и подростков с ростом тела от 1,00 до 1,95 м и массой тела до 150 кг. Пациент закрепляется на подножках, и длина шага регулируется от 39 до 67 см в зависимости от потребности пациента.

Система G-EO (рис. 33) компании Reha Technology AG (Швейцария) позволяет практиковать также подъем по ступеням лестницы. Также система обеспечивает вращение таза для физиологического характера походки и смещения веса с одной ноги на другую. Педиатрический модуль предназначен для детей с высотой тела от 0,90 до 1,60 м и максимальным весом 50 кг.



Рис. 32. Система LYRA.

Рис. 33. Система G-EO.

Экзоскелетный тренажер походки Lokomat (рис. 34) компании Носома AG (Швейцария) адаптирован также для использования в педиатрии [42]. Эта система позволяет обеспечивать полное биомеханическое управление тазобедренными и коленными суставами. Наиболее молодые пациенты используют систему с мотивирующими игровыми сценариями, которые обеспечивают онлайн-обратную связь об активном участии пациента. Lokomat является одним из наиболее широко распространенных роботизированных реабилитационных систем (>550 взрослых и >200 педиатрических устройств по всему миру). Это также, безусловно, самый исследуемый в научных статьях тренажер в мире.



Рис. 34. Экзоскелетный тренажер походки Lokomat и игровое программное обеспечение для детей.

Клиническое применение свидетельствует, что эффективность реабилитационных технологий в сочетании с играми намного выше у детей по сравнению со взрослыми. Молодые пациенты могут легко по-

грузиться в игры и идентифицировать себя с аватаром. Привлекательная высококачественная графика увеличивает погружение, что выгодно с точки зрения мотивации, а также в плане продолжительности обучения и количества повторений.

Многие функции, например, кратковременная память, избирательное или разделенное внимание, бдительность, могут быть частично поражены после врожденных или приобретенных заболеваний, но при использовании игр их тренировка становится эффективнее.

При использовании системы Locomat новое программное обеспечение для детей позволяет расширить спектр обучающих алгоритмов, включив в них дополнительные упражнения для верхних конечностей. В недавно разработанном сценарии игры (рис. 34) основное внимание по-прежнему уделяется исполнению активных шаговых движений, но дополнительные задания для верхних конечностей побуждают пациента разделить свое внимание. Этот двухзадачный подход должен напоминать когнитивную нагрузку, испытываемую во время реального передвижения.

Родители детей, проходящих нейрореабилитацию, нередко сообщают, что они отдают задаче улучшения походки больший приоритет, чем изменениям в функционировании верхних конечностей. Однако не следует забывать, что функции руки и кисти очень важны, как предпосылки для многих видов деятельности в повседневной жизни и для общей независимости пациента.

В последнее время все больше систем для обучения верхних конечностей вступили в область реабилитации, и относительно недавно терапевты начали применять эти системы к детям с неврологическими диагнозами.

Концевое эффекторное устройство верхней конечности InMotion2 компании Bionik Laboratories Corp (США) позволяет тренировать плоскостные движения в двухмерном рабочем пространстве (рис. 35). Это устройство активно используется в наши дни и, вероятно, лучше всего исследовано как роботизированное устройство для реабилитации верхних конечностей в педиатрии.

Педиатрическая система Armeo Spring компании Hocoma AG (Швейцария) – это эргономичный экзоскелет, который позволяет тренировать движения руки в трех измерениях (рис. 36). Антропометрия устройства позволяет его использовать детям с 5 лет и старше. Armeo Spring Pediatric включает инструменты расширенной обратной связи и оценки эффективности для поощрения и мотивации пациентов.



Рис. 35. Устройство InMotion2.



Рис. 36. Система Armeo Spring.

Еще одним устройством, которое можно использовать для тренировки активных, вспомогательных или пассивных движений, является Amadeo компании Tyromotion GmbH (Австрия) (рис. 37). Это устройство фокусируется на движениях руки и пальцев. Несколько сценариев игр могут выполняться за счет адекватных движений пальца или руки.



Рис. 37. Устройство Amadeo.

Система YouGrabber (рис. 38) компании YouRehab Ltd. (Швейцария) на основе перчаток без дополнительной поддержки использует игры для тренировки рук и хватательных движений. Система содержит две перчатки, инфракрасную камеру и дисплей. Это позволяет вести интерактивное обучение, игры могут быть выбраны для тренировки специфических движений в одном суставе, возможны более сложные многосуставные движения, в том числе двусторонние движения, а также зеркальное обучение.



Рис. 38. Система YouGrabber.



Рис. 39. Система YouKicker.

Аналогичная разработка для нижних конечностей YouKicker (рис. 39), которая поставляется с двумя наборами электронных датчиков и программным обеспечением, помогает пациентам с трудностями при ходьбе улучшить координацию ног и ступней, равновесие и стабильность походки. Это решение было разработано для обеспечения поддержки подвижности и интерактивной терапии коленей, голеней и стоп. Как YouGrabber, так и YouKicker используют технологии виртуальной реальности для поддержки терапии пациентов с нарушениями центральной нервной системы, ортопедическими нарушениями, нейродегенеративными расстройствами, а также когнитивным дефицитом внимания и реакции.

РАССТРОЙСТВА АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Современный мир характеризуется нестабильным состоянием здоровья детей и подростков, а также снижением функциональных резервов и адаптационных возможностей организма. У подрастающего поколения часто наблюдается нарушение социального взаимодействия, замкнутость, ограниченность интересов, своеобразие поведенческих реакций, а также психические и речевые расстройства, которые попадают в категорию расстройств аутистического спектра (РАС). РАС – это зонтичный термин, который включает в себя такие расстройства, как детский аутизм, атипичный аутизм, органический аутизм, аутистическое расстройство и синдром Аспергера. Для этих расстройств характерны трудности в области социального взаимодействия и коммуникации, а также ограниченный и повторяющийся круг интересов и занятий.

Использование реабилитационных технологий при РАС может быть актуальным в части развития, образования, коммуникации, коррекции поведения и при сенсорных проблемах. Развитие носимых и мобильных технологий, нацеленных на вышеупомянутые области, может улучшить жизнь как детей, так и родителей, обеспечив путь ребенка к жизненной независимости. Мобильные технологии и носимые устройства мобильны и незаметны при носке, а также быстро развиваются с точки зрения еще большего уменьшения размера и увеличения функциональности. Эти технологии могут быть использованы различными способами, например, в качестве мотивирующего инструмента обучения или стратегии для повышения самостоятельности или для альтернативного и дополняющего общения.

Существуют доказательства того, что реабилитационная терапия с использованием виртуальной реальности может помочь детям с РАС улучшить результаты по сравнению с традиционными методами лечения. Она может быть использована у этих пациентов в качестве инструмента обучения, а также для повышения социальных навыков, общения, социального познания и функционирования.

Floreo – это иммерсивная VR-программа компании Floreo Inc. (США) для детей с РАС в возрасте от семи лет и старше, предназначенная для развития жизненных и социальных навыков (рис. 40). Первоначально проект Floreo сосредоточился на развитии навыков совместного внимания, когда два человека сосредотачиваются на объекте вместе, что часто является сложным для детей с РАС и может препятствовать социальной связи. Экспериментальное исследование показало улучшение совместного внимания после использования программы. Также важно, что пациенты хорошо переносили использование гарнитуры и были увлечены процессом.

Компания-разработчик предприняла шаги, чтобы провести более обширные исследования и значительно расширить функционал устройства. В дополнение к задаче совместного внимания предлагаются модули, которые помогают детям учиться таким навыкам, как имитация, жесты, переход улицы, внимательность и соблюдение мер безопасности; модули для школьных социальных навыков и безопасности путешествий. Такие программы, как Floreo, относительно доступны и просты в использовании, обладают реальным потенциалом в качестве классных инструментов для учителей специального образования и инклюзивного образования.



Рис. 40. VR0-устройство Floreo.

Исследователи из Университета Ньюкасла (Великобритания) объединили усилия с инновационной технологической фирмой Third Eye Neuro Tech для разработки «Голубой комнаты» (рис. 41), пространства, которое позволяет им создавать персонализированную 360-градусную виртуальную среду, где дети с АСР могут противостоять своим страхам и фобиям и учиться преодолевать их. Находясь в «Голубой комнате», дети могут безопасно исследовать самые разнообразные сценарии, используя iPad, находясь рядом с терапевтом. Таким образом, они могут постепенно погружаться в стрессовые ситуации, сохраняя при этом полный контроль на протяжении всего процесса. Рандомизированное контролируемое исследование с участием детей с РАС показало, что 40 % детей, получавших лечение в «Голубой комнате», продемонстрировали улучшение в преодолении страхов и фобий через две недели, в то время как 45 % показали улучшение через шесть месяцев.



Рис. 41. Пространство Blue Room.

Интерактивные и мультисенсорные технологии теперь превращают обычный учебный класс в «волшебную комнату» (рис. 42), где дети с синдромом дефицита внимания, аутизмом, синдромом Дауна и другими проблемами нейроразвития могут играть и учиться в среде, которую исследователи называют новым видом интеллектуального пространства. После семи лет сотрудничества с терапевтическими школами и институтами в Италии ученые из Миланского политехнического университета разработали «волшебную комнату» для двух терапевтических центров в Милане и Риме.

Чтобы создать «волшебную комнату», исследователи объединили современную аудиовизуальную технологию, интерфейс Microsoft XBox 360 Kinect и мультисенсорную среду Snoezelen, которая использует свет, мыльные пузыри и ароматы, чтобы помочь уменьшить беспокойство, привлечь пользователя, стимулировать реакции и поощрять общение.

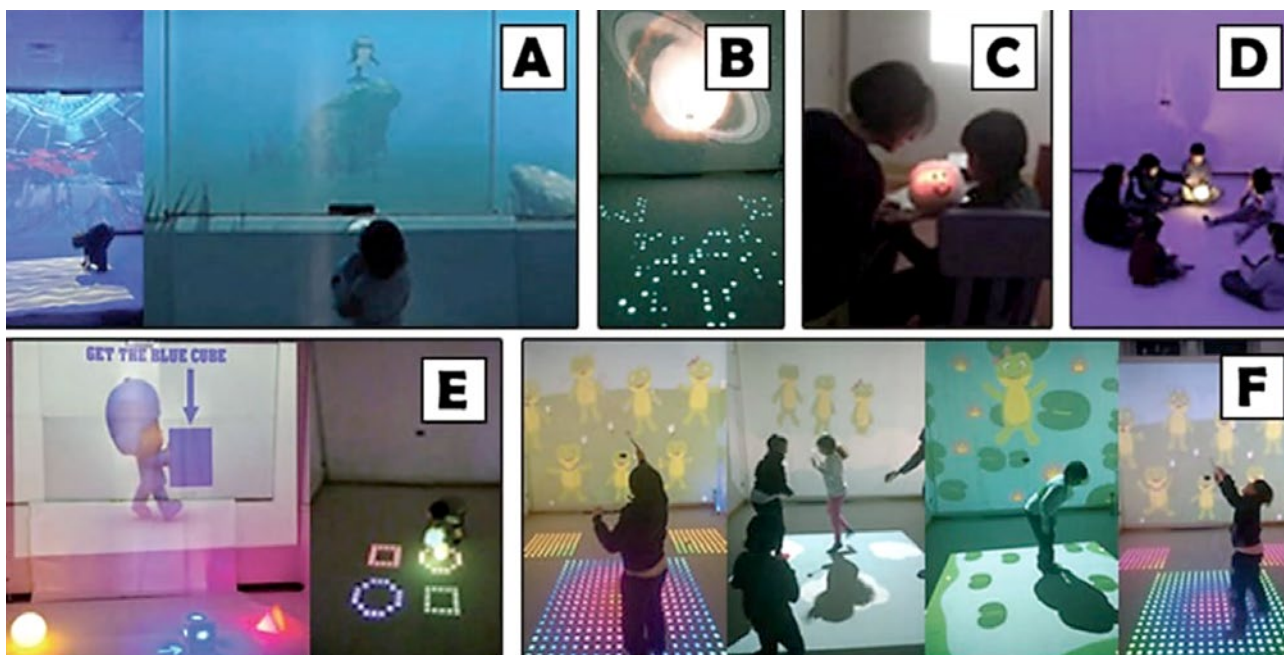


Рис. 42. Пространство Magic Room. Переживания в волшебной комнате:

А–В. «Расслабление с проекциями морского мира и космоса», С. «Волшебный шар», D. «Передайте свет», E. «Формы», F. «Рассказывание историй».

«Волшебная комната» уникальна тем, что она поддерживает гамму стимулов, режимов взаимодействия и игрового опыта, которые недоступны все вместе в существующих интеллектуальных пространствах для детей с нейрорасстройствами.

В настоящее время насчитывается примерно 1000 приложений (рис. 43) в Apple App Store или Google Play Store, адресованных решению проблем пациентов с АСР (рис. 41).

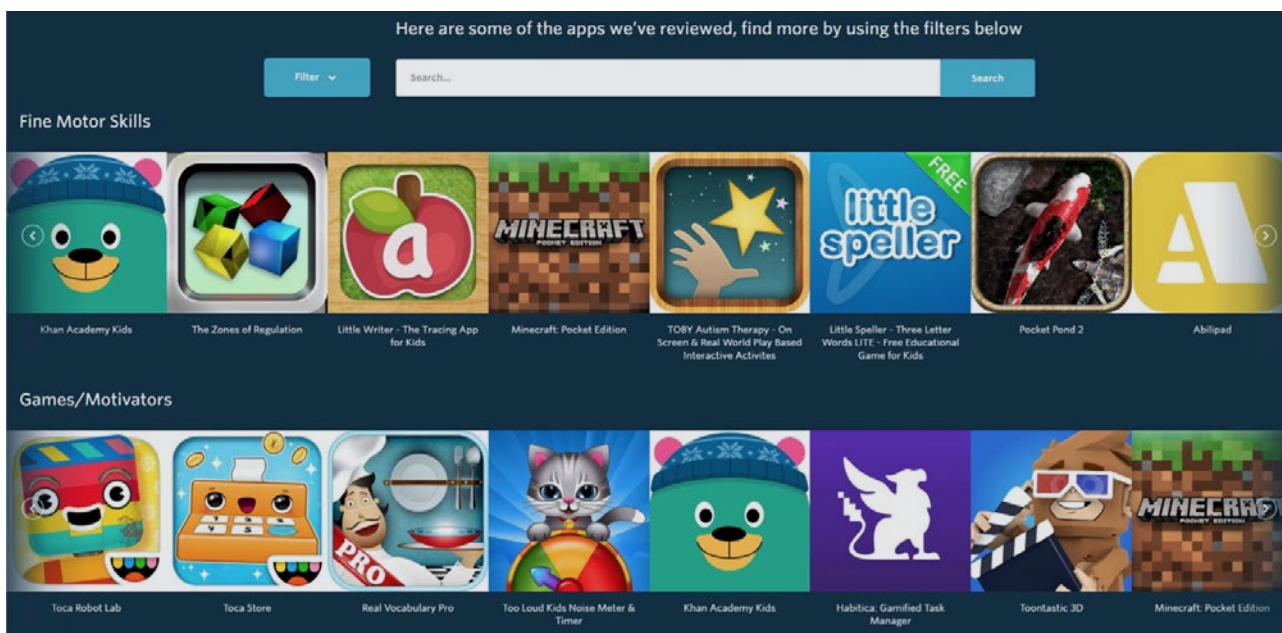


Рис. 43. Мобильные приложения, адресованные проблемам АСР.

Большинство мобильных приложений ориентировано на развитие социальных и эмоциональных навыков. Многие приложения используют пользовательские фотографии (Autimo, LOOK AT ME (рис. 44), Let's Learn Emotions, and Names to Face) или используют базы данных фотографий различных эмоций с лицами разных национальностей и возрастов, чтобы дети могли овладеть своими социальными способностями в правдоподобных сценариях, и обучают их находить одну и ту же эмоцию у разных людей.



Рис. 44. Приложение LOOK AT ME.

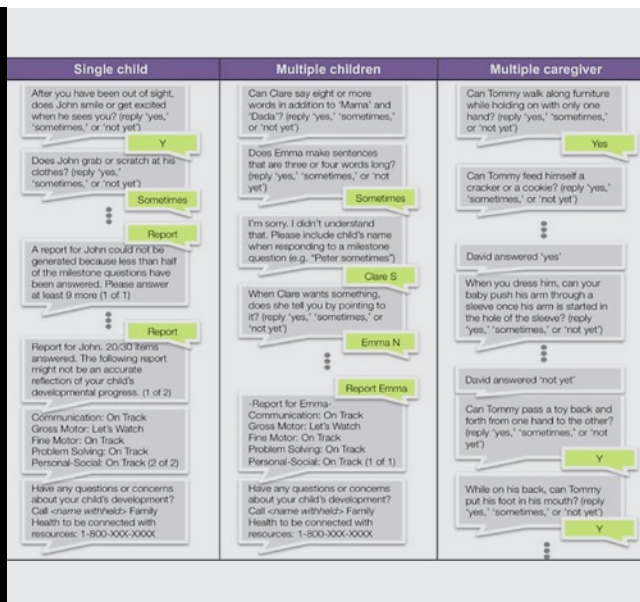


Рис. 45. Приложение Baby Steps Text.

Одним из последних интересных применений мобильных устройств является оказание помощи в оценке аспектов, связанных с нарушениями РАС. Baby Steps Text – это автоматизированный инструмент на основе текстовых сообщений, который побуждает родителей или воспитателей отслеживать и просматривать данные о вехах развития детей с намерением выявления задержки раннего развития,

включая аутизм (рис. 45). Этот инструмент был разработан и оценен совместно с целевыми семьями. На рисунке изображен пример использования приложения: текст серого цвета – вопросы Baby Steps Text, зеленого цвета – ответы родителей или воспитателей.

Дети с РАС, как и большинство других детей, любят играть с роботами. Дети с РАС менее тревожны, когда имеют дело с роботами, чем с людьми. Робот способен выдавать один и тот же предсказуемый ответ, снова и снова, не расстраиваясь и не уставая. Это повторение и последовательность имеют решающее значение в процессе обучения детей с аутизмом. Кроме того, этот инновационный подход может стать ответом на некоторые барьеры, с которыми сталкивается традиционная терапия, такие как высокая стоимость или ограниченная доступность.

QTrobot (рис. 46) разработан люксембургской компанией LuxAI. Это выразительный и привлекательный гуманоидный робот, предназначенный для оказания помощи в обучении аутичных детей необходимым социальным навыкам.

QTrobot имеет две подвижные руки и большую голову с жидкокристаллическим экраном, который действует как лицо робота. QTrobot может видеть, слышать и говорить благодаря 3D-камере RealSense, чувствительному микрофону и мощным динамикам. QTrobot способен передавать широкий спектр эмоций с помощью четких визуальных сигналов, что облегчает распознавание для людей с аутизмом. Робот имеет рост около двух футов и весит около 5 кг.

Примерно 30 % детей младшего возраста с РАС также имеют симптомы синдрома дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ). Впервые в качестве немедикаментозного лечения этого заболевания предложена система внешней стимуляции тройничного нерва (eTNS) компании NeuroSigma (США) для лечения СДВГ у детей в возрасте от 7 до 12 лет. Эта система также используется для лечения посттравматического стрессового расстройства (ПТСР), эпилепсии и депрессии (рис. 47). Устройство подает электрический ток через электронный патч, прикрепленный ко лбу. Это создает ощущение покалывания, но в остальном нет никакой боли или дискомфорта, которые дети должны чувствовать во время терапии. Терапия проводится только по рецепту врача, и ожидается, что родители или другие воспитатели будут помогать детям во время сеансов лечения.

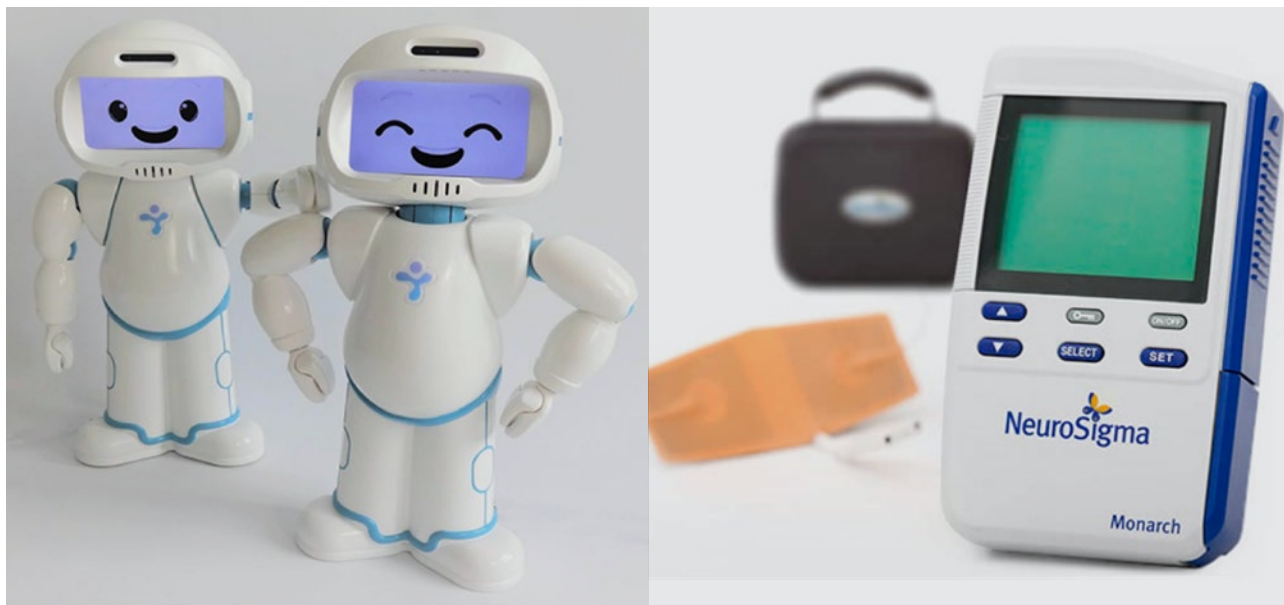


Рис. 46. Робот QTrobot.

Рис. 47. Система нейростимуляции Monarch.

В ПОМОЩЬ УЧАЩИМСЯ

В связи со спросом на навыки в XXI веке возрастает потребность в использовании и разработке вспомогательных технологий, в устройствах и программном обеспечении, которое можно будет использовать детям с ограниченными возможностями в учебе.

Учителя и другие специалисты сталкиваются с проблемами использования вспомогательных технологий, выбора подходящей вспомогательной технологии, а также с тем, как использовать и как оценить эффективность вспомогательных технологий. Предоставление учащимся возможности сидеть и свободно перемещаться имеет важное значение для их самостоятельности. Вспомогательные устройства помогают учащимся активно взаимодействовать со своими сверстниками. Сегодня использование ротовой палочки, инструментов маршрутизации для инвалидных колясок и устройства GPS-слежения – распространенные инструменты, которые могут помочь студентам с улучшением их мобильности в XXI веке.

Учащиеся с ограниченными физическими возможностями используют ротовую палочку для самостоятельного выполнения заданий. Это мобильное устройство, которое позволяет студентам контролировать и вводить информацию с помощью палки, которой они могут легко манипулировать своим ртом. Такие инструменты позволяют учащимся овладевать навыками работы на клавиатуре и творчески решать задачи (например, рисовать с помощью ротовой палочки).

Например, системы Sip-and-Puff используются учащимися, имеющими проблемы с мобильностью, такие как паралич и нарушения мелкой моторики. Эти системы позволяют ребенку управлять компьютером, мобильным устройством или другим технологическим приложением, перемещая устройство ртом. Подобно джойстику, ребенок может перемещать контроллер в любом направлении и нажимать на различные инструменты навигации с помощью глотка или затыжки.

Jouse3 представляет собой устройство, позволяющее детям управлять чем-либо, используя любую часть полости рта, щеки, подбородок или язык. Благодаря точности и скорости реакции его также можно использовать для рисования или компьютерных игр. Его можно установить на рабочий стол, каркас кровати или любую другую конструкцию. Он не требует головного убора или размещения на теле пользователя. Продукт поддерживается на Windows, Macintosh, Linux и Unix, а также мобильных устройствах Android и iOS. Он может поддерживать один или два внешних переключателя и имеет два типа мундштуков.

Origin Instruments предлагает ряд продуктов, которые учащиеся могут использовать для управления электронными устройствами. Используя пользовательский интерфейс на голове или на гибкой шее или доступную трубку, ребенок может легко управлять мышью, джойстиком или клавиатурой. Основная система получает питание по USB. Продукт поддерживает компьютеры на базе Windows, Macintosh и Linux. Два реле давления соединяют систему с решением пользовательского интерфейса для использования на электронных устройствах.

В XXI веке общение играет жизненно важную роль в успехе ученика. Коммуникационные инструменты с использованием вспомогательных технологий подходят для учащихся с проблемами речи и слуха. Некоторые из стандартных вспомогательных устройств, используемых сегодня для связи, включают программное обеспечение для распознавания речи и устройство для генерации речи.

Программное обеспечение для распознавания речи помогает студентам разговаривать с компьютером через микрофон, а произносимые слова, в свою очередь, отображаются в виде текста. Этот тип вспомогательных устройств полезен для учащихся, поскольку он позволяет учащимся выбирать на мониторе слова, которые не распознаются во время разговора. Это полезно для учащихся, у которых есть проблемы с моторикой, ограниченной подвижностью и способностями к устной речи.

Отдельно стоит отметить устройство для генерации речи – это портативный инструмент, который содержит одну или несколько панелей или переключателей, которые при нажатии активируют предварительно записанный оцифрованный или синтезированный речевой вывод. Это автономное устройство, обычно крошечное и легкое, или программное обеспечение, которое устанавливается на планшет или телефон. Это полезный инструмент АТ, потому что учащиеся с ограниченными возможностями могут быть не в состоянии говорить самостоятельно и использовать устройство, генерирующее речь, для общения с окружающими их людьми.

Традиционные инвалидные коляски уходят в прошлое. Сейчас большинство инвалидных колясок – электронные и имеют усовершенствованный инструмент маршрутизации, который помогает учени-

кам быть мобильнее. Инструменты маршрутизации для инвалидных колясок – это вспомогательное устройство, которое помогает студентам легко перемещаться по общественным местам.

Еще одно интересное устройство – технологическая инновация – продвинутое устройство GPS-слежения. Это мобильное устройство, которое использует спутниковую технологию, чтобы помочь определить направление и отследить местоположение человека. Это отличный инструмент, который позволяет слабовидящим ученикам находить направления для свободного передвижения внутри учебного заведения.

Различные вспомогательные слуховые системы или вспомогательные слуховые технологии могут помочь глухим или слабослышащим учащимся, а также тем, у кого есть другие проблемы со слухом и обучением. По данным Национальной ассоциации глухих, вспомогательные слуховые аппараты могут использоваться для увеличения досягаемости и эффективности слуховых аппаратов и кохлеарных имплантатов или детьми, которым эти инструменты не нужны, но которые все же нуждаются в помощи. Системы вспомогательного прослушивания используют микрофон, передающую технологию и устройство для улавливания и передачи звука в ухо. Конкретная технология передачи, используемая в системе, обычно отличает один тип вспомогательной системы прослушивания от другого.

Еще одно интересное устройство – FM-системы, которые являются лучшим выбором для детей с нейросенсорной тугоухостью. Нейросенсорная тугоухость, наиболее распространенный тип потери слуха, характерный для всех возрастов, возникает при повреждении внутреннего уха (улитки) или нервных путей от внутреннего уха к мозгу. FM-системы работают с использованием технологии радиовещания. С передатчиком микрофона и приемником учитель и ученик могут поддерживать постоянный уровень взаимосвязи, независимо от расстояния и фонового шума. Кроме того, ASHA отмечает, что микрофон слухового аппарата можно отключить, чтобы ученик мог сосредоточиться только на учителе.

Однако не всегда для того, чтобы помочь студентам с ограниченными возможностями, нужны большие денежные инвестиции. Более 25 миллионов инвалидов для обучения используют Google Drive, обладающий инструментами, которые помогают студентам читать, писать и учиться. Одна из самых полезных программ на Google Диске – это Google Read & Write. Учителя могут интегрировать это учебное программное обеспечение в учебную программу, чтобы помочь ученикам самостоятельно выполнять задания и проекты.

Еще одно приложение – Ginger. Решение предлагает несколько функций, которые могут помочь учащимся с дислексией и другими нарушениями обучения письму. Он также предназначен для говорящих на других языках, кроме английского. Некоторые из функций включают:

- Средство проверки грамматики, которое анализирует контекст, чтобы определить любые ошибки или орфографические ошибки;
- Инструменты предсказания слов (автоматический ввод целого слова по первым буквам) и перефразирования предложений, которые могут быть полезны учащимся, которые учатся правильно строить предложения;
- Инструмент, позволяющий учащимся слышать то, что они написали;
- Персональный тренер, который проводит практические занятия на основе прошлых ошибок, допущенных учеником.

Ginger доступен для Windows и Mac, а также для мобильных устройств iOS и Android.

Различные технологии и инструменты могут помочь учащимся, у которых проблемы с математикой, чаще всего возникающие при нарушении обучаемости, называемом дискалькулией. Дискалькулия затрудняет понимание чисел и характеризуется общим отсутствием понимания в области математики.

Вспомогательные технологии в математике предназначены не только для людей с дискалькулией. Они также могут помочь учащимся со слепотой, нарушениями мелкой моторики или другим типом инвалидности, затрудняющим выполнение работы, связанной с математикой.

MathTalk – это математическая программа для распознавания речи, которая может помочь учащимся с различными формами инвалидности. Учащиеся могут решать математические задачи, говоря в микрофон своего компьютера. MathTalk работает с программами Dragon NaturallySpeaking для преобразования голоса в текст, что делает ее идеальной для учащихся с нарушениями мелкой моторики. Студенты с нарушениями зрения или слепоты могут использовать встроенный переводчик Брайля.

В дополнение к этому MathTalk полезен для студентов с дискалькулией. Программа функционирует как электронная таблица по математике, позволяя ребенку организовывать, согласовывать и решать задачи на экране, что делает ее полезной для учащихся, которым трудно решать математические задачи на бумаге.

Есть еще несколько примеров, которые отлично подойдут для детей с ограниченными возможностями. Тактильные флэш-карты, которые помогают учиться по карточкам с напечатанными на них названиями объектов шрифтом Брайля с одной стороны и физической текстурой – с другой, позволяют учиться максимально эффективно.

Еще одно интересное и понятное всем людям устройство – кубик Рубика со шрифтом Брайля. На то, чтобы ощутить поверхность каждого отдельного квадрата в кубике Рубика, может потребоваться немного больше времени, чем на попытку решить его визуально с помощью цветов, но эта версия – интересная задача даже для тех, кто не имеет проблем со зрением.



ДЛЯ ДЕТЕЙ МОЖНО ВЫДЕЛИТЬ ЕЩЕ НЕСКОЛЬКО ИНТЕРЕСНЫХ РЕШЕНИЙ:

- Dragon Dictation – это программа распознавания речи, которая превращает iPad или смартфон в устройство записи речи;
- Proloquo2go – это коммуникационное приложение с поддержкой символов, которое дает голос ребенку, который не может говорить;
- SocialSkillBuilderLite предлагает видеоролики о реальных сценариях и просит пользователя ответить на вопросы и вынести суждение;
- Cut the Rope – это игра, которая помогает детям развивать навыки обучения и даже управлять движениями, наклоняя iPad;
- iTouchiLearnLifeSkills предлагает наглядные расписания, графики вознаграждений, игры с социальными навыками и обучение, чтобы уменьшить беспокойство и укрепить уверенность во время обучения.

ОГРОМНАЯ ЧАСТЬ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ-ИНВАЛИДОВ – ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИОТЕРАПИИ. ДЛЯ ЭТИХ ЦЕЛЕЙ БЫЛИ ПРИДУМАНЫ РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ ОБОРУДОВАНИЯ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ТАКИХ КАК:

- Детский самокат, позволяющий развивать силу, необходимую для движения вперед, а также развивать так называемую проприоцептивную силу и улучшать нейромоторный контроль;
- Тренажеры походки дают независимость детям, которые иначе не могут стоять самостоятельно.

Кроссовки состыковываются с ремнями безопасности и стабилизаторами таза для поддержки. Они также служат в качестве вариантов сопротивления для контроля скорости походки;

- Сенсорная интеграция – важная проблема для детей с особыми потребностями. Дети с расстройствами аутистического спектра (РАС) нуждаются в сенсорной интеграционной терапии, и в этой области имеется разнообразное оборудование для педиатрической физиотерапии. Некоторые качели полностью поддерживают сенсорную интеграцию. Альтернативой является сетка-качели, которая включает в себя элемент силовой тренировки конечностей ребенка;
- Фитнес-качалка Somatron предназначена для сенсорной стимуляции. Пока ребенок лежит в качалке, он ощущает музыкальные колебания. В дизайне качалки особое внимание уделяется принципам виброакустической терапии (ВАТ). В основе терапии лежит идея о том, что сама жизнь основана на вибрации. Это также может быть полезно для людей с СДВГ и послеоперационной болью;
- Детский полулежащий велосипед Kidsfit – это небольшой велосипед для интенсивных аэробных упражнений. Kidsfit разработал велосипед для детей от 10 до 15 лет. Велосипед поощряет самостоятельные упражнения. Ребенок работает в установленное целевое время и отслеживает свой прогресс. Ребенок преодолевает уровни сопротивления, как и на любом велотренажере.

Еще одна технология, помогающая справляться с физическими недостатками, ограничивающими движения и для детей, и для взрослых, представлена корпорацией ReSymmetry, которая разрабатывает интеллектуальные роботизированные системы инвалидных колясок, которые объединяют движения в сидячую позу. Реактивная система меняет свою форму, заставляя пользователя корректировать свою позу, чтобы он мог двигаться, даже сидя в инвалидном кресле. В то же время система оснащена датчиками, которые измеряют различные параметры, например уровень давления, оказываемого при сидении в определенном положении в течение длительного периода времени. Кресло реагирует на пользователя и меняет его положение, чтобы снизить уровень давления и риск развития пролежней.

РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В нашей стране количество лиц с ограниченными возможностями составляет около 9 % от общего количества населения. Согласно оценкам экспертов, общий объем рынка продукции реабилитационной направленности составлял в 2016 году примерно 35,3 млрд рублей, в котором значительную долю занимают импортные товары.

Государственная политика по развитию отечественной реабилитационной промышленности отражена в Стратегии развития производства промышленной продукции реабилитационной направленности до 2025 года. Исследовательские проекты и разработки в сфере реабилитационных технологий активно поддерживаются государственными институтами развития, в частности – Российской венчурной компанией в формате Национальной технологической инициативы, а также Фондом «Сколково».

Центр Национальной технологической инициативы Дальневосточного федерального университета (ДВФУ) – российский центр компетенций с проектным консорциумом по направлению «Нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальности» разработал метод реабилитации двигательных и вестибулярных нарушений с использованием технологий виртуальной реальности на основе тактильной обратной связи. Научные сотрудники центра совместно с Медицинским центром ДВФУ работают над доказательством эффективности данного метода реабилитации для внедрения его в широкую практику. По мнению разработчиков, использование реабилитационного программно-аппаратного комплекса снижает время функционального восстановления, а также время, проведенное в стационаре, не менее чем на 30 %. При эффективном взаимодействии программной и аппаратной части эффективность реабилитации повышается не менее чем на 25 %. Комплекс может снизить уровень инвалидизации пациентов и позволит восстановить трудовую и социальную адаптацию лиц трудоспособного возраста. В процессе реабилитации предлагается использование VR-тренажера, который синхронизирован с костюмом тактильной обратной связи компании TeslaSuit (Белоруссия).

ТАКЖЕ ДАННЫМ ЦЕНТРОМ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ РЕАЛИЗУЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ПРОЕКТЫ:

- Система оцифровки болезни Паркинсона: создание цифровой копии пациента на основе технологии Motion capture – сбор данных, анализ и построение математических моделей.
- Исследование направленной хронической стимуляции спинного мозга (SCS) в реабилитации пациентов, перенесших осложненную спинномозговую травму.
- Разработка научных основ роботизированной нейромиореабилитации.

Устройство «Чарли» (рис. 48), созданное российской лабораторией «Сенсор-Тех», резидентом ИЦ «Сколково», распознает устную речь и выводит ее в виде текста на экране смартфона, планшета, телевизора или Брайлевского дисплея, чтобы люди с нарушением слуха могли общаться друг с другом, не обращаясь за внешней помощью. Высокочувствительное устройство позволяет услышать собеседника на расстоянии двух метров. Подключив к устройству клавиатуру, человек с нарушением слуха сможет ответить в диалоговом окне. Распознавание речи происходит в режиме реального времени. «Чарли» подходит как для индивидуального использования людьми с нарушением слуха и зрения в домашних условиях, так и для установки в общественных местах. Устройство оснащено 4 микрофонами для захвата речи в радиусе 360 градусов. Вес составляет 320 граммов. Время автономной работы – до 11 часов. Проект реализован в рамках дорожной карты «Нейронет» Национальной технологической инициативы.

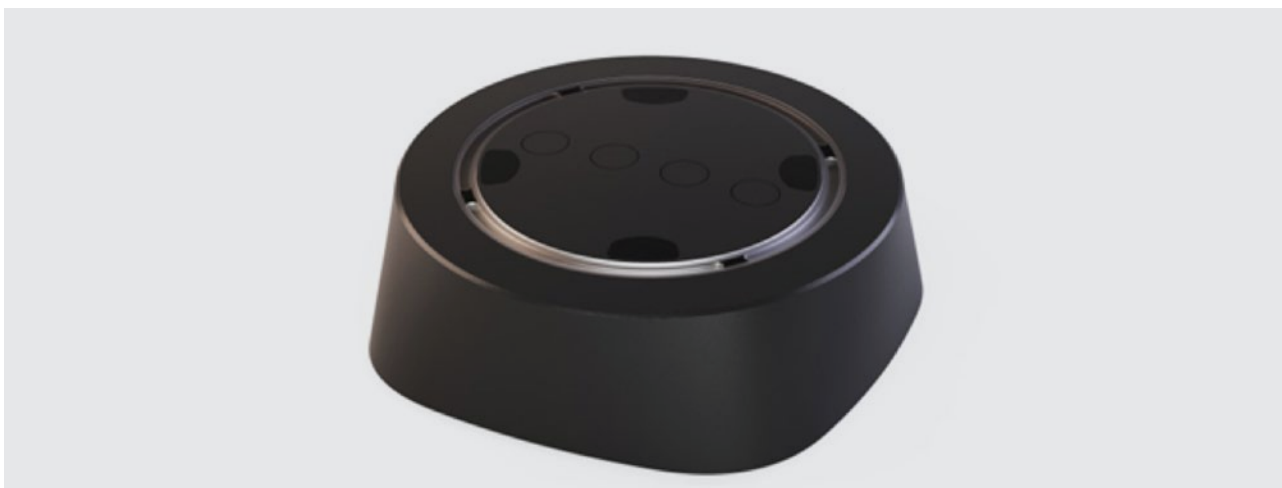


Рис. 48. Устройство «Чарли».

Мультисенсорный тренажер пассивной реабилитации ReviVR (рис. 49), созданный учеными Института инновационного развития Самарского государственного медицинского университета, актуален при нарушениях двигательной функции нижних конечностей, пространственного ориентирования и при зрительных нарушениях. В тренажере применена технология совмещения виртуальной реальности и биологической обратной связи с возможностью решения когнитивных задач. ReviVR совмещает визуальное, слуховое и тактильное воздействие на восприятие пациента с нарушением двигательной функции, имитируя процесс ходьбы. Благодаря воздействию на восприятие пациента повышается мотивация пациента на реабилитационный процесс. Пациент с помощью VR-очков погружается в виртуальную среду, где перемещается внутри виртуальных сцен, напоминающих сюжеты реальной жизни. При этом пациент «видит» свои верхние и нижние конечности, а перемещение в виртуальной среде подкрепляется давлением на стопы от функциональных пневмоманжет, которые позволяют имитировать разные уровни скорости ходьбы [60].

Другая разработка Института инновационного развития Самарского государственного медицинского университета – мультисенсорный тренажер активной реабилитации ReviMOTION (рис. 50) по восстановлению функций опорно-двигательного аппарата представляет собой компьютерную программу, в основу которой легли упражнения лечебной физкультуры. ReviMOTION помогает пациентам с нарушениями двигательной активности в игровой форме проходить реабилитационный курс. Правильно выполняя движения, взрослый пациент или ребенок заставляет персонажа на экране двигаться. С по-

мощью системы оптического трекинга и аналитики движений специалист может отслеживать прогресс пациентов, встроенная информационно-аналитическая система поможет врачу «вести» пациента от сеанса к сеансу в течение всего реабилитационного курса. В тренажере применяется оптическая система отслеживания движений реабилитируемого и биологическая обратная связь с аудиальными и визуальными эффектами и возможностью решения когнитивных задач. Процесс реабилитации происходит во время выполнения комплексов упражнений ЛФК в игровой форме.

Обе разработки – ReviVR и ReviMOTION, поддержанные государственной корпорацией «Ростех», прошли клиническую апробацию и функционируют в клиниках и реабилитационных центрах в различных регионах Российской Федерации.



Рис. 49. Тренажер ReviVR [60].



Рис. 50. Тренажер ReviMOTION [61].

Медицинской компанией «Крисаф», являющейся резидентом ИЦ «Сколково», разработан аппаратно-программный комплекс для локомоторной терапии. Роботизированный тренажер «Крисаф» направлен на раннюю стадию реабилитации пациентов с тяжелыми нарушениями двигательной функции, для проведения автоматизированной реабилитации больных с нарушениями двигательных функций вследствие травм и операций на головном и спинном мозге, инсультов, а также для лечения детского церебрального паралича. С помощью комплекса пациент помещается в состояние безопорности, компенсируя влияние гравитации, компьютерная программа позволяет имитировать различные виды активности – плавание, ходьбу, прыжки, бег. «Крисаф» позволяет воспроизводить механические движения туловища и нижних конечностей в пассивном, пассивно-активном и активном режимах с возможностью использования виртуальной игровой среды для большей мотивации пациента (рис. 51).



Рис. 51. Комплекс «Крисаф».

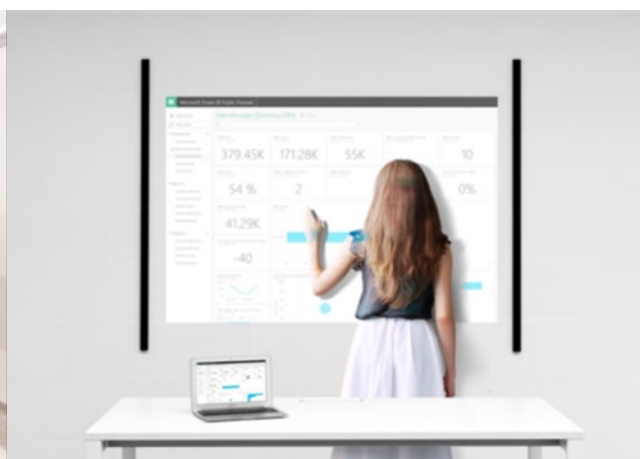


Рис. 52. Комплекс Surfancy.

По результатам клинической апробации комплекса у пациентов со спинномозговой травмой шейного и грудного отделов позвоночника наблюдаются: улучшение температурной чувствительности в конечностях, увеличение тактильной чувствительности, увеличение двигательной активности; уменьшение спастичности, улучшение контроля за функциями тазовых органов.

Компанией «Сенсарт», резидентом кластера информационных технологий Фонда «Сколково», разработан комплекс реабилитации для развития моторики Surfancy (рис. 52), который поощряет развитие двигательных и логических навыков у детей с ограниченными физическими возможностями и следит за их прогрессом.

Комплекс реабилитации от «Сенсарт» состоит из интерактивного оборудования, превращающего любую поверхность в сенсорный экран. В отличие от аналогов, Surfancy обладает высоким разрешением, что позволяет точно контролировать действия человека, и наименьшим уровнем инфракрасного излучения.

Специально разработанный контент через игру мотивирует к физическим действиям и одновременно позволяет отслеживать динамику реабилитации и включает программы на развитие логики, арт-терапию (рисование цветами и эффектами), игровую механику на развитие физических навыков и кинезиотерапию. В реабилитационном комплексе Surfancy ребенок получает сильные моторные и когнитивные стимулы, что повышает его мотивацию по сравнению с традиционным терапевтическим подходом.

Компанией «СенсоМед», резидентом кластера биомедицинских технологий Фонда «Сколково», разработана инновационная перчатка-тренажер Senso Rehab (рис. 53) для восстановления мелкой моторики после инсульта. По результатам исследований использование «умной перчатки» повышает эффективность восстановления в 2,5 раза по сравнению с классическими методами. Высокая результативность подтверждена трехлетними клиническими испытаниями. Принцип реабилитации заключается в видеоигре, в ходе которой управление основано на определенных жестах-упражнениях и развитии мелкой моторики. Данные о моторике и процессе восстановления сохраняются в облако, в связи с чем пациент и лечащий врач имеют доступ онлайн к текущим результатам реабилитации.

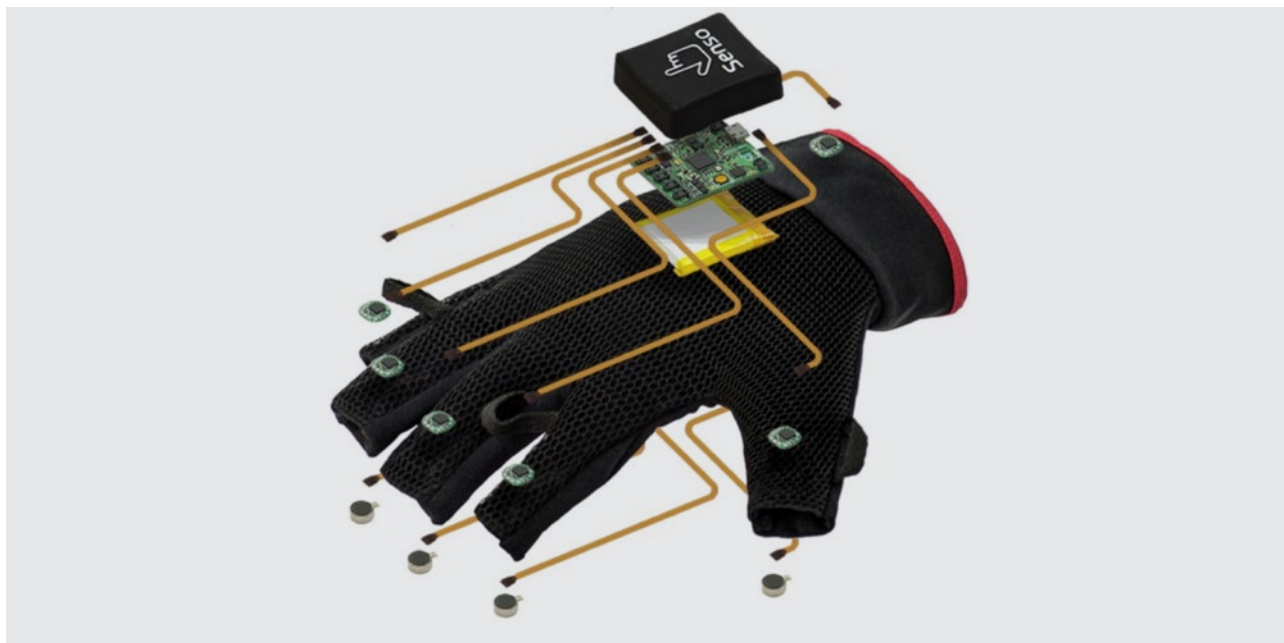


Рис. 53. Тренажер Senso Rehab.

Резидент «Сколково», инновационная компания i-Brain разработала нейрокомпьютерный интерфейс с искусственным интеллектом для восстановления пациентов после инсульта и травм мозга (рис. 54). В основе разработки лежит технология распознавания ЭЭГ сигналов головного мозга в реальном времени. С помощью программного интерфейса создатели i-Brain переводят сигналы мозга в движения компьютерного персонажа. Таким образом решаются сразу несколько задач. Прежде всего, при работе

с нейроинтерфейсом человек управляет аватаром в компьютерной реабилитационной игре посредством воображения движений – происходит стимулирование участков коры, отвечающих за определенные движения. Благодаря этому восстанавливаются нарушенные нейронные связи и сигналы снова начинают поступать к мышцам.

Высокая надежность и скорость декодирования сигналов обеспечиваются комплексом передовых методов и алгоритмов машинного обучения. Области применения нейроинтерфейса являются тренировка и восстановление движений, управление играми и устройствами, мониторинг активности мозга. Первым практическим применением разработки является решение проблемы повышения качества жизни людей, перенесших инсульт и черепно-мозговые травмы. Для этого был создан нейрокомплекс для восстановления подвижности людей с нарушенными движениями верхних конечностей. Использование данного комплекса в рамках адаптивной физкультуры совместно с клиническими реабилитационными процедурами повышает эффективность постинсультной реабилитации до двух раз и может проходить как в стационаре, так и на дому. Ключевой фактор эффективности нейрокомплекса: устранение первопричины нарушения движений – повреждения моторной функции головного мозга.

Ключевая компонентная база нейрокомплекса производится технологическим партнером i-Brain – компанией «Мицар» (Санкт-Петербург).



Рис. 54. Нейрокомпьютерный интерфейс i-Brain.



Рис. 55. Нейрогарнитура «Нейрочат».

Также на рынке отечественного оборудования для нейрореабилитации представлена компания «Неврокор» (г. Москва) с серией разработок линии «Биокинект», в частности тренажером ходьбы «Биокинект» (рис. 56) – комплекса с тренажерным модулем, для реабилитации пациентов с двигательной патологией методами функциональной электрической стимуляции (ФЭС) и биологической обратной связи (БОС). Модификация комплекса «Биокинект» предназначена для тренировки ходьбы с целью восстановления ритмичности и временной структуры цикла шага, движений в суставах нижних конечностей, правильного автоматизма работы мышц, опороспособности нижних конечностей. Одновременно с восстановительными тренировками возможно проведение клинического анализа биомеханики движений и регистрация ЭМГ. Специально разработанная виртуальная среда БОС – «Увлекательная прогулка», которая реализуется посредством трехмерного монитора или шлема виртуальной реальности, значительно повышает мотивацию пациента.

Также в ряду современных отечественных устройств нейрореабилитации с БОС необходимо отметить линию аппаратов «Колибри» компании Нейротех (г. Таганрог), линию устройств «Бослаб» компании «Комсиб» (г. Новосибирск), а также линию БОС-систем компании «Биосвязь» (г. Санкт-Петербург).

Известная на российском и международном рынке компания по разработке и производству экзоскелетов «ЭкзоАтлет», резидент «Сколково» и портфельная компания РВК, представила первый российский

экзоскелет для детей и подростков с двигательными нарушениями. Экзоскелет ExoAtlet Bambini Midi (рис. 57) рассчитан на пациентов ростом от 110 см. Эта модель уже прошла испытания в ряде российских клиник. Еще одна разработка – единственный в мире экзоскелет для детей от 2 до 4 лет ExoAtlet Bambini Mini. Появление опытных образцов ExoAtlet Bambini запланировано на конец 2020 года, а начало продаж – на 2021 год. Новые модели охватывают все ростовки детей, начиная с двухлетнего возраста. Эти экзоскелеты ориентированы на детей с ДЦП, с травмами головного мозга и с травмами позвоночника, имеют 8 приводов, по 4 привода на каждой ноге. Устройства позволяют делать как приставные шаги, так и шаги вперед, с перекатом стопы.



Рис. 56. Тренажер «Неврокор».



Рис. 57. Экзоскелет ExoAtlet Bambini Midi.

Повышение качества жизни людей с ограниченными возможностями и маломобильных граждан заявлено в качестве важнейшего приоритета государства, закрепленного в Стратегии развития производства промышленной продукции реабилитационной направленности до 2025 года.

Среди последних нормативных документов, регулирующих развитие отрасли реабилитационной индустрии, необходимо отметить постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1460 «Об утверждении Положения о формировании и ведении перечня субъектов экономической деятельности, являющихся производителями продукции реабилитационной индустрии», которое предусматривает создание перечня организаций реабилитационной индустрии, их идентификацию и оказание им системной поддержки в условиях кризисной ситуации, которой является пандемия коронавирусной инфекции.

РЕАБИЛИТАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОСКВЕ

В Комплексе социальной сферы города Москвы достаточно активно внедряются и используются последние технологические решения и новые устройства медицинской реабилитации.

Экзоскелетами российского производства ExoAtlet оснащены 8 московских реабилитационных центров. В частности, в ГКБ им. Ф. И. Иноземцева экзореабилитация используется для пострадавших в технических авариях, катастрофах, взрывах, пожарах, террористических актах. В ГКБ № 67 им. Л. А. Ворохобова этот вид реабилитации используется для пациентов после инсультов, при травмах и патологиях позвоночника, повреждениях опорно-двигательного аппарата, центральной и периферической нервной системы. В ГКБ им. В. М. Буянова тоже проходят реабилитацию пациенты с различными травмами.

Отделение реабилитации ГКБ №1 имени Н. И. Пирогова использует экзореабилитацию также для восстановления после травмы позвоночника с повреждением спинного мозга в грудном или поясничном отделах с параплегией или парализацией. Реабилитация проходит на базе Регионального сосудистого центра, в рамках полиса ОМС проводится 10-дневный курс.

Эффективная система медицинской реабилитации – важное звено в структуре здравоохранения столицы. Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы (МНПЦ МРВСМ ДЗМ) – ведущее учреждение в сфере московского здравоохранения по данному направлению. В филиалах центра ока-

зывают специализированную помощь пациентам с нарушениями функций центральной и периферической нервной системы, а также опорно-двигательного аппарата.

При восстановлении функции нижних конечностей у пациентов с повреждением спинного мозга используется роботизированный реабилитационный комплекс MotionMaker с биологической обратной связью (БОС) и функциональной стимуляцией мышц, а также обучение ходьбе в экзоскелете EхоAtlet.

Для реабилитации функций руки применяются технологии зеркальной терапии, тренинга с БОС на аппаратах MJS, Isomove, виртуальной реальности («Девирта Делфи», «Девирта Точность»), арт-терапии, эрготерапии. В центре проводится апробация реабилитационной технологии «интерфейс мозг – компьютер – экзокисть», в основе которой реализовано представление движения руки с помощью роботизированной экзокисти путем считывания сигналов от нейронов мозга с помощью электроэнцефалографа [56].

Технологии виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности все более активно внедряются в клиническую практику работы по восстановлению движений и когнитивных функций у больных с поражением головного мозга ввиду их экологичности, программируемости, возможности селективного выделения необходимой (в том числе полимодальной) сенсорной стимуляции, а также установления обратной связи в режиме реального времени.

В рамках исследовательских проектов в МНПЦ МРВСМ ДЗМ разрабатываются программы психологической оптимизации реабилитационного процесса посредством включения в них технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности. Это, в частности, неинвазивная компьютерная технология дополненной реальности, предназначенная для восстановительных тренировок движения кисти методом нейропроб с помощью алгоритмов компьютерного зрения у пациентов, перенесших инсульт, – программа «Визуальная медицина». Это также аппаратно-программный комплекс «ПРАК» (программа резонансно-акустических колебаний), с помощью которого проводится индивидуальная психосоматическая коррекция методом светозвуковой стимуляции головного мозга. Высокотехнологичное средство VR «Шлем виртуальной реальности Vive Focus Plus EEA» служит для психологической коррекции болевого синдрома у пациентов с хронически протекающими дегенеративно-дистрофическими заболеваниями крупных суставов и позвоночника на втором этапе медицинской реабилитации.

Специалисты филиала № 3 МНПЦ МРВСМ начали применять технологии виртуальной реальности для реабилитации после инсультов. В программу включен модуль с использованием игрового контроллера. Основная виртуальная среда для реабилитации – морское побережье, питомец – дельфин. Для каждого пациента индивидуально подбираются упражнения, направленные на преодоление двигательного и когнитивного дефицита, врач задает сложность выполнения каждого из них, делая акцент на пораженную сторону тела. Применение технологий виртуальной реальности в реабилитации после инсульта направлено на полное или частичное восстановление движения пациентов, функции равновесия и координации, ловкости в пораженных конечностях, а также навыков самообслуживания.

Также новейшие реабилитационные технологии используются в реабилитационных центрах, подведомственных Департаменту труда и социальной защиты населения города Москвы.

В Научно-практическом центре медико-социальной реабилитации инвалидов имени Л. И. Швецовой используются роботизированные тренажерные комплексы для восстановления функций верхних и нижних конечностей: стол-вертикализатор «Ergo», антигравитационный костюм «Регент», экзоскелет «EхоAtlet», «Balance Tutor», конный тренажер «Фортис», «REO GO Therapy», «HandTutor», «Pablo», «Diego» и др.

В Московском городском центре реабилитации применяют новые методики: функциональную гимнастику на тренажере «iQPremiumgym» (для лиц с ДЦП и другими заболеваниями нервной системы и опорно-двигательного аппарата), систему «Saebo Glove» (перчатка) для восстановления функции рук. Технологию «MediTutor» и экзоскелет «EхоAtlet» используют в реабилитации лиц с нарушениями функций рук и ног. Также здесь используют технологию кейс-менеджмента – «Интеграционный консультант». Она основана на непрерывном социальном сопровождении и управлении реабилитационным процессом инвалидов с тяжелыми ограничениями жизнедеятельности.

В Центре реабилитации и образования № 7 успешно внедрена VR-лаборатория (очки с дополненной реальностью), 3D-сканеры и 3D-принтеры для развития пространственного и творческого мышления. Также используется нейротехнология «Общение без границ» – программа, которая преобразует движения глаз в команды по управлению компьютером.

В Центре комплексной реабилитации инвалидов «Бутово» для помощи детям-инвалидам используются современные инновационные тренажеры: аппарат «Инаволк», аппарат «Корвит», иммерсионная ванна, тренажер иппотерапии с БОС FORTIS P1-R, аппаратно-программный комплекс «Умный зал» для функционально-пространственной ориентации. В учреждении создан сенсорно-динамический зал «Дом Совы» с набором специальных инструментов для развития сенсомоторной интеграции.

В ГБУ города Москвы «Научно-практический реабилитационный центр» проведены пилотные испытания экзотренажера «Аника» с биологической обратной связью, служащего для восстановления мелкой моторики и координации. Перчатка используется при реабилитации пациентов с повреждениями головного и спинного мозга, при восстановлении моторики рук после перенесенных операций и травм. Лечение производится в легкой игровой форме, что позволяет поддерживать у пациента высокий уровень мотивации.

Инновационная перчатка позволяет пациентам восстанавливать работоспособность рук в домашних условиях после перенесенных травм и операций, а также мелкую моторику и координацию движений после инсульта, при ДЦП и болезни Паркинсона.

В Москве внедряется «НейроЧат» – специализированная система, разработанная компанией-резидентом «Сколково» на основе технологии нейрокомпьютерного интерфейса для людей с тяжелыми нарушениями речи и движений. Разработчики системы «НейроЧат» совместно с представителями проекта мэра Москвы «Московское долголетие» начали апробацию решения, ориентированного на стимулирование мозговой деятельности в целях сохранения и улучшения когнитивных функций и профилактики «болезней старости». Тестирование системы проводится в 2020 году с несколькими группами добровольцев, участвующих в проекте «Московское долголетие». В ходе апробации вырабатываются единые подходы к организации сеансов, эффективность самих подходов к стимуляции мозговой деятельности уже подтверждена результатами лабораторных испытаний.

Инновационный проект лечения детей с заболеваниями нервной системы и опорно-двигательного аппарата с применением дистанционных технологий – платформа «Цифровой стационар 2.0» создана совместными усилиями специалистов Научно-исследовательского института организации здравоохранения и медицинского менеджмента ДЗМ и НПЦ детской психоневрологии ДЗМ. Это уникальный инструмент для лечения и реабилитации маленьких пациентов в удаленном формате с использованием телемедицинских технологий. Программа предполагает комплексную реабилитацию детей с участием всех специалистов: кардиологов, нефрологов, пульмонологов, функциональных диагностов, аллергологов. На лечение принимаются дети с ранее установленным диагнозом при наличии показаний и отсутствии противопоказаний к проведению медицинской реабилитации. При регистрации на цифровой платформе у каждого ребенка формируется личный кабинет и цифровой календарь занятий.

Цифровая медицинская платформа dr.niioz.ru позволяет организовать таргетную реабилитацию пациентов с использованием технологий дистанционных занятий и консультаций, оперативного взаимодействия мультидисциплинарной реабилитационной команды и родственников. Особое значение этот проект приобретает в условиях невозможности оказания медицинской помощи пациентам в очном стационаре.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глубокие преобразования с политической, экономической, социальной, культурной или демографической точки зрения влияют на все общество, независимо от социального статуса или географического положения, в котором живут его члены. Люди с ограниченными возможностями – не исключение. Инновационный процесс способен сильно изменить качество их жизни.

Реабилитационный процесс может стать гораздо эффективнее, а также могут быть получены огромные человеческие и экономические выгоды при использовании вспомогательных и адаптивных технологий для людей с ограниченными возможностями и пожилых людей. Качество жизни может быть значительно улучшено, а экономическая отдача может легко оправдать такие инвестиции.

Приоритетным направлением развития данного сектора является обеспечение своевременного, равного доступа к соответствующей, качественной реабилитации. В странах со средним и высоким уровнем дохода основное внимание следует уделять повышению эффективности, актуальности, качества и доступности реабилитационных услуг.

Для этого необходимо разрабатывать и внедрять новые политические решения, создавать нормативные механизмы и стандарты реабилитации, а также продвижение равного доступа к этим услугам. Поставщики реабилитационных услуг и все участники реабилитационного процесса должны быть квалифицированными и обеспечивать высокое качество своей работы. В свою очередь пользователи этих услуг, а также профессиональные организации должны повышать осведомленность, участвовать в разработке политики, контролировать выполнение.

Целесообразно разработать эффективные механизмы финансирования для увеличения покрытия возрастающего спроса на реабилитационное оборудование и доступа к качественной реабилитационной помощи. Важно обеспечивать инвестирование в инновации и научный потенциал реабилитационных технологий.

Необходимо постоянно увеличивать количество и потенциал людей, которые занимаются реабилитацией, разработать стратегии для развития обучения, определить стимулы и механизмы для удержания персонала, особенно в сельской местности и отдаленных районах.

Стоит обратить внимание на расширение базовых реабилитационных услуг и доступа к вспомогательным технологиям, которые будут подходящими, устойчивыми, доступными для уязвимых групп населения. По данным Всемирного банка, мировой ВВП недополучает порядка 5–6 % ежегодно вследствие проблем, связанных с инвалидностью. Многие из которых можно решить за счет применения ассистивных (вспомогательных) технологий и устройств по восстановлению мобильности, нарушений зрения и речи. Развитию новых научно-технологических рынков способствуют современные разработки в области биомехатроники, нейропротезирования, робототехники, а также использование в реабилитации передовых материалов и информационных систем. В большинстве доступные протезы конечностей примитивны и малофункциональны. Редкие модели наделены сенсорами для определения тяжести, плотности, температуры и тактильных характеристик предметов.

Современные устройства, благодаря синергетическому эффекту объединения механических узлов, электроники и органических структур человека, могут выполнять множество функций копированной конечности, органа или части тела, иногда даже превосходя человеческие и биологические возможности.

Реабилитационные технологии сокращают барьеры и предоставляют больше возможностей людям с ограниченными возможностями для их повседневной жизни.

В современном мире реабилитационные продукты стремительно меняются. Широкое использование новейших технологий обещает более эффективное лечение травм и хронических заболеваний: от роботов, ведущих занятия физическими упражнениями в домах престарелых, и носимых устройств, предоставляющих пользователям данные о производительности и биологическую обратную связь, до мобильных приложений, контролирующих индивидуальную терапию. Также среди инструментов реабилитации: гравитационные беговые дорожки, функциональная электрическая стимуляция

при неврологических состояниях, виртуальная реальность. Реабилитация в настоящее время извлекает огромную выгоду из анализа больших данных, сложных алгоритмов и машинного обучения, позволяющих обрабатывать регулярно собираемые данные на системном уровне.

Недавние проблемы, связанные с пандемией COVID-19, привели к быстрому ускорению использования «телереабилитации» и цифровых медицинских решений и, возможно, навсегда изменили то, как будет осуществляться медицинская реабилитация в будущем.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/assistivetechonology.
2. M. O. A. Aqel et al., Review of Recent Research Trends in Assistive Technologies for Rehabilitation, 2019 International Conference on Promising Electronic Technologies (ICPET), Gaza City, Palestine, 2019, pp. 16-21, doi: 10.1109/ICPET.2019.00011.
3. www.eksobionics.com/eksohealth/
4. Awad, L.N., Esquenazi, A., Francisco, G.E. et al. The ReWalk ReStore™ soft robotic exosuit: a multi-site clinical trial of the safety, reliability, and feasibility of exosuit-augmented post-stroke gait rehabilitation. *J NeuroEngineering Rehabil* 17, 80 (2020). www.doi.org/10.1186/s12984-020-00702-5
5. www.businesswire.com/news/home/20200629005243/en/4780821/KYOCERA-Tokyo-Medical-Dental-University-Joint-Research
6. www.getnexstride.com/how-it-works
7. www.frontive.com
8. www.cordis.europa.eu/project/id/643691
9. Coşar, S., Fernandez-Carmona, M., Agrigoroaie, R. et al. ENRICHME: Perception and Interaction of an Assistive Robot for the Elderly at Home. *Int J of Soc Robotics* 12, pp. 779–805 (2020). www.doi.org/10.1007/s12369-019-00614-y
10. www.purdue.edu/newsroom/releases/2019/Q4/support-grows-nationwide-for-medical-device-to-improve-communication-in-parkinsons-disease.html
11. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss
12. www.cochlear.com/us/en/home/products-and-accessories/nucleus-system/nucleus-sound-processors
13. www.oticon.com/solutions/opn-wireless-connectivity#FitnessTrackerApp
14. www.ces.tech/Articles/2020/OrCam-Hear.aspx
15. www.medel.com/en-us/hearing-solutions/bonebridge
16. www.techlicious.com/review/review-of-eargo-neo-hifi/
17. Cyberdyne, Inc., press release, www.cyberdyne.jp/wp_uploads/2017/11/20171114_kessanhosokusetsu-me_i_ENG.pdf
18. Freedom of Motion: The Story of Honda Walking Assist. Honda, www.honda.com/mobility/walking-assist-technology
19. Santamaria, V., Luna, T., Khan, M. et al. The robotic Trunk-Support-Trainer (TruST) to measure and increase postural workspace during sitting in people with spinal cord injury. *Spinal Cord Ser Cases* 6, 1 (2020). www.doi.org/10.1038/s41394-019-0245-1
20. www.bioniklabs.com/products/inmotion-arm-hand
21. www.motorika.com/optimal-g-pro
22. www.btsbioengineering.com/nirvana
23. Rosaria De Luca, Maria Grazia Maggio, Giuseppa Maresca, Desiree Latella, Antonino Cannavò, Francesca Sciarrone, Emanuele Lo Voi, Maria Accorinti, Placido Bramanti, Rocco Salvatore Calabrò. «Improving

Cognitive Function after Traumatic Brain Injury: A Clinical Trial on the Potential Use of the Semi-Immersive Virtual Reality», *Behavioural Neurology*, vol. 2019, Article ID 9268179, 7 pages, 2019. www.doi.org/10.1155/2019/9268179

24. www.motekmedical.com/solution/caren
25. Sakuma, K., Abrami, A., Blumrosen, G. et al. Wearable Nail Deformation Sensing for Behavioral and Biomechanical Monitoring and Human-Computer Interaction. *Sci Rep* 8, 18031 (2018). www.doi.org/10.1038/s41598-018-36834-x
26. Kaimal, Girija & Carroll-Haskins, Katrina & Berberian, Marygrace & Dougherty, Abby & Carlton, Natalie & Ramakrishnan, Arun. (2019). Virtual Reality in Art Therapy: A Pilot Qualitative Study of the Novel Medium and Implications for Practice. *Art Therapy*. pp. 1-9. www.doi.org/10.1080/07421656.2019.1659662
27. Goodworth, Adam D., M. Johnson and M. Popovic. "Physical Therapy and Rehabilitation." (2019). www.doi.org/10.1016/B978-0-12-812939-5.00012-4
28. www.news.bostonscientific.com/2019-01-24-Boston-Scientific-Launches-Vercise-TM-Primary-Cell-And-Vercise-Gevia-TM-Deep-Brain-Stimulation-Systems-With-Directional-Leads
29. Zhou, A., Santacruz, S.R., Johnson, B.C. et al. A wireless and artefact-free 128-channel neuromodulation device for closed-loop stimulation and recording in non-human primates. *Nat Biomed Eng* 3, 15–26 (2019). www.doi.org/10.1038/s41551-018-0323-x
30. www.newsroom.heart.org/news/wearable-brain-stimulation-could-safely-improve-motor-function-after-stroke?preview=db51
31. Kimberley TJ, Pierce D, Prudente CN, Francisco GE, Yozbatiran N, Smith P, Tarver B, Engineer ND, Alexander Dickie D, Kline DK, Wigginton JG, Cramer SC, Dawson J. Vagus Nerve Stimulation Paired With Upper Limb Rehabilitation After Chronic Stroke. *Stroke*. 2018 Nov; 49(11):2789-2792. doi: 10.1161/STROKEAHA.118.022279. PMID: 30355189.
32. Arendash G, Cao C, Abulaban H, Baranowski R, Wisniewski G, Becerra L, Andel R, Lin X, Zhang X, Wittwer D, Moulton J, Arrington J, Smith A. A Clinical Trial of Transcranial Electromagnetic Treatment in Alzheimer's Disease: Cognitive Enhancement and Associated Changes in Cerebrospinal Fluid, Blood, and Brain Imaging. *J Alzheimers Dis*. 2019; 71(1):57-82. doi: 10.3233/JAD-190367. PMID: 31403948; PMCID: PMC6839500.
33. Patrick D. Ganzer, Samuel C. Colachis, Michael A. Schwemmer, David A. Friedenber, Collin F. Dunlap, Carly E. Swiftney, Adam F. Jacobowitz, Doug J. Weber, Marcia A. Bockbrader, Gaurav Sharma, Restoring the Sense of Touch Using a Sensorimotor Demultiplexing Neural Interface, *Cell*, Volume 181, Issue 4, 2020, pp. 763-773. e12, ISSN 0092-8674, www.doi.org/10.1016/j.cell.2020.03.054.
34. www.battelle.org/newsroom/press-releases/press-releases-detail/study-shows-sense-of-touch-can-be-returned-to-those-with-spinal-cord-injury
35. www.synchronmed.com/stentrode
36. Joung, D., Truong, V., Neitzke, C. C., Guo, S.-Z., Walsh, P. J., Monat, J. R., Meng, F., Park, S. H., Dutton, J. R., Parr, A. M., McAlpine, M. C., 3D Printed Stem-Cell Derived Neural Progenitors Generate Spinal Cord Scaffolds, *Adv. Funct. Mater.* 2018, 28, 1801850. www.doi.org/10.1002/adfm.201801850
37. www.gtxmedical.com/the-tess-therapy
38. Van Hedel H.J.A., Aurich (-Schuler) T. (2016) Clinical Application of Rehabilitation Technologies in Children Undergoing Neurorehabilitation. In: Reinkensmeyer D., Dietz V. (eds) *Neurorehabilitation Technology*. Springer, Cham. www.doi.org/10.1007/978-3-319-28603-7_14
39. Goodworth, Adam D., M. Johnson and M. Popovic. *Physical Therapy and Rehabilitation*. (2019). www.doi.org/10.1016/B978-0-12-812939-5.00012-4
40. Van Hedel H.J.A., Aurich (-Schuler) T. (2016) Clinical Application of Rehabilitation Technologies in Children Undergoing Neurorehabilitation. In: Reinkensmeyer D., Dietz V. (eds) *Neurorehabilitation Technology*. Springer, Cham. www.doi.org/10.1007/978-3-319-28603-7_14
41. www.rehatechnology.com/wp-content/uploads/products/GEOSystem/G-EO-System-GS-PB_1806_EN_web.pdf
42. www.hocoma.com/solutions/lokomat

43. Van Hedel H.J.A., Aurich (-Schuler) T. (2016) Clinical Application of Rehabilitation Technologies in Children Undergoing Neurorehabilitation. In: Reinkensmeyer D., Dietz V. (eds) Neurorehabilitation Technology. Springer, Cham. www.doi.org/10.1007/978-3-319-28603-7_14
44. www.bioniklabs.com/products/overview
45. www.hocoma.com/solutions/armeio-spring
46. www.tyromotion.com/en/products/amadeo
47. www.ncl.ac.uk/press/articles/archive/2019/02/blueroomforovercomingphobiasinautism
48. www.floreotech.com
49. www.ncl.ac.uk/press/articles/archive/2019/02/blueroomforovercomingphobiasinautism
50. Morag Maskey, Jacqui Rodgers, Barry Ingham, Mark Freeston, Gemma Evans, Marie Labus, and Jeremy R. Parr. Autism in Adulthood. Jun 2019. 134-145. <http://doi.org/10.1089/aut.2018.0019>
51. Gelsomini, M., (2018). Empowering interactive technologies for children with neuro-developmental disorders and their caregivers (<http://hdl.handle.net/10589/137083>). 65, 101, 143
52. Kientz, Julie & Hayes, Gillian & Goodwin, Matthew & Gelsomini, Mirko & Abowd, Gregory. (2020). Interactive Technologies and Autism, Second Edition. 10.2200/S00988ED2V01Y202002ARH013.
53. Suh, H., Porter, J. R., Racadio, R., Sung, Y. C., and Kientz, J. A. (2016). Baby steps text: Feasibility study of an SMS-based tool for tracking children's developmental progress. In AMIA Annual Symposium Proceedings (Vol. 2016, p. 1997).
54. www.luxai.com/qtrobot-for-autism
55. www.monarch-etns.com/etns-therapy/adhd
56. www.ktovmedicine.ru/2019/6/gauz-mnpc-mrvsm-dzm-effektivnoe-i-bezopasnoe-vosstanovlenie-narushennyh-funkciy.html
57. www.vm.ru/news/653947-vrachi-v-moskve-budut-lechit-insult-s-pomoshyu-kompyuternyh-igr-o-delfinah
58. www.mos.ru/news/item/53481073
59. www.futurerussia.gov.ru/nacionalnye-proekty/NejroChat-i-Moskovskoe-dolgoletie-aprobirujut-sistemu-dlja-uluchsheniya-kognitivnyh-funkcij

Научное издание

Е. И. Аксенова, С. Ю. Горбатов, Ю. А. Маклакова

**ИНДУСТРИЯ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В РОССИИ И МИРЕ**

Экспертный обзор

Корректор: Е. Н. Малыгина


Верстка: А. В. Усанов

Подписано в печать 00.00.0000. Формат 00 х 00/00. Кол-во усл. печ. л. 3,72.

Тираж 000 экз. Заказ № 140.

Отпечатано в ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 9.

www.niioz.ru

 НИИ
ОРГАНИЗАЦИИ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
И МЕДИЦИНСКОГО
МЕНЕДЖМЕНТА

