

# Кибатлон – будущее с неограниченными возможностями

На глазах у тысяч зрителей впервые в истории разворачиваются соревнования для людей с кибернетизированными технологиями. Спортсмены, которых на Кибатлоне называют «пилотами», преодолевают полосы препятствий с помощью экзоскелетов, колясок-трансформеров, биопротезов и управляют компьютерными программами силой мысли. Технологии, увеличивающие силу и мобильность человека, могут стать не только реальностью для людей с ограниченными возможностями, но и будущим для всех жителей планеты.

## Зачем нужен Кибатлон?

По данным ВОЗ, люди с ограниченными возможностями составляют 15% населения планеты. От 110 до 190 млн человек испытывают трудности с функционированием организма. В повседневной жизни подавляющее большинство инвалидов пользуется громоздкими колясками и неудобными протезами. Однако сегодня есть возможность улучшить жизни тех, кто в этом действительно нуждается. Современные устройства эволюционировали в активные системы, которые через нейроинтерфейсы распознают намерения человека и задействуют сервоприводы для эффективного решения задачи. Проблема заключается в том, что достижения науки малоизвестны и недоступны широким массам.

Видимо, подобные мысли не давали покоя Роберту Ринеру – профессору из Швейцарского национального центра робототехнических исследований (NCCR Robotics). В результате поисков способа продвижения новейших технологий родилась идея соревнования людей, использующих высокотехнологичные ассистивные устройства: робо-

тизированные коляски, бионические протезы верхних и нижних конечностей, экзоскелеты, интерфейсы «мозг-компьютер». К организации события подключились представители Швейцарской высшей технической школы (ETH Zurich), общественные деятели, увлечённые высокими технологиями, и сами участники соревнований. Соревнования назвали Кибатлоном, или «Олимпиадой киборгов».

Событие, стоящее на стыке нескольких областей (медицина, технологии и спорт), призвано привлечь внимание общественности к передовым разработкам в области протезирования и нейронных систем.

Вполне естественно, что первое сравнение, которое приходит на ум: Кибатлон – это Паралимпиада, только с высокими технологиями. Такой вариант верен лишь отчасти. Всё-таки детище экспертов из Швейцарии больше похоже на гонки. Здесь тоже есть пилот, который управляет машиной, созданной целой группой инженеров-разработчиков. И даже своеобразный Кубок конструкторов имеется – в каждой дисциплине награду получает не только

спортсмен, но и его команда. И, кстати, автомобильные гонки также некогда продвигали прогресс компаний-производителей.

Сам идеолог проекта Роберт Ринер видит главным преимуществом Кибатлона возможность объединить на одной площадке разработчиков и непосредственных пользователей новых устройств, что просто необходимо для совершенствования технологий. «Некоторые из современных разработок выглядят очень круто, но, чтобы стать практичными и удобными в применении, им предстоит проделать долгий путь», – выразил своё мнение профессор в одном из интервью телеканалу BBC.

Потенциальные потребители – кладезь информации и опыта. Именно они подсказывают, как правильно сконструировать те или иные элементы устройств, сделать их более удобными и полезными для жизни. Кроме того, площадка в Цюрихе предоставит возможность общения ключевым игрокам глобального рынка ассистивных технологий. Разработчики обмениваются опытом, отслеживают достижения коллег, тестируют свои идеи. И очень высок шанс, что именно благодаря Кибатлону в ближайшее десятилетие многие научные идеи реализуются в конечных устройствах, созданных людьми для людей.

Участие команды России в Кибатлоне запланировано в рамках реализации Дорожной карты «НейроНет» Национальной технологической инициативы Российской Федерации при поддержке РВК, Фонда «Сколково», Агентства стратегических инициатив и Отраслевого союза «НейроНет». Благодаря поездке наших команд на игры, компаниям-разработчикам открываются возможности выхода на глобальный рынок, а это первый шаг к дальнейшему технологическому лидерству России в этой отрасли.

## Давай, Россия!

В этом году в Цюрих приехали 59 команд из 25 стран мира, Российская делегация была одной из самых многочисленных: наша сборная состояла из шести команд, которые выступили в пяти дисциплинах из шести заявленных. Мероприятие посетили тысячи человек, а миллионы наблюдали за



соревнованиями на экранах своих телевизоров и гаджетов по всему миру. В рамках Кибатлона прошла первая в мире гонка аватаров, управляемых участниками через интерфейс «мозг–компьютер». За победу боролись спортсмены, носящие экзоскелеты и автоматизированные протезы.

Подробнее о достижениях в высокоточном протезировании и нейроинтерфейсах рассказал исполнительный директор Отраслевого союза «НейроНет», капитан сборной России на Кибатлоне Александр Семёнов: «За последние три-четыре года запустилось и успешно реализовалось несколько научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Особенно успешно развивается протезирование верхних конечностей, появились специальные устройства для детей. Существенные сдвиги есть в направлении проектирования и внедрения экзоскелетов. Некоторые образцы уже успешно применяются на дому и в лечебных учреждениях. Уже давно в России идёт работа над комплексами с интерфейсом «мозг-компьютер». Надеемся, что в ближайшее время подобные технологии станут широкодоступны. Программы будут полезны, прежде всего, для популяризации устройств по восстановлению мобильности людей с ограниченными возможностями».

Отрасль производства ассистивных устройств внутри российской экономики вышла на новый уровень за последние несколько лет. Особенно преуспели компании-разработчики биоэлектрических протезов рук, которые, в частности, занимаются технологиями по восстановлению возможностей для детей. Сейчас уже можно говорить о том, что в этой области Россия готова к импортозамещению и выходу на глобальный рынок.

На Кибатлоне Россию представляли команды от компаний «Орто-Космос», «Моторика», «Клайбер Бионикс», «Нейроботикс» и «Катэर्वиль». Боролись спортсмены в пяти дисциплинах:

- LEG – прохождение полосы препятствий с активным протезом ноги (команда ORTOKOSMOS);
- EXO – прохождение полосы препятствий с активным экзоскелетом (команда NeuroWalk);
- VCI – управление компьютерной игрой парализованным участником (команда Neurobotics);
- WHEEL – прохождение полосы препятствий на электрифицированной коляске (команда CaterWil);



Рис. 1. Многофункциональный протез бедра METIZ HYPERKNEE в действии

- ARM – соревнования с протезом руки (команды Kleiber и Stradivary).

## Команды и технологии

### ORTOKOSMOS, компания

#### «Орто-Космос» – протез ноги

В дисциплине LEG представители сборной России выступили с многофункциональным протезом бедра METIZ HYPERKNEE (см. рис. 1). Все его детали разработаны и изготовлены в России фирмой ООО «Метиз производство». В основе протеза лежат гидравлический коленный шарнир и энергосберегающая углепластиковая стопа с регулировкой высоты пятки. Сочетание этих разработок даёт METIZ HYPERKNEE крайне широкий функционал. Например, с обычным протезом человек может комфортно передвигаться только по идеально горизонтальной поверхности. Даже к небольшому спуску и уклону надо адаптироваться, опираясь на пятку и рискуя упасть.

Электронный же протез считывает рельеф поверхности, автоматически подстраивая подъём носка под него, чтобы человек не спотыкался и не прилагал дополнительных усилий. Протез даже запоминает особенности стиля ходьбы владельца и подстраивается под него. Регулировка высоты подъёма пятки позволяет носить обувь с любой подошвой и даже с каблуками или вовсе обходиться без неё (например, в домашних условиях). Всего этого получилось достичь за счёт встроенного микропроцессора, датчиков положения и ускорения, гидравлической системы и электрических приводов. Важно, что METIZ HYPERKNEE выглядит абсолютно естественно: непосвящённый человек по внешним признакам вряд ли сможет отличить протез от ноги.

В новую разработку вложен весь опыт компании «Орто-Космос», накопленный почти за четверть века. Помимо METIZ HYPERKNEE среди разработок компании есть модули для занятий водными видами спорта: они изготовлены из коррозионностойких материалов, а электроника позволяет находиться несколько часов на глубине до трёх метров. Также представлены протезы с дополнительной страховкой – т.е. встроенными датчиками опоры, защищающими от падений. А верх технологий – разработка с искусственным интеллектом.

Здесь установлена уже более сложная система, обладающая модулем искусственной проприоцепции (ощущение положения своего тела в пространстве). Устройство непрерывно следит за состоянием системы «человек–протез» и постоянно поддерживает симметрию между здоровой ногой и искусственной конечностью. Более того, микропроцессор создаёт мгновенные ответные реакции, подобные человеческим, что позволяет протезу воспроизвести естественную кинематику ходьбы.

### NeuroWalk, компания

#### «Нейроботикс» – экзоскелет

Одними из самых зрелищных состязаний для рядовых зрителей на Кибатлоне стали гонки экзоскелетов, которые представляют собой внешний каркас с приводящими элементами. Они полностью дублируют биомеханику человека и увеличивают его физические возможности. Особенно интересно, что появились экзоскелеты благодаря русскому инженеру-механику Николаю Ягню. Ещё в 1890-х гг. он зарегистрировал ряд патентов на эту тему. Костюм создавался для военного дела – он должен был облегчить ходьбу, бег и прыжки солдат. Но со временем идея



Рис. 2. Интерфейс «мозг-компьютер»

наделять людей суперсилой трансформировалась в более полезную мысль – в первую очередь дать свободу движений тем, кто в этом нуждается.

Мысль о поддержке людей с ограниченными возможностями легла в основу разработок многих последователей Ягна, в числе которых и специалисты «Нейроботикс». Компания специализируется на нейронауке и уже более 10 лет занимается производством антропоморфной робототехники и искусственного интеллекта.

Рядовому потребителю разработка экзоскелета на фоне достижений компании может показаться вполне рядовым делом. Однако это в корне неверно. Для создания модели, которая в итоге отправилась в Швейцарию, использовался целый комплекс технологий:

- моделирование CAx, CAD, ECAD, CAM, CAPP;
- 3D-печать;
- фрезерная токарная обработка;
- монтаж многослойных печатных плат;
- беспроводная передача данных;
- многопроцессорная система управления;
- объектно-ориентированное программирование;
- технология адаптивного управления;
- технология неинвазивной регистрации управляющих сигналов от биопотенциалов мышц;
- технология неинвазивной регистрации управляющих сигналов от биопотенциалов мозга.

#### **Neurobotics, компания «Нейроботикс» – интерфейс «мозг-компьютер»**

Ещё одна команда от «Нейроботикс» на Кибатлоне выступала в гонках с использованием нейроинтерфейса. Компания предложила свой интерфейс «мозг-компьютер» (ИМК), в основе которого лежит метод биологической

обратной связи. С коры головного мозга при помощи специальных датчиков снимаются электромагнитные токи. Затем они усиливаются и переводятся в компьютерные команды для робота. ИМК может использоваться для управления движениями колёсного робота, квадрокоптера, роботизированной руки, автоматизированной инвалидной коляски, работой умного дома и пр. Для этого необходимы только биоусилитель и электроэнцефалографическая шапочка (см. рис. 2).

Технология, разработанная «Нейроботикс» и представленная в Швейцарии, отличается от аналогов тем, что команды формируются исключительно исходя из психической активности человека. Пилоту не нужно намеренно двигать глазами или головой, специально сокращать лицевые мышцы или стискивать зубы. Он просто думает, мозг подаёт импульсы, которые улавливает электроника.

В реальном времени можно распознать до 8 отдельных состояний, которые пользователь использует в качестве команд управления: нейтральное, концентрацию, расслабление, воображаемые движения ногами, перевод внимания внутрь головы и ментальную тишину (остановку мыслительных процессов). Неподготовленный человек буквально за 10 минут обучается использованию двух команд, а за 15 минут – трёх. Опытный пользователь использует все возможности в фоновом режиме. То есть, может говорить, ходить и параллельно выполнять другие операции с использованием нейроинтерфейса.

Кроме того, разработчики наделили устройство такими приятными бонусами, как возможность управления с помощью Bluetooth на расстоянии до 10 м и непрерывная работа в течение минимум 8 часов. Вес его составляет всего лишь 50 г.



Рис. 3. Коляска-трансформер CaterWil

#### **CaterWil, компания «Катэर्वиль» – коляска-вездеход**

В дисциплине WHEEL наша сборная продемонстрировала коляску-трансформер CaterWil (см. рис. 3). Главная задача, которую ставили перед собой разработчики устройства, – подобрать такое сочетание технологий, которое обеспечит свободу передвижения и независимость пользователя. И команде это удалось: коляска легко преодолевает бордюры и ступени высотой до 20 см и уклоном до 40°. Разработка имеет два хода – гусеничный и колёсный, поэтому легко адаптируется к любой дорожной поверхности.

Переключение режимов осуществляется со встроенного в подлокотник пульта нажатием одной кнопки. Важно, что при использовании колёсного хода можно дополнительно отрегулировать наклон кресла. А вот в гусеничном режиме автоматически активируется гироскопическая система, надёжно фиксирующая спинку кресла в ровном положении, тем самым обеспечивая безопасность во время преодоления препятствий.

У CaterWil есть ещё несколько полезных особенностей, которые выгодно отличают её от аналогов и предыдущих разработок компании «Катэर्वиль». Это:

- система Smart Control, обеспечивающая принудительный поворот передних колёс, придаёт коляске чрезвычайную манёвренность;
- ёмкость аккумулятора 35 Ач, что увеличивает запас хода до 25 км;
- гусеницы шириной 60 мм гарантируют устойчивость и безопасность как в обычных условиях, так и при подъёме по лестнице и при спуске;
- передние колёса диаметром 200 мм увеличивают проходимость коляски;
- возможность программирования отзывчивости джойстика, что задаётся на самом пульте нажатием определённой комбинации кнопок;



Рис. 4. Команда Kleiber с разработкой протеза руки

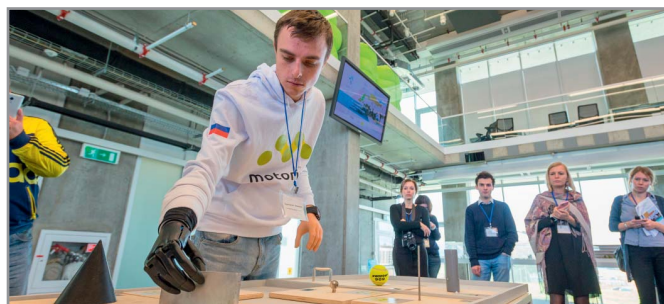


Рис. 5. Биозлектрический протез кисти Stradivary

- удобные аксессуары: сидение, подлокотники, подножки и подголовник имеют много настроек, что позволяет адаптировать CaterWil под любые потребности.

Производство модели налажено на предприятии ООО «Катэर्वиль» в Новосибирске.

#### **Kleiber, компания KleiberBionics – протез руки**

Пожалуй, самыми приближенными к условиям реальной жизни получились состязания в дисциплине ARM. Здесь спортсмены с протезами верхних конечностей проходили полосу препятствий: перемещали элементы специальной мозаики между двумя столами, проводили рамку по криволинейной траектории в виде изогнутой трубки без касания, развешивали бельё, закрепляя его прищепками, застёгивали пуговицы, резали хлеб, открывали консервные банки и ввинчивали лампочки.

За победу боролись сразу две российские команды, и обе принадлежат очень молодым компаниям: KleiberBionics и Motorica. Первая компания была основана в 2016 г. выпускниками МГТУ им. Н.Э Баумана и является резидентом инновационного центра Сколково. Но, несмотря на молодость, у основателей компании есть десятилетний опыт в изучении программирования, микропроцессорной техники, схемотехники и твёрдотельного моделирования.

Путь к бионическому протезированию лежал через многочисленные разработки в области робототехники. Результатом деятельности стало устройство Kleiber Solo, состоящее из пяти роботизированных пальцев, способных двигаться отдельно (см. рис. 4). Внутри каждого пальца размещается по шесть сервоприводов для движения и датчик угла. Для управления в корпусе ладони установлен микропроцессорный модуль.

Движения пользователь Kleiber Solo совершает буквально силой мысли. На коже устанавливаются специальные

электроды, которые многократно усиливают сигналы от мышечных волокон и позволяют управлять величиной усиления, за счёт чего производится точная настройка под конкретного человека. Далее принятый сигнал очищается от помех при помощи цифровой фильтрации, а параллельно изменяется уровень активности мышцы. При определённом пороге срабатывает команда на сжатие или разжимание пальцев. Таким образом, протез частично возвращает утраченные функции руки, позволяя справляться с различными манипуляциями в домашних условиях. В Kleiber Solo предусмотрено 12 вариантов захвата, от 6 до 12 степеней свободы, 14 тактильных сенсоров, а усилия на кончиках пальцев достигают 150 Н.

#### **Stradivary, компания Motorica – протез руки**

Ещё одна российская команда, выступившая в дисциплине ARM, принадлежит совсем молодой компании Motorica, которая существует с февраля 2015 г. В настоящий момент активно занимается установкой тяговых протезов рук и введением новых стандартов в детском протезировании.

В Цюрих команда привезла биозлектрический протез кисти Stradivary (см. рис. 5). Это первый отечественный высокофункциональный миоэлектрический протез предплечья, а в ближайшем будущем и всей руки. Пальцы на протезе приводятся в движение с помощью электродов, считывающих электрический ток, который вырабатывается мышцами в момент их сокращения. Затем информация передаётся на микропроцессор кисти, и в результате протез выполняет определённый жест или хват. Миоэлектрические протезы способны к выполнению движений мелкой моторики и дают возможность успешно пользоваться такими вещами, как ложка, вилка и шариковая ручка. Разработчики подумали даже о том, чтобы выполнить поверхность пальцев

протеза с рельефной фактурой, иначе предметы выскальзывали бы из руки.

Протез Stradivary способен выполнять до 6 различных хватов и жестов. Скорость открытия и закрытия ладони при этом составляет всего 0,5 с, что практически сопоставимо со скоростью движения настоящей руки. Время активной эксплуатации протеза достигает 12 часов, а в режиме ожидания он и вовсе может находиться трое суток. Для удобства пользователя аккумулятор съёмный и полностью заряжается в течение двух часов. Предусмотрена и возможность беспроводной зарядки.

Также компания разработала специальную обучающую программу для совершенствования техники пользования протезом. Интересно, что выглядеть протез будет так, как захочет пользователь. При желании можно сделать его максимально похожим на обычную руку, а можно изготовить высокотехнологичный гаджет, похожий на кисть робота.

В дальнейшем компания Motorica планирует оснастить свою разработку технологией Wi-Fi, сенсорным дисплеем с возможностью просмотра почты и социальных сетей, добавить в протез функцию smart-часов, а затем и полноценного смартфона. Искусственное устройство сможет выступать пультом управления для любых домашних электронных устройств, начиная с чайника и заканчивая телевизором.

Соревнования Кибатлон – своевременное и нужное событие. В случае успеха состязаний следующая встреча произойдёт в 2020 г. в Токио. Стать хозяйкой мероприятия в скором будущем планирует и Россия. Кибатлон и представленные на нём технологии стирают границы между здоровыми людьми и инвалидами. Идея организаторов заключается в том, чтобы уничтожить межличностные барьеры и реализовать надежды тех, кто хочет активно жить и добиваться успехов в своей социальной и профессиональной деятельности.

