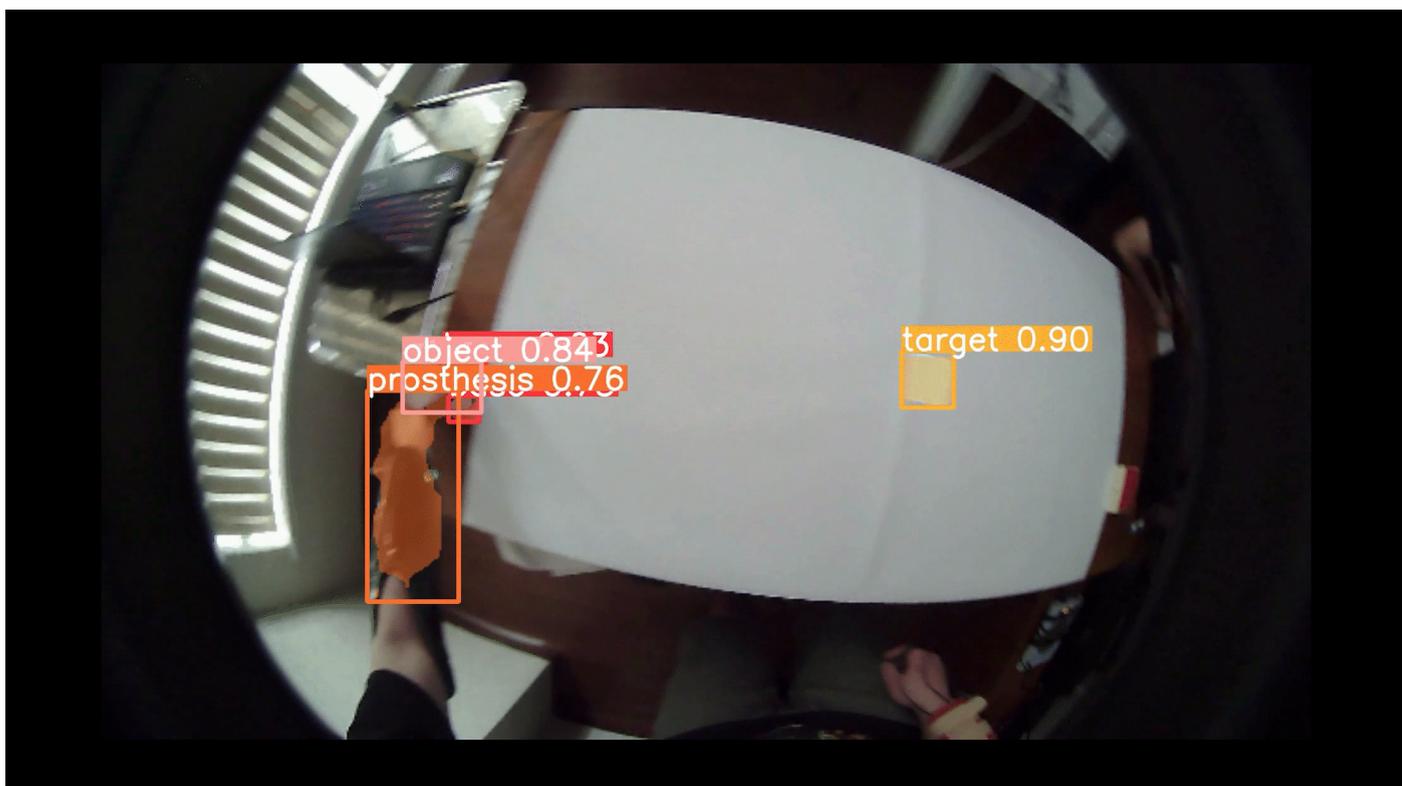


## Прочувствовать протез как часть тела: российские ученые смогли измерить человеческое восприятие протеза руки

Благодаря технологии отслеживания взгляда, удалось оценить, воспринимает ли пациент протез как часть своего тела или испытывает дополнительную умственную нагрузку при использовании протеза. Эксперименты показали, что под воздействием электростимуляции от протеза руки испытуемый реже направлял свой взгляд на протез и, следовательно, реже концентрировал на нём своё внимание. По мнению исследователей, такой результат свидетельствует о том, что данная технология позволяет пациенту более интуитивно контролировать протез, что повышает комфорт его использования — ведь здоровому человеку совсем не обязательно постоянно смотреть на свою руку, чтобы уверенно ей управлять.



Изображение. Кадр из видео, записанного во время эксперимента. Алгоритмы компьютерного зрения распознают и выделяют объекты: протез руки, предмет для перемещения и целевую зону. Автор: Михаил Кнышенко/Сколтех.

Учёные из Сколтеха, «Моторики» и Центра кибернетической медицины и нейропротезирования, созданного совместно исследовательским центром «Моторика» и Федеральным центром мозга и нейротехнологий ФМБА России, разработали систему оценки уровня комфорта у пользователей протезов рук на основе отслеживания движения глаз. Система контролирует частоту, с которой пациент с ампутированной конечностью смотрит на свой протез и объекты вокруг, а также отслеживает другие характеристики его взгляда. На основе этих данных система рассчитывает объективные показатели, по которым ученые и

производители протезов могут оценить, воспринимает ли пациент протез как часть своего тела или испытывает дополнительную умственную нагрузку при использовании протеза. В рамках [исследования](#) были получены предварительные результаты четвёртого этапа исследований по очувствлению протезов. На данном этапе пользователи протезов участвовали в исследовании в течение четырех месяцев. Этот период включал длительную послеоперационную реабилитацию и месячный период адаптации к инвазивным нейропротезам. Статья по результатам исследования доступна в репозитории OSF Preprints.

В рамках исследований учёным удалось реализовать сенсорную обратную связь в бионических протезах. Благодаря электростимуляции пациент может ощущать предметы, с которыми взаимодействует, не глядя на сами предметы и положение своего протеза. Для усовершенствования протезов разработчикам и производителям протезов требуются более эффективные методы объективной оценки удобства использования и принятия устройств как продолжение своего тела у людей с ампутированными конечностями, а не только ограничиваться анкетами. Именно эта задача была решена в данном исследовании.

«Иногда оценка испытуемыми своих ощущений сильно зависит от настроения и нацеленности на результат. Однако, находясь дома с установленными на очках камерами, они используют протез с меньшей уверенностью, чем в условиях лаборатории. Наш подход позволяет получить дополнительные объективные косвенные показатели комфорта и умственной нагрузки для пациента с возможностью сбора этих данных вне лаборатории», — отметил первый автор исследования, аспирант Сколтеха **Михаил Кнышенко**.

Новая портативная система включает в себя очки с двумя камерами для отслеживания движения глаз и дополнительной камерой фиксации окружающей обстановки. Полученные видео и данные со встроенных в протез сенсоров обрабатываются через специальное программное обеспечение. Для распознавания наиболее важных объектов на видеозаписях с камер используются алгоритмы компьютерного зрения. К таким объектам относятся протез, перемещаемый предмет и та область, куда он должен быть помещён.

Результаты исследования были достигнуты в рамках эксперимента, где испытуемый, стоя за столом, многократно захватывал предмет протезом руки, поднимал его и устанавливал в освещенную целевую область на столе. В половине заданий испытуемый получал сенсорную обратную связь от протеза в виде электростимуляции через вживленный в руку электрод. Стимуляция вызывала у испытуемого ощущения в фантомной конечности во время удержания и перемещения предметов. Эксперименты продолжались в течение нескольких недель. В результате исследователям удалось записать 250 часов видео. Затем эти данные были обработаны при помощи алгоритма компьютерного зрения для отслеживания интересующих объектов.

Сенсорная обратная связь от протеза к испытуемому была настроена под конкретного пользователя протеза. Использовались результаты подготовительных экспериментальных сеансов, в ходе которых был определён возможный диапазон стимуляции. Следует отметить, что в ходе подготовительных сеансов проводился поиск подходящих параметров электростимуляции на основе ответов испытуемого о характере ощущений, которые он испытывал под её воздействием. Это позволило исследователям определить, какие виды стимуляции вызывают те или иные субъективные ощущения и в какой части фантомной руки эти ощущения возникают.

«Мы разрабатываем методы инвазивной стимуляции и протезирования уже пять лет. Наша цель — постоянно повышать автономность и мобильность этих устройств, обеспечивая при этом безопасность и удобство для пользователя. В данном исследовании мы впервые позволили испытуемому свободно передвигаться и взаимодействовать с реальными объектами. Имея в нашей двунаправленной системе такую дополнительную свободу манёвра, мы поставили перед собой цель объективно оценить взаимодействие пользователя с протезом в динамике», — рассказывает научный координатор проекта, научный сотрудник Центра нейробиологии и нейрореабилитации имени Владимира Зельмана Сколтеха **Гурген Согоян**.

«Такие инновационные, наукоемкие проекты можно реализовать только благодаря взаимодействию крупных промышленных партнёров и лидеров науки ФЦМН ФМБА и Сколтеха. Это поможет людям вернуть часть утраченных ими функций и избавиться от фантомных болей. Задача проекта — вывести продукт на рынок», — поделился руководитель департамента нейротехнологий «Моторики» **Юрий Матвиенко**.

По словам авторов, новая портативная система может использоваться исследователями и производителями протезов для сбора важных данных, которые смогут дополнить традиционные самоотчеты и помочь в разработке бионических протезов.

## **Справочно**

**Группа компаний «Моторика»** ведущий игрок рынка MedTech с фокусом на ассистивных технологиях и медицинской кибернетике, разрабатывает и производит функциональные протезы рук для взрослых и детей старше двух лет, а также протезы ног и кресла-коляски. Компания развивает направление нейроимплантов для лечения заболеваний нервной системы, а также занимается дистрибуцией медицинских изделий в данном сегменте. Миссия компании — помочь людям обрести новые возможности.

С 2015 года компания изготовила более 8 тыс. изделий и является одним из мировых лидеров по производству протезов. Высокотехнологичное производство протезов «Моторики» площадью 2 000 кв. м. находится в ОЭЗ «Технополис Москва». В компании внедрены процессы по бережливому

производству и конвейерной сборке. «Моторика» активно развивается на рынках СНГ, Индии и Вьетнама.

Стратегия компании предусматривает дальнейшее развитие и расширение продуктового портфеля в сегментах мобильности, нейротехнологий и цифровых сервисов. Одним из шагов в реализации стратегии стало приобретение контрольного пакета акций ведущего производителя кресел-колясок «Завод специального оборудования». Продуктовый портфель компании включает свыше 30 моделей инвалидных колясок, а также сопутствующие изделия. Завод является одним из крупнейших производственных предприятий в сегменте, с мощностью свыше 40 тыс. изделий в год и площадью более 5 000 кв. м.

«Моторика» проводит передовые инвазивные исследования по очувствлению протезов и купированию фантомных болей в Центре Кибернетической Медицины и Нейропротезирования совместно с Федеральным центром мозга и нейротехнологий ФМБА, Сколковским институтом науки и технологий и Дальневосточным Федеральным Университетом. Сегодня участники исследований с помощью протезов рук могут различить, твёрдый предмет или мягкий, а также определить его размер. Команда ищет добровольцев с ампутациями и фантомными болями для исследований — [подать заявку на участие](#).

[Сайт](#) | [VK](#) | [Telegram](#) | [OK](#) | [YouTube](#)

Инвесторам: [Telegram](#) | [Пульс](#) | [Smart-Lab](#)

**Центр кибернетической медицины и нейропротезирования** создан совместно исследовательским центром «Моторика» и Федеральным центром мозга и нейротехнологий ФМБА России. Основные задачи Центра — разработка и внедрение отечественных нейростимуляторов, интеграция практики применения интерфейсов мозг-компьютер, а также возможность передачи ощущений с протеза на нервную систему человека. К 2030 году Центр кибернетической медицины и нейропротезирования разработает медицинские изделия нового поколения на основе бионических и нейротехнологий.

**Сколтех** — негосударственный международный университет, который готовит новое поколение лидеров в области технологий, науки и бизнеса. Функционируя как фабрика технологий, институт проводит передовые исследования по приоритетным направлениям научно-технологической повестки, а также содействует внедрению технологий и развитию предпринимательства. В институте работают центры по направлениям искусственного интеллекта, наук о жизни и агротехнологий, современной инженерии и перспективных материалов, энергоэффективности и энергоперехода, телекоммуникаций и фотоники, перспективных исследований. Основанный в 2011 году в сотрудничестве с Массачусетским технологическим институтом, Сколтех дважды вошёл в топ-100 лучших молодых университетов мира престижного рейтинга Nature Index, а в рейтинге Research.com занимает второе место в общем зачёте и первое по генетике среди российских университетов. По версии SCImago Institutions Rankings, Сколтех — № 1 в России в области компьютерных наук. Сайт: <https://www.skoltech.ru/>.