

## УЛУЧШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТЕЗОВ РУКИ

Л.Н. Иванова

Научный руководитель: А.В. Шкляр  
Томский политехнический университет  
E-mail: lni1@tpu.ru

### Введение

В жизни человека, которому пришлось перенести ампутацию руки, происходят большие изменения. Обычные повседневные действия, которые раньше выполнялись естественным образом, теперь требуют новых усилий и навыков. Протезы конечностей должны отличаться многофункциональностью и надёжностью, а также отвечать всем требованиям, которые предъявляются к ним пользователями.

Развитие технологий позволяет людям с ограниченными возможностями жить более полноценной жизнью. Современные материалы, датчики силы прикосновения, емкие аккумуляторы и точные двигатели позволяют людям, лишившимся конечности, выполнять повседневные действия с недоступной ранее для инвалидов простотой.

При этом, несмотря на то, что создатели протезов уделяют достаточное внимание основным функциям руки и её эстетическому виду, имеется ряд функциональных ограничений, которые существующие протезы на данный момент не преодолели.

### Обзор современных протезов:

На данный момент самыми качественными и удобными в эксплуатации протезами рук являются бионические протезы. Функционирование таких протезов построено на получении сигналов от человека, свидетельствующих о его намерении совершить движение рукой. Наличие такого рода информации позволяет протезу реагировать на желания человека таким образом, чтобы максимально симитировать наличие полноценной конечности.

Всего можно выделить четыре основных, существующих сегодня, принципа управления протезами [1]:

- *Тяговое управление* – осуществляется при помощи механических тяг, передающих движение протезу. полностью контролируется усилиями самого человека.

Сильная сторона такого механизма — возможность контролировать усилие. При выполнении хвата пользователь сам определяет силу сжатия, скорость и может почувствовать сопротивление, когда кисть/крюк упирается в предмет и не может продолжать сдавливание. Механизм прост в управлении, его можно использовать в воде, он легок в обслуживании.

Слабая сторона — это ограниченность силы хвата возможностями самого человека.

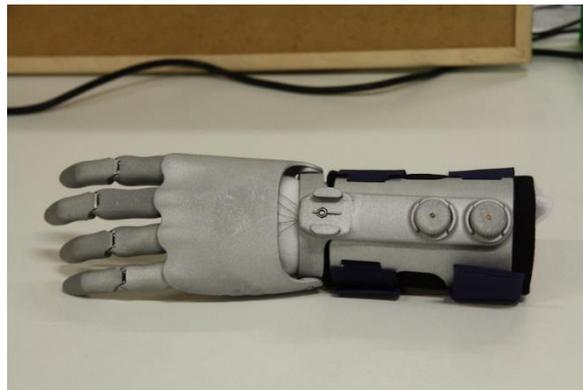


Рис. 1. Тяговый протез кисти «Киби»

- *Электромиографическое управление* – основанно на считывании биоэлектрических потенциалов, которые возникают при сокращении мышц на уцелевшей части руки.

- *Электроэнцефалографическое управление* – использует считывание электрических потенциалов, создаваемых в мозгу, посредством энцефалографии (ЭЭГ). Сигналы принимаются с датчиков, располагающихся на поверхности кожи головы, декодируются компьютером и преобразуются в команды, управляющие протезом.

- *Управление с помощью электронных имплантов* – в кору головного мозга вживляются электроды, с помощью которых регистрируется активность корковых нейронов.

Из перечисленных выше способов управления именно последние три позволяют создавать бионические протезы, отличающиеся возможностью использовать сложные движения, благодаря своей конструкции. Самые дешёвые бионические протезы способны выполнять одно-два основных движения, вроде хвата, или взятия в щепоть. Более дорогие протезы обладают набором уже из нескольких десятков различных хватов.

Такая разновидность протезов позволяет гораздо быстрее научиться выполнять действия, требующие активного использования пальцев. Однако при этом многим бионическим протезам часто требует техническое обслуживание и они, как правило, не работают в воде. Ещё одним минусом является недолгое время работы на одном заряде батареи.



Рис.2. Бионический протез «Страдивари»

### **Существующие проблемы бионических протезов**

Слабые и сильные стороны разных типов протезов уже упоминались выше. Однако при этом существуют проблемы, связанные с тем, что производители, упускают из виду небольшие детали, от которых зависит удобство ежедневной эксплуатации протеза.

Отсутствие освещенности этих проблем объясняется тем, что протезы – это слишком специфический товар, отзывы на который не размещаются на популярных ресурсах.

Например, мало кто задумывается, что протез может с трудом пролезать в рукав из-за размера кисти. И если естественную кисть легко сжать в кулак, подогнув большой палец, то во многих протезах большой палец продолжит выпирать и не даст просунуть руку в рукав [2].

Также одной из самых известных и активно решаемых проблем является отсутствие тактильной связи. Активно ведутся разработки материала, который способен её обеспечить, однако на это требуется время. А если принять во внимание стоимость конечного продукта, то можно с уверенностью утверждать, что до рядовых инвалидов эти разработки доберутся не скоро.

Следует упомянуть, что протезы имеют необходимость постоянно замены перчаток на протез, которые из-за постоянной эксплуатации приходится менять раз в полгода. Перчатки сильно пачкаются за время эксплуатации, темнеют и протираются. Еще одной проблемой является то, что материал, из которого изготовлена перчатка, должен хорошо цепляться за хватаемый предмет. При этом, если тыльная сторона перчатки выполняется из того же материала, то перчатка будет цепляться внутри рукава одежды, во время одевания.

### **Варианты решения существующих проблем**

Отсутствие обратной тактильной связи в повседневной жизни решается благодаря наличию

связи зрительной. Инвалиды не могут выполнять действия вслепую, поскольку зрение заменяет им отсутствие привычных ощущений от руки. В связи с этим у инвалидов возникают проблемы в темных помещениях, или в темное время суток. Добавление внутренней, или внешней подсветки в протез сильно облегчит его использование в подобных ситуациях. А выделение светом отдельных частей протеза облегчит понимание его положения в пространстве. Так же подсветка поможет увидеть, например, закатившиеся под кровать вещи, которые обычный человек может нащупать. Слабые светодиоды не смогут сильно сократить время работы от аккумулятора, но при этом существенно упростят жизнь владельца протеза.

При разработке дизайна протеза следует обратить внимание на размер кисти руки и возможность сжатия её в кулак таким образом, чтобы у инвалида была возможность без проблем одеваться. Этот параметр может и должен меняться в зависимости от возраста человека, который использует протез.

Учитывая тот факт, что современное общество уже вполне привыкло к тесной интеграции техники в человеческую жизнь, перчатка для протеза не обязательно должна копировать внешний вид человеческой руки. Это дает инженерам и промышленным дизайнерам простор в выборе современных материалов при создании перчаток и самих протезов, позволяя сделать внешнюю поверхность гладкой и при этом стойкой к повреждениям.

### **Заключение**

В статье проанализированы и выявлены варианты решения существующих проблем, используя которые производители и промышленные дизайнеры могут значительно улучшить функциональные и эксплуатационные характеристики существующих протезов без существенных дополнительных затрат.

### **Список использованных источников**

1. По мановению мысли / Д. Степаненко // Популярная механика – 2016. – Т.160, №2. – С. 26–27
2. Интервью с владельцем бионических протезов BeBionic и MyoFacil: их достоинства и недостатки в повседневной жизни // Новостной портал GeekTimes // URL: <https://geektimes.ru/post/277752/> // Дата обращения: 03.09.17
3. Бионические руки: история, будущее и реальность //Новостной портал GeekTimes // URL: [https://geektimes.ru/post/276638](https://geektimes.ru/post/276638/) // Дата обращения 03.09.17