

дет соблюден при условии упаковки тест-полосок в плотно закрытые упаковки.

Таким образом, показатели тест-полосок работают стабильно, сроки их хранения обоснованы и соответствует ТУ РБ 100060102.001-2000.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dridi, S. Nutritional Biochemistry: From the Classroom to the Research Bench / S. Dridi – Bentham Science Publishers, 2022. – 287 с.

2. Семашко Т. В., Михайлова Р. В., Жуковская Л. А., Чихаева О. В. Получение препаратов глюкозооксидаз методом сублимационного высушивания // Микробное разнообразие: состояние, стратегия сохранения, биотехнологический потенциал ICOMID 2008 : материалы международной конференции. Пермь – Нижний Новгород, 27 сентября – 4 октября 2008 г. – Пермь, 2008. – С. 92.

3. Семашко Т. В., Михайлова Р. В., Жуковская Л. А., Лобанок А. Г. Оптимизация параметров лиофилизации глюкозо-оксидазы *Penicillium adametzii* и подбор стабилизаторов фермента // Микробные биотехнологии : фундаментальные и прикладные аспекты : сб. науч. тр. – Минск, 2009. – Т. 2. – С. 372–383.

УДК 615.477.2

Б. О. Аннаев, преп.
(ИТИТ, г. Ашхабад, Туркменистан)

МЕТОД ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ПРОТЕЗОМ РУКИ

Сегодня с помощью инновационных технологий возможно частично или полностью восстановить потерянные конечности физически ограниченных людей.

Протезирование является смежной дисциплиной между медициной и техникой, тесно связано с ортопедией, травматологией, восстановительной хирургией.

Работа с оставшимися нервными окончаниями утраченной конечности – один из основных этапов протезирования. Обычно, когда человек думает о движении руки, мозг, через нервные окончания посылает импульс соответствующим мышцам. В результате мышцы под воздействием нервных окончаний, начинают сокращаться. После ампутации руки оставшиеся нервные окончания частично сохраняют

свою активность. Идея, считывания специальными устройствами нервных импульсов и передача их двигательный механизм лежит в основе протезирования. Для анализа активности оставшихся после ампутации мышц производится электромиографическое исследование. Электромиография - это метод, используемый для проверки биоэлектрической активности мышц и нервов. [1]

В данной работе был выбран электромиограф MyoWare Muscle Sensor (AT-04-001), который является портативным и экономически целесообразным для использования в данном проекте. Устройство для электромиографии показано на рисунке ниже.



**Рисунок 1 – MyoWare Muscle Sensor (AT-04-001)
электромиографический датчик**

Аппарат электромиографии позволяет определить активность мышц, оставшихся после травмы. Тесты, показанные на рисунках, были выполнены с использованием программного обеспечения Arduino IDE. Изменение кривой в зависимости от активности мышц можно увидеть на рисунках ниже. [2]



**Рисунок 2 – Результаты электромиографического датчика
(напряжённое состояние мышц)**

Как видно на рисунках, активность мышечных волокон повышается при напряжении руки, соответственно при расслабленной руке активность мышц понижается. Активность мышц можно увидеть на графике программного обеспечения. В рамках протезирования с пациентом проводятся множество тренировок для восстановления связи

между мозгом и оставшейся частью руки, в результате пациент учится напрягать мышцы культи, с которых и будут считываться данные.

Основным требованием пользователей автоматизированных протезов на мировом рынке является не изобилие протезных функций, а простота их управления.

Одним из основных этапов протезирования является изготовление 3D-модели протеза с учётом особенностей травмы и оставшейся части руки. 3D-модель протеза разработана с помощью специализированного программного обеспечения и распечатана на 3D-принтере. В данной работе в качестве примера была использована роботизированная рука. Использование 3D-технологий в протезировании позволяет нам изучить характеристики степени травмы каждого человека индивидуально и построить подходящий протез в соответствии с этими характеристиками [3].

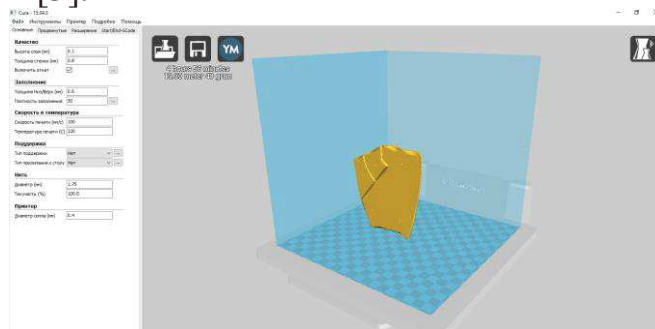


Рисунок 4 – Процесс подготовки модели к печати

Следующим этапом является разработка механической конструкции, обеспечивающей движение и сгибание пальцев протеза. В результате тестирований в качестве подходящего элемента для механической части был выбран мотор ServoMG996R. Сервомоторы могут совершать пошаговые движения в диапазоне от 0 до 180 градусов, чего достаточно для выполнения различных манипуляций пальцев и кисти протеза. [4]

С управляющего микроконтроллера отправляется модулированный сигнал для поворота серводвигателя на определенный угол. Управляющий сигнал представляет собой импульс с постоянной частотой и переменной длительностью. Угол поворота серводвигателя зависит от длительности импульса. Как только модулированный сигнал достигает платы управления двигателем сервомотора, микросхема в составе сервомотора генерирует свой импульс в соответствии с нынешней позицией выходного вала. Затем сравнивается длительность двух импульсов. В случае различия длительности импульсов, двигатель начинает вращаться до указанного градуса. Как только длительность импульсов сравнивается, двигатель прекращает движение [5].

Для своевременного чтения импульсов идущих от нервных окончаний и преобразования их в соответствующие сигналы для сервоприводов, необходим микроконтроллер с достаточной вычислительной способностью. В качестве оптимального решения был выбран микроконтроллер Atmega328P, являющийся продуктом компании ATMEL. Данный микроконтроллер способен работать на частотах до 20МГц чего вполне достаточно для приёма, обработки и передачи электромиографических данных, в зависимости от состояния мышц в механическую часть протеза.



Рисунок 5 – Сервопривод MG 996R



Рисунок 6 – Микроконтроллер Atmega 328P



Рисунок 7 – Распечатанная на 3D принтере роботизированная рука

В ходе проведенного анализа был выбран набор элементов для процедуры электромиографии, проведен обзор предлагаемых на мировом рынке электромиографических устройств, выявлены их преимущества и недостатки также был выбран оптимальный сенсор для этого проекта. При помощи электромиографического сенсора была исследована активность мышц. В следствии метод электромиографии был использован для управления роботизированная рукой.

Развитие мио-протезирования с учетом травм человека будет большим подспорьем для людей с ограниченными физическими возможностями, что приведет к развитию здравоохранения и промышленности во всём мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров В.Г., Замиладский Ю.И., Буров Г.Н., Курдыбайло С.Ф. Технология изготовления протезов верхних конечностей. 2008.
2. Матев И. Реабилитация при повреждениях руки. 2019.
3. Филатов В.И. Протезирование детей с дефектами конечностей 1981.
4. Протезирование верхней конечности. Меркушин А.П. г.Томск 2017.
5. Кондрашин Н.И., Санин В.Г. Ампутация конечностей и первичное протезирование 1984.