

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 612.741.4, 616.74-007.23

Байданов Алексей  
Михайлович

**Диагностика заболеваний человека с  
использованием динамических  
биоспеклов**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-38 80 03 «Приборы, системы и изделия медицинского  
назначения»

Научный руководитель  
*Дик Сергей Константинович*  
*Кандидат физ.-мат. наук, доцент*

Минск 2020

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение мышечной активности с помощью динамического спекл-поля было названо методом спекл-оптической миографии, предназначенным для количественной оценки биомеханических характеристик скелетной мускулатуры, в том числе контрактивных, релаксационных и др. свойств мышечных волокон – мионов, обладающих специфическим качеством – сократимостью (укорочением). Объем мышцы при ее укорочении практически не изменяется, и сокращение сопровождается увеличением толщины мышцы, так как передача силы при сокращении мионов происходит как вдоль линии действия силы, так и в направлении окружающих мышцу апоневрозов и фиброзных футляров. Эти биомеханические изменения можно зарегистрировать с помощью применения лазерных технологий.

Исследование биомеханических характеристик скелетных мышц, а именно: тонуса покоя, сократительных свойств и релаксационных показателей – проводят с целью оценки функционального состояния отдельных систем человека (нервной, мышечной). Особенно это важно при развитии дегенеративных процессов в нервно-мышечной системе. Для оценки изменений тонического состояния мышц, мышечной силы, ригидности и других свойств существуют шкалы, основанные на ощущениях врача при определении сопротивления в условиях выполнения пассивных движений в суставах конечностей, что весьма субъективно.

Болезнь двигательного нейрона (БДН) – прогрессирующее дегенеративное заболевание нервной системы, характеризующееся поражением нервных клеток, отвечающих за движения. При этом мышцы, лишенные иннервации, со временем атрофируются и уже не могут выполнять свои функции, в частности движения руками и ногами. Одним из симптомов БДН является прогрессирующая мышечная слабость, когда происходит атрофия мышц, снижение сократительной функции, изменение релаксационных свойств, развитие ригидности и пр.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Целью работы** является установление возможности спекл-оптического метода для исследования биомеханических характеристик мышц и определить наиболее информативные параметры для оценки мышечной активности у пациентов с нервно-мышечными заболеваниями.

Для выполнения поставленной цели в работе были сформулированы следующие задачи:

1. анализ методов лазерной оптической диагностики, в частности метод спек-оптической миографии.
2. рассмотреть оптические характеристики биоткани.
3. разработка способа оценки сократительной активности и релаксационных свойств длинного лучевого разгибателя кисти.
4. изучение биомеханических характеристик мышц верхней конечности с целью оценки изменений их функциональной активности.

Объектами исследования являются кожный покров, кровоток и скелетная мускулатура человека.

Методами исследования являются лазерная оптическая диагностика с использованием спекл-полей.

Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-38 80 03 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

### **Личный вклад соискателя**

Все основные научные результаты, представленные в работе, получены соискателем самостоятельно на базе УО БГУИР. В диссертации изложены результаты научно-исследовательских работ, выполненных автором в соавторстве.

Личный вклад соискателя заключается в проведении теоретических и экспериментальных исследований, разработке методики проверки достоверности результатов тестирования.

Участие научного руководителя: кандидата физико-математических наук, доцента кафедры ЭТТ УО БГУИР Дика С.К. заключалось в обсуждении структуры, целей и задач исследований, обсуждении и обобщении результатов теоретических и практических исследований, проведенных автором самостоятельно.

### **Апробация результатов диссертации**

Результаты исследования были представлены на 55-й и 56-й научных конференциях аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

**Структура магистерской диссертации:** Работа изложена на 78 страницах, состоит из разделов «Общая характеристика работы», «Введение», трёх глав, разделов «Заключение» и «Список использованных источников» из наименований, а также 6 публикаций магистранта.

Общий объем магистерской диссертации составляет 78 страниц, включая 31 иллюстрацию, 18 таблиц, библиографический список из 27 наименований, 1 приложение.

Библиотека БГУИР

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В общей характеристике работы сформулированы ее цель и задачи, даны сведения об объекте и предмете исследования, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, а также, структура и объем диссертации.

Во введении обозначена диагностическая ценность и перспективность спекл-визуализации как неинвазивного метода исследования, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В первой главе описываются существующие виды оптической диагностики, подробно рассматриваются спекл – поля, оптические свойства кожи, биофизические основы воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения и лазерная диагностическая установка, используемая для изучения биомеханических характеристик мышц.

Вторая глава посвящена математической обработке данных, полученных во время практических исследований.

В третьей главе проводится моделирование процесса распространения лазерного излучения в биоткани.

В заключении сформулированы итог и результаты проведенной работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над диссертацией проводилось исследование для установки возможности использования спекл-оптического метода для исследования биомеханических характеристик мышц.

В результате был разработан алгоритм исследования функциональной мышечной активности с применением нагрузочных тестов, позволяющий оценить сократительные и релаксационные свойства мышц предплечья на основании динамики показателей спекл-оптической миограммы для количественной оценки и объективизации изучаемых процессов.

У пациентов с БДН, сопровождающейся умеренно выраженным парезом мышц предплечья, в отличие от здоровых лиц, по данным спекл-оптического исследования, установлено нарушение функции исследуемых мышц со снижением выраженности сократительной активности, в том числе и после выполнения динамической нагрузки, а также замедление релаксации в связи с развивающейся мышечной ригидностью вследствие дегенеративных процессов в нервно-мышечном аппарате.

Установлено, что наиболее информативными спекл-оптическими показателями функциональной активности являются средняя частота спектра  $\langle f \rangle$  и асимметрия спектра  $A_s$ , представляющая собой соотношение площади под спектральной кривой высокочастотных колебаний к площади под спектральной кривой низкочастотных колебаний.