

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук, Подгорновой Юлии Анатольевны на диссертационную работу Жданова Алексея Евгеньевича на тему «Разработка и исследование алгоритмов анализа сигналов электроретинограмм для поддержки принятия решения врачом», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

1. Актуальность темы исследования

Проблема сохранения зрительных функций представляет собой значимую проблему на мировом уровне. Согласно оценкам Всемирной организации здравоохранения, около 1,3 миллиарда людей сталкиваются с различными нарушениями рефракции. С увеличением численности и старения населения риск развития заболеваний зрительной системы значительно возрастает. За последние 10 лет статистические данные по заболеваемости свидетельствуют о том, что болезни, связанные с нарушениями сосудистых структур сетчатки, часто приводят к ухудшению зрения и слепоте у лиц старше 50–55 лет. В настоящее время электроретинография является одним из наиболее информативных методов диагностики гетерогенных заболеваний, связанных с изменениями сосудистых структур сетчатки. Этот метод представляет собой электрофизиологическое тестирование, в ходе которого регистрируется электрический ответ сетчатки на короткие импульсы света или изменения яркости (паттерны).

Таким образом, исследование, проведенное А.Е. Ждановым и посвященное разработке алгоритмов анализа сигналов электроретинограмм для поддержки принятия решений врачом, рассматривает актуальную тему, обладает новизной и имеет важное теоретическое, методологическое и практическое значение.

2. Научная новизна полученных результатов

В диссертационной работе достигнуты следующие научные результаты:

1. Получен уникальный набор данных сигналов электроретинограмм, сопровождаемый формулированием норм для их оценки.
2. Разработан новый алгоритм извлечения параметров из сигналов электроретинограмм, дополняющий четыре традиционных метода.
3. Проведено исследование алгоритмов принятия решений с целью эффективной классификации сигналов у взрослых и педиатрических пациентов, обеспечивающее повышение эффективности диагнозов офтальмологов.

Анализ содержания диссертационной работы и публикаций автора подтверждает научную новизну представленных положений.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, сформулированных в диссертации

Подтверждение достоверности полученных результатов, научных положений и выводов, представленных в работе, осуществляется путем использования известных математических методов, а также постановкой цели и задач исследования, согласованных с результатами, полученными другими авторами. Автор анализировал достижения ученых, опубликованных в различных изданиях, представил состояние предметной области и провел сравнительный анализ достоинств и недостатков существующих методов. Список использованных источников включает 154 наименования.

Корректность разработанных автором алгоритмов анализа сигналов электроретинограмм для поддержки принятия решения врачом подтверждается применением современных методов и средств в процессе разработки и тестирования алгоритмов, включая метод кросс-валидации k-fold и функцию StratifiedKFold для обеспечения сбалансированных пропорций классов. Также были получены метрики классификации для сравнительного анализа различных алгоритмов. Разработанные алгоритмы анализа сигналов электроретинограмм для поддержки принятия решения врачом получили 3 свидетельства о государственной регистрации программы/базы данных для ЭВМ.

4. Практическая значимость результатов диссертации

Практическая значимость полученных результатов подтверждается их внедрением в деятельность Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза» и Акционерного общества «Производственное объединение «Уральский оптико-механический завод» имени Э. С. Яламова.

Разработанный алгоритм анализа сигналов электроретинограмм для поддержки принятия решения врачом, автором которого является Жданов А.Е., включает процедуру извлечения информативных параметров из сигналов электроретинограмм. Эта процедура приводит к формированию 52 дополнительных параметров путем обработки вейвлет-скалограммы.

5. Оценка содержания диссертации и её оформления

Диссертационная работа включает введение, четыре главы, заключение и четыре приложения, общим объемом 193 страницы, содержащей 42 рисунка и 20 таблиц. В список литературы включено 154 источника.

В **первой главе** проведен анализ современного состояния исследований в области анализа сигналов электроретинограмм. Выявлено превосходство частотных и частотно-временных методов перед классическим анализом во временной области. Отмечено, что несмотря на короткую длительность сигналов, методы параметрической спектральной оценки не получили широкого распространения. Учитывая сложные характеристики сигналов, нелинейные методы подходят для тщательного анализа и дифференциации характеристик слоев сетчатки. В заключении сформулированы цель и задачи исследования.

Во **второй главе** представлена система извлечения данных при диагностических исследованиях с использованием компьютеризированных систем. Описана работа аппарата EP-1000 в области диагностики зрения, включая объяснение функционала программного обеспечения. Рассмотрены принципы визуализации сигналов электроретинограмм, структура базы данных и интерфейсы для редактирования и просмотра результатов. Проведено описание извлеченного набора данных, включающего 6 видов сигналов электроретинограмм для педиатрических и взрослых пациентов. Приведены примеры различных типов сигналов с детальным анализом характеристик. Выполнена статистическая обработка трех типов сигналов, включая медиану, среднее квадратичное отклонение и диаграммы размаха. Показаны значимые возрастные особенности и определены нормативные значения.

В **третьей главе** описывается процедура формирования вейвлет-скалограмм с использованием библиотеки PyWT и функции `cwt` с выбором вейвлета Гаусса 8-го порядка. Проанализированы амплитудно-временное и частотно-временное представления сигнала электроретинограммы. Для посегментного анализа использовались 52 дополнительных параметра, сформированных на основе вейвлет-скалограммы. Проведен сравнительный анализ параметров, выявлены наиболее значимые для классификации сигналов электроретинограмм.

В **четвертой главе** описывается разработка алгоритмов анализа сигналов электроретинограмм, включая проверку информативных параметров и оценку эффективности алгоритмов. Проводится оценка эффективности с использованием метода `k-fold` кросс-валидации и функции `StratifiedKFold`. Полученные результаты показывают

повышенную эффективность разработанного алгоритма по сравнению с алгоритмом, используемым в клинической практике.

6. Замечания и вопросы по диссертации

При рассмотрении диссертации были выявлены следующие замечания:

1. В первой главе был представлен обзор методов анализа сигналов электроретинограммы, однако ни в третьей, ни в четвертой главах не было подробно рассмотрено, каким образом был выбран оптимальный тип базисной функции вейвлета для непрерывного вейвлет-преобразования. Для полноты исследования стоит включить описание методологии или критериев, которые использовались при выборе этой функции.

2. Во второй главе представлен детализированный набор данных сигналов электроретинограмм, включая разделение пациентов на педиатрических и взрослых. Однако, для обеспечения прозрачности и возможности повторения исследования, необходимо более ясно указать диапазоны возрастов и распределение пациентов по ним. Также остается неясным, для какой практической цели использовались 5-й и 95-й процентиля.

3. В четвертой главе отсутствует описание оценки ложно-положительных и ложно-отрицательных результатов тестирования алгоритма, что может существенно ограничить понимание его эффективности и надежности. Для полной оценки работы алгоритма важно представить результаты тестирования с учетом этих параметров.

4. Ни в третьей, ни в четвертой главах не была рассмотрена специфичность как метрика производительности алгоритма классификации. Для получения более полной картины эффективности алгоритма рекомендуется включить рассмотрение специфичности в анализ метрик производительности.

Указанные замечания направлены на совершенствование работы и не снижают общего положительного впечатления от диссертации.

7. Общая характеристика работы

Исследования, проведенные Ждановым Алексеем Евгеньевичем, охватывают значительный объем информации, логически структурированы и включают как теоретические аспекты, так и экспериментальную проверку. Общая структура диссертационной работы соответствует требованиям научного анализа и выстроена логично. Иллюстративный материал представлен на высоком научном и оформительском уровне, что способствует наглядному представлению результатов исследования.

8. Заключение по работе

Диссертационная работа Жданова Алексея Евгеньевича является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит значимые научные и практические результаты. Отмеченные замечания не снижают научной и практической ценности работы, не ставят под сомнение значимость результатов проведенного исследования и их положительную оценку.

В целом необходимо отметить, что диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне, хорошо структурирована и оформлена. Исследовательская работа в полной мере отвечает требованиям по актуальности, научной новизне, практической значимости, личному вкладу автора, отражению результатов в публикациях, а также полностью соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ и специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Автор диссертации Жданов Алексей Евгеньевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук,

доцент кафедры информационных систем,

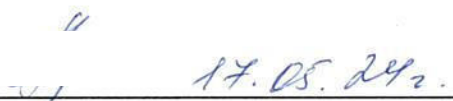
Муромский институт (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Тел.: +7 (49234) 77-1-22

e-mail: yuliyabulanova@yandex.ru

Адрес: 602264, г. Муром, ул. Орловская, 23

Подгорнова Юлия Анатольевна



(подпись) (дата)

М.П.

ОБРАЗОВА

