

ОТЗЫВ

официального оппонента **Петруниной Елены Валерьевны**
на диссертацию **Тычковой Анны Николаевны «Методическое и программное обеспечение анализа речевых сигналов лиц с умственной отсталостью»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки)

Актуальность темы

Разработка методического и программного обеспечения для обнаружения значимых параметров речевых сигналов у лиц с умственной отсталостью в условиях проведения реабилитационных мероприятий является крайне актуальной задачей в области медицины и инженерии. Умственная отсталость представляет собой сложное диагностируемое состояние, которое влияет на когнитивные функции, социальное взаимодействие и речевое развитие. Эффективная реабилитация таких пациентов требует индивидуального подхода и постоянного мониторинга их состояния.

Современные технологии обработки и анализа речевых сигналов открывают новые возможности для диагностики и оценки состояния лиц с умственной отсталостью. Использование алгоритмов для обнаружения значимых параметров речевых сигналов может значительно повысить эффективность и оперативность оценки речевых процессов, а также помочь в разработке персонализированных реабилитационных программ.

Несмотря на достижения в области обработки речевых сигналов, существует ряд нерешённых проблем:

- 1) известные базы данных речевых сигналов пациентов с умственной отсталостью в большинстве своем ограничены по объему и разнообразию данных, что затрудняет исследование и тестирование алгоритмов;
- 2) у лиц с умственной отсталостью могут наблюдаться различные типы

речевых нарушений, что требует разработки универсальных алгоритмов, способных адаптироваться к индивидуальным особенностям и параметрам пациента;

3) необходимость в четких критериях для оценки значимости обнаруженных параметров речевых сигналов и их влияния на процесс реабилитации; существующие технологии обработки сигналов могут не всегда обеспечивать необходимую точность и надежность в условиях реальной клинической практики, что требует дальнейших исследований и разработок.

Совокупность и содержание работы

Рукопись диссертационной работы состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 212 наименований, приложений. Общий объем работы составляет 151 страница.

Во **введении** кратко обоснована актуальность работы; сформулированы цель и основные задачи исследования; показаны научная новизна и практическая ценность работы; приведены основные положения, выносимые на защиту; представлены сведения об апробации и внедрении результатов.

Первая глава содержит описание проблем диагностики и реабилитации лиц с умственной отсталостью. Отмечается, что эффективная диагностика и реабилитация являются ключевыми задачами на пути повышения качества жизни пациентов. В работе анализируются существующие методики диагностики, среди которых мониторинг характеристик речи признается наиболее перспективным направлением. Проведен анализ методов и средств реабилитации лиц с умственной отсталостью. Представлены преимущества аудио- и визуального стимулирования лиц с умственной отсталостью. Обобщены методы и средства диагностики умственной отсталости. А также, проведен укрупненный анализ способов и средств обработки речевых сигналов.

Вторая глава диссертационного исследования посвящена вопросам

разработки методики и системы хранения и представления речевых сигналов лиц с умственной отсталостью. Разработан дизайн проведения исследования, выполнен анализ существующих баз данных речевых сигналов. Отмечается, что регистрация речевых сигналов у лиц с умственной отсталостью осуществлялась специалистами в период непринужденной беседы и ответов на заранее подготовленные вопросы на базе реабилитационного центра и центра инклюзивного образования. Выполнено обоснование для создания авторской системы хранения и представления записей речевых сигналов. Разработана подробная методика анализа речевых сигналов. А также выбраны и обоснованы программные средства реализации методики анализа речевых сигналов.

Третья глава посвящена обзору и анализу алгоритмов и программ цифровой обработки речевых сигналов. Проведен краткий патентный поиск способов и устройств выявления значимых параметров речевых сигналов. Выборы и обоснованы исследуемые информативные параметры речевых сигналов. Представлены к разработке и внедрению алгоритмы предварительной обработки, сегментации речевых сигналов на информативные участки, вычисления частотных, временных и амплитудных параметров. Осуществлена модернизация математических выражений для расчета значимых параметров.

Четвертая глава описывает результаты экспериментального исследования алгоритмов обработки и анализа речевых сигналов у лиц с умственной отсталостью в период проведения реабилитационных мероприятий. Обобщены критерии оценки результативности работы алгоритмов. Проведен сравнительный анализ значимых параметров речевых сигналов. Выполнена программная реализация алгоритмов анализа речевых сигналов. Для практического представления результатов диссертационного исследования разработана структура информационно–измерительной системы состоящая из модулей локальных баз речевых сигналов и систематизированных информативных параметров, модулей программ

обработки и представления результатов обнаружения значимых параметров речевых сигналов в сравнении с данными речи лиц нормотипичного развития.

В заключении сделаны выводы по диссертационной работе.

В автореферате достаточно подробно отражены основные результаты диссертационного исследования, отсутствуют противоречия между данными автореферата и диссертации. Тема диссертационного исследования и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки).

Обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций и достоверность результатов проведенных исследований

Постановка цели и частных задач диссертационного исследования показывает высокую осведомленность соискателя о современном состоянии научных исследований и разработок по рассматриваемому кругу вопросов, что обеспечивает полноту и корректность исходных предпосылок и физическую обоснованность используемых методов измерения.

Результаты представленных в диссертационной работе экспериментальных исследований подтверждают справедливость и обоснованность теоретических и практических положений, выносимых на защиту. По материалам диссертации опубликовано 18 печатных трудов, из них 4 статьи – в журналах ВАК РФ, 5 статей – в журналах и материалах конференций, 4 статьи – в индексируемых базах данных Scopus и Web of Science, 5 свидетельств на программы для ЭВМ и баз данных. Единолично опубликовано две научные статьи. Автор обладает опытом ответственным исполнением двух научных проектов. Ключевые результаты диссертации Тычковой А.Н. обсуждены на конференциях международного и всероссийского уровней.

Научная новизна и практическая значимость

В рамках диссертационной работы создана информационная система хранения и представления данных, отличающаяся наличием:

- записей речевых сигналов лиц с умственной отсталостью основной и контрольных группы, в условиях свободной двигательной активности;
- систематизированных информативных параметров речевых сигналов по их значимости в сравнении с данными речевых сигналов лиц нормотипичного развития.

Предложена методика анализа речевых сигналов лиц с умственной отсталостью, отличающаяся этапами предварительной обработки, обнаружения информативных параметров речевых сигналов и систематизации их по значимости.

Разработаны алгоритмы предварительной обработки речевых сигналов, отличающийся наличием этапа коррекции естественных искажений спектра; сегментации на информативные участки речевых сигналов, отличающийся наличием этапа адаптивной пороговой обработки; вычисления частотных, временных и амплитудных параметров речевых сигналов, отличающийся наличием этапа обнаружения их значимости.

Предложена структура информационно–измерительной системы для использования в системе поддержки принятия врачебных решений на этапе оценки проведения реабилитационных мероприятий у лиц с умственной отсталостью, отличающаяся наличием локальной речевой базы сигналов, программ обработки и представления результатов обнаружения значимых параметров речевых сигналов в сравнении с данными речевых сигналов лиц нормотипичного развития.

Результаты диссертационного исследования использованы в виде:

- цифровой базы размеченных потоковых данных речевых сигналов лиц с умственной отсталостью для практического использования неврологами и психиатрами ООО «Лечебно–диагностический центр «Губернский доктор», г. Заречный;
- программ цифровой обработки речевых сигналов для использования в системе управления интеллектуальной платформой реабилитации пациентов ООО «Центр экспозиционной медицины», г. Пенза;

– в виде программно-аппаратных средств и алгоритмов цифровой обработки и анализа речевых сигналов для практического использования Нижегородским областным центром реабилитации инвалидов по зрению «Камерата», г. Нижний Новгород;

– методики оценки комплексной реабилитации лиц с умственной отсталостью для применения специалистами (психологами, неврологами, логопедами) с целью улучшения качества жизни МБОУ СОШ № 30, г. Пенза.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК, предъявляемыми к кандидатским диссертациям.

Замечания по автореферату и диссертационной работе в целом

1. Из описания главы 1 не до конца ясно, что автор подразумевает под понятием «аудио- и визуальное стимулирование», ссылки на которое упоминаются на протяжении всей работы. Несмотря на представленный обзор существующих подходов аудио- и визуального стимулирования, в работе следовало конкретизировать, какие именно методы воздействия использованы в рамках настоящего исследования.

2. В главе 2 не до конца ясно, как была сформирована выборка из числа испытуемых. Кроме того, для чистоты эксперимента следовало привести описание, в части наличия или отсутствия у испытуемых других сопутствующих заболеваний, кроме системного недоразвития интеллекта (психического развития).

3. Из описания главы 3 неясно, могут ли предложенные алгоритмы обработки речевых сигналов лиц с умственной отсталостью использоваться в качестве автоматизированных программ в системе поддержке принятия врачебных решений.

4. В главе 4 выделены значимые параметры сигналов, которые менялись только в положительную сторону. Неясно, почему остальные параметры не могут быть интерпретированы как информативные. Возможно, и уменьшение числового значения параметров будет также вносить дополнительную значимость в результаты исследований.

5. Из описания главы 4 не до конца ясно, почему в результате анализа скрипичной диаграммы были взяты только минимальное, максимальное и среднее значения? По какой причине не использовалась дополнительная информация о распределении значений параметров в виде скрипичной диаграммы?

6. Не раскрыто понятие «качества жизни пациентов».

7. Неясно, почему длительность сигнала для исследований выбрана равной 360 сек.? Также отсутствует обоснование выбора паузы речевого сигнала в 200 мс для реализации алгоритма сегментации.

8. В диссертации рассмотрен вопрос расчета чувствительности и специфичности алгоритмов и программ обработки речевых сигналов, однако в автореферате данный аспект не был отражен.

Приведенные замечания в целом не меняют общего положительного мнения о диссертационной работе и не снижают научной ценности и практической значимости диссертации.

Заключение по работе

Результаты диссертационного исследования Тычковой А.Н. являются законченными, выполнены на высоком профессиональном уровне и содержат новые результаты решения актуальных задач в области обработки и анализа речевых сигналов у лиц с умственной отсталостью и могут быть использованы для практического внедрения в системы поддержки принятия врачебных решений на этапе оценки проведения реабилитационных мероприятий.

Диссертационная работа «Методическое и программное обеспечение анализа речевых сигналов лиц с умственной отсталостью» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции Постановлений Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 г. № 335, от 02.08.2016 г. № 748, от 29.05.2017 г. № 650, от 28.08.2017 г. № 1024, от 01.10.2018 г. № 1168, от 20.03.2021 г.

№ 426, от 11.09.2021 г. № 1539, от 26.09.2022 г. № 1690, от 26.01.2023 г. № 101), а соискатель Тычкова Анна Николаевна заслуживает присуждение ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки).

Официальный оппонент:

Заведующая кафедрой «СМАРТ-технологии»,
ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

кандидат технических наук, доцент

по специальности 05.13.01 «Системный анализ,

управление и обработка информации»



Е.В. Петрунина

22.11.2024

Подпись Петруниной Е.В. заверяю:

Ведущий документовед
Е.В. Алексеева



Контактные данные

107023, г. Москва, ул. Большая Семеновская, д. 38, ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», телефон: (495) 276-3367, e-mail: mospolytech.ru@mospolytech.ru