

«26» ноября 2024 г.
М.П.

Известны различные инструменты комплексной оценки умственной отсталости (УЗИ, МРТ, КТ, ЭЭГ, ЭМГ, нейрофизиологическое и психологическое тестирование, анализ антропометрических и физических параметров, иммунологическое и генетическое исследование, диагностика речевого развития), которые обладают высокой эффективностью, однако оценка развития речи языка является наиболее доступным, простым и оперативным из них. В то же время среди различных методов оценки развития уровня коммуникативных навыков оценка параметров речевых сигналов является малоизученным и перспективным направлением исследования.

В этой связи, ключевой задачей диссертационного исследования Тычковой А.Н., является обнаружение и систематизация по значимости информативных параметров речевых сигналов, зарегистрированных у лиц с умственной отсталостью до и после аудио- и визуального стимулирования в ходе реабилитационных мероприятий, что подтверждается актуальностью и важным теоретическим и практическим значением для повышения качества жизни человека.

Структура и общая характеристика диссертационной работы

Диссертационная работа содержит 151 страницу, состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 212 наименований и восьми приложений.

Во введении 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.

В первой главе описаны проблемы диагностики и реабилитации лиц с умственной отсталостью. Подчеркивается, что эффективная диагностика и реабилитация являются основными задачами для улучшения качества жизни пациентов. В работе проводится анализ существующих методик диагностики, среди которых мониторинг речевых характеристик выделяется как наиболее перспективное направление. Также рассматриваются методы и средства реабилитации, акцентируя внимание на преимуществах аудио- и визуального стимулирования. Обобщены методы и средства диагностики умственной отсталости, а также проведен общий анализ способов и средств обработки речевых сигналов. Сформулированы задачи последующего диссертационного исследования. Напечены пути достижения поставленных целей.

Во второй главе описана разработка методики и системы для хранения и представления речевых сигналов лиц с умственной отсталостью. Описан дизайн клинического исследования и проведен анализ существующих баз данных речевых сигналов. Отмечается, что регистрация речевых сигналов осуществлялась специалистами в ходе непринужденных бесед и ответов на заранее подготовленные психологами вопросы в реабилитационном центре и центре инклюзивного образования. Обоснована необходимость создания информационной системы для хранения и представления записей речевых сигналов, а также разработана подробная методика их анализа. Также проведен выбор и обоснование программных средств для реализации методики анализа речевых сигналов. Обозначены преимущества и недостатки существующих программно-аппаратных решений.

В третьей главе приведен обзор и анализ алгоритмов и программ цифровой обработки речевых сигналов. Выполнен патентный поиск методов и средств обнаружения информативных параметров речевых сигналов. Обоснован выбор информативных параметров сигналов. Разработаны алгоритмы предварительной обработки речевых сигналов, сегментации их на информативные участки, а также вычисления частотных, временных и амплитудных параметров. Проведена модернизация математических

выражений для расчета значимых параметров. Доказана эффективность внедрения новых параметров для адаптации алгоритмов под особенности психического развития лиц с умственной отсталостью.

В четвертой главе представлены результаты исследования алгоритмов анализа речевых сигналов у лиц с умственной отсталостью. Приведены критерии оценки результативности работы алгоритмов и сравнительный анализ значимых параметров речевых сигналов. Реализовано программное обеспечение алгоритмов анализа речевых сигналов. Разработана структура информационно-измерительной системы, включающая модули локальных баз речевых сигналов и систематизированных информативных параметров, а также модули программ обработки и представления результатов обнаружения значимых параметров речевых сигналов в сравнении с данными речевых сигналов лиц с нормотипичным развитием.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы по диссертационной работе. Полученные результаты диссертационного исследования позволяют создать предпосылки для практического внедрения алгоритмов и программ обработки и анализа речевых сигналов в системы поддержки принятия врачебных решений на этапе оценки проведения реабилитационных мероприятий, в частности аудио- и визуального стимулирования, лиц с умственной отсталостью для задач персонализированной медицины, а также найти широкое применение разработанных алгоритмов и программ в системах биометрической идентификации личности; оценки психоэмоционального состояния человека в условиях реальных или смоделированных (на примере виртуальной реальности) стрессовых ситуаций; для практического использования логопедами или неврологами для диагностики заболеваний, связанных с различными нарушениями речи у лиц различного возраста.

Приложения содержат: согласие родителей или законных представителей на проведение исследования; листинг программы обработки и анализа значимых параметров речевых сигналов у лиц с умственной отсталостью; листинг программы представления и визуализации речевых сигналов; документы, подтверждающие использование и внедрение результатов диссертационного исследования.

Научная новизна и значимость диссертационной работы

Основной научной составляющей диссертационного исследования Тычковой А.Н. является разработанное методическое и программное обеспечение анализа речевых сигналов лиц с умственной отсталостью.

В рамках диссертационного исследования автором создана оригинальная база данных, содержащая более 1000 записей речевых сигналов лиц с умственной отсталостью, размеченных на тональные, нетональные участки и участки пауз; информативные параметры речевых сигналов, систематизированные по значимости в сравнении с данными речевых сигналов лиц нормотипичного развития.

Соискателем представлена методика анализ речевых сигналов у лиц с умственной отсталостью, обеспечивающая предварительную обработку, выявление информативных участков, определение информативных параметров речевых сигналов, обнаружение значимых параметров и их систематизацию для использования в информационно-измерительной системе совместно с микрофоном, диктофоном и персональным компьютером в качестве дополнительного средства оценки проведения реабилитационных мероприятий в системе поддержки принятия врачебных решений.

Диссертантом разработаны алгоритмы, обеспечивающие обработку речевых сигналов и обнаружение значимости информативных параметров на основе анализа процентного отношения межквартильного размаха значений до и после аудио- и визуального стимулирования лиц с умственной отсталостью и нормотипичного развития.

В рамках диссертационного исследования созданы программы анализа речевых сигналов, обеспечивающие представление результатов приращения информативных значений параметров речевых сигналов после аудио- и визуального стимулирования: отношение скорости тональных к нетональным участкам речи на 42 %; отношение ускорения тональных к нетональным участкам речи на 36 %; энтропии распределения временных интервалов на 15 %; стандартного отклонения частоты основного тона на 28 %; энергии участков пауз речевого сигнала на 66 %; среднего значения амплитуды тональных участков речевого сигнала на 40 %; средней частоты речевого сигнала на 40 % для оценки проведения реабилитационных мероприятий.

Совокупность представленных в диссертационной работе результатов использована в ряде научно-производственных и медицинских организаций: ООО «Лечебно-диагностический центр «Губернский доктор», г. Заречный; ООО «Центр экспозиционной медицины», Нижегородский областной центр реабилитации инвалидов по зрению «Камерата», г. Нижний Новгород; МБОУ СОШ № 30, г. Пенза, а также, в рамках учебного процесса Пензенского государственного университета при подготовке студентов технических специальностей.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций диссертации

Обоснованность и достоверность положений, выносимых на защиту, подтверждаются тем, что в теоретических построениях диссертационной работы использовались общепризнанные законы и положения, полученным результатам не противоречат исследования других ученых.

Результаты, основанные на разработанных методических и программных средствах обнаружения значимых параметров речевых сигналов, выполнены непосредственно автором или в соавторстве с научным руководителем. Автору принадлежат содержащиеся в диссертационной работе результаты исследования методики анализа речевых сигналов лиц с умственной отсталостью, в том числе в условиях применения средств аудио- и визуального стимулирования; результаты обнаружения значимых параметров речевых

сигналов у лиц с умственной отсталостью; структурная реализация системы регистрации, хранения и обработки речевых сигналов лиц с умственной отсталостью, в том числе для возможного использования в системах поддержки принятия врачебных решений.

Основные положения работы докладывались и обсуждались на всероссийских и международных научно-технических конференциях. По теме диссертации опубликовано 18 печатных трудов, из них 4 статьи – в журналах ВАК при Минобрнауки России, 5 статей – в журналах и материалах конференций (из них 2 единолично), 4 статьи – в индексируемых базах данных Scopus и Web of Science, 5 свидетельств на программы для ЭВМ и баз данных.

Автор обладает опытом ответственного исполнения двух научных проектов, поддержанных Российским научным фондом и Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (государственное задание).

Замечания по диссертационной работе

В качестве замечаний можно отметить следующие:

1. В автореферате и диссертации не достаточно подробно раскрыт вопрос выбора методов реабилитационного воздействия. Неясно, какие конкретные методы реабилитации были применены для проверки гипотезы, сформулированной в работе.

2. Из работы не до конца ясно, что вкладывается автором в понятие «оценка процесса реабилитации»? Как ранее проводилась данная оценка? Известны ли требования и нормы для проведения оценки реабилитации?

3. В работе отсутствует ясность относительно того, по какому принципу были сформулированы вопросы, задаваемые испытуемым. Следует отметить, что в зависимости от уровня интеллекта испытуемых их речь будет различаться, и ответы могут варьироваться по информационному наполнению (количество словосочетаний, слов и звуков), что потенциально может привести к расхождениям в интерпретации достигнутых результатов.

4. Представленная в главе 1 классификация и описание различных типов умственной отсталости является укрупненной, но не полной.

5. В работе приведены варианты реализации диаграмм направленности микрофонных решеток, однако в практической реализации информационно-измерительной системы этому вопросу не уделено должного внимания.

6. Неясно, почему в процессе формирования выборки испытуемых в качестве критерия исключения был использован показатель наличия тяжелой и глубокой степени умственной отсталости.

7. В части описания методики анализа речевых сигналов в главе 2 неясно, кто является конечным пользователем информационно-измерительной системы, являющейся заключительным элементом практической части реализации работы.

8. В подформульных записях не отражены обозначения отдельных переменных и их физических величин.

9. В материалах диссертационного исследования встречаются стилистические и орфографические ошибки.

Приведенные недостатки не носят принципиального характера и не снижают научной и практической ценности приведенных исследований.

Заключение по диссертационной работе

Диссертация Тычковой А.Н. является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит новые и усовершенствованные результаты исследования актуальных научных задач в области обнаружения значимых параметров речевых сигналов у лиц с умственной отсталостью в период проведения реабилитационных мероприятий.

Диссертационная работа «Методическое и программное обеспечение анализа речевых сигналов лиц с умственной отсталостью» соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 «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).

Отзыв подготовил:

д.т.н., профессор, профессор кафедры
биомедицинской инженерии Юго-Западного
государственного университета

Корневский Николай Алексеевич

305004, г. Курск, ул. Челюскинцев, 19, корпус Б.

Тел. 8-910-311-23-69

E-mail: kstu-bmi@yandex.ru

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры биомедицинской инженерии Юго - Западного государственного университета 22 ноября 2024 года, протокол №. 4

Заведующий кафедрой биомедицинской инженерии
Юго-Западного государственного университета,
доктор медицинских наук, профессор,

С.П. Серегин

Адрес ведущей организации

305040, Курская Область, Курск Город, 50 лет Октября Улица, дом 94,
телефон: +7(4712)25-09-60, e-mail: swsuee@mail.ru