

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Антипова Владимира Михайловича на тему «Биофизические механизмы усвоения информации в головном мозге человека: анализ мультимодальных сигналов нейронной и глазодвигательной активности», представленной на соискание ученой степени кандидата физики-математических наук по специальностям 1.5.2 – «Биофизика» и 1.3.4 – «Радиофизика».

Исследование Антипова Владимира Михайловича направлено на изучение фундаментальных биофизических процессов усвоения информации головным мозгом человека с применением современных радиофизических методов обработки мультимодальных физиологических сигналов. Особенностью исследования является комплексный подход, объединяющий анализ электрической активности мозга, гемодинамических процессов и глазодвигательных паттернов для создания целостной картины когнитивной деятельности. Работа также учитывает влияние психофизиологического состояния человека - уровня усталости и внимания - на эффективность обработки информации, что подчеркивает прикладную значимость полученных результатов для образовательных и медицинских приложений.

Автор предлагает использовать модель резервуарных вычислений для восстановления зашумленных участков ЭЭГ-сигналов. Эффективность такого подхода демонстрируется через сравнительный анализ с традиционными методами интерполяции, где новый метод показывает трехкратное улучшение точности реконструкции. Это достижение особенно важно для анализа длительных записей, где артефакты и потери данных могут существенно исказить результаты исследования когнитивных процессов. Разработанный подход в дальнейшем используется при обработке экспериментальных данных, обеспечивая высокое качество анализа нейронной активности.

С методологической точки зрения значимым результатом работы является разработка и валидация алгоритма для детектирования глазодвигательных характеристик в условиях повышенного шума. Метод, основанный на кластеризации с временными задержками и параметрической аппроксимации саккад, демонстрирует устойчивую работу в широком диапазоне отношения сигнал/шум, что критически важно для анализа фиксационно-связанных потенциалов и исследования механизмов зрительного внимания при чтении и обработке визуальной информации.

Важной особенностью диссертационной работы является выявление специфических нейрофизиологических маркеров успешного усвоения информации. Автор убедительно показывает, что процесс консолидации памяти характеризуется

координированным повышением мощности различных ритмов ЭЭГ в специфических областях мозга: тета-ритма в лобной области, альфа-ритма в правой височной зоне и бета-ритма в теменной области. Полученные пространственно-частотные паттерны активности согласуются с современными представлениями о функциональной специализации различных областей коры и механизмах формирования памяти.

Особый интерес представляет обнаружение компенсаторных механизмов, позволяющих поддерживать когнитивную эффективность в условиях накапливающейся усталости. Используя функциональную ближнюю инфракрасную спектроскопию, автор демонстрирует, что при выполнении сложных задач активируется функциональная перестройка лобно-теменной сети, обеспечивающая сохранение производительности через усиление нисходящего контроля внимания. Эти результаты имеют важное значение для понимания адаптационных возможностей мозга и разработки стратегий оптимизации когнитивной деятельности.

Результаты диссертационной работы опубликованы в высокорейтинговых научных журналах и апробированы на международных конференциях, что подтверждает их научную значимость. Экспериментальные протоколы тщательно проработаны, статистическая обработка выполнена с применением современных методов и соответствующих поправок, что свидетельствует о высокой степени достоверности полученных выводов.

Вместе с тем в автореферате можно отметить несколько моментов для улучшения. В исследовании предлагается использование резервуарных вычислений для восстановления ЭЭГ-сигналов, при этом не рассматривается возможность комбинирования данного подхода с другими современными методами, например, с архитектурами трансформеров или графовыми нейронными сетями, которые могли бы учитывать топологию расположения электродов. Было бы интересно узнать, проводил ли автор сравнительные эксперименты с гибридными подходами и рассматривался ли вопрос об адаптивном выборе метода восстановления в зависимости от типа артефакта. Также для некоторых результатов полезно было бы привести доверительные интервалы и размеры эффекта, что облегчило бы оценку практической значимости выявленных различий. Однако все указанные замечания носят рекомендательный характер и не затрагивают научной сути работы.

Таким образом, диссертационная работа полностью соответствует критериям пунктов 9 – 11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени

кандидата наук, а её автор, Антипов Владимир Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.5.2. – «Биофизика» и 1.3.4 – «Радиофизика».

Заведующий кафедрой прикладной математики Института информационных технологий, математики и механики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», д.ф.-м.н., Иванченко Михаил Васильевич, адрес: 603950, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 23.



Иванченко Михаил Васильевич

25.08.2025

Подпись Иванченко М.В. заверяю:

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

