

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».

Диссертационная работа Антипова В.М. посвящена комплексному исследованию биофизических процессов, лежащих в основе усвоения информации головным мозгом человека, с применением современных радиофизических методов анализа мультимодальных физиологических сигналов. В центре внимания автора находятся механизмы обработки информации от различных сенсорных каналов восприятия и адаптационные процессы в нейронных сетях при когнитивной нагрузке. Особое место в работе занимает разработка устойчивых к помехам методов анализа нестационарных физиологических сигналов в условиях реальных экспериментов.

В работе предложен оригинальный подход к восстановлению зашумленных участков многоканальных ЭЭГ-сигналов на основе модели резервуарных вычислений. Данный метод учитывает нелинейные пространственно-временные взаимосвязи между различными областями мозга, что принципиально отличает его от традиционных методов интерполяции. Применение резервуарных вычислений позволило достичь существенного повышения качества реконструкции сигналов, особенно в лобной и центральной областях коры.

Автором разработаны две оригинальные экспериментальные парадигмы, направленные на изучение различных аспектов памяти. Первая парадигма позволяет исследовать процессы долговременного запоминания фактической информации с учетом мультисенсорной интеграции, вторая - механизмы поддержания рабочей памяти в условиях накапливающейся усталости. Все экспериментальные протоколы тщательно проработаны и включают объективные и субъективные методы оценки психофизиологического состояния испытуемых.

Важным достижением работы является выявление специфических паттернов нейронной активности, характеризующих успешное усвоение информации. Автор демонстрирует, что процесс консолидации памяти сопровождается координированными изменениями в различных частотных диапазонах ЭЭГ, при этом каждый диапазон отражает определенный функциональный компонент когнитивной обработки. Установленная связь между амплитудой фиксационно-связанного λ -потенциала и успешностью извлечения

информации из памяти представляет особый интерес для понимания механизмов визуального внимания при когнитивной деятельности.

Существенный вклад в понимание адаптационных процессов мозга вносит обнаружение дифференцированного влияния усталости на выполнение задач различной сложности. Автор убедительно показывает, что при высокой когнитивной нагрузке активируются компенсаторные механизмы лобно-теменной сети, которые обеспечивают поддержание производительности за счет усиления нисходящего контроля внимания. Эти результаты получены с использованием функциональной ближней инфракрасной спектроскопии, что позволило оценить гемодинамические корреляты нейронной активности.

Разработанный алгоритм детектирования глазодвигательных характеристик демонстрирует высокую устойчивость к шуму и позволяет надежно выделять саккады и фиксации даже при низком отношении сигнал/шум. Интеграция окулографических данных с анализом ЭЭГ открывает новые возможности для комплексной оценки когнитивных процессов.

В целом работа выполнена на высоком научном уровне и производит хорошее впечатление. Статистическая обработка выполнена с применением современных методов и соответствующих поправок на множественные сравнения, что обеспечивает высокую достоверность выводов. Также следует отметить и высокую публикационную активность диссертанта: полученные им результаты опубликованы в девяти научных журналах (преимущественно первого квартиля, в двух статьях диссертант является первым автором) и 6 статьях в сборниках конференций. Кроме того, им разработаны три свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Тем не менее, автореферат не лишен недостатков:

- 1) При описании метода резервуарных вычислений в первой главе не описана процедура обучения, что сильно затрудняет понимание механизма восстановления утраченных или искаженных сигналов ЭЭГ. Кроме того, представляется интересным провести более детальное сравнение эффективности метода резервуарных вычислений с другими современными методами реконструкции сигналов, например, с подходами на основе глубокого обучения.
- 2) В автореферате при описании экспериментов во второй и третьей главах отсутствуют описания групп испытуемых и критерии их отбора, что существенно усложняет интерпретацию полученных результатов.

Отмечу, что указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей научной ценности диссертационной работы.

Считаю, что диссертационная работа Антипова Владимира Михайловича 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 заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.5.2. – «Биофизика» и 1.3.4 – «Радиофизика».

Ведущий научный сотрудник Института когнитивных нейронаук ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», к.ф.-м.н.,
Захаров Денис Геннадьевич.

Почтовый адрес: 101000, РФ, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

Захаров Денис Геннадьевич

01.09.2025

Подпись Захарова Д.Г. заверяю:

Подпись заверяю

15. 09. 2025

АГЕНТСТВО НА
КАДРОВОМУ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВУ
ОТДЕЛА ПО КАДРОВОМУ АДМИНИСТРИРОВАНИЮ
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛА
ФЕДОТОВ Д.А.

