

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 В.М. Антипова посвящена исследованию биофизических механизмов усвоения информации в головном мозге человека. На данный момент процессы, обеспечивающие эффективное кодирование, консолидацию и извлечение информации из памяти, остаются не до конца изученными. Существующие методы анализа когнитивной активности часто рассматривают отдельные аспекты мозговой деятельности изолированно, что не позволяет создать целостную картину механизмов усвоения информации. Кроме этого, традиционные подходы к обработке физиологических сигналов сталкиваются с серьезными ограничениями при работе с зашумленными данными и артефактами, что существенно затрудняет выявление тонких паттернов нейронной активности, связанных с когнитивными процессами. Экспериментальные исследования последних лет показали, что успешное усвоение информации требует координированной работы различных функциональных систем мозга, включая сенсорные, внимательные и мнемонические компоненты, а также зависит от психофизиологического состояния человека, в частности уровня усталости и внимания. Диссертационная работа Антипова В.М. направлена на разработку новых радиофизических методов обработки мультимодальных физиологических сигналов, создание экспериментальных парадигм для изучения процессов памяти и выявление нейрофизиологических биомаркеров, характеризующих эффективное усвоение информации с учетом влияния различных сенсорных каналов восприятия и психофизиологического состояния. Полученные результаты проведенных исследований помогают расширить понимание фундаментальных механизмов когнитивной деятельности мозга, а также разрабатывать новые подходы к диагностике когнитивных нарушений и оптимизации образовательных процессов. Таким образом, диссертационная работа Антипова В.М. является актуальной, востребованной и обладает как теоретической, так и практической ценностью.

Результаты диссертационной работы демонстрируют возможность применения современных методов обработки сигналов для существенного улучшения качества анализа физиологических данных. Разработанный метод восстановления ЭЭГ-сигналов на основе резервуарных вычислений показывает значительное превосходство над стандартными

методами интерполяции, что критически важно для анализа длительных записей с артефактами. Интересным результатом является выявление специфических пространственно-частотных паттернов активности мозга при успешном усвоении информации: синхронное повышение мощности тета-ритма в лобной области (отражающее процессы консолидации памяти), альфа-ритма в правой височной зоне (связанное с подавлением нерелевантной информации) и бета-ритма в теменной области (обеспечивающее нисходящий контроль внимания). Эти паттерны наблюдаются независимо от модальности предъявления информации (текст, звук или их комбинация), что указывает на универсальность выявленных механизмов. Важно дополнительно отметить, что в третьей главе работы приведены новые результаты по исследованию компенсаторных механизмов мозга при продолжительной когнитивной нагрузке. Показано, что влияние усталости на выполнение задач на кратковременную память зависит от их сложности: при простых заданиях наблюдается снижение эффективности с ростом усталости, сопровождающееся ослаблением функциональной связности в теменной и лобно-теменной областях, тогда как при сложных заданиях активируются компенсаторные механизмы за счет усиления связности в лобной области, что позволяет поддерживать эффективность выполнения. Разработанный алгоритм детектирования глазодвигательных характеристик демонстрирует устойчивую работу в широком диапазоне отношения сигнал/шум, что открывает новые возможности для анализа фиксационно-связанных потенциалов и исследования механизмов зрительного внимания. Все используемые и разработанные автором методы в диссертационной работе основаны на строгих математических принципах, параметры экспериментальных парадигм были выбраны в соответствии с современными стандартами когнитивных исследований, а полученные результаты согласуются с известными данными о функционировании мозга.

Стоит отметить высокий уровень опубликованных по теме диссертации работ, включая семь публикаций в журналах категории K1, а также наличие свидетельств об официальной регистрации программ ЭВМ.

В качестве небольшого замечания к работе хотелось бы отметить следующее: во второй главе диссертации при анализе λ -ответа (фиксационно-связанного потенциала) в затылочной области указывается его связь с успешностью извлечения информации из памяти, однако не приводится детальный анализ латентности этого компонента и ее возможной модуляции в зависимости от типа предъявляемой информации или уровня сложности задания. Такой анализ мог бы дополнительно обогатить понимание временной динамики процессов визуального внимания при обработке информации.

На основе автореферата, можно сделать вывод, что диссертационная работа Антипова Владимира Михайловича является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным на высоком научном уровне. Полученные результаты полностью соответствуют 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».

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт проблем
управления им. В. А. Трапезникова
Российской академии наук
Почтовый адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65
Телефон: +7 495 198-17-20
Электронная почта: gtt@ipu.ru

Старший научный сотрудник лаборатории 80 Киберфизических систем
к.т.н.

Галин Ринат Романович
«18» 08 2025

Подпись

Галин Р. Р.

ЗАВЕРЯЮ

ВЕД. ИНЖЕНЕР

ГОРДЕЕВА Ю. Ю.

