

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора медицинских наук

Зольниковой Инны Владимировны

**на диссертационную работу Моисеенко Галины Александровны
на тему: «Нейрофизиологические механизмы классификации
объектов», представленной на соискание ученой степени кандидата
биологических наук по специальности 03.03.01 – физиология**

Актуальность темы диссертации

Тема диссертационной работы, несомненно, представляется актуальной. Известно, что более 90% информации человек получает через орган зрения. Для выживания требуется не только восприятие объекта, но и «обработка» его изображения и так называемая «классификация», осуществляемая центральной нервной системой и позволяющая оценить его значение, прежде всего, для выживания. Классификация изображений объектов является существенным этапом построения зрительной картины мира у человека, так как также служит этой цели. Конечной целью анализа человеком зрительной информации является отношение объектов к той или иной категории на основании выделения из изображения семантической информации. Исследование вероятности и времени обнаружения объектов в зависимости от условий наблюдения, характеристик своего объекта, а также данной оператору инструкции представляет особый интерес. Поскольку инструкция может быть дана не только человеку, но и автомату, то успешный поиск, обнаружение и распознавание объектов можно отнести не только к физиологическим особенностям человека, но и к системам искусственного интеллекта. В фундаментальных исследованиях механизмов обработки информации в физиологии для объективизации и оценки временных характеристик распознавания и классификации используют метод вызванных потенциалов, которые также используются в экспериментальной психологии, эргономике и медицине.

В свете вышесказанного, диссертация имеет высокую актуальность, т.к. объективное изучение распознавания и категоризации зрительных изображений с помощью вызванных потенциалов, проводимое в данной работе является важным для установления процесса анализа изображений. Изложенные положения также определяют актуальность представленной диссертационной работы.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Научные положения, выносимые на защиту, а также выводы, сформулированные в диссертации, обоснованы продуманным дизайном исследования, объемом проведенной работы.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций работы обусловлена достаточным объемом материала (91 здоровый доброволец), применением комплекса современных методов исследования, корректной статистической обработкой полученных результатов, грамотно разработанным дизайном исследования.

Научная новизна данной работы обусловлена тем, что диссертантом впервые объективными психофизическими и электрофизиологическими методами были изучены процессы классификации живых и неживых объектов в условиях смены инструкции, привлекающей и отвлекающей внимание испытуемого к поставленной задаче. Впервые проведено сравнение вызванных потенциалов на осознаваемые и неосознаваемые процессы классификации изображений в рамках поставленной перед испытуемым цели.

Впервые была показана зависимость функциональных характеристик восприятия (по данным зрительных когнитивных вызванных потенциалов в задачах классификации изображений, предъявляемых на пределе разрешения) от морфологических характеристик (размеров фовеолы и фовеолиты глаза испытуемого).

Новизна результатов защищена двумя патентами.

Сформулированные на основании проведенного исследования выводы логически следуют из полученных результатов работы и отражают ее основные положения.

Научная и практическая ценность диссертации

Предложены новые технологии измерения основных параметров механизмов фильтрации и принятия решений, таких как острота зрения и контрастная чувствительность, важнейших в офтальмологии, нейроофтальмологии, неврологии, психиатрии и в экспертизе трудоспособности. Предложенная технология позволяет повысить объективность измерения остроты зрения. Технология измерений включает предъявление испытуемому зрительных стимулов-оптотипов, различных по пространственно-частотным и семантическим характеристикам, и проведение измерений вызванных потенциалов от затылочных, височных и лобных областей коры. Стимулы фильтруют в различных участках видимого диапазона пространственных частот, что позволяет измерять пространственно-частотную контрастную чувствительность в режиме распознавания. Анализ характера вызванных потенциалов на предъявляемые «живые»/«неживые» или четкие/размытые изображения объектов позволяет исследователю оценить возможности испытуемого в классификации тестовых изображений, установить закономерности в решении задач осознаваемой и неосознаваемой классификации наблюдателем при распознавании изображений. По самой высокой пространственной частоте спектра изображения тестового опто типа, вызывающего неосознаваемый испытуемым отклик мозга, определяют разрешающую способность и, соответственно, остроту зрения испытуемого.

Оценка содержания диссертации

Диссертация построена по классическому типу и изложена на 130 страницах и состоит из введения, 4 основных глав, выводов, заключения, списка использованной литературы и приложения. Работа иллюстрирована

25 рисунками и 5 таблицами. Список цитированной литературы включает 156 источников, из которых 81 отечественный и 75 зарубежных.

Во введении отражена актуальность темы диссертации, сформулированы цель и основные задачи работы, ее научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов исследования.

Первая глава - «Обзор литературы»- посвящена аналитическому обзору литературы по теме исследования.

Во второй главе 2 «Материалы и методы исследования» описаны методика исследования характеристики вызванных потенциалов на контурные изображения объектов живой и неживой природы на пределе разрешения зрительной системы, оптическая когерентная томография, методы, используемые в офтальмологии, психофизические методы исследования. В этой главе представлена подробная характеристика групп обследованных добровольцев (91 человек), что достаточно для достоверности полученных в работе результатов. Описаны методы статистической обработки данных.

В третьей главе представлено последовательное решение поставленных в диссертации задач. В ней представлены результаты исследования влияния инструкции наблюдателю на процесс классификации изображений объектов в фовеа: результаты исследований с задачей различения объектов по семантическим признакам («живой»-«неживой»), а также результаты исследований с задачей различения объектов по физическим признакам (четкий - размытый).

В результате анализа электроэнцефалограммы, регистрируемой во время выполнения задачи, диссертант выявила достоверные различия в амплитуде различных компонентов вызванных потенциалов в зависимости от семантических и пространственно-частотных признаков изображений. При выполнении задачи классификации изображений «живой» и «неживой» природы в центральной области (канал Cz) и в центре затылочной области (канал Oz).

Диссертант установила, что при исследовании изображений «живой» и «неживой» природы компоненты P100, N170, P250, регистрируемые в затылочных областях, и компоненты N250, P500, регистрируемые в центральных областях значимо зависели от пространственно-частотных характеристик стимулов. Ею также выявлено, что амплитуда компонентов N250, P500 в затылочных областях и компонентов P170, N250, P500, регистрируемых в центральных областях значимо различалась в зависимости от семантического содержания стимулов («живые»/«неживые» объекты). Проведенный диссертантом анализ показал, что компоненты вызванных потенциалов P100 и N100 зависят только от пространственно-частотных характеристик изображений и не зависят от их семантического содержания.

Автором также были обнаружены достоверные отличия в амплитуде этих компонентов в затылочных, теменных, височных и лобных областях. Так, для компонентов P170 и N170, амплитуда зависела от пространственной частоты стимула и от семантических признаков в затылочных областях и от семантических признаков в лобных, центральных и височных областях. Амплитуда волн P250 и N250 мс зависела от пространственной частоты стимула практически во всех исследуемых областях, в то время как их зависимость от семантических признаков наблюдали в основном в теменно-затылочных областях. В результате эксперимента с изображениями «четкий-размытый» проведенный диссертантом анализ показал что компоненты вызванных потенциалов P100 и N100 зависели только от пространственной частоты стимулов в затылочной, теменной и височных областях мозга. Амплитуда этих волн во всех областях мозга была выше в ответ на предъявление низкочастотных изображений. Амплитуда компонентов P170 и N170 зависела от семантических свойств изображений в височных областях и от семантических и физических признаков изображений в затылочных областях и от семантических признаков в лобных областях. Компоненты P170 и N170 зависели как от семантических свойств изображений в височных областях, так и от семантических и физических признаков изображений в

затылочных областях и от семантических признаков в лобных областях. Компоненты P250, N250 и P300 в теменных, височных и затылочных областях зависели от пространственно-частотных характеристик изображений, за исключением лобных областей, в которых амплитуда этих компонентов зависела от семантических признаков изображений. Диссертант выявил тенденцию к увеличению амплитуды вызванных потенциалов в ответ на предъявление низкочастотных изображений объектов.

В третьей главе также анализируется зависимость латентности основных компонентов вызванных потенциалов от характеристик стимула и от инструкции, а также влияние обучения на характеристики вызванных потенциалов в задачах классификации, в том числе по пространственно-частотным признакам. Диссертантом установлена параллельная обработка наблюдаемого сигнала по разным семантическим и физическим признакам изображений. Исходя из результатов эксперимента по оценке зависимости латентности периодов основных компонентов вызванных потенциалов от характеристик стимула и от инструкции автор предполагает, что принятие решения происходит в лобной коре во временном интервале от 250-500мс. Увеличение латентного периода компонента P300-500 отражает более высокую сложность для испытуемого при решении задачи классификации по семантическим признакам в сравнении с решением задачи классификации по физическим признакам. Автор закономерно делает вывод, что в лобной области, обеспечивающей принятие решений при выполнении задач классификации изображений, мозг использует уже сформированное на предыдущих уровнях инвариантное к масштабу преобразование изображений.

Особое значение имеет исследование характеристик вызванных потенциалов в задачах классификации на пределе разрешения зрительной системы (в фовеоле). В этой части главы 3 излагаются механизмы классификации изображений, инвариантных к преобразованию масштаба и

влияние размера изображений стимулов на пассивное распознавание («неосознанную» классификацию). Автором было показано, что нейронные сети лобной коры используют инвариантное описание изображений для обеспечения классификации объектов. При оценке влияния размера изображений стимулов на пассивное распознавание («неосознанную» классификацию) установлено, что латентные периоды раннего компонента P100 в затылочных областях в отведении Oz достоверно высоко коррелировали с диаметрами фовеол ($r=0.74$, $p<0.001$) с использованием коэффициента корреляции Спирмена. Диссертантом установлено, что диаметр фовеолы влиял на латентные периоды ранних волн зрительных вызванных потенциалов (компонент P100) в затылочных областях в отведении Oz при предъявлении испытуемым изображений шахматного паттерна в исходной группе испытуемых. Автором закономерно сделан вывод об увеличении латентных периодов ранних вызванных потенциалов в затылочной коре в зависимости от увеличения диаметра фовеолы, что, видимо, связано с плотностью упаковки рецепторов в фовеоле, что в свою очередь влияет на скорость распознавания изображений объектов.

Четвертая глава (обсуждение) содержит анализ собственных результатов и литературных данных.

Заключение обобщает основные положения выполненных исследований, Выводы полностью соответствуют поставленным задачам.

Опубликование основных результатов диссертации в научной печати

Основные результаты диссертационной работы отражены в 8 научных публикациях в рецензируемых журналах и изданиях, входящих в перечень ВАК. Материалы диссертации доложены и обсуждены на 17 отечественных и зарубежных научно-практических конференциях.

Содержание автореферата в полной мере соответствует основным положениям диссертации.

Принципиальных замечаний по диссертационной работе нет.

Заключение

Диссертация Моисеенко Галины Александровны: «Нейрофизиологические механизмы классификации объектов» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные решения в области нейрофизиологии зрительного восприятия, что имеет существенное значение для физиологии. По своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости диссертационная работа полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.03.01 – физиология.

Официальный оппонент

старший научный сотрудник

отдела клинической физиологии

зрения им. С.В. Кравкова

ФГБУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца»

доктор медицинских наук

Зольникова Инна Владимировна

заверяю

Ученый секретарь

ФГБУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца»

кандидат медицинских наук



Орлова Елена Николаевна

«15» 03 2019 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца»

105062, г. Москва, ул.Садовая-Черногрозская 14/19

Телефон: 8 (495) 608-41-36

e-mail: kanc@igb.ru, web-сайт: www.helmholtzeinstitute.ru