

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

по диссертации научного сотрудника лаборатории психофизиологии речи  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физиологии  
им. И.П.Павлова Российской академии наук» Шелепина Константина Юрьевича  
**«Нейрофизиологические механизмы инсайта»**  
на соискание ученой степени кандидата медицинских наук  
по специальности 03.03.01 – физиология

Для рассмотрения диссертационной работы Шелепин К.Ю. была создана комиссия из членов Диссертационного совета Д002.020.01 в составе Отеллина В.А. члена-корреспондента РАН, д.м.н. (Председатель), д.б.н. Рыбниковой Е.А., д.м.н. Лобова Г.И.

Комиссия ознакомилась с диссертацией, авторефератом и представленными документами. Диссертация Шелепина К.Ю. выполнена на базе ФГБУН Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН. Научный руководитель - Елена Александровна Огородникова, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией психофизиологии речи Института физиологии им. И.П. Павлова РАН.

Диссертация была апробирована 09 июля 2018 г. на заседании Отдела физиологии сенсорных систем в ФГБУН Институте физиологии им. И.П. Павлова РАН» (протокол №60) и была рекомендована к защите на Диссертационном совете по защите докторских и кандидатских диссертаций (Д 002.020.01) при Институте физиологии им. И.П. Павлова РАН по специальности 03.03.01 – физиологии.

Диссертационная работа Шелепина К.Ю. посвящена одной из актуальных проблем современной физиологии, а именно исследованию общих закономерностей работы нейронных сетей в задачах распознавания в условиях неопределенности сенсорной информации. В работе предложена и апробирована методика изучения важнейшего механизма деятельности мозга явления «инсайта», являющегося наиболее ярким примером образного мышления при эвристическом решении когнитивной задачи.

Предложенная автором экспериментальная модель инсайта является адекватной цели и задачам исследования. Полученные с ее помощью результаты психофизических измерений, данные нейровизуализации и их интерпретация обладают новизной, имеют теоретическое и практическое значение для физиологии сенсорных систем и когнитивных процессов, медицины (неврология, офтальмология, психиатрия), клинической психологии, специальной педагогики, а также для развития нейротехнологий, расширения возможностей обучения искусственных нейронных сетей и применения систем искусственного интеллекта для быстрого (эвристического) решения особого класса задач в экстремальных ситуациях при дефиците времени и информации.

При моделировании инсайта использован метод исследования механизмов зрительного распознавания в условиях неопределенности - динамическое предъявление

неполных изображений с постепенным увеличением числа элементов их контура (модификация компьютерной версии Голлин-теста). Время достижения порога распознавания в этих условиях отождествлено с моментом возникновения инсайта. Порог распознавания, именно и только в условиях неопределенности, обладает всеми атрибутами этого феномена – этапом накопления информации (инкубационным, скрытым периодом), этапом внезапного принятия решения в условиях неопределенности, этапом выраженной эмоциональной реакции и этапом последствия - двигательной реакцией и проверкой принятого решения.

При проведении психофизического исследования, объективными и субъективными методами измерений, в том числе методом интроспекции, было показано, что средние пороги возникновения инсайта для незнакомого алфавита стимулов при распознавании в условиях неопределенности равны 20% ( $\pm 5\%$ ) предъявления контура объекта и в 92% случаях сопровождаются ярко выраженной эмоциональной реакцией испытуемых.

Для моделирования и изучения инсайта в нейрофизиологическом исследовании дополнительно разработана технология медленного формирования скрытого «инкубационного» периода в условиях неопределенности в задачах распознавания неполных изображений, согласованного с временной разрешающей способностью метода фМРТ, который обеспечивает визуализацию активности областей головного мозга на данный вид стимула. Эта технология позволила адекватно и эффективно применять метод функциональной магнитно-резонансной томографии для изучения нейрофизиологических механизмов инсайтных решений, выявляя в качестве объективных маркеров инсайта – структурные и уровневые показатели активности различных областей головного мозга человека в процессе решения сенсорно-когнитивной задачи.

Методом фМРТ по динамике изменения BOLD сигнала в соответствии с временным изменением входного сигнала установили, что в момент достижения порога, в условиях неопределенности, отождествляемого с возникновением инсайта, происходит перестройка нейронных сетей по сравнению с состоянием неопределенности до достижения порога и с состоянием полной определенности после достижения порога. В момент инсайта установлена повышенная активность, в затылочных-задневисочных областях BA 37, BA19, и во фронтальной коре в зонах BA45, BA46, преимущественно в правом полушарии, т.е. в зонах, аналогичным расширенным речевым областям Вернике и Брока в левом полушарии. Данные могут свидетельствовать о проявлениях взаимосвязи динамически меняющихся зрительных образов с их лексико-семантическими ассоциациями без дополнительной активации центральных речевых зон мозга.

Были выявлены основные взаимосвязи нейронных сетей на различных стадиях возникновения инсайта и принятия решения. В частности, установлено, что до инсайта (прединсайт), в момент возникновения инсайта (достижения порога распознавания

неполных изображений) и после инсайта по данным фМРТ, происходит перераспределение активности основных крупномасштабных нейронных сетей головного мозга.

Показано, что сложная сеть задневисочной (ВА37), затылочной (ВА17, 18, 19) и префронтальной коры (ВА45, ВА46) находится во взаимно оппонентных отношениях с теменной (ВА7) поясной (ВА24), лобной(ВА44) и височной корой (ВА20, ВА21, ВА 22) во время возникновения инсайта. Таким образом, выявлены оппонентные взаимодействия крупномасштабных нейронных сетей височно-затылочной (активация) и теменной коры (торможение); префронтальной коры (активация) с передними отделами поясной извилины (торможение) в момент достижения порога.

Установлена повышенная активность в моторной и соматосенсорной коре в зонах ВА1, ВА2, ВА3, ВА4 в момент возникновения инсайта. Показано, что двигательная, исполнительная реакция является надежным маркером возникновения инсайта, принятия решений и сопровождающих инсайт эмоциональных реакций.

Установлены межполушарные различия в активации нейронных сетей в момент возникновения инсайта. При достижении порога распознавания наибольшие межполушарные отличия наблюдаются в зонах ВА7, ВА9 и ВА13 (передняя правая инсула). В момент развития инсайта в ВА37 обоих полушарий развивается максимальный ответ по сравнению со всеми зонами мозга именно в момент развития инсайта. Эта активация также может отражать усиление зрительно-речевых (зрительно-семантических) ассоциаций в момент опознания объекта. Межполушарные отличия в ВА37 в этот момент не значимы, но в после пороговом состоянии, в период после инсайта, в этой зоне наблюдали значимые межполушарные различия.

Разработанная технология моделирования и изучения инсайта с использованием объективных и субъективных методов измерения может быть рекомендована для широкого использования в здравоохранении при решении задач диагностики и реабилитации пациентов с различной патологией и сенсорно-когнитивными дисфункциями.

Комиссия подтверждает, что экспериментальные данные, которые легли в основу предлагаемой диссертации, получены и обработаны лично автором. Несомненны достоверность полученных результатов, их актуальность и новизна. Выводы, сделанные автором, полностью соответствуют полученным экспериментальным данным.

В результате анализа содержания диссертации и автореферата члены комиссии пришли к выводу, что работа полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, и рекомендуют ее для принятия к защите. Представленная работа соответствует специальности 03.03.01- физиология. Цель проведенного исследования достигнута, задачи решены в полном объеме. Выводы соответствуют задачам исследования. В результате ознакомления с диссертацией и авторефератом члены комиссии пришли к

заклучению о том, что текст диссертации, размещенный на сайте ФГБУН Институт физиологии им И.П. Павлова РАН, и бумажный вариант диссертации, представленный в диссертационный совет, идентичны, а диссертационная работа соответствует профилю Диссертационного совета (Д 002.020.01).

Материалы исследования по теме диссертации опубликованы в печати: 4 статьи в российских рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК (из них 2 работы в издании, входящем в международные базы Web of Science и Scopus), 1 глава в коллективной монографии, а также 10 статей и тезисов в периодических изданиях, сборниках и материалах научных конференций. Получено также свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат отражает содержание работы и может быть опубликован.

В качестве официальных оппонентов предлагаются:

Кропотов Юрий Дмитриевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией прогнозирования действий Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой», Лауреат Государственной премии СССР;

Ефимцев Александр Юрьевич, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лабораторией лучевой визуализации, доцент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-методический исследовательский центр им. В. А. Алмазова» Минздрава Российской Федерации.

Предварительное согласие оппонентов получено.

Предлагается направить работу Шелепина К.Ю. «Нейрофизиологические механизмы инсайта» на отзыв **ведущего учреждения** в Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинскую академию имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации по адресу: 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6.

Предлагается список специалистов, которым необходимо направить автореферат в дополнение к основному списку рассылки:

1.	Алексеев Николай Петрович, д.б.н., профессор	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет». Биологический факультет. Кафедра общей физиологии. 199034, Санкт-Петербург, наб. Университетская набережная 7–9.
2.	Андреева Ирина Германовна, д.б.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории сравнительной физиологии сенсорных систем	ФГБУН «Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН». Лаборатория сравнительной физиологии сенсорных систем. 194223, Санкт-Петербург, пр. Тореза, д. 44.
3.	Бондарь Игорь Вячеславович, д.б.н., профессор, заведующий	ФГБУН «Институт Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН»,

	лабораторией физиологии сенсорных систем	лаборатория физиологии сенсорных систем. 117485, Москва, ул. Бутлерова, дом. 5А.
4.	Барабанщиков Владимир Александрович, доктор психологических наук, профессор, член-корреспондент РАО.	ФГБОУ ВО МГППУ, Институт экспериментальной психологии МГППУ. 125993, Россия, Центральный федеральный округ, Москва, улица Тверская, дом 11, ГСП-3.
5.	Бойко Эрнест Витальевич, Директор СПб филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. Доктор медицинских наук, профессор. Заслуженный врач РФ, член-корреспондент Военно-медицинской академии	ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. 192283, Санкт-Петербург, ул. Ярослава Гашека, 21.
6.	Карпов Алексей Анатольевич, д.т.н., доцент, заведующий лабораторией речевых и многомодальных интерфейсов	ФГБУН Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия ВО, 39
7.	Ключарев Василий Андреевич, к.б.н., профессор, директор института когнитивных нейронаук	НИУ ВШЭ, Институт когнитивных нейронаук. 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20
8.	Краснощекова Елена Ивановна, д.б.н.	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет». Биологический факультет СПбГУ. Кафедра Высшей нервной деятельности и психофизиологии 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная 7–9.
9.	Хрусталева Нелли Сергеевна, д.псих.н., заведующая кафедрой психологии кризисных и экстремальных ситуаций	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет». Факультет психологии. Кафедра психологии кризисных и экстремальных ситуаций. 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 6

Предполагаемый срок защиты: апрель 2019 года

Члены Диссертационного совета:

Отеллин В.А. член-корреспондент РАН, д.м.н. (Председатель)

Рыбникова Е.А., д.б.н.

Лобов Г.И., д.м.н.