

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.101.01 НА  
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ ПЕРЕДАЧИ  
ИНФОРМАЦИИ ИМ. А.А. ХАРКЕВИЧА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ  
НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета  
от 1 декабря 2025 г., протокол № 14

О присуждении Алиперу Алексею Тарасовичу,  
гражданину Российской Федерации,  
ученой степени кандидата биологических наук.

**Диссертация** «Структура рецептивных полей и цветокодирующие свойства элементов с фоновой активностью ретинотектальной системы карпообразных рыб» по специальности 1.5.8. — Математическая биология, биоинформатика, принята к защите 29 сентября 2025 года (протокол № 11) диссертационным советом 24.1.101.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича» Российской академии наук (127051, г. Москва, Большой Каретный переулок, д.19 стр. 1, приказ о создании №978/нк от 16 декабря 2013 года, номер изменен приказом № 561/нк от 03 июня 2021 года).

**Соискатель Алипер Алексей Тарасович**, гражданин Российской Федерации, 1988 года рождения, в 2012 году окончил биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова по направлению Физиология человека и животных.

С 2013 по 2017 год проходил обучение в заочной аспирантуре Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН.

С 2012 год по настоящее время работает в Институте проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН.

**Диссертация** . **выполнена** в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук».

**Научный руководитель — Максимова Елена Михайловна**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории обработки

сенсорной информации Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обусловлен их высокой компетентностью в междисциплинарных исследованиях на стыке математической биологии и нейробиологии, в частности сенсорной физиологии, а также тем, что за последние годы ими было опубликовано большое количество научных работ, посвященных смежным тематикам исследования.

**Официальные оппоненты:**

**Касумян Александр Ованесович**, доктор биологических наук, заведующий кафедрой ихтиологии, профессор Биологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова,

**Бондарь Игорь Вечеславович**, доктор биологических наук, профессор РАН, эксперт Центра нейробиологии и нейрореабилитации им. Владимира Зельмана Автономной некоммерческой образовательной организации высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий».

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук» — дала **положительное заключение**, подписанное доктором биологических наук, член-корреспондентом РАН М.Л. Фирсовым, и. о. директора института, заведующим лабораторией эволюции органов чувств, и утвержденное 14 ноября 2025 г. В заключении отмечается ряд недостатков:

1. Использованный метод селективной цветной стимуляции, безусловно, представляется теоретически обоснованным, и оснований не доверять его разработчикам нет. Однако отсутствие экспериментальных доказательств его эффективности может делать его уязвимым. Мы надеемся, что в дальнейшем достоверность метода будет подтверждена отведением сигнала непосредственно от колбочек.
2. В работе не упоминается термин «латеральное торможение», хотя его механизм, очевидным образом, лежит в основе всех оппонентных взаимодействий в сетчатке.
3. В названии диссертационной работы заявленным объектом являются карпообразные рыбы. Однако все результаты, представленные в работе, относятся только к одному виду — *Carassius gibelio*. Подобное несоответствие не может не обратить на себя внимание.

Далее сказано, что «означенные выше замечания не умаляют высокую оценку научного уровня диссертационной работы Алипера А.Т., ее результатов и положений, вынесенных на ее защиту».

В заключении отзыва указано, что «Диссертация Алипера Алексея Тарасовича представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.8 — “Математическая биология, биоинформатика”, является законченной научно-квалификационной работой, полностью соответствующей требованиям, установленным пунктами 9-14 “Положения о присуждении ученых степеней” (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями Постановлений Правительства РФ от: 21.04.2016 г. № 335; 02.08.2016 г. № 748; от 29.05.2017 г. № 650; 20.03.2021 г. № 426; 11.09.2021 г. №1539, 26.09.2022 г. № 1690), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Учитывая наличие достаточного числа публикаций в рецензируемых научных изданиях, входящих в список ВАК, и научную значимость полученных результатов, автор диссертационной работы заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.8 — Математическая биология, биоинформатика».

**В отзыве оппонента Касумяна Александра Ованесовича, доктора биологических наук, профессора, заведующего кафедры ихтиологии Биологического факультета Московского государственного университета, присутствует ряд замечаний и комментариев:**

1. При выяснении различных физиологических параметров сенсорных систем часто приходится сталкиваться с индивидуальной, групповой и иной вариабельностью. Например, при изучении вкусовых предпочтений у рыб обнаруживаются индивидуумы с сильно уклоняющимися ответами на одни и те же вкусовые вещества. Хорошо известно, что популяции человека разделяются на две группы с разным отношением к вкусу фенилтиокарбамида и пропилтиоурацилу из-за мутации в гене, кодирующем один из рецепторов к веществам горького вкуса. Самки и самцы у рыб могут различаться своим отношением к зрительным стимулам, в том числе цветовым. Но в диссертации я не нашел сведений о том сколько особей серебряного караса было использовано при решении задач работы, какой был половой состав этих рыб. Нет сведений также и о кормлении рыб в течение их многомесячного содержания в лаборатории.
2. Некоторые фактические данные, используемые автором для анализа собственных результатов, не сопровождаются ссылками на соответствующие литературные источники. Например, в тексте диссертации упоминается, что «структура рецептивных полей альфа-клетки сетчатки млекопитающих

( $\alpha$ RGCs) и ЭФА похожи, и что и среди альфа-клеток также выделяют два типа (ON и OFF) ганглиозных клеток с концентрической структурой РП и длящимися ответами на контраст между центром и периферией РП». Упоминается, что «Кроме того, к альфа-ГК, помимо клеток с длящимся ответом, исследователи относят также фазический тип» (стр. 74). Но какие-либо подкрепляющие ссылки на первоисточники, в которых приведены упомянутые характеристики альфа-клеток сетчатки млекопитающих, диссертантом не приведены.

3. Есть вопрос к названию работы — «Структура рецептивных полей и цветокодирующие свойства элементов с фоновой активностью ретинотектальной системы **карпообразных рыб**» — почему такой уровень обобщения — до отряда Cypriniformes? Почему не ниже — например, до семейства Cyprinidae, или выше — до надотряда костнопузырных рыб Ostariophysi или до инфракласса костистых рыб Teleostei, или вообще до класса лучеперых рыб Actinopterygii? При формулировке выводов автор более осторожен — все выводы имеют отношение к серебряному карасю.
4. С большим удовлетворением, как ихтиолог, хотел бы отметить, что в диссертации латинское название объекта исследования указано верно — *Carassius gibelio*, хотя в автореферате приведено устаревшее *Carassius auratus gibelio*. Дела в том, что серебряный карась до недавнего времени действительно имел латинское название *Carassius auratus gibelio*. Но относительно недавно, в 2012 году, была проведена ревизия и сейчас следует выделять отдельно собственно серебряного карася *C. gibelio* (Prussian carp) и золотую рыбку *C. auratus* (goldfish) (и серебряный карась и золотая рыбка — это инвазийные виды в европейской части нашей страны и в Европе в целом, они попали сюда из Восточной Азии).
5. Текст диссертационной работы А.Т. Алипера логичен, хорошо изложен, интрига исследования поддерживается на протяжении всей работы. В тексте практически нет неудачных фраз, мало опечаток, но есть забавная — «текстильная система» вместо тектальная система (стр. 83).

Далее сказано: «Отмеченные замечания не имеют принципиального характера и не затрагивают высокой научной ценности диссертационного исследования А.Т. Алипера. Считаю, что представленная Алексеем Тарасовичем Алипером диссертационная работа является законченным научным исследованием, она отвечает всем требованиям, предъявляемых ВАК к кандидатским диссертациям, а также изложенным в пп. 9–14 утвержденного Правительством РФ Постановления № 842 от 24 сентября 2013 года “О порядке присуждения ученых степеней” критериям, а ее автор, Алипер А.Т. безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.8 — “Математическая биология, биоинформатика”».

**В отзыве оппонента Бондаря Игоря Вечеславовича, доктора биологических наук, профессора РАН, эксперта Центра нейробиологии и нейрореабилитации им. Владимира Зельмана АНОО ВПО «Сколковский институт науки и технологий» имеется ряд замечаний:**

1. Автор убедительно показывает наличие двойной оппонентности у ЭФА, однако остаётся открытым вопрос о клеточных механизмах её формирования. В частности, хотелось бы увидеть более глубокое обсуждение роли биполярных клеток и возможных путей формирования оппонентной периферии.
2. Разделение на три группы по профилям оппонентности выглядит обоснованным, но хотелось бы уточнить, проводилась ли проверка устойчивости кластеризации и какова степень перекрытия между группами.
3. Работа поднимает крайне важный вопрос о возможной роли ЭФА в организации поведения. Было бы интересно узнать мнение автора о том, какие типы поведенческих реакций потенциально опираются на эти клетки, и существуют ли дополнительные данные о проекциях ЭФА за пределы тектума.
4. Остается открытым вопрос о необходимости использования анестезии в экспериментах на рыбах. Насколько мне известно, даже в отношении таких примитивных позвоночных животных существуют особые протоколы с использованием адекватного фармакологического сопровождения.
5. В некоторых местах работы используется понятие «цветное зрение», тогда как с точки зрения грамматики правильнее использовать все-таки термин «цветовое зрение», как относящееся к восприятию цвета.
6. Зачастую аббревиатуры и понятия оказываются расшифрованы не при первом их употреблении, что затрудняет восприятия текста читателем. Использованные автором обозначения диапазонов цветовых стимулов — L, M и S — долгое время не раскрываются в тексте, что держит читателя в напряжении.
7. Не всегда понятно, цитирует ли автор чужие работы или высказывает предположения, основанные на личном экспериментальном опыте. На мой взгляд, фраза «Каждый тип колбочек имеет генетические особенности, что позволяет реализовать становление запрограммированных нейронных связей» предполагает, что в конце ее будет указана работа, в которой обсуждаются генетические особенности, поскольку здесь как будто все-таки утверждается факт, который требует экспериментального доказательства.

Далее сказано: «Эти замечания не снижают научной ценности работы и носят исключительно характер обсуждения. По моему мнению, представленная к защите диссертационная работа Алексеем Тарасовичем Алипером по теме

“Структура рецептивных полей и цветокодирующие свойства элементов с фоновой активностью ретинотектальной системы карпообразных рыб” является законченным научным исследованием, которое отвечает всем требованиям, предъявляемых ВАК к кандидатским диссертациям, а также изложенным в пп. 9-14 утвержденного Правительством РФ Постановления № 842 от 24 сентября 2013 года “О порядке присуждения ученых степеней” критериям, а ее автор, Алипер А.Т. безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.8 — “Математическая биология, биоинформатика”».

**Соискатель имеет три статьи по теме диссертации в международных рецензируемых журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus. Кроме того, соискателем опубликовано тезисы по теме диссертации в материалах четырех международных конференций.**

**Статьи по теме диссертации:**

1. Алипер А.Т. Размеры рецептивных полей спонтанно-активных ганглиозных клеток сетчатки серебряного карася // Сенсорные системы. — 2018. — Т. 32. — №1. — С. 8-13.
2. Aliper, A.T., Zaichikova, A.A., Damjanović, I., et al. Updated functional segregation of retinal ganglion cell projections in the tectum of a cyprinid fish— further elaboration based on microelectrode recordings. *Fish Physiology and Biochemistry*. —2019. — V. 45. P. 773–792.
3. Maximova, E.M., Aliper, A.T., Damjanović, I. et al. Ganglion Cells with Sustained Activity in the Fish Retina and Their Possible Function in Evaluation of Visual Scenes. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. — 2021. — V. 51. — P. 123–133.

**Результаты работы, опубликованные в сборниках тезисов международных конференций:**

1. Aliper A., Damjanović I., Maximov P., Maximova E. Receptive field structure of sustained ganglion cells in the fish retina // European Retina Meeting 2017. Paris, France. October 5-7, 2017. Book of abstracts. P. 143
2. Aliper A., Damjanović I., Zaichikova A., Maximov P., Maximova E. Fine structure of receptive fields of orientation-selective ganglion cells in goldfish retina // The European Retina Meeting 2019. 12th - 14th of September, Helsinki, Finland. Book of abstracts. P.199.
3. Aliper A., Damjanović I., Maximova E., Maximov P. Different types of color-coding ganglion cells projecting to tectum opticum in goldfish // The European Retina Meeting 2023. 17th – 20th of September, Tübingen, Germany. Book of abstracts. P. 81.

4. Aliper A., Maximova E., Maximov P. Differences between sustained ganglion cells and motion detectors in terms of contrast sensitivity and color properties // European Retina Meeting 2015. Brighton, UK. October 1-3, 2015. Book of abstracts. P. 66

**На автореферат поступило два положительных отзыва.**

**В отзыве на автореферат Ольшанского В. М.,** доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника Лаборатории поведения низших позвоночных Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова Российской академии наук сообщается, что «автор в полной мере освоил навыки электрофизиологических исследований, продемонстрировал умение самостоятельной работы и получил результаты, соответствующие заявленным целям. Достоверность и новизна результатов не вызывает сомнений. Автореферат написан хорошим языком в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми к авторефератам. По результатам работы опубликовано три статьи в рецензируемых научных журналах из списка ВАК, Результаты работы также были представлены на ряде научных конференций, а также на семинаре ИППИ-ИПЭЭ по сенсорной физиологии. По моему мнению, представленная диссертационная работа выполнена на высоком профессиональном уровне и соответствует требованиям, предъявляемым Положением о присуждении ученых степеней кандидата наук ВАК, а Алипер Алексей Тарасович заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.8. — Математическая биология, биоинформатика».

**В отзыве на автореферат Воронцова Д. Д.,** кандидата биологических наук, ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биологии развития им. Н. К.Кольцова Российской академии наук, подчеркивается, что «работа Алексея Тарасовича закрывает ранее существовавший пробел в понимании ретино-текстальных проекций у рыб. Долгое время на основе поведенческих экспериментов было известно, что рыбы различают цвета. В то же время, среди ганглиозных клеток сетчатки не удавалось обнаружить клетки, которые могли бы отвечать за цветоразличение. В данной работе были открыты и классифицированы цветокодирующие ЭФА: три группы OFF-ЭФА, различающиеся по профилю цветокодирования, а также дважды цветооппонентные ON-ЭФА. Результаты настоящей работы указывают на то, что ЭФА, проецирующиеся в tectum opticum рыб, способны реализовать цветоразличение. Как замечает сам автор, “теперь вопрос о представительстве информации о цвете в мозге рыб можно считать решенным”. К несомненным достоинствам работы можно также отнести актуальность и ясную логику в постановке задач, серьёзную методическую проработку, адекватное

представление и чёткую статистическую обработку результатов. В то же время, работе выиграла бы от обсуждения полученных результатов в более широком научном контексте. В частности, открытие спонтанно активных нейронов в ретино-текстальной части зрительной системы, казалось бы, прямо указывает на возможность их участия в предиктивном кодировании (predictive coding) зрительных сигналов. Подобная интерпретация, если она окажется возможной, выведет исследования автора на более высокий общебиологический уровень. Следует отметить, что это замечание не умаляет заслуг автора и не снижает научной ценности данного исследования. Диссертационное исследование удовлетворяет паспорту научных специальностей 1.5.8 — «Математическая биология, биоинформатика» действующей номенклатуры научных специальностей. Текст автореферата соответствует тексту диссертации, размещенному на сайте ИППИ РАН. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени. Диссертация Алексея Тарасовича Алипера «Структура рецептивных полей и цветокодирующие свойства элементов с фоновой активностью ретинотекстальной системы карпообразных» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.8 — «Математическая биология, биоинформатика» соответствует требованиям, предъявляемым пунктами 9–11, 13, 14 Постановления Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. «О порядке присуждения ученых степеней» к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени».

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований впервые:**

- Разработана технология регулярной регистрации одиночных реакций от окончаний аксонов ганглиозных клеток с длящейся импульсной активностью (элементов с фоновой активностью – ЭФА), ранее не исследованных другими авторами.
- Показано, что предпочтительными стимулами для ЭФА являются крупные контрастные пятна предпочитаемого знака контраста (темные для OFF-типа, светлые для ON-типа).
- Установлен горизонт ретинорецепиентного слоя, куда проецируются окончания ЭФА (глубина порядка 200 мкм).
- Проведена оценка размеров центральной части рецептивных полей ЭФА. Среднее значение размеров центральной части рецептивного поля (ВРП) ЭФА составляет  $5.0^\circ \pm 1.13^\circ$ .
- Продемонстрировано, что ЭФА обладают реактивной периферией РП, при этом периферия оппонента центру РП.

– Исследованы цветовые свойства ЭФА. Показано, что ЭФА OFF-типа разделяются на три группы по цветокодирующим свойствам. Группы 1 и 2 являются цветооппонентными с разными профилями оппонентности. ЭФА ON-типа представляют собой единообразную группу цветооппонентных клеток.

**Значение полученных соискателем результатов для теории.** Подробно описаны зрительные реакции на цветные и ахроматические стимулы элементов с фоновой активностью ретинотектальной системы рыб. Продemonстрировано представительство информации о цвете в среднем мозге рыб. Предложен принцип работы системы из трех типов цветооппонентных клеток как единого механизма цветоразличения.

**Значение полученных соискателем результатов для практики.** Продemonстрированные в работе механизмы ахроматического и цветного зрения могут быть использованы в сфере нейроморфных вычислений, а также применяться в области машинного зрения, в частности для составления алгоритмов обработки изображения в электронных зрительных протезах.

**Свидетельства достоверности результатов исследования.** Используемые методы соответствуют поставленным задачам. Достоверность полученных результатов для ЭФА косвенно подтверждается тем, что результаты, полученные теми же методами ранее для других типов проекций сетчатки в tectum opticum, полностью согласуются с ключевыми исследованиями, опубликованными другими авторами. Оценка статистической значимости исследованных параметров выполнена подходящими статистическими методами. Контрольные измерения адекватны и соответствуют стандартам.

Все проводимые в рамках исследования экспериментальные процедуры были одобрены этическим комитетом ИППИ РАН (Протокол № 1 от 24 апреля 2018 г.).

**Личный вклад соискателя.** В диссертации представлены результаты исследований, выполненных самим автором. Автор диссертации разработал подходы к стимуляции ЭФА, в том числе ставшие ключевыми для данной работы. Все электрофизиологические исследования, лежащие в основе данной работы, проведены самим автором. Автор самостоятельно писал статьи по результатам исследований, а также представлял их на конференциях, в том числе международных.

**По своему содержанию диссертация отвечает пунктам 10 (разработка новых вычислительных технологий на основе результатов исследований живых систем; развитие бионических подходов) и 13 (компьютерное**

распознавание, анализ и синтез изображений в биологических и медицинских исследованиях.) паспорта специальности «1.5.8. — Математическая биология, биоинформатика».

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой завершенное научное исследование. По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней» утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями в редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля, 2 августа 2016 г., 29 мая, 28 августа 2017 г., 1 октября 2018 г., 20 марта, 11 сентября 2021 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук.

**На заседании 1 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Алиперу Алексею Тарасовичу ученую степень кандидата биологических наук по специальности 1.5.8 — «Математическая биология, биоинформатика».**

При проведении тайного голосования из 15 человек, входящих в состав диссертационный совет, в заседании участвовало 12 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации. Проголосовали: за — 12, против — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель диссертационного совета 24.1.101.01,  
доктор биологических наук, профессор

 М.С. Гельфанд

Ученый секретарь диссертационного совета 24.1.101.01,  
доктор биологических наук

 О.В. Казенников

1 декабря 2025 г.

