

«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ
ЦИТОЛОГИИ и ГЕНЕТИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ИЦиГ СО РАН)

Пр-т. Академика Лаврентьева, д. 10, Новосибирск, 630090
Телефон: (383) 363-49-80
Факс (383) 333-12-78
E-mail: icg-adm@bionet.nsc.ru
<https://www.icgbio.ru>
ИНН 5408100138/КПП 540801001
ОКПО 03533895 ОГРН 1025403657410

от 25.02.2026 № 15345-29-38/303
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИЦиГ СО РАН

С.В. Лавренко

25 февраля 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН) на диссертацию Калининой Евгении Анатольевны на тему «Эколого-популяционные и цитогенетические характеристики природных популяций *Glyptotendipes glaucus* Mg. (Diptera, Chironomidae) из малых водоемов Калининградской области», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 Экология

1. Актуальность для науки и практики. Диссертационная работа посвящена изучению закономерностей хромосомного полиморфизма в природных популяциях хирономиды *Glyptotendipes glaucus* Mg. и выявлению взаимосвязей между хромосомным полиморфизмом и такими экологическими характеристиками водоёмов как наличие антропогенных загрязнений, в частности, загрязнений тяжёлыми металлами. Усиливающееся с каждым годом антропогенное давление на природные биотопы требует проведения всестороннего изучения того, насколько сильно антропогенные загрязнения влияют генетический аппарат, а также выявления механизмов адаптации геномов к таким воздействиям. Однако для проведения таких исследования требуется подробное изучение большого числа природных популяций в динамике с одновременным анализом качественных и количественных показателей антропогенных загрязнений.

Актуальность данного исследования определяется как недостаточной изученностью данного вида на территории России, поскольку, несмотря на наличие работ по изучению его хромосомного полиморфизма в отдельных регионах, имеющиеся в настоящее время данные не позволяют получить полную картину о его реальном хромосомном полиморфизме в природных популяциях, так и слабой изученностью влияния тяжёлых металлов на геном хирономид. Поскольку личинки хирономид являются основными представителями зообентоса и служат кормом для многих промысловых рыб, изучение влияния антропогенных

загрязнений на их популяции представляет не только научный, но и практический интерес.

Основное внимание в работе уделено исследованию хромосомного полиморфизма *G. glaucus* в водоёмах Калининградской области и выявлению влияния загрязнения водоёмов тяжёлыми металлами на параметры хромосомного полиморфизма данного вида. Полученные данные расширяют наши знания о характеристиках хромосомного полиморфизма данного вида в целом, а сведения о содержании тяжёлых металлов в исследованных водоёмах и выявленные закономерности их влияния на хромосомы *G. glaucus* в дальнейшем могут служить основой для разработки методов оценки влияния загрязнений на водные экосистемы.

2. Новизна исследования. Новизна исследования состоит в том, что впервые изучен хромосомный полиморфизм вида *G. glaucus* в 7 водоёмах Калининградской области, проведён анализ донных отложений в изученных водоёмах на наличие загрязнений тяжёлыми металлами, изучено влияния загрязнений тяжёлыми металлами на характеристики инверсионного полиморфизма. Автором также предложены новые показатели для оценки закономерностей хромосомного полиморфизма.

3. Основные научные результаты и их значимость для развития биологических наук. В ходе проведённого исследования получены данные о качественных и количественных характеристиках хромосомного полиморфизма вида *G. glaucus* в 7 водоёмах Калининградской области. Изучение видового состава хирономидных сообществ в данных водоёмах позволило установить, что вид *G. glaucus* является доминантным во всех изученных водоёмах. Показано, что исследованные популяции характеризуются высоким уровнем инверсионного полиморфизма, показатели которого сходны с таковыми в ранее изученных популяциях из европейской части России. Автором описано 8 новых инверсионных последовательностей, ранее не известных для вида, и проведено картирование этих последовательностей относительно стандартных. Исследования водоёмов проводились на протяжении нескольких лет, что позволило проследить временную динамику показателей хромосомного полиморфизма.

Во всех водоёмах был изучен ионный состав донных отложений и показано, что в 6 водоёмах, расположенных в городе Калининграде и его окрестностях, имеется превышение ПДК тяжёлых металлов, таких как цинк, кадмий, хром, кобальт, никель, медь и железо, что свидетельствует о том, что нахождение водоёмов в городской черте или близко к другим населённым пунктам неизбежно сопровождается наличием значительных антропогенных загрязнений. Корреляционный анализ позволил установить, что имеется корреляция между концентрациями цинка, хрома и меди и присутствием в кариотипе отдельных типов инверсий.

Полученные результаты представляют ценность как для фундаментальной науки, расширяя наши знания о закономерностях хромосомного полиморфизма в природных популяциях, так и для практического применения, поскольку могут быть использованы для экологического мониторинга водоёмов и оценки влияния антропогенных загрязнений на зообентос.

4. Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации. Результаты работы уже нашли практическое применение и используются в учебном процессе при обучении студентов в ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», что подтверждается актом внедрения от 30.09.2024 года. Полученные соискателем данные о корреляции между концентрациями тяжёлых металлов в донных отложениях и частотами инверсий в кариотипе *G. glaucus* могут служить основой для разработки методик биоиндикации и экологического мониторинга малых

водоемов. Выявленные автором инверсионные последовательности, чувствительные к антропогенной нагрузке, рекомендуется использовать в качестве цитогенетических маркеров при оценке качества водной среды. Результаты исследования также могут быть полезны для работы природоохранных организаций и органов рыбоохраны при оценке состояния кормовой базы (зообентоса) в водоемах, подверженных антропогенному загрязнению.

5. Структура диссертации и общие замечания. Работа соответствует всем формальным требованиям и состоит из введения, трёх ключевых глав, заключения и списка литературы, включающего 265 источников, 67 из которых опубликованы на иностранных языках. Работа изложена на 166 страницах, включает 36 рисунков, 29 таблиц и 5 приложений. Содержание автореферата соответствует изложенному в диссертации материалу.

В целом изложение материала выстроено логично и хорошо проиллюстрировано рисунками и таблицами. Тем не менее, к работе имеются следующие замечания:

В работе Великобритании рассматривается как не входящая в Евразию, что является ошибкой.

Автором предложен новый показатель оценки хромосомного полиморфизма – «индекс варибельности инверсионного полиморфизма кариотипа», однако хотелось бы увидеть более чёткое описание метода расчёта, которое бы не оставляло места для сомнений в правильности понимания того, какие именно параметры используются для подсчёта. Оптимально было бы привести пример расчёта индекса для «условной популяции».

Также недостаточно подробно описано использование индекса доминирования Палия-Коновачки применительно к конкретным данным автора: в индексе присутствует параметр p_i , рассчитываемый на основе количества изученных проб, однако при описании в работе материала не указывается, был ли материал в изученных водоёмах собран одномоментно (т.е. в каждом году из одного водоёма собиралась только одна проба), или для одного года могло быть взято несколько проб из водоёма, а данные по количественному составу в таблице 2 это не отражают. В первом случае величина индекса Палия-Коновачки во всех водоёмах будет полностью идентична процентному содержанию конкретного вида в сборе из водоёма, однако во-втором эти значения могут отличаться, если вид присутствовал не во всех пробах.

Поскольку первая задача исследования была сформулирована как «выявить картографические границы ареала вида *G. glaucus* в России и Европе...», при описании распространения вида и составлении карты видового ареала автору следовало перечислить все территории России, где был найден вид, а не только области европейской части России, перечисленные в приложении Б. Тем более, что заголовок приложения Б предполагает, что на рисунке показан полный ареал вида. Иначе создаётся впечатление, что ареал вида ограничен европейской частью России, хотя сам автор во введении упоминает, что вид найден и в Сибири, и на Дальнем Востоке. Либо необходимо было изменить формулировку задачи, ограничив географический район изучения.

Обращает на себя внимание не совсем корректные или неполные описания данных в таблицах и на рисунках. Так, в таблице 3 представленные данные обозначены как «идентифицированные виды, %», хотя сама таблица представляет индекс доминирования Палия-Коновачки, т.е. при обозначении столбцов таблицы с данными следовало бы написать «индекс доминирования Палия-Коновачки для идентифицированных видов». На рисунке 15 представлены данные по содержанию тяжёлых металлов и индекса Палия-Коновачки, однако шкала значений указана только для тяжёлых металлов (значения для индекса можно и нужно было указать на правой стороне графика). Кроме того, в таблице 3 значения индекса приведены отдельно для каждого года, а на рис. 15 приведён один график без пояснений и

непонятно, то ли взято усреднённое за все годы значение, то ли значение для какого-то конкретного года.

На рис. 18, Б непонятно обозначены инвертированные гомологи - обозначение *glaB5* стоит с той стороны хромосомы, где, судя по последовательности дисков, на самом деле расположен гомолог *glaB2*, при этом скобка, обозначающая вторую инверсию, никак не помечена.

На рис. 22 следовало всё же обозначить плечи хромосом, так как чтобы понять, где находится плечо Е, а где плечо F, приходится возвращаться к списку литературы, где приведено картирование стандартных последовательностей дисков.

Также вызывает вопрос правильность картирования последовательности *glaE9* – согласно картированию, приведённому автором, это короткая простая инверсия относительно *glaE1*, однако на фотографии на рис. 22 Б она выглядит как большая сложная инверсия.

Последовательность *glaE6* ошибочно названа парацентрической (очевидно, что здесь просто опечатка и автор хотел сказать, что она перичентрическая).

Представленная на рис. 25 фотография предполагаемой делеции не является убедительной.

При описании результатов по сравнению уровня хромосомного полиморфизма и загрязнения донных отложений тяжёлыми металлами было бы информативнее использовать либо трёхмерные графики (рис. 35 и 36), либо двумерные, с объединением всех данных в один график.

Также хотелось бы видеть в работе обсуждение представленных данных о равновесности популяций: хотя в таблицах инверсионного полиморфизма представлены значения χ^2 , эти данные никак не обсуждаются автором, оставляя читателю самому догадываться, были ли в популяциях отличия между наблюдаемыми и ожидаемыми значениями распределения частот гетерозиготных особей.

К сожалению, в работе также не был проведён статистический анализ по сравнению частот встречаемости разных последовательностей как между сборами разных лет в одном водоёме, так и между разными водоёмами. Такой анализ позволил бы прояснить, являются ли те различия частот, что мы видим, лишь статистическими флуктуациями, или имеются достоверные изменения частот последовательностей в разные годы. А также показал бы, имеются ли достоверные отличия между изученными водоёмами.

Задача 1 не в полной мере соответствует выводу, так как задача сформулирована более широко (выявить полный ареал вида), а в выводе ареал определяется только для Северо-западного и Центрального регионов России.

Также есть небольшие замечания по стилю оформления работы. Встречаются пунктуационные ошибки, которые в некоторых случаях усложняют понимание текста. Отсутствие увеличенного интервала между подписями к рисункам и основным текстом и одинаковый размер межстрочного интервала в этих подписях и основном тексте приводит к тому, что на страницах с рисунками при чтении текста каждый раз приходится искать, где, собственно, кончается подпись и начинается сам текст. Также можно отметить, что в современной литературе по цитогенетике при публикации фотографий хромосом, в том случае, если это фотография одного плеча, предпочтительным является расположение, при котором теломерный район плеча находится слева, а центромерный – справа, так как это упрощает анализ фотографий для читателя. Если приводится фотография двуплечей хромосомы, предпочтительно располагать хромосому горизонтально, с одинаковой ориентацией плеч на разных рисунках, когда это возможно. Размер фотографий в диссертации

также желательно было сделать больше для удобства анализа. Частоты встречаемости последовательностей приведены в отдельных таблицах для каждого из исследованных водоёмов. При такой подаче материала чрезвычайно сложно составить общую картину полиморфизма вида, так как для сравнения отдельных популяций приходится постоянно возвращаться сразу к нескольким таблицам. Было бы удобнее, если бы автор сделал одну сводную таблицу для всех изученных популяций.

6. Заключение.

Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Приведённые выше замечания не снижают ценности работы. Сделанные по результатам работы выводы достаточно обоснованы. Работа отвечает критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней пп.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор, Калинина Евгения Анатольевна, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15 Экология.

Отзыв на диссертацию обсужден на заседании лаборатории механизмов клеточной дифференцировки ИЦиГ СО РАН 20 февраля 2026 г., протокол № 1.

Отзыв подготовили:

кандидат биологических наук (03.00.25 – Клеточная биология),

научный сотрудник лаборатории
механизмов клеточной дифференцировки
ИЦиГ СО РАН

почтовый адрес: 630090, г. Новосибирск,
пр. академика Лаврентьева, 10;
адрес электронной почты: nika@bionet.nsc.ru;
тел: 89134597204

Вероника Вилорьевна Гольгина

кандидат биологических наук (03.02.07 – Генетика),

научный сотрудник лаборатории механизмов
клеточной дифференцировки ИЦиГ СО РАН
почтовый адрес: 630090, г. Новосибирск,
пр. академика Лаврентьева, 10;

адрес электронной почты: brusentsov_ilja@bionet.nsc.ru
тел: 89538852255

Илья Иванович Брусенцов

Подписи заверяю:

Учёный секретарь,

К.б.н.



Г.В. Орлова

Сведения о ведущей организации: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЦиГ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, пр.ак.Лаврентьева, 10; +7 (383) 333-12-78; факс: +7(383) 333-12-78; адрес электронной почты: icg-adm@bionet.nsc.ru; официальный сайт: www.icgbio.ru