

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ХАБАРОВСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

680000, г. Хабаровск, ул. Дзержинского, 54, тел./факс: (4212) 32-79-27, e-mail: adm@igd.khv.ru

№ ХФИЦ-01-02/дбз от 24.04. 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Хабаровского
Федерального исследовательского центра
Дальневосточного отделения Российской
академии наук (ХФИЦ ДВО РАН)
чл.-корр. РАН, профессор




И.Ю. Рассказов

«24» апрель 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию ПАНОВА Александра Геннадьевича «**Экологические особенности сообществ инфузорий пресноводных экосистем южной части острова Сахалин**», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки)

Диссертационная работа Панова Александра Геннадьевича посвящена актуальной экологической тематике – совершенствованию методов биоиндикации с использованием сообществ гидробионтов (пресноводных инфузорий) в качестве биоиндикаторов водных экосистем, имеющих большое значение для воспроизводства рыбных ресурсов. **Актуальность исследований** сочетается с фундаментальностью и практической значимостью в связи с тем, что многие реки Сахалина являются нерестилищами для анадромных видов рыб, включая ценные промысловые виды – тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*. В условиях глобального изменения климата и возрастающего антропогенного воздействия на высокочувствительные островные экосистемы возрастает степень экологического риска для биоразнообразия пресноводных водотоков различного порядка, в том числе для малых нерестовых рек Сахалина.

Кроме индикаторной роли многие виды инфузорий (Ciliophora) выполняют важную функцию в процессах самоочищения водных объектов с разным уровнем евтрофирования. Большое значение имеют результаты сезонных исследований структуры сообществ инфузорий, особенно в период активного нереста рыб. В Дальневосточном регионе России

исследования инфузорий в значительной степени были связаны с морскими экосистемами Охотского и Японского морей. Пресноводные сообщества Ciliophora исследовали периодически в Амурской области, Хабаровском и Приморском краях. Не смотря на важное рыбохозяйственное назначение нерестовых рек о. Сахалин, состав и структура свободноживущих сообществ инфузорий в них исследовались впервые в таком полном объеме.

Поэтому поставленная **цель исследований** диссертанта - изучить структуру сообществ инфузорий в разных типах пресноводных объектов южной части о. Сахалин и определить вклад представителей Ciliophora в процессы самоочищения малых рек приобретает большую научную и практическую значимость, особенно в период нерестового поступления больших объемов органических веществ естественного происхождения в виде сненки тихоокеанских лососей.

Научная новизна проведенного А.Г. Пановым исследования состоит в комплексном подходе к изучению разнообразия и структуры сообществ Ciliophora с использованием современных гидрохимических методов анализа качества водной среды с мотивированным обоснованием естественного поступления больших объемов органической мортмассы и ее быстрой трансформацией.

Автором впервые выявлены особенности распространения сообществ инфузорий горно-равнинных водотоков о. Сахалин, которые связаны с состоянием окружающей среды, включая скорость течения, содержание кислорода, минеральных и органических веществ.

Практическая значимость. Фактические фундаментальные исследования экологических факторов, влияющих на активность инфузорий – деструкторов, создают научную базу для **практического применения** полученных результатов прогнозирования качества воды накануне и в период нереста лососевых рыб. Полученные сведения позволяют оценить зависимость структуры сообществ инфузорий и их активности от гидрологического режима в период нереста. Эта информация может быть использована в работе природоохранных организаций при проведении экологического мониторинга нерестовых рек, представления экспертиз и для выработки подходов к сохранению и воспроизводству высокоценных промысловых видов рыб, включая лососевых, в естественных условиях и при искусственном разведении.

Диссертация представлена на 165 стр. (113 стр. основного текста), состоит из введения, 8 глав, выводов, списка терминов, списка литературы и Приложений (А-Е). Среди иллюстраций содержатся 56 рисунков и фотографий (включая Приложение А) и 22 таблицы (в основном тексте диссертации и Приложениях). Список литературы представлен 157 источниками, из которых 26 - на иностранных языках.

Глава 1 традиционно представлена литературным обзором. Диссертантом представлена историческая справка об исследованиях морских и пресноводных инфузорий в водных экосистемах Дальнего Востока, включая техногенные системы очистных сооружений. Представлен анализ сезонной динамики сообществ, на основании численности и морфовидового состава инфузорий, показана возможность использования этих показателей для оценки сапробности разнотипных пресноводных объектов. Среди литературных источников приводятся сведения об изучении инфузорий-паразитов. Не менее интересные материалы приведены в разделе, посвященном индикационным особенностям инфузорий, через использование сапробной валентности.

По этой главе возникли вопросы, связанные с терминологией. В чем состоит принципиальное различие между «экологической структурой» (стр.7), «трофической структурой» (стр. 8) и «экопической структурой» (стр. 10) сообществ инфузорий? В каких единицах измеряется величина «Таксоценоза», если на стр.16 можно прочесть «Таксоценоз инфузорий в речном сообществе превышал *данный показатель* антропогенной системы в 1,5 раза»?

Кто такие «фильтрующие коллекторы» и почему им на смену приходят «подбирающие коллекторы», если происходит «... падение крупности частиц (каких?) и увеличения их подвижности (кого?)» стр. 21. Анализируя список литературы, легко заметить, что в нем присутствуют за последние 10 лет только 32 статьи, из них 18 собственных публикаций и только 3 на иностранных языках. Явно не хватает иностранной литературы за последние 5 лет, связанной с изучением взаимосвязи метаболизма и видового разнообразия инфузорий в связи с изменением климата. Наверное, это предполагаемый следующий этап в исследованиях диссертанта.

Объекты и методы исследования представлены в диссертации в виде **двух глав (2 и 3)**. Глава 2. Физико-географическая характеристика района исследования, включающая описание физико-химических параметров и экологических условий в исследованных водных объектах. Глава 3, содержащая методы исследования сообществ водных инфузорий: гидрохимические, гидробиологические, цитологические и гистохимические, «стекла обрастания», культивирование инфузорий в лабораторных условиях, микроскопирование и микрофотографирование, расчет различных статистических показателей и др.

Глава 4, самая насыщенная материалами исследования посвящена таксономии инфузорий пресноводных объектов южной части острова Сахалин. Согласно анализу большого объема данных по распространению инфузорий в разнотипных пресноводных объектах были выделены 149 морфовидов инфузорий, характерных для конкретных местообитаний: 1) эвритопные – встречаются почти во всех исследованных водных объектах); 2) морфовиды инфузорий, встречающиеся только в водотоках; 3) инфузории, встреченные

только в водоемах; 4) стенотопные морфовиды инфузорий, которые были обнаружены только в одном водном объекте в южной части о. Сахалин). Кроме малых рек были подробно исследованы сообщества инфузорий пресноводных озер, находящихся вблизи населенных пунктов и регулярно подвергающихся загрязнению.

Особое место занимают расчеты индекса биотической дисперсии Коха (IBD), которые позволяют по-новому оценить влияние антропогенной нагрузки на водотоки. Например, высокий процент сходства этого индекса был получен у сообществ инфузорий из рек с высокой антропогенной нагрузкой. Однако, несмотря на географическую близость многих водотоков, низкий уровень IBD (меньше 30%) доказывает существование отличающихся, специфических сообществ инфузорий. Не менее интересные данные получены при расчетах коэффициентов морфовидового сходства/различия сообществ инфузорий из водотоков района исследования с данными, полученными в других водных объектах на обширной территории Дальнего Востока. Полученные материалы также были представлены в виде наглядных дендрограмм сходства сообществ инфузорий исследованных пресноводных объектов южной части о. Сахалин методом UPGMA по коэффициенту Сьёренсена.

Результаты многолетних исследований сообществ инфузорий представлены в виде довольно объемной таблицы 3 (с продолжениями) на 10 страницах. Возможно, такие таблицы являются обычным для таксономических работ с гидробионтами. Может быть, стоило материалы разбить по группам водотоков и представить в нескольких таблицах.

Глава 5. Представлены результаты исследования экологических особенностей инфузорий в пресноводных объектах южной части острова Сахалин. В ней показано, что размерный состав сообщества инфузорий является интегральным показателем экологического состояния местообитаний конкретных видов инфузорий. Анализ пищевых потребностей инфузорий из обследованных водных объектов позволил сделать вывод о том, что подавляющее большинство морфовидов инфузорий являются бактериодетритофагами, их численность более чем в два раза превышала число остальных морфовидов (хищников, гистофагов и др.)

Интересные данные представлены в разделе 5.3, которые касаются специфики распределения инфузорий по различным экотопам пресноводных экосистем. Доказано, что большое разнообразие инфузорий обитает в придонном слое воды над толстым слоем ила, в котором аккумулируются органические взвеси. Они служат важным источником питания для бактерий и простейших.

Глава 6 - в ней рассматривается индикационная роль инфузорий в водных объектах с различной сапробностью. На примере разнообразия морфовидов инфузорий определена степень загрязнения исследованных водных объектов. Доказано, что независимо от физико-химических параметров среды обитания (горные, горно-равнинные водотоки; ручьи,

вытекающие из прибрежных низинных болот; водоемы с большим содержанием иловых отложений), к основным контролирующим факторам состояния сообществ инфузорий относятся скорость течения, количество растворенного кислорода и органических веществ, а также pH воды водного объекта. На основании анализа полученных данных были выделены 6 типов сообществ инфузорий, отличающихся посвоему морфовидовому составу и структуре, позволяющие выявлять участки с разным характером сапробности.

Глава 7 посвящена сезонной динамике в развитии сообществ инфузорий в водотоках южной части о. Сахалин. Впервые показано, что иногда при отсутствии различий по гидрохимическим показателям качества воды, видовой состав инфузорий существенно отличался по экотопам в разные сезоны года. Так в весенний период контролирующими факторами увеличения морфовидового богатства в водотоках выступали низкая температура воды, высокий уровень водности, связанный со снеготаянием. Благоприятные условия для развития сообществ инфузорий формировались в водотоках южной части о. Сахалин в августе-сентябре месяце. Разнообразие сообществ инфузорий во всех водотоках увеличивалось от весеннего до летнего сезона, и снижалось в конце сентября.

В главе 8 впервые раскрывается участие инфузорий в детритной цепи питания на снетке тихоокеанских лососей в водотоках южной части о. Сахалин. В довольно сжатой форме излагается интересный материал о жизнедеятельности представителей Ciliophora в период накопления и интенсивной переработки органических остатков, образующихся в реках южной части о. Сахалин в результате естественной гибели тихоокеанских лососей после нереста. В этот период обнаружены и подробно исследованы 42 морфовида инфузорий. Визуальные изображения многих из них представлены в Приложении А. Хотя описание доминантных форм можно было проиллюстрировать цветными фотографиями, тогда эта глава стала более объемной и насыщенной фактическим материалом. Вероятно, эта глава является первым этапом последующих более глубоких и уникальных исследований инфузорий как деструкторов органического вещества.

Замечания

Основное замечание касается структуры диссертации, а именно распределения материалов по главам. Например, полноценный объем занимает глава 4, представленная на 31 странице. Главы 5 (10 стр.) и 6 (8 стр.) по смысловому значению вполне могли быть объединены под общим, немного измененным названием «Экологические особенности инфузорий водных объектов с разной сапробностью». Последующие две главы (7 и 8) по объему занимают по 8 стр. каждая, и скорее напоминают разделы одной самостоятельной главы. Если учесть, что поступление в реки снетки лососевых рыб приурочено к определенному сезону, вполне можно

было сформировать главу, посвященную сезонным особенностям развития инфузорий с отдельным разделом их участия в трофической цепи во время нереста рыб.

Есть замечание к формулировке 2 задачи «Проанализировать экологическую структуру сообществ инфузорий» (где, когда? с какой целью?), она видится как незаконченная фраза или укороченная интерпретация 3 задачи. Возможно, их можно было объединить и сформулировать как общую задачу: «Проанализировать структуру сообществ инфузорий и провести на их основе сапробиологическую диагностику разнотипных пресноводных объектов южной части о. Сахалин».

В работе встречаются некорректные выражения. «Сезонные изменения климата» (стр.8), «В почве присутствует вечная мерзлота» (стр. 15). Уже давно используется термин «многолетняя мерзлота». На стр. 97 сказано, что «температура воды...определяет ход гидрологических процессов»? Не лишены сленга выводы. Например, на стр. 112 диссертации и на стр. 21 автореферата можно прочесть «Резкое доминирование инфузорий небольшой размерной группы, как в сообществах г. Хабаровска, отсутствует». Скорее здесь должно было быть «... в водотоках на территории г. Хабаровска...»?

Не совсем понятно, что вкладывает диссертант в термины «численность» и «число» (стр. 97, 98). Например, общая *численность* инфузорий – это количество особей? *Численность* и *число* морфовидов разных размерных групп, сравниваются по *числу* инфузорий (это количество особей?) на стр. 99. Тогда почему на рисунке 18 *число* видов выражается в штуках? А название рисунка касается сезонной динамики видового богатства фауны инфузорий, значит ли, что видовое богатство выражается в штуках? На рис. 23 сравнивается «относительное *число* видов», которое выражается в %, хотя название рисунка «Динамика *численности* видов инфузорий...». Нужно пояснение, чем отличаются *крупные* инфузории от *крупноразмерных* инфузорий, почему их относят к разным группам, развивающимся на лососевой снетке? (стр.110).

В конце работы представлен список терминов, в котором явно не хватает пояснения, кто такие «*гистофаги*» и «*неселективные всеяды*»? Это гидробиологические или экологические термины?

Автореферат, полностью отражает содержание самой диссертации, хорошо иллюстрирован (12 рисунков и 4 таблицы), наглядно демонстрирует основные итоги выполненной работы. Однако, есть небольшое замечание: в автореферате произошел сбой в номерах глав, оказалось две главы 7 под разными названиями. Отсутствует рисунок 12, или неправильно пронумерован 13 рисунок.

Несмотря на перечисленные замечания, следует отметить высокий **профессионализм** Александра Геннадьевича, который нашел свое отражение в совокупности результатов проведенных натурных и лабораторных исследований, на уровне обобщения в

представленных выводах. Они полностью отражают поставленные задачи и соответствуют защищаемым положениям. Полученные результаты исследования основаны на междисциплинарном подходе с использованием гидробиологических, гидрохимических, гистохимических, цитологических методов. Морфология инфузорий исследована с использованием методов световой микроскопии живых и фиксированных препаратов. Диссертантом получены **важные для науки результаты**, углубляющие наши представления об экологических факторах, влияющих на развитие инфузорий и их положение в структуре всего биома водных объектов в разные сезоны года. Большое значение этих исследований состоит в том, что впервые рассмотрена роль инфузорий как деструкторов органического вещества, показан их вклад в трофическую цепь и функционирование так называемой «микробиологической петли».

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнения. Она обеспечивается комплексным подходом к сезонному и многолетнему исследованию сообществ инфузорий, детальным исследованием особенностей распространения отдельных групп. Некоторые детали физиологии инфузорий из разных местообитаний обоснованно представлены в Приложениях. В работе широко использованы статистические методы обработки данных. Полученные выводы подтверждаются расчетами разнообразных коэффициентов (индекс биотической дисперсии Коха (IBD), индексы Маргалефа и Шеннона, частота встречаемости видов инфузорий по Иоганзену, коэффициент Жаккара – Малышева (K_{j-m}) и индекс общности фаун Чекановского – Сьёренсена (I_{cs}). и др.) и сопровождаются дендограммами сходства и различия структуры сообществ инфузорий.

Новые сведения о трофической и экотопической структуре инфузорий из малых нерестовых рек южной части о. Сахалин представляют большой интерес для науки и практики. Полученные результаты являются вкладом в **развитие разных направлений естественных наук** в области экологии, гидробиологии, биомониторинга водных объектов и воспроизводства рыбных ресурсов. На основании Приложения А можно рекомендовать к публикации «Атлас пресноводных инфузорий Дальнего Востока».

Материалы диссертации А.Г. Панова были **апробированы** на всероссийских и международных научно-практических конференциях: Южно-Сахалинск, 2013, 2014, 2017, 2022; Новосибирск, 2015, 2017; Москва, 2015, 2021; Хабаровск, 2016; Пенза, 2018; посвященных экологическим проблемам.

Как следует из автореферата по теме диссертации опубликовано 23 работы, из них 1 статья в журнале «Protistologye», индексируемом в МБД Scopus, 7 - статей в журналах рекомендованных перечнем ВАК РФ («Вода: химия и экология», Известия ИГУ, серия «Биология. Экология», «Известия ТИНРО», «Вестник СВФУ им. М.К. Аммосова», «Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки»).

Рассматриваемая диссертация «Экологические особенности сообществ инфузорий пресноводных экосистем южной части острова Сахалин» является самостоятельной, завершенной, научно-квалификационной работой. По своей актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, содержанию и объему проведенных исследований **соответствует требованиям** пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (с последующими изменениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук, а ее автор **Александр Геннадьевич Панов заслуживает присуждения учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология (биологические науки).**

Диссертация, автореферат и отзыв рассмотрены и одобрены на расширенном заседании лаборатории гидрологии и гидрогеологии Института водных и экологических проблем ДВО РАН - обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук (протокол № 2 от 19 апреля 2024 г.).

Главный научный сотрудник лаборатории гидрологии и гидрогеологии Института водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИВЭП ДВО РАН) - обособленного подразделения ХФИЦ ДВО РАН доктор биологических наук, профессор
Тел.+8 (4212) 21-08-37
e-mail: kondratevalm@gmail.com

Кондратьева Любовь Михайловна

Подпись <u>Кондратьева Л.М.</u>
ЗАВЕРЯЮ
Главный специалист по кадрам
ИВЭП ДВО РАН <u>Кондратьева</u>
Дата « <u>19</u> » <u>04</u> 20 <u>24</u> г.



Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИВЭП ДВО РАН) - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук
Адрес: 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, 56, тел. (4212) 22-75-73

Я, Кондратьева Любовь Михайловна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

« 19 » апреля 2024 г.

Кондратьева Любовь Михайловна