

«УТВЕРЖДАЮ»

Временно исполняющий обязанности директора Института биологии
Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра
«Коми научный центр Уральского отделения
Российской академии наук»



С.В. Дёгтева

«26» ноября 2018 г.

ОТЗЫВ
ведущей организации на диссертационную работу
Федоровой Людмилы Ивановны
«БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ГИРУДОФАУНЫ БАССЕЙНА РЕКИ ИРТЫШ (КАЗАХСТАН)»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
биологических наук
по специальности 03.02.08 – Экология (биологические науки)

В настоящее время особую актуальность в исследованиях водных экосистем имеет их комплексный анализ. Всесторонние знания об организмах, населяющих водоемы и играющих роль в их биологическом режиме, крайне необходимы. Среди множества экологических проблем современности особое место занимает снижение уровня биоразнообразия. Это может привести к дестабилизации биоты, потери целостности биосферы и ее способности поддерживать важнейшие характеристики среды. «...Сохранение экосистем невозможно без сохранения видового разнообразия, ибо только представители конкретных видов вступают в сложные биотические и абиотические отношения и тем самым определяют функционирование экосистем...» (Алимов, 2006, с. 989). Сегодня для решения одной из фундаментальных задач экологии применяется как классический морфологический анализ особей, так и целый комплекс методов молекулярной экологии (Балобат и др., 2017). Современный подход к систематике организмов включает применение молекулярной филогении и статистических методов обработки её результатов. Интерес к таким

исследованиям подтверждает **актуальность темы**, выбранной диссертантом, ее **новизну, практическую и теоретическую значимость**.

Выбор диссертантом объекта исследования так же вполне обоснован. Значимость пиявок как важного элемента трофических цепей в водных экосистемах, возможность накопления ими в тканях тяжелых металлов и дальнейшая их передача по трофической цепи, четкая реакция сообществ на различного рода загрязнения экосистем - все это делает их группой, перспективной для оценки качества и биологического мониторинга поверхностных вод. Сложности в изучении этой группы водных беспозвоночных связаны с целым рядом проблем: слабой изученностью видового разнообразия мировой фауны гирудинид; недостаточным количеством сведений о взаимоотношении пиявок с окружающей средой и влиянием на них различных загрязняющих веществ; высокой пластичностью и географическим разнообразием морфологических форм, что приводит к противоречивым оценкам богатства фауны и затрудняет определение их таксономического статуса. Это делает обоснованным необходимость применения молекулярно-генетических методов для уточнения определений видовой принадлежности пиявок наряду с классическим анализом морфологических признаков.

Специфика отношений пиявок с факторами среды исследовалась диссертантом на примере водоемов бассейна р. Иртыш. Экологические проблемы бассейна, который является трансграничным, обусловлены как фоновыми природными условиями, так и природно-техногенными процессами. Загрязнение водоемов определяется наличием на территории Казахстана крупной полиметаллической провинции, функционированием предприятий горно-металлургического комплекса и теплоэнергетики, что приводит к интенсивному загрязнению региона тяжелыми металлами. Реки бассейна Иртыша относятся к наиболее загрязненным водным объектам на территории Казахстана. Задачами академической науки является проведение мониторинга водных ресурсов трансграничных рек, изучение процессов формирования и возможностей дальнейшего использования водных ресурсов.

В рамках исследования Людмилой Ивановной были поставлены и реализованы весьма сложные разноплановые задачи: определение таксономического состава фауны пресноводных пиявок бассейна реки Иртыш; характеристика особенностей распределения пиявок и выделение основных факторов среды на него влияющих; анализ эколого-популяционных характеристик гирудофауны в биотопах с разным уровнем загрязнения; выявление возможностей использования пиявок в качестве биоиндикаторов для оценки качества водной среды.

В ходе выполнения работы автором впервые был получен обширный фактический материал о фаунистической структуре пресноводных гирудинид Казахстана, проанализированный с применением комплексного подхода, включающего морфологические и молекулярно-генетические методы, выявлены виды потенциально новые для науки. Впервые на изучаемой территории были отмечены три палеарктических вида, что расширяет географические границы их распространения. Применение техники ДНК-штрихкодирования позволило выявить девять комплексов криптических видов глоточных пиявок. Впервые изучены структурные показатели и проанализированы оригинальные данные по влиянию разных экологических факторов на закономерность распределения видов в гирудотаксоценозах. С применением методов многомерной статистики определено, что в водоемах бассейна р. Иртыш, подверженных сильному антропогенному воздействию, наблюдается снижение общей численности, биомассы пиявок и обеднение видового состава за счет выпадения наиболее чувствительных видов.

Работа имеет большое практическое значение. Полученные результаты комплексного морфологического и молекулярно-филогенетического анализа гирудофауны Восточного Казахстана позволяют: 1) создать основу для конструирования идентификационных систем с использованием молекулярных данных, что внесет существенный вклад в международные базы нуклеотидных последовательностей; 2) данные о биологическом разнообразии и распространении видов, приведенные в работе морфологические описания и фотоиллюстрации могут быть использованы для составления определителей, аннотированных видовых списков и региональных кадастров беспозвоночных животных; 3) данные о структурных показателях сообществ дают основание полагать, что гирудотаксоценозы могут являться биоиндикационными системами, показывающими степень влияния различных загрязнителей на жизнедеятельность макрозообентоса.

Структура представленной рукописи и автореферата кандидатской диссертации соответствует логике заявленной цели и поставленным задачам. Работа изложена на 170 страницах машинописного текста, включая приложения, и состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов и списка цитируемой литературы, включающего 196 источников, в том числе 131 на иностранных языках. Все использованные источники тщательно проанализированы, что свидетельствует о знании научной литературы и компетентности автора.

Три первые главы диссертационной работы Федоровой Л.И. традиционны. В **первой главе** дается характеристика физико-географических условий бассейна реки Иртыш в пределах границ

Казахстана. Исходя из того, что район исследования относится к территориям с высоким уровнем антропогенного воздействия, приводятся данные об основных факторах риска и степени загрязненности поверхностных вод на различных участках бассейна. Приведена оригинальная карта деления бассейна на участки, различающиеся по степени загрязнения.

Вторая глава посвящена обзору литературных данных по теме исследования. Глава разделена автором на две части. В первой подробно описан объект исследования и обобщены основные знания о пресноводных гирудинидах, экологических особенностях обитания данной группы организмов и роли пиявок в экосистемах пресных вод. Автор делает предположение, что отсутствие у научного сообщества должного внимания в отношении таксономии пиявок делает любые попытки использования этой группы в мониторинге окружающей среды невозможным, при этом, по-прежнему, нет единых способов стандартизации описания видов пресноводных пиявок для облегчения их идентификации. Во второй части главы дан анализ литературных данных о необходимости изучения и охраны биологического разнообразия в целом, приведено описание современных методов молекулярной идентификации видов, например, метода ДНК-штрихкодирования, основных биоинформационных методов, направленных на делиминацию таксонов.

В **третьей главе** приводится описание разноплановых методов исследования. Продемонстрировано применение как классического морфологического исследования видового состава, так и современных стандартизированных биоинформационных методов для делимитации видов пиявок. При этом методы молекулярной экологии использованы автором как один из инструментов систематики, не заменяя традиционную таксономию.

Популяционные характеристики гирудофауны в разных типах водоемов описаны традиционными гидробиологическими и экологическими показателями. Для статистических расчётов и визуализации результатов использовались возможности языка программирования R с применением пакета дополнительных функций «gplots»; программный пакет «Vegan»; метод многомерной ординации.

Материалы диссертации и их обсуждение приводятся в главах четвертой и пятой.

В **главе четвертой** автор описывает видовой состав пиявок бассейна р. Иртыш. Приводятся данные о морфологической идентификации 16 видов с фотографиями и картами распространения видов. Согласно доказанной автором на фактическом материале проблеме недостаточности морфологических описаний, проведена оценка филогенетического

разнообразия видов. В целом, в результате морфолого-молекулярной делимитации в современной фауне бассейна р. Иртыш был подтвержден таксономический статус 12 видов пиявок, относящихся к двум отрядам, четырем семействам и восьми родам. Девять видов впервые обнаружены в данном регионе, семь являются потенциально новыми для науки. Представленность мировой гирудофауны в бассейне р. Иртыш составляет 1,63%.

Пятая глава состоит из нескольких подразделов. В подразделе 5.1 описано пространственное распределение пиявок в водоемах различного типа. Выявлены доминирующие комплексы видов в этих водоемах, проведено сравнение видового состава. Автором установлено достаточно низкое сходство фаун между разными типами водоемов в бассейне р. Иртыш, что указывает на своеобразие фауны в этих водоемах, связанное, вероятнее всего, с разнообразием природных зон, в которых располагается бассейн исследуемого водотока. Подраздел 5.2 посвящен изучению влияния различных физико-химических показателей в водоемах на сообщества пиявок. С применением различных статистических методов доказано, что основными факторами среды, влияющими на структурные показатели гирудоценозов, являются уровень загрязнения и тип водоема. Исходя из полученных статистических данных, автор делает вывод, что увеличение уровня загрязнения достоверно определяет обеднение состава пиявок в водоемах и снижение количественных характеристик гирудоценозов.

Работу завершают **выводы**, отражающие основные результаты исследования. Выводы четко и ясно сформулированы и полностью интегрируют решение поставленных задач и полученные результаты проведенного исследования.

В качестве **замечаний**, не меняющих в целом положительного впечатления о работе, можно указать следующие:

1. Глава 2., стр. 47 диссертации: «Считается, что любые филогенетические изменения, происходящие в пределах таксонов, являются ответом на различные экологические изменения [134, 136, 145].» Согласно литературе, филогенетические изменения, то есть мутации их порождающие, возникают в результате не только экологических условий, но и вследствие стохастических факторов, географической изоляции и дрейфа генов.
2. Глава 3. При достаточно подробной физико-географической характеристике региона проведенных исследований, не хватает описания гидрологических условий водоемов, в которых непосредственно отбирались пробы, описания биотопов, типов грунтов. Тем более все эти данные имеются у автора, поскольку были далее включены в статистический анализ. В работе же

указана только общая методика сборов и названия исследованных водоемов с координатами.

3. В работе автор часто подводит итог, или делает вывод, опирающийся на глубокие знания им литературы или подкрепленные богатым оригинальным фактическим материалом. Однако при этом автор забывает, что читатель не владеет тем же объемом данных, и чтобы утверждения не были голословными, необходимо все же подкреплять текст цифрами или ссылками на источник, о которых, конечно, известно автору. Так, например, на стр. 116 диссертации автор говорит: «В норме соотношение паразитических и макрофаговых пиявок должно быть равным». Не понятно, о какой норме идет речь? Или, на стр. 119 автор рассуждает о низкой или высокой численности пиявок, однако, к сожалению, нигде не приводит цифры. Хотя далее из работы мы видим, что все количественные данные введены в статистический анализ.
4. Глава 5, стр. 124 диссертации, табл. 18. Из данных, приведенных, в таблице не очень понятно как рассчитывался индекс плотности населения. Ведь если в сообществе присутствовала хоть одна особь, биомасса не может быть равной нулю, даже если она очень низкая. Возможно, этот вопрос не возник, если бы автор в главе «Материал и методика» более подробно уделил внимание описанию расчета и включения в анализ экологических методов, а именно всех использованных индексов, определения численности и биомассы пиявок в пробах, с указанием особенностей для данной работы.
5. Глава 5, стр. 121 диссертации (стр. 16 автореферата). Автор предполагает, что пополнение фауны основного русла Иртыша происходит не столько за счет боковой приточности рек и водохранилищ, сколько за счет фауны систем стариц. На наш взгляд, сходство фаун в системе было не столь значительным, не более 16 %. Поэтому хотелось бы уточнить у автора, возможно были получены дополнительные доказательства данного предположения, не вошедшие в работу.
6. Общее замечание по оформлению рисунков:
 - рис. 5 (стр. 56 диссертации) нет подписей осей, понятно только из текста;
 - рис. 6 (стр. 60 диссертации) и рис. 2 (стр. 8 автореферата) и далее все рисунки по распространению видов: на карте точки отбора проб отмечены разным цветом, однако не приводится пояснение, что это значит;
 - рис. 25-29 (стр. 96, 100, 103, 105, 108): возможно стоило привести более детальную подпись с уточнением модели построения филогенетического древа;
 - рис 30 (стр. 126) легенда рисунка зашифрована кодами обозначающими тип водоема. Ранее их расшифровка была приведена на стр. 113 диссертации. Это усложняет прочтение рисунка. А в автореферате (рис. 4, стр. 18) описание

этой расшифровки вовсе отсутствует. Далее в анализе рисунка говорится о «...пробах 2, 9...14...» однако и в рисунке и в главе Материалы и методы речь шла о водоемах;

7. Общие технические замечания:

- нет дословного совпадения в названии глав: глава 2 (стр. 26 диссертации и стр. 7 автореферата); глава 5 (стр. 112 диссертации и с. 14 автореферата);
- нет ссылки в тексте диссертации на источники [93], [108]
- кодировку типов водоемов уместнее было бы перенести из текста со стр. 113 в примечание к табл. 17, так как именно там эта кодировка и используется
- к сожалению, в работе встречаются стилистические и грамматические ошибки.

Заключение. Несмотря на приведенные выше замечания, диссертация Л.И. Федоровой является оригинальным законченным научно-квалификационным исследованием в области изучения систематики и экологии кольчатых червей, а именно, группы пиявок (Annelida: Hirudinea), выполненным автором самостоятельно и на высоком научном уровне. К анализу привлечен большой объем фактических данных, обработанных с использованием современных методов математической статистики. Работа проделана в согласии с широко распространёнными и достоверными методами молекулярно-генетического и филогенетического анализов. Получен большой массив оригинальных данных по генетике и морфологии пиявок, который позволил автору провести детальный анализ фауны и получить интересные результаты. Безусловно, проделанная работа будет полезна как в методологическом, так и в исследовательском планах для решения вопросов экологии и систематики водных беспозвоночных.

Актуальность темы, а также новизна научных результатов, не вызывают сомнений. Результаты работы имеют явное теоретическое и практическое значения. Выводы вполне корректны и обоснованы.

Автореферат и 12 печатных работ, в том числе 6 статей в научных журналах, включенных в список ВАК и приравненных к ним (в зарубежных журналах системы Web of Science – 3; в российских изданиях – 3), и апробация результатов на конференциях международного и национального уровня, подтверждающие высокую степень достоверности полученных выводов и полностью отражают содержание диссертации.

Материалы диссертации могут быть использованы в учебном процессе при проведении практических занятий по дисциплинам: зоология беспозвоночных, мониторинг природных экосистем, охрана природы.

Считаем, что данная рукопись полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Федорова Людмила Ивановна заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биологические науки).

Отзыв на диссертацию и автореферат заслушан и утвержден на заседании отдела экологии животных Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» ИБ Коми НЦ УрО РАН). Протокол заседания от 23.11.2018 № 11.

Старший научный сотрудник
отдела экологии животных
Института биологии
Коми НЦ УрО РАН,
кандидат биологических наук
(03.00.16 - экология)

Мария Александровна Батурина

Телефон: 8(8212)31-14-10
e-mail: baturina@ib.komisc.ru
167982, г. Сыктывкар,
ул. Коммунистическая, д.28

Подпись (и) <i>М. А. Батурина</i>	заверяю
Ведущий документовед Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»	
<i>О.Л. Заболотная</i>	2018 г.

Полное название организации:

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».

Руководитель: д.б.н. Дегтева Светлана Владимировна

Тел. 8(8212)24-11-68

Адрес: 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д.28

Официальный сайт: <https://ib.komisc.ru/rus/>