

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Натальи Сергеевны Батуриной

"Сообщества донных беспозвоночных водотоков Северного Алтая и Западного Саяна", представленную на соискание ученой степени кандидата

биологических наук по

специальности 03.02.04 – Зоология

Диссертационная работа Натальи Сергеевны Батуриной посвящена биоте бентосных реофилов горных малых рек одной из наиболее интересных и сравнительно малоизученных территорий нашей страны — Алтае-Саянам. Не случайно эта территория отнесена Всемирным фондом дикой природы (WWF) к числу приоритетных экорегионов мира за повышенное биоразнообразие, обусловленное уникальными природными условиями. В настоящее время интенсифицировалась деятельность человека по освоению природных богатств этого региона, долгое время остававшегося "экологически чистым" и малоосвоенным. Эта активность может привести (и уже локально приводит) к значительным изменениям водных и наземных экосистем особенно ранимых в горных условиях. Именно поэтому, как верно отмечает соискатель, "исследование таксономической и функциональной структуры сообществ донных беспозвоночных в пространстве речной сети позволит в дальнейшем дать корректную оценку степени воздействия человека на экосистему водотока и установить общие и локальные

закономерности устройства и пути формирования речных экосистем горных регионов", что позволит более разумно вмешиваться в природную среду и минимизировать разрушительное воздействие человеческой деятельности. Все это подтверждает несомненную актуальность выбранной темы диссертационного исследования в настоящее время глобальных изменений.

В соответствие с актуальностью были сформулированы вполне корректные цель и задачи.

Собственно диссертационная работа изложена на 200 страницах, включает 37 рисунков, 6 таблиц и приложения. В списке литературы 162 источника, из них 43 на иностранных языках.

Первая глава — "СООБЩЕСТВА ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ГОРНЫХ ВОДОТОКОВ" посвящена рассмотрению современного состояния проблемы структурирования экосистем водных потоков и особенностей сообществ донных беспозвоночных горных водотоков. Широкое привлечение литературных источников, как отечественных авторов, так и иностранных позволило автору дать обстоятельный обзор концепций речных экосистем, зоны функциональных процессов, жизненных форм гидробионтов по трофическим специализациям.

Во второй главе — "РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ " дается общая физико-географическая характеристика Алтае-Саянской горной страны в целом и территорий, на которых велись исследования в частности, а также характеристика конкретных водотоков.

Третья глава — "МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ". В ней отражены методы сбора, объем материала и методы его обработки.

Четвертая глава — "ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ГОРНЫХ ВОДОТОКОВ СЕВЕРНОГО АЛТАЯ И ЗАПАДНОГО САЯНА ".

В разделе **4.1. Степень изученности** автор дает подробный обзор и анализ публикаций, посвященных макрозообентосу водотоков Алтая и Саян. В результате чего приходит к выводу, что фауна макрозообентоса этих территорий мало изучена из-за труднодоступности многих участков речных бассейнов и работы по таксономическому составу бентоса местных водотоков носят фрагментарный характер и охватывают только часть русла.

Раздел **4.2. Видовой состав обнаруженных отрядов и семейств** посвящен собственным результатам соискателя. Были обнаружены представители четырех типов бентосных обитателей: Arthropoda, Plathelminthes, Annelida и Mollusca к которым относятся 240 видов, их подробный список дан в приложение 10. Сообщается, что бентосная фауна Северного Алтая и Западного Саяна включает 175 и 169 видов соответственно. Далее дается подробный анализ приуроченности видов к конкретным зонам водотоков, приведены данные по их биомассе, что позволило выявить доминирование в сообществах макрозообентоса горных водотоков Северного Алтая и Западного Саяна видов насекомых из отряда Ephemeroptera. В целом отмечена специфика среднегорных рек в которых наиболее богато представлены отряды Ephemeroptera, Diptera и Trichoptera, а в высокогорных водотоках к ним добавляется Plecoptera. Особо отличается

бентосное население р. Иджим в видовом составе которого преобладают личинки двукрылых насекомых. Это, по мнению Натальи Сергеевны, объясняется характером рельефа русла (уклона, ширины, средней глубины), а размер реки (малая или средняя) не оказывает существенного влияния на видовой состав (на уровне отрядов) макрозообентоса.

Раздел 4.3 Таксономический состав функциональных трофических групп. Здесь рассмотрено распределение видов бентосных беспозвоночных по группам специализирующимся в различных способах добывания пищи. Приведены данные о приуроченности этих групп к разным участкам русла рек, элективности субстратов и зависимости от скоростного режима водотока. Отмечено, что представители веснянок семейства Perlodidae крайне чувствительны к содержанию в воде растворенного кислорода и потому могут быть использованы в качестве биоиндикаторов при антропогенной нагрузке.

Раздел 4.4. Сравнение видового состава донных беспозвоночных Северного Алтая и Западного Саяна. В этом разделе вначале проведено сравнение в целом всего видового состава этих территорий показавшее среднюю степень сходства на основе данных по относительной численности видов в сообществе по индексу Брея–Кертиса, составившему 0,63. Для крупных таксонов наибольшее сходство было выявлено в типах Mollusca и Plathelminthes — 0,66, а в типе Arthropoda степень сходства составила 0,63. Наиболее подробный анализ сходства был проведен для насекомых. Было установлено, что наиболее сходны видовые составы отряда Plecoptera — 0,77.

Степень сходства фауны поденок Северного Алтая и Западного Саяна составляет 0,68, фауны ручейников — 0,67. Для отряда двукрылые значение индекса равняется 0,52. Соискатель объясняет такое сравнительно большое сходство тем, что эти амфибионтные насекомые представлены в основном реофильными формами, расселение имаго которых происходит вдоль речных долин и густая речная сеть Алтае-Саянской горной страны является оптимальной для быстрого расселения видов и формирования сходных в таксономическом плане сообществ амфибиотических насекомых. Интересно, что этот вывод подтверждается и нашими данными по сходству фауны амфибионтных насекомых водотоков Тувы и Горного Алтая, особенно это заметно у веснянок, для которых сходство практически совпадает с данными Натальи Сергеевны: у нее 0,77, у нас 0,76 (Заика, 2012).

Сравнение сообществ по функциональным трофическим группам показало, что наибольшая степень сходства населения донных беспозвоночных двух исследуемых территорий характерна для собирателей миксофагов и активных соскребателей. Наименьшим сходством отличается группа хищников заглатывателей.

В конце страницы 83, как можно догадаться в дальнейшем, идут выводы ко всей главе. Обычно в таких случаях используют выражения: "таким образом", "итак" и т.п., которые позволяют понять, что закончился текст раздела и начинаются итоги главы. В предпоследнем абзаце на стр. 84 в предложении "На уровне семейств анализ ..." вероятно, утрачена его часть и поэтому не понятен смысл.

Пятая глава — "СООБЩЕСТВА ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ВОДОТОКОВ
СЕВЕРНОГО АЛТАЯ И ЗАПАДНОГО САЯНА"

Раздел 5.1. Биоразнообразие сообществ. В этом разделе рассматриваются особенности распределения видовых сообществ вдоль продольного профиля рек – зон континуума. Благодаря тому, что Наталье Сергеевне удалось произвести сборы гидробионтов от самых верховьев рек, которые часто находились в труднодоступных местах, и до их устья, были получены уникальные сведения о степени разнообразия сообществ макробеспозвоночных на всем протяжении водотоков. Были выделены сообщества метаритрали на твердых субстратах с максимальными значениями индекса Шеннона и с наименьшим разнообразием сообщества реокренов. Подчеркнуто, что таксономическая структура сообществ высокогорной и среднегорной кренали, а также участков метаритрали с антропогенной нагрузкой слабо разнообразна.

Раздел 5.2. Выравненность таксономической структуры сообществ.

Этот раздел посвящен оценке уровня выравненности структуры сообществ донных беспозвоночных, позволяющего выявить условия их формирования.

В результате было установлено, что на степень выравненности сообществ бентосного населения Западного Саяна и Северного Алтая, оказывает характер донного субстрата, концентрация в воде растворенного кислорода и уровень антропогенной нагрузки. Определено, что сообщества с

максимальной таксономической выравненностью приурочены к средней части метаритрали, хотя в зоне эпитрали степень выравненности также велика. Соискатель объясняет это малым уклоном русла, небольшим объемом стока и формированием однотипного донного субстрата, что способствует формированию сообществ с большим разнообразием стенобионтов, многие виды которых из-за малой продолжительности зоны эпитрали для большинства рек с увеличением объема их стока, вытесняются из сообществ. Минимальные значения выравненности сообществ характерны для участков с антропогенной нагрузкой.

Глава 6. — «ТИПЫ СООБЩЕСТВ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ВОДОТОКОВ СЕВЕРНОГО АЛТАЯ И ЗАПАДНОГО САЯНА»

Раздел 6.1. Трансформация структурной организации сообществ вдоль продольного профиля рек. В этом разделе рассматриваются по сути особенности распределения разных типов сообществ и их вариации по продольному градиенту водотоков. Было установлено, что для населения макрозообентоса горных водотоков основные изменения в таксономической структуре сообщества происходят при переходе из зоны кренали в зону эпитрали рек, причем кренальные сообщества верховьев одной реки могут быть как однотипны – с высокой степенью сходства, так и существенно отличаться друг от друга. Соискатель считает, что подобные сообщества включают особый набор видов, способных населять именно холодноводную креналь. При этом для каждого конкретного участка кренали соотношение

видов из этого набора определяется локальными абиотическими характеристиками местообитания, которые характеризуются частой сменой таких параметров, как уклон русла и тип субстрата, определяющие в свою очередь обособленность сообществ верховий рек в целом и сообщества различных участков кренали в частности.

В разделе 6.2. — **Варианты сообществ Западного Саяна** подробно рассмотрены вариации сообществ бентонтов по функциональным трофическим группам среди изученных рек. Были выделены семь вариантов сообществ донных беспозвоночных водотоков Западного Саяна. При этом подчеркнута, что многообразие населения верховьев рек связано с варьированием геоморфологических параметров от водотока к водотоку, которая, в свою очередь, определяется высотой расположения, формой рельефа и типом прибрежных экосистем, в то время как для метаритрали горных водотоков существенное влияние на структуру сообществ оказывает степень затененности потока и тип прибрежных фитоценозов. Кроме того, было выявлено, что в зависимости от этих параметров в сообществах по-разному представлены группы фильтраторов, измельчителей и соскребателей. Так сообщества гипоритрали, описанные для водотоков Западного Саяна, характеризуются отсутствием таких групп, как собиратели миксофаги (типично реофильные виды) и фильтраторы, что объясняется большими значениями расхода воды и характером грунтов (песчаные, с мозаично расположенными участками мелкой гальки).

В разделе **6.3. — Варианты сообществ Северного Алтая**, как и в предыдущем, подробно рассмотрены вариации сообществ бентонтов по функциональным трофическим группам среди изученных рек этой территории, однако было выделено только четыре варианта сообществ.

Интересно, что в отличие от верховьев рек Западного Саяна, в данном случае на формирование структуры сообществ кренали оказывает влияние величина уклона русла и степень затененности водотока. Население же метаритрали горных водотоков Северного Алтая характеризуются высоким показателем разнообразия сообществ и представленностью всех функциональных трофических групп, а в сообществах гипоритрали не встречаются такие группы, как собиратели миксофаги (типично реофильные виды), собиратели детритофаги, малоподвижные соскребатели и хищники заглатыватели.

Раздел 6.4. Сравнение пространственно-структурной организации населения донных беспозвоночных Северного Алтая и Западного Саяна.

В разделе дан сравнительный анализ структурно-функциональной организации сообществ донных беспозвоночных рек южной окраины Алтае-Саянской горной системы в целом, позволивший впервые для данного региона дать классификацию выделенных типов сообществ. Установлено, что основные смены таксономической организации сообществ приурочены к переходу от зоны кренали к зоне эпитрали и характерны для всех исследованных водотоков. Показано, что максимальное разнообразие и выравненность таксономической структуры сообществ свойственны

участкам метаритрали рек, а снижение уровня их разнообразия отмечается для кренальных сообществ в условиях повышенной антропогенной нагрузки. Среди факторов, определяющих степень выравненности сообществ, по мнению соискателя, особое значение имеют расход воды, характер грунта и концентрация растворенного кислорода.

Важным является подтверждение Натальей Сергеевной согласование пространственной организации населения донных беспозвоночных рек Алтае-Саянской горной страны вдоль русла водотока с концепцией синтеза речных экосистем (Riverine Ecosystem Synthesis — RES) — мозаичное распределение выделенных ею типов сообществ эквивалентно расположению зон функциональных процессов — ЗФП вдоль русла реки. К основным абиотическим факторам, определяющим структуру сообществ относятся уклон русла и тип субстрата для верховий рек, степень затененности — для метаритральной зоны рек.

Выводы диссертационной работы соответствуют цели и поставленным задачам, полностью подтверждены данными, приведенными в диссертации.

Натальей Сергеевной проделана большая работа. В процессе подготовки рукописи диссертации, как это часто бывает, встречены некоторые неточности, опечатки и недочёты о которых будет сказано ниже.

К сожалению, в тексте очень много опечаток, особенно в окончаниях слов и латинских названиях. Уже на стр.4 вместо Plathelminthes — Plathelminthes, а на стр. 84 то же название написано как Plathelminthes,

стр.12 — конец второго абзаца: "наблюдатся", стр. 15 — нижняя строка "... от которой в зависяют...", стр. 20 — первая строка "...RCC долгле...", стр. 46 — последний абзац 10-я строка "варьируется". По поводу последнего слова хочу сказать, что в русском языке используется без "ся", а в такой форме это вульгаризм (в тексте во многих местах встречается это "варьируется"). В целом я насчитал в основном тексте около 30 опечаток, которые все приводить здесь нецелесообразно. Однако ошибки в латинских названиях видового списка Приложения 10 я перечислю полностью. Номер 81 и 82 списка правильно: *Helodon*, 84 — *Antocha*, 105 — *aspersus*, 118 — *liriformes*, 130 — *ussuricus*, 132 — *rhodani*, 143 — *triacantha*, 170 — *mongolica*, 171 — *obscura*, 176 — *Skwala*, (современное видовое название *compacta* (McL,1872)), 178 — *silvatica*, 180 и 181 — *Nemoura*, *Nemouridae*, 187 — *teleckojensis*, 215 — *tschuktschorum*, 216 — *Apataniana*, 221 — *Apatania*, 222 — *thamastoides*.

Теперь замечания по существу. В разделе "Апробация работы" странно выглядит помещение ссылки на ортоптерологический конгресс. И без него список вполне достаточный.

На странице 32 почему-то говорится об обтекаемой форме тела только у личинок жуков, а сами жуки разве имеют не обтекаемую форму?

Поскольку в тексте на странице 32 после латинского названия таксона дается русское, то для *Vlephariceridae* тоже стоило указать, что это сетчатокрылые комары.

На странице 35 строка 12 снизу упоминается семейство ручейников Tremmatidae, хотя его представители не обнаружены исследователем, тем более что это кавказский вид?

Откуда карта 2.1? Из какого источника?

Условные обозначения индексов участков в таблицах 2.1. и 2.2. в дальнейшем тексте приводятся без расшифровки. Для автореферата или статьи такая экономия места оправдана. В тексте диссертации это очень усложняет чтение — необходимо листать и смотреть обозначения обращаясь к этим таблицам. Это же касается и других рисунков.

На странице 57 говорится о том, что учетные площадки располагались вдоль русла на разной глубине, т.е. все же частично поперек русла? Здесь же — какой емкости были флаконы?

Как производили определение сухой биомассы? — стр. 58.

Из таблицы 3.1 следует, что пробы отбирались практически во всех реках один раз за весь период, кроме Песчаной и Семы, в которых пробы были взяты дважды в разные годы. Насколько корректно сравнивать данные всех рек, если они получены не в один период?

При описании методов лучше использовать прошедшее время: применялся кластерный анализ, а не применяется; строились дендрограммы, а не строятся и т.д.

В разделе 4.1. второе предложение заканчивается "...в 1925 году." А следующая фраза начинается с заглавной буквы и не понятно — или точка не нужна, или второе предложение не закончено!

Рисунок 4.1. слишком мелкого масштаба — большинство таксонов совершенно не видно, вполне можно было дать по горизонтали листа.

В последнем предложении на стр. 79 не понятно что уменьшается — %, доля или что?

Страница 82 — все же правильней писать **на Северном Алтае**, а не **в...** . На этой же странице указано надсемейство Caenoidea, хотя есть виды только семейства Caenidae (тоже и в приложении).

В предложении на странице 84 строка 11-я не ясно, что значит «...анализ двух индекса...».

На рисунке 104 неудачно выбраны цвета и на желтом фоне цвета точек и линий не соответствуют условным обозначениям. К сожалению здесь даны только номера вариантов, хотя вполне можно было указать полные названия, что облегчило бы понимание рисунка.

Подраздел 6.3.3. озаглавлен «Сообщества гипоритрали», а в первом же предложении написано, что «К нему относятся сообщества потомали и метаритрали...»?

Однако, несмотря на все замечания, следует констатировать, что все **научные положения**, высказанные в диссертационной работе, вполне **обоснованы**, базируются на большом фактическом материале и широком привлечении научных публикаций как отечественных, так и иностранных (119 и 43 соответственно) в том числе современных. **Достоверность** полученных **результатов подтверждается** корректным выбором методов сбора и учета гидробионтов, а также использованием для обработки и

анализа адекватных статистических методов. Определение донных беспозвоночных проведено с использованием современной справочной литературы и подтверждено специалистами энтомологами и гидробиологами.

Текст автореферата соответствует тексту диссертации, только название главы 2 отличается: в автореферате "Характеристика района исследований", а в диссертации "Район исследования". Также отличается название раздела 6.3.2.: в автореферате "Сообщества метаритрали", а в диссертации "Сообщества эпитритрали и метаритрали". Также опечатка в автореферате — вместо номера раздела 6.3.3. напечатано 6.2.3.

В целом, диссертационная работа Батуриной Натальи Сергеевны представляет собой завершённый научный труд, содержащий новые данные в области зоологии и гидробиологии.

Научная новизна заключена в получении современных данных по видовому составу, численности и биомассе донных беспозвоночных, входящих в состав экологической группы макрозообентоса, в постоянных водотоках Северного Алтая и северного макросклона Западного Саяна. Впервые установлены особенности распределения организмов, представляющих основные функциональные трофические группы, в водотоках этих территорий. Разработана оригинальная типизация бентосных сообществ горных водотоков с учетом их гидроморфологических характеристик. Выявлены закономерности пространственной и структурной неоднородности сообществ донных беспозвоночных на различных участках речных систем.

Таким образом, диссертация Натальи Сергеевны Батуриной на соискание ученой степени кандидата биологических наук представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задач, имеющих существенное значение для биологии и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а сама соискатель заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.04. — зоология.

Доктор биологических наук (03.02.04 – зоология),
заведующий лабораторией биоразнообразия и геоэкологии
федерального государственного бюджетного учреждения науки
"Тувинский институт комплексного освоения
природных ресурсов СО РАН"

Заика Валентин Викторович

667007, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117А

т. 8(39422) 6-62-25

tikopr@mail.ru

*Подпись Заики В.В. заверено
Учредителем отдела кадров
Хворов В.В.*