



**РОЛЬ РУЧЕЙНИКОВ СЕМЕЙСТВА STENOPSYCHIDAE (INSECTA:
TRICHOPTERA) В РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

**THE ROLE OF THE STENOPSYCHIDAE FAMILIES (INSECTA:
TRICHOPTERA) IN THE RIVER ECOSYSTEMS OF THE FAR EAST**

УДК 571.21/24

Вшивкова Т. С., старший научный сотрудник, «Федеральный научный центр
Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН, Россия, г.
Владивосток

Чернова В.А., студент, 2 курс, институт природопользования,
территориального развития и градостроительства, Балтийский федеральный
университет им. Иммануила Канта, Россия, г. Калининград

Vshivkova Tatyana valentinache02@list.ru.

Valentina Chernova valentinache02@list.ru.

Аннотция

Важным этапом решения проблемы качества пресной воды, является оценка экологического состояния водотоков. В настоящее время экологическое состояние водотоков в системе российского государственного мониторинга оценивается по комплексу сложных показателей, в основном на основе традиционно используемых химико-микробиологических методов. Система биологического мониторинга в России развита слабо, а использование водных беспозвоночных ограничивается всего двумя ГОСТированными показателями, тогда как в мировой практике системы биологического мониторинга развиваются ускоренными темпами. Расширение методов биологического мониторинга и внедрение современных технологий биоассессмента в практику российского государственного мониторинга позволило бы обогатить систему

новыми методами и подходами и оценивать состояние водотоков по большему количеству критериев. В данной статье представлено использование пресноводных насекомых для оценки качества пресных вод, основные методы оценки состояния пресных водоёмов с помощью беспозвоночных, а так же рассматриваются новые индексы, основанные на доле присутствия сетеплетущих ручейников.

Summary

An important step in solving the problem of the quality of fresh water is the assessment of the ecological status of watercourses. Currently, the ecological status of watercourses in the Russian state monitoring system is assessed by a complex of complex indicators, mainly based on traditionally used chemical microbiological methods. The system of biological monitoring in Russia is poorly developed, and the use of aquatic invertebrates is limited to only two GOST indicators, whereas in world practice biological monitoring systems are developing at an accelerated rate. Expanding the methods of biological monitoring and the introduction of modern biomass technologies into the practice of the Russian state monitoring would make it possible to enrich the system with new methods and approaches and evaluate the state of watercourses according to a larger number of criteria. This article presents the use of freshwater insects to assess the quality of freshwaters, the main methods for assessing the state of freshwater bodies using invertebrates, and also discusses new indices based on the fractional presence of netting caddis bugs.

Ключевые слова: ручейники сем. Stenopsychidae, качество пресных вод, биотические индексы, оценка качества пресных вод, экологическое состояние водотоков, беспозвоночные организмы отряда Trichoptera.

Key words: caddisflies of Stenopsychidae family, fresh water quality, biotic indices, freshwater quality assessment, ecological status of water courses, invertebrate organisms of the order Trichoptera

Введение

Ручейники играют ведущую роль в водных экосистемах. Высокая продуктивность и видовое разнообразие, участие в экологической структуре комплексов, чутко реагирующих на малейшие изменения экологических параметров биотопов, определяют ведущую роль ручейников в разработке методов биоиндикации. Многие методы оценки чистоты воды основаны на использовании семейств, родов и видов ручейников (Trichoptera) при анализе качества вод. Одними из них являются высокочувствительные личинки ручейников семейства Stenopsychidae.

Актуальность данной работы соответствует одной из важнейших задач современности – проблеме сохранения пресных вод. Для решения этой проблемы необходима разработка простых, но адекватных технологий оценки качества вод. С одной стороны, методы оценки должны быть точными, а с другой – простыми, недорогими и доступными неспециалистам, а также достаточно быстрыми, позволяющими проводить оперативный и надёжный экспресс-мониторинг. Для этих целей особенно важны высокочувствительные индикаторные организмы, которых можно использовать как маркёры качества вод. Ручейники сем. Stenopsychidae являются именно такими индикаторами. Только на основе анализа присутствия и развития этой группы в водотоках, можно делать выводы о состоянии качества воды в быстротоках.

Объектом данного исследования является «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН. Предметом – оценка качества пресных вод по беспозвоночным организмам.

В связи с вышесказанным была поставлена цель – изучить систематический состав и распространение ручейников семейства Stenopsychidae (отряд Trichoptera) в пределах России, выяснить особенности распределения и экологические характеристики видов в речных экосистемах, оценить индикаторные способности группы в дальневосточных водотоках с целью использования при биоиндикации быстротоков.

Ручейники группируют небольшой отряд насекомых, широко распространенных почти на всех континентах, кроме Антарктиды, и многих океанических островах. В его составе насчитывается около примерно 13000 видов из 600 родов и 45 семейств. Взрослые насекомые похожи на небольших ночных бабочек с не ярко выраженной окраской, длина тела составляет 2-40 мм. Своё название Trichoptera получили из-за волосков, которые покрывают тела насекомых и их крылья. Взрослые особи, как правило, способны к полету и живут в воздушной среде, лишь у некоторых видов самки опускаются под воду для яйцекладки. Встречаются обычно в окрестностях водоемов, где обитают их преимагинальные стадии. Превращение полное. Личинки и куколки у подавляющего большинства видов живут в воде или обитают в толще дна водоёмов, в редких случаях постоянно обитают вне воды или живут у прибрежий в морской воде.

Семейство Stenopsychidae Martynov, 1924 – небольшое семейство ручейников, содержащее около 90 видов в мировой фауне; распространено в Афротропической Австралийской, Восточной Палеарктике, Неотропической и Ориентальной биогеографических областях. Семейство Stenopsychidae в России представлено 1 родом Stenopsyche и 5 видами.

Представители Stenopsychidae отличаются крупными размерами имаго и личинок, которые строят продолговатые ловчие сети среди камней на дне чистых, быстротекущих водотоков. Семейство было основано А.В. Мартыновым в 1924 году и включает 3 рода: Stenopsyche McLachlan (около 80 видов, широко распространён в Восточной Палеарктике и Ориентальной области, и с 1 видом в Афротропической области), Stenopsychodes Ulmer (9 видов в Австралии), и Pseudostenopsyche Döhler (3 вида в южной части Чили).

Личинки нескольких восточно-азиатских видов Stenopsyche были детально описаны и их биология хорошо известна, однако некоторые личинки и куколки, в том числе, российских видов, до сих пор ещё не описаны.

Морфология личинок, куколок и имаго ручейников сем. Stenopsychidae

Имаго. Ручейники данного семейства имеют пёстрые крылья, размах которых достигает от 30 до 60 мм. Усики длиннее первых крыльев. 3 глазка. Мандибулы склеротизованные. Волосковые бородавки модифицированные их структура особенно изменена на мезонотуме: компактные скутальные бородавки смещены назад и редуцированы, частично заменены диффузными; скутеллярные бородавки слиты.

Передние крылья длинные и узкие, задние – более широкие и короткие. Жилкование с незначительным половым диморфизмом. Окраска крыльев характерная, пятнистая с выраженными тёмными пятнами при виде сверху. Шпоры на передних голнях маленькие, на прочих – более длинные. Формула шпор 3.4.4. Гениталии самца: 9 сегмент сильно расширен латерально, образуя постеро-латеральные углы, 10-ый сегмент с латеральными выростами.

Церки длинные и тонкие. Половые ножки (гоноподы) одночлениковые, фаллус состоит из склеротизованной фаллотеки и мембранной эндотеки, с многочисленными шипами. Гениталии самки: 10-ый сегмент сильно склеротизован и разделён на две доли с церками на вершине. Вульварная чешуйка (*vulvus sclerite*) имеется. Ручейники играют ведущую роль в водных экосистемах.

Куколка. Длина около 22–25 мм. Усики длиннее тела, 1-й членик с пучком щетинок. Верхняя губа у переднего края по сторонам с тремя щетинками. Жвалы удлиненные, клиновидно изогнутые, с прямыми крупнопильчатым лезвием; наружные щетинки короткие. Крыловые чехлы тупые, приблизительно до середины брюшка. Плавательные щетинки на 1-ом – 4-ом члениках средних лапок. Нижние придатки гениталий самца удлиненные, изогнутые; пенис короткий, широкий. Домик куколки крупный, эллипсоидный, до 30 мм длинны, из камешков и крупных песчинок, плотный, крепкий; между песчинками вентиляционные отверстия.

Личинка. Личинки крупные, до 45–50 мм длины. Склеротизованные части желтые или желтовато-бурые, с темным, четким, точечным рисунком; кожистые участки при жизни зеленоватые. Голова удлинённая, узкая; переднегрудь такой

же ширины, как и голова, значительно уже двух последующих грудных сегментов. Усики помещаются у кромки гнатального отверстия. Глаза на светлом фоне, близко от переднего края головы. Наличинково-лобный склерит удлинённый, с выдающимся вперед передним разделом и неглубокими боковыми вырезами; вследствие большей удлинённости головы корональный шов относительно длиннее, составляет больше половины длины налличинково-лобного склерита. Гулярный шов длинный, горло небольшое треугольное. Верхняя губа короткая, широкая; дорзальный склерит обширный, покрывающий сверху всю губу, за исключением узкой мембранозной полосы переднего края; последняя с густой щеткой светлых сероватых волосков; медиальная выемка щитка небольшая, округлая, спереди по сторонам с небольшими бугорками. Жвалы крепкие, черные, местами черновато-бурые, с дистально расположенными зубами; левая жвала в медиальной выемке с пучком щетинок; наружные щетинки в среднем разделе умеренно удлиненные.

Склерит подбородка крупный, с характерным округлым медиальным выступом переднего края. Щиток переднеспинки с широким черным кантом заднего края и с обширным черным пятном бокового, позади которого заднеугловой раздел щитка, изогнутый в вентральную сторону. Точечный рисунок щитка четкий. Плейрон переднегруди с коротким конусовидным выступом трохантина; эпимерон необычно крупный, протирающийся в вентральную сторону до медиальной линии. Стернит переднегруди в виде черного крепкого медиального щитка с обширными удлинениями заднебоковыми пластинками. Среднегрудь спереди суженная, представляет самый длинный сегмент тела, длиннее заднегруди; плейральные склериты сегментов в виде узких черных пластинок, соответствующих плейральной борозде (поперечная пластинка) и в виде несколько удлиненной дистальной кромки эпистернума и эпимерона (продольная пластинка). Ноги почти равные по длине, средняя несколько больше двух прочих. Тазики передних ног без дорзального желобка и дистодорзальной выемки, с более или менее крупным

базодорзальным выступом. Тазики средних и задних ног с неглубокой дистодорзальной выемкой, без дорзальных бугорков. Щетинки только первичные. Коготки ног с крючковидно изогнутыми базальным выступом, на передней ноге на вершине выступа светлая первичная щетинка, на средней и задней щетинка отсутствует. Первые пять сегментов брюшка приблизительно одинаковой ширины, далее к концу брюшко постепенно суживается; IX сегмент узкий, цилиндрической формы, без дорзального щитка. Трахейных жабр нет; анальное отверстие в виде поперечной щели; анальных жабр пять. Анальные ножки относительно короткие; раздел «а» мембранозный; склерит «b» с крупными темными точками. Коготок короткий, крепкий и изогнутый под прямым углом.

Основные признаки, позволяющие различать личинок видов *Stenopsyche*: характер рисунка головы (дорсальная и вентральная часть), базодорзальный вырост тазика передней ноги; Nozaki и Shimura предлагают использовать первичные щетинки No. 18 на голове личинок.

Яйца тёмного цвета откладываются плотным слоем на поверхность камней, они довольно хорошо прикреплены к субстрату.

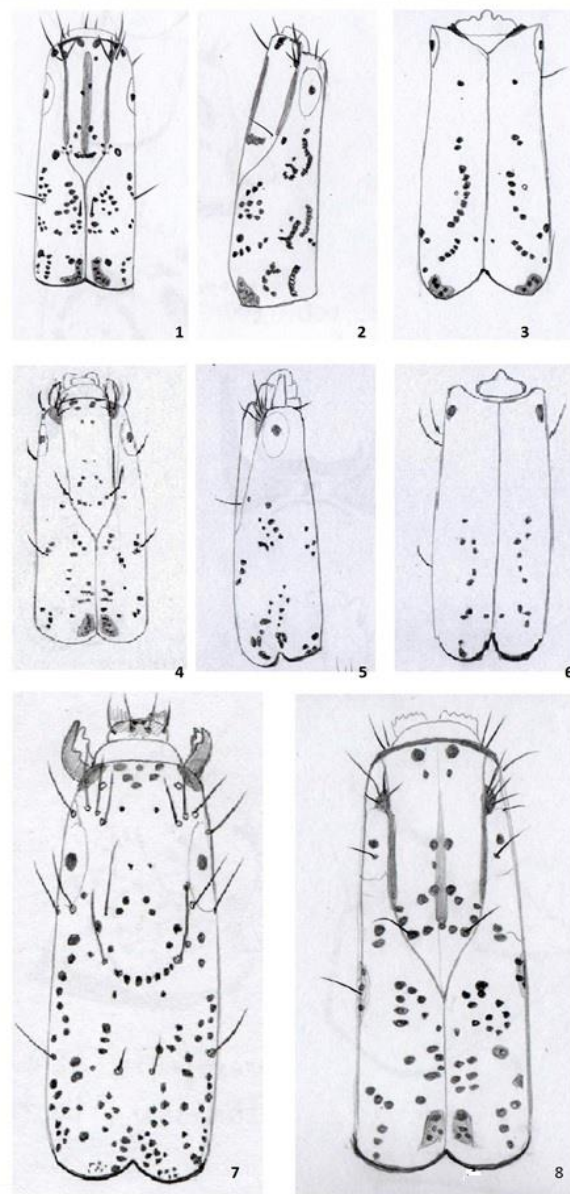


Рисунок 1 – 1–8 – Головы личинок *Stepanopsycha* (ориг.): 1–3 – *S. marmorata* McL., 4–6 – *S. bergeri* Mart., 7 – *S. coreana* Kumanski (?), 8 – *S. pallens* Nozaki (?). 1, 4, 7, 8 – сверху, 2, 5 – сбоку, 3, 6 – снизу.

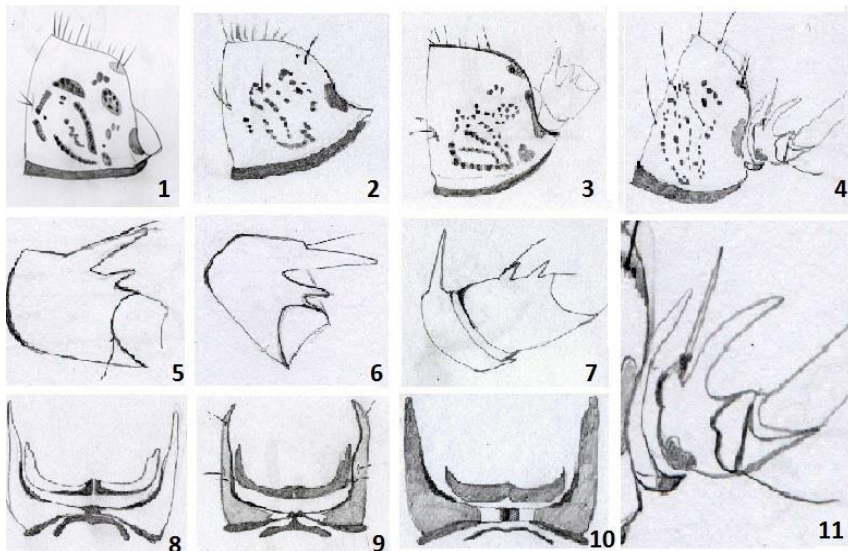


Рисунок 2 – Детали строения личинок видов *Stenopsyche* (ориг.): 1, 5, 8 – *S. marmorata* McL., 2, 6, 9 – *S. pallens* Nozaki (?); 3, 7, 10 – *S. bergeri*, 4, 11 – *S. coreana* (Kuwayama) (?). 1–4 – переднеспинка; 5–7, 11 – базодорсальный вырост тазика передней ноги (правой); 8–11 – переднегрудь вентрально.

Биология и практическое значение

Личинки в процессе развития проходят 5 стадий, в водотоках Сибири и Дальнего Востока они, как правило, развиваются один год (унивольтинный жизненный цикл), в более южных широтах их развитие может укорачиваться до двух генераций в год. Жизненный цикл *S. marmorata* в водотоках юга Дальнего Востока был детально исследован С.Л. Кочариной. Она показала, что численность личиночной популяции в бентосе быстротоков на протяжении большей части года постоянна, но резко возрастает в июле и августе, когда появляются личинки 1-го возраста новой генерации. Зимуют личинки в 3–4 стадии, в течение мая заметно увеличивается число личинок 5 стадии, 3-я возрастная стадия переходит в 4-ую. С июня в сборах начинают появляться куколки, к концу июня популяция состоит в основном из куколок и личинок 5 стадии. Куколки встречаются в бентосе до последней декады августа. Вылет имаго начинается в конце июня-начале июля и продолжается в течение месяца по сентябрь включительно.

Личинки *Stenopsychidae* предпочитают валунно-галечные грунты предгорных потоков, где бывают очень многочисленны, становясь доминантными или субдоминантными видами. Поэтому виды *Stenopsyche* становятся важным звеном в экосистемах быстротоков, их считают ключевыми видами. Наибольшего развития виды *Stenopsyche* достигают в метаритрали быстротоков, но могут встречаться и в более верхних участках (эпиритрали) и нижних – гипоритрали, но становясь более малочисленными и уступая доминантные места другим видам ручейников. Для добывания пищи личинки строят ловчие сети, подобно другим сетеплетущим ручейникам из семейств *Arctopsychidae* и *Hydropsychidae*. Личинки обитают в пещерках из мелких камешков – убежищах на каменистом дне быстрых предгорных водотоков, перед

входом в убежище натянута фильтрационная сеть с ячейей неправильной формы. Питаются личинки мелким бентосом и водорослями, детритоядные. Питание личинок осуществляется путём улавливанием органических частиц из потока, поэтому их относят к функционально-трофической категории – фильтраторы-сборщики (collectors-grazers).

Личинки *Stenopsyche* служат важнейшим компонентом пресноводных биоценозов и входят в состав корма рыб. Являясь высоко оксифильными организмами эти насекомые служат хорошими индикаторами качества воды. В некоторых провинциях Японии личинки *Stenopsyche* используются в пищу местным населением, из них готовят деликатесные консервы («Zaza-mushi»).

Личинки *Stenopsyche* относятся к группе сетеплетущих ручейников, которые являются важным компонентом быстротоков и составляют важное звено в пищевой цепи экосистем горных и предгорных рек, являясь в зоне метаритрали видами – эдификаторами. Фильтруя пищевые частицы из воды, они задерживают вынос органических веществ из экосистемы. Кроме того, строя ловчие сети между камнями дна, они способствуют укреплению ложа реки и уменьшению подвижности грунта. Вследствие своей экологической значимости, широкого распространения и постоянного присутствия в ритрали водотоков, они привлекают все большее внимание как специалистов, интересующихся фундаментальными вопросами водотоков, так и практиков (рыбоводов и экологов, осуществляющих мониторинг качества воды в речных экосистемах).

Материалы для исследования предоставлены фондовым музеем лаборатории пресноводной гидробиологии ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. В основном использовались качественные пробы *Stenopsyche* из спиртовых коллекций. Всего изучено около 280 проб неполовозрелых фаз и имаго. Кроме того, были проанализированы материалы количественной серии бентоса, отобранные по продольному профилю р. Комаровка (Уссурийский заповедник им. В.Л. Комарова) с целью определения роли сетеплетущих ручейников в донных сообществах реки.

Определение и переопределение видов *Stenopsyche* производилась по стандартным методикам с использованием бинокулярного микроскопа МБС-1. Для определения личинок пользовались Определителем ручейников СССР С.Г. Лепнёвой (вып. II, 1 часть), а также Определителем пресноводных беспозвоночных. (под ред. Цалолихина).

Среди российских личинок *Stenopsyche* описаны только 2 вида: *S. marmorata* Navas, 1920 и *S. bergeri* (Martynov, 1926), остальные личинки были неизвестны. Поэтому большое внимание уделялось исследованию личинок из мест обитания тех видов, личинки которых ещё не описаны, поэтому учитывать географическое распространение видов и проводилось постоянное сравнение определяемого материала с иллюстрациями описанных видов и ваучерным материалом.

Для установления видовой принадлежности личинок рекомендуют применять выведение взрослых насекомых из личинок или куколок, собранных в природе (метод выведения). Кроме того, можно определять зрелых куколок с хорошо сформировавшимися гениталиями и по склеритам личинки, сохранившимся в куколочном домике, проводить ассоциацию других личинок, собранных в том же водоеме (морфотипический метод). Мы использовали морфотипический метод при наличии зрелых куколок.

Распространение ручейников сем. *Stenopsychidae* в пределах России

На основании изученного материала, уточнено распространение видов *Stenopsyche* в России и на сопредельных территориях (табл. 1). В таблице жирным шрифтом выделены регионы, для которых ранее виды *Stenopsyche* не указывались.

Таблица 1 – Распространение ручейники сем. *Stenopsychidae* на территории России и сопредельных территориях, в результате ревизии материала

Виды	Распространение в России (по Иванову, 2011)	Дополнения в результате ревизии	Тип распространения
------	---	---------------------------------	---------------------

Stenopsyche bergeri McLachlan, 1866	ДВ (ХБ, ЮП)	ДВ (ХБ; Северное и Среднее Приморье, Южное Приморье)	ВП-ПХм
Stenopsyche coreana (Kuwayama, 1930)	ДВ (ЮП)	ДВ (ЮП: р. Кроуновка; р. Раздольная)	ВП-ПХм
Stenopsyche pallens Nozaki, Arefina & Hayashi, 2008	ДВ (Сахалин)	Сахалин: Поронайский ГО, окр. г. Долинск, бас. р. Белая (Долинский р-он), Анивский р-он, Тымовский р-он	ВП-ПХо
Stenopsyche marmorata Navás, 1920	С (АЛ, СН, ПБ), ДВ (ХБ, ЮП, СХ, КУ)	Казахстан, ДВ (ЯК, ЕВ, АМ, ХБ, СП, СрП, ЮП, СХ, КУ: Итуруп, Кунашир, Шикотан)	ВПм-о, ОР, АФ
Stenopsyche variabilis Kumanski, 1992	ДВ (ЮП)	ДВ (Хабаровский край)	ВП-ПХм

Примечание: С – Сибирь (ЗС – Западная Сибирь, ЦС – Центр и север Красноярского края, ЯК – Якутия, АЛ – Алтай, СН – Саяны, включая Туву, ПБ – Прибайкалье, БК – Байкал на открытых побережьях, ЧТ – Читинская область и восточная Бурятия);

ДВ – Дальний Восток (ЧУ – Чукотка, МГ – Магаданская область, КМ – Камчатка, ХБ – Хабаровский край, Еврейская АО и Амурская область, ЮП – Южное Приморье, СХ – Сахалин, КУ – Курилы).

Использование водных насекомых для оценки качества пресных вод и новые индексы, основанные на доленом присутствии сетеплещущих ручейников

Для оценки качества вод по показателям водных беспозвоночных можно использовать множество метрик и индексов, многие из которых требуют детальных определений организмов. В случае необходимости быстрых оценок, точная оценка всех групп часто бывает невозможной; сдерживающим фактором может быть и отсутствие специалистов-систематиков по разным группам или же их занятость. В этом случае встаёт вопрос о разработке упрощённых подходов, когда в качестве ключевых индикаторов могут выступить легко определяемые

группы или виды водных беспозвоночных. Сетеплетущие ручейники из семейств *Stenopsychidae*, *Arctopsychidae* и *Hydropsychidae* – возможно может явиться одной из успешных индикаторных групп при проведении экспресс-мониторинга.

На основе сравнения с широко принятым индексом ЕРТ, хорошо зарекомендовавшим себя при оценке качества вод, была проведена апробация новых индексов, разработанных с использованием сетеплетущих ручейников. В качестве эталонных сообществ были проанализированы донные ассамблеи водных беспозвоночных в р. Комаровка (приток р. Раздольная), расположенных в заповедной зоне (Уссурийский заповедник им. В.Л. Комарова).

Новые биотические индексы на основе присутствия сетеплетущих ручейников

Новые индексы, основанные на доле и относительной численности сетеплетущих ручейников, которые предложены здесь впервые, позволяют определить экологическое состояние донных сообществ, а также косвенно оценить условия обитания на речном участке, проследить их изменение в зависимости от градиента физико-гидрологических условий вдоль русла реки.

Индекс сетеплетущих ручейников ASHC (*Arctopsyche* / *Stenopsyche* / *Hydropsyche* / *Cheumatopsyche*)

Известно, что распределение сетеплетущих ручейников по продольному профилю подчиняется градиентному изменению факторов среды. В связи с этим, на верхних этажах водотоков доминируют ручейники рода *Arctopsyche*, затем их сменяют *Stenopsyche*, достигающие расцвета по численности и биомассе в зоне метаритрали, и в нижней метаритрали начинают преобладать *Hydropsyche* и *Cheumatopsyche*. Изменение данной закономерности может быть вызвано загрязнением окружающей среды. Показатели этого индекса см. в табл. 3.

Индекс NASHC /NTr

Интересно проанализировать долю сетеплетущих ручейников в численности всех организмов из отряда ручейников. При этом, видовое определение всех ручейников не требуется, а определение сетеплетущих

ручейников из группы ASHC не будет сложным даже для неспециалистов. Результаты расчёта данного индекса, представляющего отношение общей численности группы ASHC к числу всех ручейников см. в табл. 2.

Индекс $NStenopsyche / NF-Co$

Данный индекс требует только определения сетеплетущих рода *Stenopsyche*, затем высчитывается их доля по отношению ко всем фильтраторам. Результаты см. в табл. 2.

Индекс $NStenopsyche / NTr$

Рассчитывается, как и предыдущий, только по отношению ко всей численности ручейников (см. табл. 2).

Индекс $NStenopsyche / NASHC$

Рассчитывается доля численности стенопсихид ко всем сетеплетущим ручейникам таблица 3.

Как видно из таблицы 4, на основе широко известных индексов (индекс ЕРТ индекс Гутнайта-Уитлея, индекс FBI) все донные сообщества, расположенные по продольному профилю реки Комаровка относятся к благополучным, качество воды здесь оценивается как превосходное. Этого и следовало ожидать, так как исследованная часть р. Комаровка (от истоков до ст. 11) практически полностью находится в зоне Уссурийского заповедника и не испытывает антропогенного воздействия.

Анализ распределения сетеплетущих ручейников позволяет сделать вывод, что применение новых индексов возможно лишь в мета- и гипоритрали горных и предгорных водотоков – то есть в зоне их основного распространения, где они доминируют в качестве фильтраторов (организмы, тип питания которых основан на улавливании дисперсного органического вещества из речного потока).

Причём распространение арктопсихид (представлены в р. Комаровка одним видом – *Arctopsyche palpata*) ограничено только подзоной метаритрали

(причем, наибольшая плотность личинок отмечена в верхней метаритрале – станция 4).

Стенопсихиды (представлены в р. Комаровка одним видом *Stenopsyche marmorata*) доминируют в нижней метаритрале (станция 7) и верхней гипоритрале (станция 8).

Таблица 4 – Индексы ЕРТ, FBI G-W и новые индексы, рассчитанные для донных сообществ р. Комаровка, не испытывающих импакта (по показателям численности: N, экз. на кв2)

Индексы	Станции, расположенные по продольному профилю р. Комаровка										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Зоны водотока	КРЕНАЛЬ		РИТРАЛЬ								
Подзоны	эпи-		эпи-	мета-			гипо-				
N_{ex}	558 1	807 2	896 3	6861	4107	6367	7884	8558	18224	13925	6821
N_{Tr}	219 4	281 0	102 1	469	336,2	1682	1655, 4	2021,9	1015	499.9	338,2
N_{Tr} (%)	39,3	34,8	11, 4	6,8	8,2	26,4	20,9	23,63	5,57	3,59	4,96
N_{Arcto} (%)	0	0	0	0,42	0,24	0	0,21	0	0	0	0
N_{Steno} (%)	0	0	0	0	0,24	0,29	0,89	3,4	0,15	0	0,59
N_{Hydr} (%)	0	0	0	0	1,88	0,33	0,18	1,36	0,54	0,64	1,5
N_{Cheu} (%)	0	0	0	0	0	0	0	7,3	1,46	0,32	0,53
N_{EPT} (ex)	241 6	386 6	368 3	3938	2936	3775	5215	6828	5791	3622,6	6033,3
Индекс ЕРТ	43, 3	47,9	41, 1	57,4	71,5	59,3	66,2	79,78	31,78	26,01	88,44

N_{ASH} с (%)	0	0	0	2,38	1,01	0,65	1,28	12,1	2,3	1,02	2,62
$A/S/$ H/C (%)	0	0	0	0,24/0 ,24/1, 9/0	0,2/0, 2/0,5/ 0	0/0,3/ 0,3/0	0,2/0, 9/0,1 8/0	0/3,4/1, 4/7,3	0/0,15/ 0,5/1,5	0/0/0,6/0,3	0/0,6/1,5/0,5
N_{ASH} с/ N_{Tr}	0	0	0	0,29	0,12	0,02	0,06	0,51	0,41	0,28	0,56
N_{St}/N_{Tr}	0	0	0	0,03	0,03	0,01	0,04	0,14	0,03	0	0,12
N_{St}/N_{ASHC}	0	0	0	0,1	0,24	0,46	0,68	0,28	0,06	0	0,22
КК по EPT	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,0	5
	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	G	EX
FBI	3,4	4,6	4,1	3,46	3,19	2,79	3,4	3,01	5,03	5,37	2,82
КК по FBI	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
КК по FBI	EX	EX	E X	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX	EX
Индекс G-W	10,9	7,18	10,1	5,07	1,06	0,98	1,99	1,36	3,29	6,3	1,77
КК по G-W	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Общие заключения	Качество воды превосходное										

Примечание: КК – категория качества; FBI – Family Biotic Index [4]; остальные сокращения см. выше.

Гидропсихиды постоянны в мета- и гипоритрали, но показывают две области увеличения плотности – станция 5 и станция 8, между которыми отмечено снижение плотности. Возможно, данная ситуация вызвана неоднородным распределением двух видов *Hydropsyche*, последовательно сменяющих друг друга вдоль русла реки: на более верхнем участке (ст. 5) доминирует *Hydropsyche* sp. 1, на нижнем (ст. 8) – *Hydropsyche* sp. 2.

Хеуматопсихиды (представлены одним видом *Cheumatopsyche* sp.) отмечены лишь в зоне гипоритрали, причем наибольшая плотность отмечена в верхней части гипоритрали (ст. 8).

Последовательная смена групп сетеплетущих ручейников в направлении *Arctopsyche* *Stenopsyche* *Hydropsyche* *Cheumatopsyche*, по продольному профилю р. Комаровка подтверждает известный феномен градиентного распределения ручейников-фильтраторов в зависимости от размера ячеи их ловчих сетей, приспособленных для улавливания из потока органических частиц разного размера – от крупноразмерных (coarse particle organic matter, СПОМ) до более мелких фракций (fine particle organic matter, FPOM).

Выявленная тенденция распределения сетеплетущих ручейников в чистом водотоке (на примере р. Комаровка) может рассматриваться как эталонная схема устройства донных сообществ в подобных малых водотоках западных склонов Сихоте-Алиня.

Новые предложенные индексы следует апробировать на различных водотоках юга Дальнего Востока, расположенных на фоновых и импактных территориях, чтобы выявить наиболее характерные тенденции их изменения и амплитуды этих изменений. Предложенные индексы призваны упростить процесс оценки экологического состояния водотоков в случае необходимости быстрого определения ситуации, когда полноценное определение материала, требующее длительного времени, производить не представляется возможным. В этом случае работа только с одной показательной группой организмов, как, например, группа сетеплетущих ручейников, позволит не только

классифицировать участок реки в соответствии с принятой продольной классификацией зон и подзон, но и дать представление об экологическом состоянии водотока, о наличии и уровне загрязнений.

Заключение

Итак, представлены способы оценки экологического состояния водотоков по беспозвоночным организмам отряда Trichoptera. Так как для биоиндикации пресных вод очень важны личинки амфибиотических насекомых, ручейники (Trichoptera) являются отличным индикатором качества пресных вод.

Поскольку пресная вода составляет небольшую часть всей воды на Земле, её запасы во всём мире составляют только 3% от всего объёма воды на планете, но она в значительной мере определяет уровень и саму возможность жизни на суше, и её качество имеет самое непосредственное значение для всех живых организмов.

Для решения одной из важнейших задач современности – проблеме сохранения пресных вод, предложены новые технологии оценки качества вод. Которые являются простыми, недорогими, доступные неспециалистам, а также точными, достаточно быстрыми, позволяющие проводить оперативный и надежный экспресс-мониторинг. Для этих целей особенно важны высокочувствительные индикаторные организмы, которых можно использовать как маркёры качества вод. Ручейники сем. Stenopsychidae являются именно такими индикаторами. Только на основе анализа присутствия и развития этой группы в водотоках, можно делать выводы о состоянии качества воды в быстротоках.

Особенно важны для биоиндикации пресных вод личинки амфибиотических насекомых, среди которых группа из трёх отрядов: подёнок, веснянок и ручейников, так называемый комплекс ЕРТ, является наиболее значимым индикаторным комплексом.

Так же, благодаря новым биотическим индексам можно быстро провести оценку качества пресных вод. Данные методы позволяют быстро, дешево и главное надежно определить качества воды.

Список литературы

1. Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. V. Ручейники и чешуекрылые. Ч.1. / Под ред. П.А. Лер. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 540 с.
2. Wichard W. Overview and descriptions of caddisflies (Insecta, Trichoptera) in Dominican amber (Miocene). – *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie B (Geologie und Paläontologie)*. – 2007. – № 366. P. 1–51.
3. Семенченко В. П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Минск: Изд-во Орех, 2004. – 125 с.
4. Иванов В.Д. Фауна ручейников (Trichoptera) России: к 100-летию изучения / В. Д. Иванов, С. И. Мельницкий // *Энтомологическое обозрение*. – 2011. – 14 с.
5. Леванидова И.М. Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока СССР / И.М. Леванидова *Фаунистика, экология, зоогеография Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera*. – Л.: Наука, 1982. – 215 с.
6. Vshivkova T.S. Caddisflies (Insecta: Trichoptera) of Russky Island (Vladivostok, Primorsky Territory) // *Abstracts of the 3rd International Symposium of Benthological Society of Asia*. Vladivostok: 2016. – P. 127.
7. Nozaki T. Primary Seta No. 18 of the Larval Head of *Stenopsyche* Species (Trichoptera, Stenopsychidae)/ N. Shimura, T. Nozaki // *Entomological Research Bulletin*. 2015. – № 31 (1). – PP. 1–6.
8. Kocharina S.L. Biology and ecology of *Stenopsyche marmorata* Navas (Trichoptera: Stenopsychidae) in the Kedrovaya River (Russian Far East) // *Far Eastern Entomologist*. – 1993. – № 73. P. 1–16.
9. Tanida K. *Stenopsyche* (Trichoptera, Stenopsychidae): ecology and biology of a prominent Asian caddis fly genus. *Nova Supplementa Entomologica*

- (Proceedings of the 10th International Symposium on Trichoptera). 2002. – № 15. PP. 595–606.
10. Иванов В.Д. Отряд ручейники (Trichoptera). Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые / В.Д. Иванов, В.Н. Григоренко, Т.И. Арефина, Под общ. ред. С.Я. Цалолихина. – СПб.: Наука. 2001. – 836 с
 11. Вшивкова Т.С. Продольное распределение зообентоса ритрали реки Комаровка (Южное Приморье) // Т.С. Вшивкова. Фауна, систематика и биология пресноводных организмов. – Владивосток: Дальнаука. 1988. – С. 76–84.
 12. Majumdar M. Insecta: Trichoptera. Fauna of Sikkim part 4. In: Alfred, J.R.V. (Ed.), Zoological Survey of India [State Fauna Series 9], Kolkata, India. 2003. – PP. 343–368
 13. Wiggins, G.B. (1996) Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera), Second Edition. University of Toronto Press, Toronto, Ontario. 1996. – №35. –PP. 457.
 14. Вшивкова Т.С. Ручейники (Insecta, Trichoptera) западного Приханковья (Пограничный и Ханкайский районы, Приморский край) // Т.С Вшивкова. Жизнь пресных вод. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука. 2016. – С. 147–173.
 15. Malicky H. Köcherfliegen (Trichoptera) von Taiwan, mit Neubeschreibungen. Linzer Biologische Beiträge. 2014. – № 46. PP. 1607–1646.
 16. Перцева Е.В. Определитель макрозообентоса пресных водоемов: учебно-методическое пособие / Е.В. Перцева, Г.А. Бурлака. – Самара: РИЦ СГСХА. 2012. – 270 с.
 17. Вшивкова Т.С. Введение в биомониторинг пресных вод: Учебное пособие для студентов направления подготовки 05.03.06. Экология и природопользование (бакалавриат) / Т.С. Вшивкова, Н.В. Иваненко, Л.В. Якименко, К.А. Дроздов – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2017. – 93 с.

List of references

1. keys to the insects of Russian Far East. T. V. the Caddisflies and Lepidoptera. Part 1. / edited by P. A. Ier – - Vladivostok: Dalnauka, 1997. - 540 p.
2. Wichard W. Overview and descriptions of caddisflies (Insecta, Trichoptera) in Dominican amber (Miocene). – Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie B (Geologie und Paläontologie). - 2007. - № 366. P. 1-51.
3. Semenchenko V. P. Principles and systems of bioindication of flowing waters. Minsk: Orekh Publishing house, 2004. - 125 p.
4. Ivanov V. D., the Fauna of caddisflies (Trichoptera) Russia: to the 100th anniversary of the study / V. D. Ivanov, S. I. melnitsky // Entomological review, 2011, 14 p.
5. Ievanidova I. M. Amphibiotic insects of the mountainous regions of the Far East of the USSR / I. M. Ievanidova Faunistics, ecology, zoogeography Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera. - L.: Nauka, 1982. - 215 p.
6. Vshivkova T.S. Caddisflies (Insecta: Trichoptera) of Russky Island (Vladivostok, Primorsky Territory) // Abstracts of the 3rd International Symposium of Benthological Society of Asia. Vladivostok: 2016. – P. 127.
7. Nozaki T. Primary Seta No. 18 of the Larval Head of *Stenopsyche* Species (Trichoptera, Stenopsychidae)/ N. Shimura, T. Nozaki // Entomological Research Bulletin. 2015. – № 31 (1). – PP. 1–6.
8. Kocharina S.L. Biology and ecology of *Stenopsyche marmorata* Navas (Trichoptera: Stenopsychidae) in the Kedrovaya River (Russian Far East) // Far Eastern Entomologist. – 1993. – № 73. P. 1–16.
9. Tanida K. *Stenopsyche* (Trichoptera, Stenopsychidae): ecology and biology of a prominent Asian caddis fly genus. Nova Supplementa Entomologica (Proceedings of the 10th International Symposium on Trichoptera). 2002. - no. 15. pp. 595-606.
10. Ivanov V. D. the *rucheyniki* (Trichoptera) group. Determinant of freshwater invertebrates of Russia and neighboring territories. Vol. 5. Higher insects / V. D.

- Ivanov, V. N. Grigorenko, T. I. Arefina, Under the General ed. – SPb.: Science. 2001 – - 836 s
11. Vshivkova T. S. Longitudinal distribution of zoobenthos of the Komarovka river (southern Primorye) // T. S. Vshivokva. Fauna, systematics and biology of freshwater organisms. Vladivostok: Dalnauka, 1988, Pp. 76-84.
 12. Majumdar M. Insecta: Trichoptera. Fauna of Sikkim part 4. In: Alfred, J.R.B. (Ed.), Zoological Survey of India [State Fauna Series 9], Kolkata, India. 2003. – PP. 343–368
 13. Wiggins, G.B. (1996) Larvae of the North American Caddisfly Genera (Trichoptera), Second Edition. University of Toronto Press, Toronto, Ontario. 1996. – №35. –PP. 457.
 14. Vshivkova T. S. Rucheyniki (Insecta, Trichoptera) ZAPADNOGO Prikhankovyya (Border and khankai districts, Primorsky Krai) // T. S Vshivkova. Fresh water life. Vol. 2. Vladivostok: Dalnauka. 2016. - Pp. 147-173.
 15. Malicky H. Köcherfliegen (Trichoptera) von Taiwan, mit Neubeschreibungen. Linzer Biologische Beiträge. 2014 – - no. 46. pp. 1607-1646.
 16. Pertseva E. V. Determinant of macrozoobenthos of freshwater reservoirs: educational and methodological guide / E. V. Pertseva, G. A. Burlaka. - Samara: RIC sgsha. 2012. - 270 p.
 17. Vshivkova T. S. Introduction to fresh water biomonitoring: Textbook for students of the direction of training 05.03.06. Ecology and nature management (bachelor's degree) / T. S. Vshivkova, N. V. Ivanenko, L. V. Yakimenko, K. A. Drozdov- Vladivostok: VSUES Publishing house, 2017. - 93 p.