

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД ПО ИНДЕКСУ *EPT* В ВОДОТОКАХ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА В ОСЕННИЙ ПЕРИОД С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ФАУНЫ

В.А. Тесленко<sup>1</sup>, Т.М. Тиунова<sup>1</sup>, А.А. Семенченко<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, Владивосток, 690022, Россия. E-mail: teslenko@biosoil.ru, tiunova@biosoil.ru, semenchenko\_alexander@mail.ru

<sup>2</sup>Лаборатория экологии и эволюционной биологии водных организмов, Институт Мирового Океана, Дальневосточный федеральный университет, о. Русский, п. Аякс, 10, г. Владивосток, 690922, Россия

В работе представлены результаты оценки качества вод на обследованных участках предгорных рек полуострова Камчатка в осенний период 2022 г. Индекс *EPT* индикаторных групп поденок (Ephemeroptera), веснянок (Plecoptera) и ручейников (Trichoptera) в водотоках бассейнов рек Большая, Камчатка и Авача изменялся в пределах 8–16, что по стандарту соответствует хорошему-среднему или среднему качеству вод. Учитывая, что фауна этих индикаторных отрядов амфибиотических насекомых в водотоках Камчатки составляет чуть более 20 % от таковой на юге Дальнего Востока, эти региональные особенности отражаются и на индексах при оценке качества вод, в частности на количестве видов *EPT*. И если качество воды считается хорошим при наличии в реках юга Дальнего Востока 24–31 вида, то для водотоков Камчатки такое качество воды, оцененное нами при индексе от 10 до 16 вполне оправдано. Необходимо учитывать и сезонные изменения фауны, поскольку пробы отбирались в сентябре, когда большинство индикаторных таксонов покинули водоток, а ряд видов нового поколения еще не отродился. Подтверждением наших результатов могут служить исследования, проводившиеся ранее в районах действующих хозяйственных объектов на п-ове Камчатка, которые показали, что индекс *EPT* на фоновых участках рек варьировал от 10 (р. Аги) до 13 (р. Толмачева), что сопоставимо с полученными нами результатами.

## ESTIMATION OF WATER QUALITY ACCORDING TO THE *EPT* INDEX IN THE KAMCHATKA PENINSULA RIVERS IN AUTUMN, TAKING INTO ACCOUNT REGIONAL FEATURES OF THE FAUNA

V.A. Teslenko<sup>1</sup>, T.M. Tiunova<sup>1</sup>, A.A. Semenchenko<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostoka Avenue, Vladivostok, 690022, Russia. E-mail: teslenko@biosoil.ru, tiunova@biosoil.ru, semenchenko\_alexander@mail.ru

<sup>2</sup>Laboratory of Ecology and Evolutionary Biology of Aquatic Organisms, Institute of the World Ocean, Far Eastern Federal University, Russian Island, 10 Ajax st., Vladivostok, 690922, Russia.

The paper presents the results of the water quality assessing in the surveyed areas of the foothill Kamchatka Peninsula Rivers in the autumn of 2023. The *EPT* index of indicator groups of mayflies (Ephemeroptera), stoneflies (Plecoptera), and caddisflies (Trichoptera) in the streams of the Bolshaya, Kamchatka, and Avacha River Basins varied within 8–16, which corresponds to the standard of good-fair or fair water quality. However, given that the fauna of these indicator orders of aquatic insects in the Kamchatka Rivers is slightly more

than 20% of that in the south of the Far East; these regional features are also reflected in the indices when assessing water quality, in particular, in the number of *EPT* species. And if the water quality is considered good if there are 24–31 species in the rivers of the south of the Far East, then for the watercourses of Kamchatka such water quality, which we assessed with an index of 10 to 16, is quite justified. It is also necessary to take into account seasonal changes in the fauna, since the samples were taken in September, when most of the indicator taxa left the streams, and a number of species of the new generation had not yet hatched. Our results can be confirmed by studies conducted earlier in the areas of existing economic facilities on the Kamchatka Peninsula, which showed that the *EPT* index in the background river sections varied from 10 (Agi R.) to 13 (Tolmacheva R.), which is comparable with our results.

## Введение

Организмы и сообщества макрозообентоса являются наиболее удобными, информативными и надежными биоиндикаторами. Они отвечают основным требованиям к биологическим индикаторам, к числу которых относятся: повсеместная встречаемость, высокая численность, биотопическая приуроченность, достаточно продолжительный срок жизни (Алимов, 1996; Баканов, 1999; Яковлев, 2000; Шуйский и др., 2002; Балущкина, 2003; Зинченко, 2008). При выборе индексов, которые бы адекватно отражали возможные изменения в бентосном сообществе в результате антропогенного воздействия, необходимо исходить из того, что основу биомассы (до 90%), численности и видового разнообразия в Дальневосточных водотоках горного и предгорного типов составляют водные стадии амфибиотических насекомых (Леванидов, 1981; Тиунова, 2007). Результаты мониторинговых исследований, проводившихся в районах действующих хозяйственных объектов Камчатского края, убедительно показали, что все виды техногенного воздействия на экосистемы лососевых водотоков вызывают обеднение видового состава и снижение количественных характеристик макрозообентоса (Чебанова, 2009). Одним из таких показателей является индекс *EPT* – индикаторных групп водных насекомых из отрядов Ephemeroptera (поденки), Plecoptera (веснянки) и Trichoptera (ручейники) наименее толерантных к изменению условий обитания даже на начальных этапах техногенного воздействия (Lenat, 1994; Вшивкова и др., 2005; Чебанова, 2009). Реакцию индикаторных групп *EPT* учитывают по изменению их видового разнообразия. Однако вследствие длительных периодов изолированного (полуостровного) существования, морских трансгрессий, вулканической деятельности, горно-долинных оледенений и негативного влияния талых вод, фауна водных насекомых п-ова Камчатка по сравнению с южными регионами Дальнего Востока России отличается обедненностью видового состава (Леванидова, 1982). Эти региональные особенности фауны будут отражаться и на индексах, в частности на количестве видов *EPT* при оценке качества вод.

Цель настоящей работы состояла в оценке экологического состояния водотоков Камчатки, проведенной с помощью индекса *EPT* с учетом региональных особенностей фауны.

## Материал и методы

Отбор проб индикаторных организмов макрозообентоса проведен на полуострове Камчатка с 10 по 19 сентября 2022 г. Были обследованы водотоки предгорного типа в бассейнах трех рек: Большая, Камчатка и Авача и Налычева (рис. 1). Учет трех индикаторных отрядов амфибиотических насекомых поденки, веснянок и ручейников осуществлялся с помощью качественных методов сбора (табл. 1).

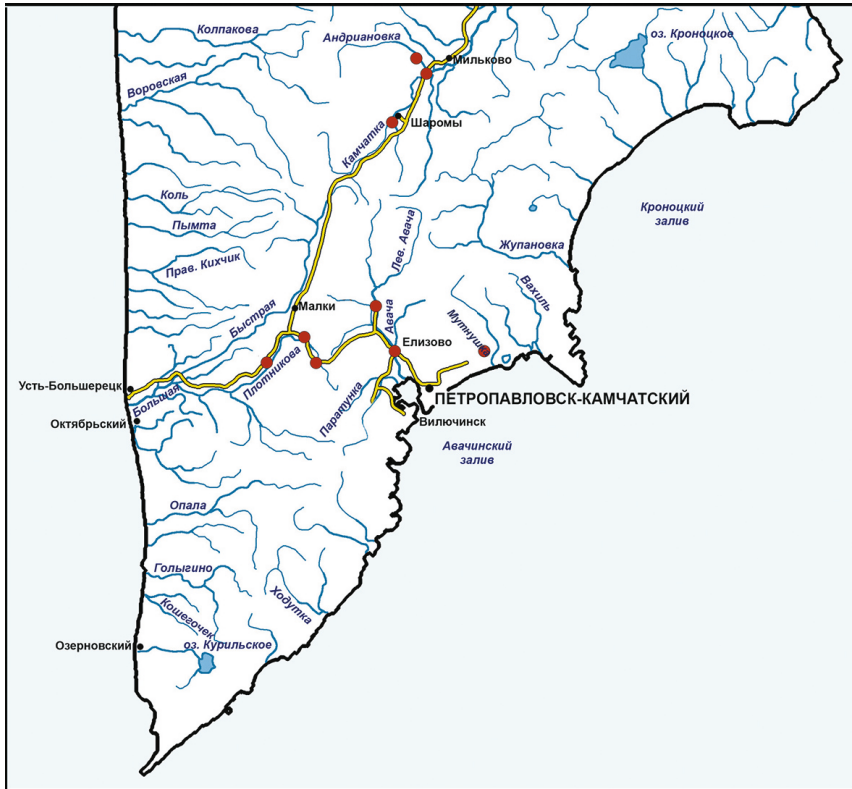


Рис. 1. Карта-схема района исследований. Точками обозначены места отбора проб

Таблица 1

**Основные гидрологические характеристики водотоков полуострова Камчатка в местах отбора проб**

Место сбора	Дата	Метод сбора	Т воды, °С	Скорость течения м/сек, плес-перекат	Координаты
Река Плотникова, басс. р. Большая, окр. пос. Сокоч, верхнее течение	14.09.2022	лягачка	9,8	0,87–1,51	53°.18871 N 157°.61647 E
Река Плотникова, басс. р. Большая, протока, среднее течение	14.09.2022	лягачка	9,9	0,28–1,18	53°.06820 N 157°.36456 E
Река Андриановка, левый приток р. Камчатка, пос. Мильково, верхнее течение	11.09.2022	лягачка, кошение, дрефт	9,8	0,36–0,86	54°.63781 N 158°.46008 E
Река Камчатка, с. Шаромы, среднее течение	12.09.2022	лягачка, дрефт	13,2	0,6–1,42	54°.390712 N 158°.196826 E
Река Авача, пос. Сев. Коряки, верхнее течение	15.09.2022	лягачка, кошение	8,8	1,41	53°.35797 N 158°.21237 E
Река Гаванка, правый приток р. Авача	15.09.2022	лягачка, кошение	7,8	0,43–0,9	53°.26493 N 158°.214682 E
Река Авача, окр.г. Елизово, нижнее течение	15.09.2022	лягачка	8,6	2,0	53°.202915 N 158°.838869 E
Река Мутнушка, басс. р. Налычева	19.09.2022	лягачка	6,4	1,33	53°.176660 N 159°.103997 E

Обследованные водотоки отличались высокой скоростью течения и каменистыми гравийно-галечными грунтами, поэтому отбор качественных проб проводился методом «лягания». При этом сачок устанавливался на стрежне реки, а грунт взмучивался ногами выше по течению. Отлов личинок, дрейфующих в водном потоке, производился сачком-ловушкой из газа № 23 с площадью входного отверстия 0,0625 м<sup>2</sup> и глубиной до 1 м. Ловушку устанавливали в толще воды на время работы. После сноса организмов, проба отмывалась и фиксировалась (Методические рекомендации..., 2003).

Воздушную фазу или имаго собирали энтомологическим сачком в процессе роения над водотоком, либо кошением прибрежной растительности. Весь материал фиксировался спиртом и обрабатывался по общепринятой методике (Жадин, 1960). Пробы сортировались по группам с помощью микроскопа МБС-10 и определялись специалистами по возможности до вида. Было обработано 97 качественных проб бентоса, собранных на 9 станциях, включая плесы и перекаты.

Оценка экологического состояния водотоков проведена по индексу *EPT*, рассчитанному по индикаторным группам водных насекомых из отрядов поденки (Ephemeroptera), веснянки (Plecoptera) и ручейники (Trichoptera). Оценка экологического состояния водотоков определялась по критериям, представленным в таблице 2 (Lenat, 1994). При использовании этого индекса учитывали регион исследования, размер водотока и сезонные изменения видового состава.

### Краткая характеристика обследованных водотоков

Водотоки полуострова Камчатка характеризуются снеговым, дождевым, грунтовым и ледниковым питанием. Они относятся к Тянь-Шанскому типу и характеризуются преимущественно подземным питанием со значительной долей талого стока (Васьковский, 1959, 1960). Благодаря подземному питанию и высокой скорости течения большинство рек зимой не замерзает или имеет неустойчивый ледостав. Крупные реки полуострова, сохраняя значительные уклоны и высокую скорость течения до самого устья, остаются полугорными даже в пределах равнин и низменностей. Все обследованные реки играют важную роль в воспроизводстве тихоокеанских лососей. Ниже представлена краткая характеристика обследованных водотоков и их гидрологические характеристики в местах отбора проб (табл. 1).

**Река Плотникова** (басс.р. Большая) берёт начало из оз. Начикинское и впадает в р. Большая (басс. Охотского моря) с левого берега на 53-м км от её устья. Длина р. Плотникова 134 км, площадь водосбора 4450 км<sup>2</sup>, общее падение реки 321 м, ширина реки в нижней части составляет от 80 до 150 м. Скорость течения 0,5–1,2 м/с, глубина 1,5–8 м. В долине реки расположено несколько населённых пунктов – поселки Начики, Сокоч, Дальний и Апача (Доклад..., 2022). Пробы отбирались на р. Плотникова в верхнем и среднем течении (рис. 2, 3).

**Река Камчатка** берет начало на восточном склоне Срединного хребта и впадает в Камчатский залив Тихого океана в 2 км ниже пос. Усть-Камчатск. Бассейн р. Камчатка расположен в центральной части Камчатского п-ова и представляет собой обширную горную страну с разнообразным рельефом, изменяющимся от обширных низменностей Центральной Камчатской депрессии до высоких хребтов, вулканических гор и столовых возвышенностей. Длина р. Камчатка 758 км, площадь водосбора 55900 км<sup>2</sup>, общее падение реки 1200 м, средний уклон 1,58 ‰. В верховьях река имеет горный характер с многочисленными перекатами и порогами. В среднем течении река выходит на Центрально-Камчатскую низменность и имеет очень извилистое русло, в устье образует дельту. В бассейне р. Камчатка



**Рис. 2–9.** Места и методы отбора проб. 2 – река Плотникова, басс.р. Большая, окрестности пос. Сокоч (верхнее течение); 3 – р. Плотникова, басс.р. Большая, протока, среднее течение; 4 – р. Андриановка, левый приток р. Камчатка, верхнее течение, лягание субстрата; 5, 6 – р. Камчатка, с. Шаромы, среднее течение, сбор материала на плесе; 7 – р. Гаванка, правый приток р. Авача, среднее течение; 8 – р. Авача, окрестности г. Елизово, нижнее течение; 9 – р. Мутнушка

насчитывается 7 707 рек общей протяженностью более 30 тыс. км, большинство рек имеет длину менее 10 км. Река Камчатка имеет преимущественно подземное (50–70 % годового объема) и снеговое питание. Минерализация воды колеблется в пределах 35–200 мг/л. Отмечается значительное повышение минерализации воды после впадения рек Толбачик и Студеная, бассейны которых расположены в районе действующих вулканов. Вода р. Камчатки относится к гидрокарбонатному классу.

Бассейн р. Камчатка относится к зоне повышенной мутности. Средняя многолетняя величина мутности основного русла в верхнем течении равна  $50 \text{ г/м}^3$ , в среднем течении  $130\text{--}170 \text{ г/м}^3$  и в нижнем  $85\text{--}90 \text{ г/м}^3$  (Васьковский, 1973). Наиболее теплая вода наблюдается в августе, достигая в нижнем течении  $14,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Продолжительность ледостава в среднем течении реки составляет 150, в нижнем – 170 дней. Вскрытие реки происходит в конце апреля – начале мая. Отличительной особенностью зимней межени является ее высокая водность. Питьевые качества воды хорошие, и она без предварительной очистки используется для бытовых и технических нужд (Бонк, 2015). Пробы отобраны в р. Камчатка в ее среднем течении (рис. 5, 6).

**Река Андриановка** (рис. 4), левый приток р. Камчатка длиной 70 км, площадь водосборного бассейна  $1190 \text{ км}^2$ . Образуется при слиянии р. Средняя Андриановка и р. Правая Андриановка. Высота истока над уровнем моря – 474,8 м. Впадает в р. Камчатка слева в 590 км от её устья, в 11 км к юго-западу от с. Мильково.

**Река Авача** расположена в юго-восточной части п-ова Камчатка. Её протяжённость составляет 122 км, площадь бассейна  $5090 \text{ км}^2$ . Истоки реки лежат в оз. Верхне-Авачинское, на высоте около 800 м над уровнем моря. Протекает по узкой горной долине. С правой стороны река упирается в горный хребет Ганальские Востряки, слева ее сопровождают вулканы Восточного района. В среднем течении горный рельеф сменяется на более низменный, хотя и холмистый. В нижнем течении образует небольшую дельту, впадает в Авачинскую губу, которая выходит в Тихий океан. Максимальные значения температуры воды до  $14\text{--}15 \text{ }^\circ\text{C}$  наблюдаются в августе в нижнем течении. Замерзает в конце декабря, вскрывается в марте. В бассейне реки 194 небольших озера общей площадью  $6,18 \text{ км}^2$ , а также многочисленные минеральные горячие и холодные источники. Заболоченность бассейна невелика и составляет около 5 % общей площади водосбора. По химическому составу вода р. Авача относится к гидрокарбонатному классу. Для реки характерно сравнительно равномерное распределение стока внутри года, которое обеспечивается растянутостью весенне-летнего половодья и обильным грунтовым питанием. Около 80 % стока приходится на теплую часть года (Бонк, 2015). Материал собран в р. Авача в верхнем и нижнем течении (рис. 7, 8).

**Река Налычева** протекает на территории природного парка «Налычево» и впадает в Авачинский залив. Основная часть парка расположена в чашеобразной долине р. Налычева, окруженной действующими и потухшими вулканами. Длина реки 80 км, площадь водосборного бассейна  $1460 \text{ км}^2$ . Река Мутнушка (рис. 9), на которой проводился отбор проб, является правым притоком р. Налычева длиной 13 км. Вода в реке имеет беловатый оттенок, поскольку река берет свое начало в леднике кратера потухшего вулкана Козельский. На левом берегу р. Мутнушка в 8,4 км от устья находится Козельский полигон с ядохимикатами и большим количеством ртутных препаратов.

### Результаты исследований

В целом в бассейнах рек Большая, Камчатка, Авача и Налычева за период исследований с 11 по 19 сентября 2022 г. выявлено 33 индикаторных таксона амфибиотических насекомых разного ранга из отрядов поденки (Ephemeroptera), веснянки (Plecoptera) и ручейники (Trichoptera) (табл. 2), представленных главным образом, личинками новых генераций. По видовому богатству, хотя и незначительно, преобладали поденки (12 видов) и ручейники (11 видов), затем следовали веснянки (10 таксонов).

Фауна подёнок водотоков Камчатки насчитывает 36 видов из 17 родов и 8 семейств (Тиунова, 2022). По количеству видов лидирует семейство Heptageniidae (12), за ним следуют Baetidae (9) и Ephemerellidae (6 видов), остальные семейства представлены 1–3 видами. Видовой состав в бассейнах крупных рек представлен неравномерно. Так в бассейнах рек Большая и Авача отмечено 16 и 15 видов, соответственно, в бассейнах рек Камчатка и Плотникова по 12 видов. Фауна состоит в основном из широко распространенных транспалеарктических и восточно-палеарктических видов. Поденки с палеархеарктическим типом распространения немногочисленны. По результатам сборов в сентябре 2022 г. видовой состав поденок представлен 12 видами из 4 семейств и 9 родов (табл. 2). Следует отметить присутствие в обследованных водотоках таких видов как *Iron maculatus*, *Cinygma lyriformis*, *Cinygmula putoranica* и *C. cava* наиболее чувствительных к любым типам загрязнения.

В настоящее время в водотоках Камчатки обитает 29 видов веснянок из 18 родов и 6 семейств (Teslenko, Khamenkova, 2023, в печати). Наибольшее богатство видов веснянок отмечено для семейства Chloroperlidae (10), далее следуют Capniidae (8) и Perlodidae (6), остальные семейства содержат 1–3 вида. Своеобразие фауны п-ова Камчатка определяется единственным эндемиком *Capnia levanidovae*. В зоогеографическом аспекте преобладают широко распространенные виды с восточно-палеарктическим типом ареала. Веснянки с транспалеарктическим и голарктическим распространением немногочисленны. В обследованных водотоках Камчатского полуострова в сентябре 2022 г. собрано 10 видов веснянок из 10 родов и 4 семейств (табл. 2). Материал представлен в основном личинками, только *Suwallia kerzhneri* и *Mesocapnia* sp. собраны в имагинальной стадии развития. В каждом речном бассейне отмечено от 4 до 7 таксонов веснянок. Причем относительно высокое видовое богатство (6 видов) характерно для верхнего течения, в среднем и нижнем течении обследованных водотоков количество видов сокращается до трех. Самые низкие значения толерантности к загрязнению зарегистрированы для представителей семейств Capniidae (*Isocapnia guentheri*, *Mesocapnia* sp.) и Chloroperlidae (*Suwallia kerzhneri*, *Alloperla rostellata*).

Среди трех отрядов амфибиотических насекомых сравнительно высоким видовым богатством на п-ове Камчатка выделяется фауна ручейников. Согласно опубликованным данным, список ручейников включает 79 видов из 36 родов и 12 семейств (Вшивкова и др. 2013; Лобкова, Вшивкова, 2015). По типам ареалов преобладают широко распространенные голарктические, палеарктические и восточно-палеарктические виды. В сентябрьских сборах обнаружено 11 видов ручейников, 2 вида представлены имагинальной стадией развития. Количество видов в обследованных водотоках изменялось от 2 до 5, причем самое высокое видовое богатство установлено в протоке р. Камчатка, самое низкое – в басс. р. Авача (табл. 2). Ручейники семейств Brachycentridae и Glossosomatidae отличаются самой низкой толерантностью к ухудшению качества среды обитания.

Проведенный таксономический анализ биоразнообразия индикаторных отрядов амфибиотических насекомых позволил оценить качество пресных вод на обследованных участках предгорных водотоков п-ова Камчатка. Индекс *EPT* в водотоках бассейнов рек Большая, Камчатка и Авача изменялся от 8 до 16, что указывает на хорошее качество вод (табл. 2). Относительно высокие показатели индекса *EPT* 16–11 отмечены в верхнем течении водотоков, а в нижнем течении значения индексов *EPT* снижались до 15–8. Самые высокие показатели индекса *EPT*, и, следовательно, хорошее качество вод, выявлено в басс.р. Камчатка, в р. Андриановка

Видовой состав индикаторных отрядов амфибиотических насекомых и индексы ЕРТ на обследованных участках рек полуострова Камчатка в сентябре 2022 года

Таксон	Водоток							
	Басс. р. Большая		Басс. р. Камчатка		Басс. р. Авача		Басс. р. Налычева	
	р. Плотникова, с. Сокоч	р. Плотникова, протока	р. Андриановка, пос. Мильково	р. Камчатка, с. Шаромы	р. Авача, пос. Сев. Коряки	р. Гаванка, пр. приг. р. Авача	р. Авача, г. Елизово	р. Мутнушка
Отряд Ephemeroptera – поденки								
<i>Drunella triacantha</i> Tshernova			+	+		+		
<i>Ephemerella aurivillii</i> Bengtsson	+	+	+	+	+		+	
<i>Ephemerella mucronata</i> Bengtsson			+		+			
<i>Cynigma lyriformis</i> (McDunnough)			+					
<i>Cinygmula cava</i> Ulmer								+
<i>Cinygmula putoranica</i> Kluge			+	+	+	+	+	
<i>Iron maculatus</i> (Tshernova)						+		
<i>Rhitrogena sibirica</i> Brodsky	+							
<i>Ameletus camtschaticus</i> Ulmer			+	+		+		
<i>Acentrella</i> gr. <i>sibirica</i>						+	+	
<i>Baetis molecularis</i> Tiunova & Semenchenko						+		
<i>Baetis</i> sp.	+							
Отряд Plecoptera – веснянки								
<i>Taenionema japonicum</i> (Okamoto)	+	+	+	+	+			+
<i>Isocapnia guentheri</i> (Joost)					+			
<i>Mesocapnia</i> sp.	+							+
<i>Arcynopteryx polaris</i> (Klapálek)	+	+	+			+	+	
<i>Diura majuscula</i> Klapálek	+	+	+	+	+		+	
<i>Skwala compacta</i> McLachlan	+	+	+	+	+		+	+
<i>Pictetiella asiatica</i> Zwick et Levan.			+	+				
Chloroperlidae ( <i>Plumiperla</i> ? sp.)				+				+
<i>Suwallia kerzhneri</i> Zhiltzova et Zwick		+	+	+	+	+		
<i>Alloperla rostellata</i> (Klapálek)	+				+	+		
Отряд Trichoptera – ручейники								
<i>Glossosoma</i> sp.				+				
<i>Potamyia chekanowski</i> (Martynov)	+							
<i>Arctopsyche ladogensis</i> (Kolenati)		+	+					
<i>Brachycentrus subnubilus</i> (Curtis)	+		+	+	+	+	+	
<i>Oligopteroles</i> sp.				+				
<i>Ecclisomyia kamtschatica</i> Martynov						+		
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> (McLachlan)	+	+		+				
<i>Onocosmoecus unicolor</i> Banks			+					
<i>Limnephilus nigriceps</i> Zetterstedt		+						
<i>Apatania cryptophila</i> McLachlan	+	+			+		+	
<i>Apatania</i> sp.			+	+				
<b>Индекс ЕРТ</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>5</b>

и протоке р. Камчатка. В бассейне р. Плотникова индекс *EPT* варьировал от 13 до 10 в верхнем и нижнем течении соответственно, что отвечало среднему качеству вод. Среднее качество вод с индексами *EPT* от 11 в верховьях до 8 в нижнем течении выявлено и в р. Авача. Причем минимальное значение индекса *EPT* 8 отмечено у г. Елизово. Следовательно, можно предположить, что р. Авача испытывает антропогенную нагрузку этого населенного пункта.

Особое внимание в рамках гидробиологического мониторинга было уделено оценке качества воды в р. Мутнушка (басс.р. Начилова) в связи с экологической катастрофой в акватории Халактырского пляжа в 2020 г. Результаты исследований ФГБУ «Камчатское УГМС» 2020 г. подтвердили отсутствие загрязняющих веществ в р. Начилова в величинах, превышающих допустимые нормативы (Отчет..., 2022). По нашим данным в октябре 2020 г. в р. Мутнушка в бентосе были обнаружены индикаторы чистой воды из отряда веснянок *Mesocapnia* sp. и *Skwala compacta*, которые обладают низкой толерантностью к загрязнению. Эти же виды веснянок были обнаружены и в сентябре 2022 г. Кроме них в список индикаторных видов вошли веснянки *Taenionema japonicum*, молодые личинки сем. Chloroperlidae (*Plumiperla?* sp.) и личинки поденки *Cinygmula cava* (табл. 2). Таким образом, учитывая поздние сроки отбора проб, индекс *EPT* для р. Мутнушка не может быть объективным. Однако, принимая во внимание наличие в пробах низко толерантных видов веснянок, можно говорить о относительно чистых водах реки.

Таблица 3

**Критерии классификации качества вод ручьев и рек по количеству видов *EPT* (Ephemeroptera + Plecoptera + Trichoptera) с июля по сентябрь (по: Lenat, 1994)**

Классификация по качеству	Число видов <i>EPT</i>		
	Горные	Предгорные	Равнинные
Очень хорошее	> 41	> 31	> 27
Хорошее	32–41	24–31	21–27
Хорошее-среднее	22–31	16–23	14–20
Среднее	12–21	8–15	7–13
Плохое	0–11	0–7	0–6

Сопоставляя полученные результаты по количеству видов *EPT* с данными представленными в табл. 2, необходимо отметить, что фауна этих индикаторных групп амфибиотических насекомых для водотоков Камчатки составляет чуть больше 20% от таковых фауны юга Дальнего Востока. И если качество воды считается хорошим при наличии в водотоке 24–31 вида (табл. 3), то для водотоков Камчатки такое качество воды, оцененное нами при индексе от 10 до 16 вполне оправдано. Необходимо учитывать и то, что пробы отбирались в сентябре, когда большинство индикаторных таксонов покинули водоток, а ряд видов нового поколения еще не отродился. Подтверждением наших результатов могут служить исследования, проводившиеся ранее в районах действующих хозяйственных объектов Камчатки (реки Аги, Толмачева и ручей Ключевой), которые показали, что индекс *EPT* на фоновых участках варьировал от 10 (р. Аги) до 13 (р. Толмачева) (Чебанова, 2009), что сопоставимо с полученными нами результатами.

## Благодарности

Авторы благодарят Т.С. Вшивкову (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН) за помощь при определении имаго ручейников.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 121031000147-6) и при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FZNS-2022-0001).

## Литература

- Алимов А.Ф. 1996.** О биологической оценке состояния водных экосистем и качества вод (вместо предисловия) // Экологическое состояние водоемов и водотоков бассейна р. Невы. С.-Пб. научный центр РАН. Комитет по экологии природным ресурсам. СПб. С. 4–12.
- Баканов А.И. 1999.** Использование комбинированных индексов для мониторинга пресноводных водоемов по зообентосу // Водные ресурсы. Т. 26. № 1. С. 108–111.
- Балушкина Е.В. 2003.** Структура сообществ донных животных и оценка экологического состояния р. Ижоры: влияние гидрофизических и гидрохимических параметров // Биология внутренних вод. № 1. С. 74–80.
- Бонк А.А. 2015.** Характеристика пресноводных водоемов Камчатки. Учебно-справочное пособие. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. Всемирный фонд дикой природы (WWF). 52 с.
- Васьковский М.Г. 1959.** Годовой сток рек Камчатки // Труды ДВ НИГМИ. № 8. С. 5–31.
- Васьковский М.Г. 1960.** Типизация рек Камчатки и некоторые вопросы изучения их стока // Труды ДВ НИГМИ. № 11. С. 130–153.
- Васьковский М.Г. 1973.** Ресурсы поверхностных вод СССР. Камчатка. Л.: Гидрометиздат. 367 с.
- Вшивкова Т.С., Омельченко М.В., Бурухина Е.В., Самчинская Л.П., Сибирская Е.К. 2005.** Оценка влияния Партизанской ГРЭС на экологическое состояние р. Партизанская и р. Ключ Лозовый // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука. С. 139–155.
- Вшивкова Т.С., Засыпкина И.А., Лобкова Л.Е. 2013.** Итоги исследования трихoptерофауны (Insecta: Trichoptera) Камчатки: к 100-летию юбилею И.М. и В.Я. Леванидовых // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: тезисы докладов XIV международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения известного дальневосточного учёного, д.б.н., профессора В.Я. Леванидова. Петропавловск-Камчатский. С. 183–190.
- Доклад о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2021 году. 2022.** Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. [Электронный ресурс] – Петропавловск-Камчатский. 405 с. <https://kamgov.ru/files/63279773404083.44354868.p>
- Жадин В.И. 1960.** Жизнь в реках. Жизнь пресных вод СССР. Изд-во АН СССР. Т. 3. 450 с.
- Зинченко Т.Д. 2008.** Методологический подход к проведению мониторинговых исследований природных гидросистем (на примере Волжского бассейна) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 4. Владивосток: Дальнаука. С. 25–30.
- Леванидов В.Я. 1981.** Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. Владивосток: ДВНИЦ АН СССР. С. 3–21.
- Леванидова И.М. 1982.** Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока СССР. Л.: Наука. 215 с.
- Лобкова Л.Е., Вшивкова Т.С. 2015.** Ручейники (Insecta, Trichoptera) особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Камчатского края // Труды Кроноцкого государственного природного биосферного заповедника. Вып. 4. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 128–162.
- Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. 2003.** М.: Изд-во ВНИРО. 95 с.
- Отчёт по реке Налычева. Официальный сайт исполнительных органов государственной власти Камчатского края.** Дата обращения: 10 января 2022. Архивировано 10 января 2022 года.
- Тиунова Т.М. 2007.** Динамика биомассы бентоса в экосистемах лососевых рек юга Дальнего Востока // Биологические ресурсы Дальнего Востока России: комплексный региональный проект ДВО РАН. Москва. С. 195–216.

- Тиунова Т.М. 2022.** Обзор фауны поденок (Insecta, Ephemeroptera) полуострова Камчатка с приведением новых данных для региона // Евразийский энтомологический журнал. Т. 21 (Приложение 1). С. 102–111.
- Чебанова В.В. 2009.** Бентос лососевых рек Камчатки. М.: ВНИРО. 172 с.
- Шуйский В.Ф., Петрова Т.А., Максимова Т.В., Петров Д.С. 2002.** Биондикация качества водной среды, состояния пресноводных экосистем и их антропогенных изменений // Сборник научн. докл. VII междунар. конф. «Экология и развитие Северо-Запада России». С.-Петербург, 2–7 августа 2002 г. СПб.: Изд-во МАНЭБ. С. 441–451.
- Яковлев В.А. 2000.** Трофическая структура зообентоса – показатель состояния водных экосистем и качества воды // Водные ресурсы. Т. 27. № 2. С. 237–244.
- Lenat D.R. 1994.** Using Aquatic Insects to Monitor Water Quality // Aquatic Insects of China Useful for Monitoring Water Quality. Publisher: Hohai University Press. P. 68–92.
- Teslenko V.A., Khamenkova E.V. 2023.** Stoneflies (Plecoptera) of Northeast Asia and adjacent regions // Euroasian Entomological Journal) (в печати).