

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ ЗООБЕНТОСА
НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ДУКЧА (МАГАДАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)
И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ГРУППОВОМУ СОСТАВУ**

Е.В. Хаменкова¹, Д.А. Кондакова¹, А.Б. Крашенинников^{1,2}

¹Институт биологических проблем Севера ДВО РАН,

ул. Портовая, 18, г. Магадан, 685000, Россия. E-mail: tauy@mail.ru

²Пермский государственный национальный исследовательский университет,

ул. Букирева, 15, г. Пермь, 614990, Россия. E-mail: krashennnikov2005@yandex.ru

На Дальнем Востоке России до настоящего времени структура сообществ зообентоса в водотоках разного типа, даже на уровне крупных таксонов изучена недостаточно. Между тем, именно такие базовые представления выступают необходимым условием мониторинга качества поверхностных вод. В работе рассмотрена сезонная динамика групповой структуры зообентоса в нижнем течении р. Дукча, типичного малого лососевого водотока Магаданской области. Проведено сравнение с данными из других регионов Дальнего Востока. Показано значение таких работ для оценки качества поверхностных вод с использованием традиционных индексов.

**SEASONAL DYNAMICS OF ZOOBENTHOS STRUCTURE
IN THE LOW REACHES OF THE DUKCHA RIVER
(MAGADAN REGION) AND ASSESSMENT OF WATER QUALITY
BY GROUP COMPOSITION**

E.V. Khamenkova¹, D.A. Kondakova¹, A.B. Krashennnikov^{1,2}

¹Institute of Biological Problems of the North FEB RAS,

18 Portovaya St., Magadan, 685000, Russia. E-mail: tauy@mail.ru

²Perm State University, 15 Bukireva St., Perm, 614990, Russia. E-mail: krashennnikov2005@yandex.ru

In the Russian Far East, the structure of zoobenthos communities in watercourses of various types, even at the level of large taxa, has not been sufficiently studied to date. Meanwhile, it is these basic concepts that are a necessary condition for monitoring the quality of surface waters. The work considers the seasonal dynamics of the group structure of zoobenthos communities in the lower reaches of the Dukcha River – a typical small salmon watercourse of the Magadan region. Comparison with data from other regions of the Far East is carried out. The importance of such works for assessing the quality of surface waters using traditional indices is shown.

Введение

Известно, что важным прикладным аспектом изучения макрозообентоса, является мониторинг территориальных вод. Традиционно аргументами в пользу проведения экологического мониторинга пресноводных экосистем с использованием сообществ донных беспозвоночных выступают простота их сбора и определения, широкое распространение и высокая чувствительность к загрязнениям. В то же время, большинство индексов и критериев оценки качества поверхностных вод

связаны с детальным определением групп бентоса (Введение в биомониторинг..., 2019), либо разработаны и применимы только в европейской части страны. Определение видового состава гидробионтов считается обязательным условием изучения экосистем водоемов и водотоков, без которого наблюдения любого характера считаются малоэффективными (Жадин, 1940; Константинов, 1986; Барышев, 2019). И на деле такая работа доступна только специалистам. Для многих групп бентоса, идентификация вида на стадии личинки и вовсе невозможна. Кроме этого, для многих регионов, в том числе и севера Дальнего Востока, общие представления о структуре бентоса и сезонной динамике отдельных таксономических групп в водотоках и водоемах разного типа слабо представлены либо отсутствуют.

В работе изучена сезонная динамика структуры сообщества макрозообентоса (на основании крупных таксономических групп) нижнего течения малого холодноводного лососевого водотока на северном побережье Охотского моря – реки Дукча в окрестностях г. Магадан и проведена оценка качества поверхностных вод по количественным метрикам групп донных беспозвоночных.

Материал и методы

Река Дукча – малый лососевый водоток протяженностью 36 км и площадью водосбора 332 км² (Ресурсы..., 1967), протекает в Ольском районе Магаданской области и впадает в бухту Гертнера на северном побережье Охотского моря. Грунт реки представлен мелкой и средней галькой, в среднем и верхнем течении распространены валунные участки. Температура воды в период обследования не поднимается выше 9 °С. В соответствии с классификацией И. Иллиеса и Л. Ботошаняну весь водоток представляет собой ритраль (Illies, Botosaneanu, 1963). Для проведения исследования был выбран участок в нижнем течении реки в 1 км от устья, в районе гидрометрического створа Колымского управления Гидрометеослужбы. Отбор проб осуществляли классическими гидробиологическими методами с использованием модифицированного бентометра В.Я. Леванидова, с площадью захвата 0,0625 м² (Тиунова, 2003) в период открытой воды с 15 мая по 13 ноября 2019 г. каждые 7 дней. Любая из 25 серий, включала, по возможности, 4 количественные пробы бентоса. Всего собрано 95 количественных проб бентоса.

Для определения структуры сообщества донных организмов использована классификация А.М. Чельцова-Бебутова в модификации В.Я. Леванидова (1977). Согласно ей доминанты составляли более 15%, субдоминанты от 5,0 до 14,9%, второстепенные виды от 1,0 до 4,9% общей биомассы или численности.

Известно, что структура макрозообентоса лежит в основе многих индексов и критериев оценки качества поверхностных вод, которые базируются на таксономических, количественных (численность и биомасса), трофических и иных показателях (Вшивкова и др., 2019). В данном исследовании были использованы количественные метрики, основанные на значениях численности/биомассы или относительной численности/биомассы крупных таксонов.

D/N_{ex} – доля двукрылых по отношению к общей численности организмов. Отношение совокупности числа всех таксонов отряда Diptera к общему числу экземпляров всех таксонов в пробе. При значении индекса, близком к 1, вода считается критически грязной и не пригодной даже для технических целей.

$\%N_{\text{EPT}}/B_{\text{EPT}}$ – доля организмов комплекса EPT, % общей численности или биомассы. Обычно в зоне среднего течения водотоков (метаритрала) доля EPT по численности может достигать 70–80%, а по биомассе даже больше.

$\%N_{Eph}$ – доля численности поденок, % общей численности. Доля поденок в чистых и/или относительно незагрязненных водотоках довольно высокая; при нарастающем влиянии численность поденок вначале снижается, затем они могут совсем исчезнуть из сообщества.

$\%N_{Ch}$ – доля численности личинок хирономид, % общей численности. Традиционно, в случае ненарушенных экосистем обилие личинок хирономид должно сопровождаться одновременно и хорошей представленностью комплекса ЕРТ, а также других групп чувствительных организмов при малой доле олигохет.

Перечисленные индексы рассчитаны для зообентоса нижнего течения р. Дукча, как по средним за сезон данным, так и по датам отбора проб.

Результаты и обсуждение

На основании среднегодовых данных в структуре сообщества макрозообентоса по численности (>70%) и биомассе (>30%) преобладали хирономиды. По биомассе доминировали также ручейники – около 28% и личинки других двукрылых блефаридерид (<20%), а поденки (8,4%) и веснянки (5,3%) входили в состав субдоминантов. По численности к разряду субдоминирующих групп относились поденки (8,5%) и клещи (7,7%) (Рис. 1). Известно, что доля хирономид может возрастать в ответ на негативные факторы среды (Щербина, 2009). В связи с этим следует отметить, что р. Дукча в нижнем течении не подвержена очевидному антропогенному влиянию, и полученные данные принимаются нами, как соответствующие фоновым показателям.

Среднегодовых данных о структуре макрозообентоса, в литературе представлено немного. Для Магаданской области такие сведения имеются для притоков среднеразмерной р. Ола и бассейна крупной р. Тауй, в которых отмечена схожая иерархия с высоким преобладанием хирономид в структуре сообществ (Хаменкова, 2015; Хаменкова, Тесленко, 2017; Кочарина, Хаменкова, 2003). Высокое значение хирономид в структуре сообществ известно также для крупной североуральской р. Щугор, где они по численности составляют от 53 до 95% (Шубина, 1986); малых водотоков Камчатского п-ва (Чебанова, 2009) и восточной Фенноскандии (Барышев, 2019). В обозначенных реках, существенную роль в сообществах играют поденки,

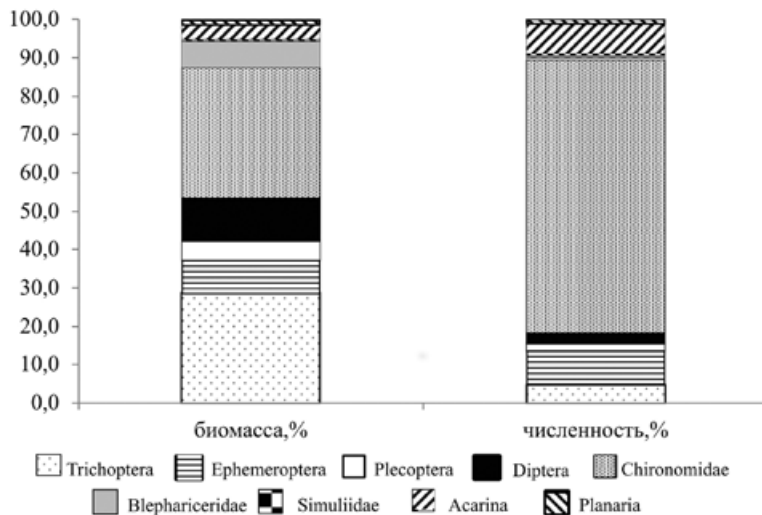


Рис. 1. Среднегодовая структура сообществ макрозообентоса по биомассе и численности нижнего течения р. Дукча

реже – ручейники и веснянки. Иногда значительную долю в структуре занимают прочие двукрылые, чаще всего типулиды (по биомассе), и, например, мошки, по численности. В иерархии таксономических групп малой лососевой р. Кедровая (Южное Приморье) среднегодовые показатели плотности хирономид изменялись в пределах 16,3–38%, при явном доминировании группы поденок (Леванидов, 1977; Кочарина и др., 1988).

Сезонные изменения структуры сообществ макрозообентоса, даже по крупным таксономическим группам, могут быть значительными. Результаты, полученные для зообентоса нижнего течения р. Дукча, представлены на рисунке 2. По численности в течение всего периода открытой воды доминировали хирономиды – от 47,8 до 88,9% (рис. 2, А). Наименьшие показатели численности наблюдались в мае и начале июня, а также во второй половине августа – начале сентября. В мае свыше 20% численности приходилось на поденок, летом их доля была невелика от 1,8 до 4,6%, и возростала лишь в октябре. В августе снижение численности хирономид сопровождалось ростом доли ручейников, с 14 августа по 18 сентября она составляла от 12 до 14%. Значения численности остальных групп было невысоким.

В структуре сообщества по биомассе преобладали хирономиды и ручейники: показатели хирономид варьировали от 14 до 71,8% (в среднем, около 30%); ручейников – от 4,8 до 57,4% (в среднем, около 30%) (рис. 2, Б). С июля по октябрь доля хирономид изменялась незначительно, а у ручейников в течение сезона наблюдалось

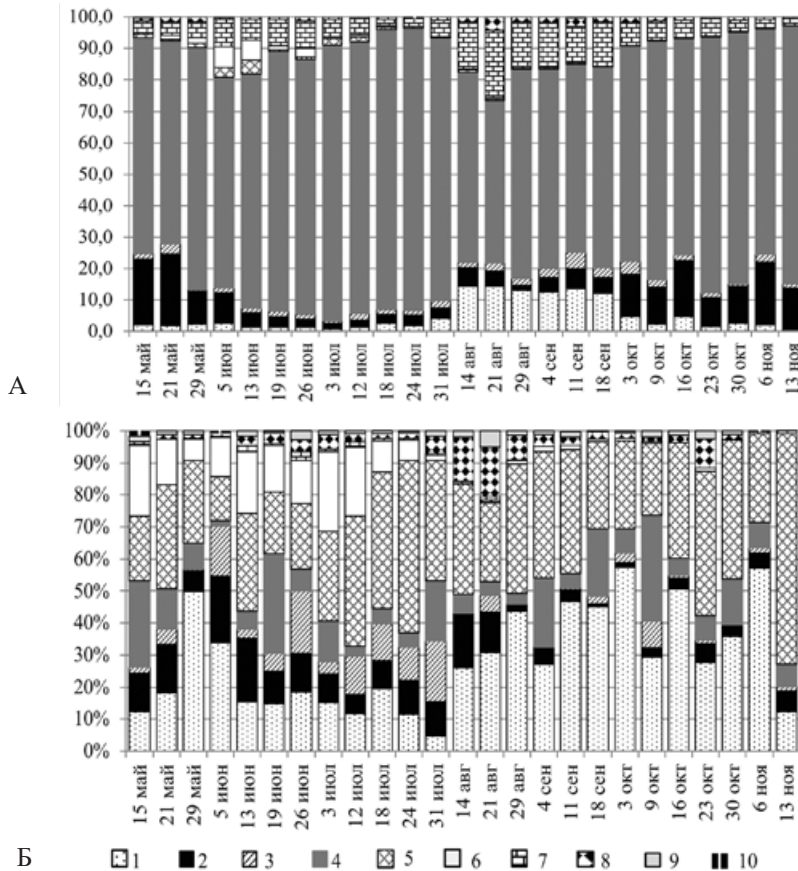


Рис. 2. Сезонная динамика структуры численности (А) и биомассы (Б) сообщества макрозообентоса нижнего течения р. Дукча в весенне-осенний период 2019 года: 1 – Trichoptera, 2 – Ephemeroptera, 3 – Plecoptera, 4 – Diptera, 5 – Chironomidae, 6 – Blephariceridae, 7 – Simuliidae, 8 – Acarina, 9 – Planaria, 10 – Dytiscidae

два пика биомассы, в конце мая и основной, продолжительный подъём с конца августа до начала ноября, включительно. Следует также отметить относительно высокую долю биомассы блефаридерид в мае-июле, которая достигала 24% биомассы всего сообщества. Периодически наблюдались высокие значения биомассы и других двукрылых (например, типулид и дикранот), а также веснянок.

Согласно литературным данным, схожая структура сообществ в летний период, с высоким преобладанием хирономид по численности (70% и >) и доминированием хирономид и ручейников по биомассе, была отмечена ранее в июле для малых рек Кулькuty, Орохолинджа, Богурчани и Окурчан, впадающих в зал. Одян (Магаданская область) (Хаменкова, Рябуха, 2017). По данным, полученным в ходе обследования водотоков в бассейне р. Тимптон (южная Якутия), в структуре сообществ бентоса по численности и биомассе в июле также преобладали хирономиды, они составляли более 80% численности, и более 40% биомассы. По биомассе долю хирономид снижали представители отрядов Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera (Тиунова и др., 2013). Исследования водотоков на севере Дальнего Востока, в том числе, результаты, полученные в ходе сезонных сборов в нижнем течении р. Дукча, свидетельствуют, что колебания структуры сообществ могут быть значительными даже на уровне крупных таксономических групп. Такие колебания объясняются несколькими причинами, прежде всего особенностями жизненных циклов беспозвоночных, составляющих основу сообществ, а также важными абиотическими факторами, например, динамикой уровня воды, влияющей как на интенсивность дрефта, так и на перераспределение отдельных групп зообентоса по речному руслу.

Расчет метрик, основанных на показателях относительной численности или биомассы различных групп бентоса, показал, что в соответствии с традиционной трактовкой индексов, качество воды в р. Дукча, по среднегодовым данным характеризуется в основном как плохое или неудовлетворительное (см. таблицу). При этом наблюдались значительные колебания рассчитанных индексов в весенне-осенний период. Самые стабильные индексы в течение периода открытой воды имели двукрылые (D/N_{EX}), их показатели изменялись от 0,6 до 0,9, что указывало на плохое качество воды. Доля группы ЕРТ варьировала в пределах 2,9–23,5% по численности, и от 20,3 до 70% по биомассе; доля численности поденок $\%N_{\text{Eph}}$ составляла 0,6–22,9%, а хирономид $\%N_{\text{Ch}}$ – 14,4–71,8%. Полученные результаты свидетельствуют о слабой применимости перечисленных индексов при определении качества воды по групповому составу бентоса в малых холодноводных водотоках севера Дальнего Востока.

Заключение

Определение групповой структуры зообентоса – один из самых доступных механизмов для получения первого представления о донном сообществе, в том числе для необследованных ранее районов. Такого рода данные позволяют не только получить общие представления о типах водотоков, но и создать необходимую базу для координации и формирования концепции оценки качества поверхностных вод для широкого спектра территорий, в том числе, дальневосточных.

По полученным нами данным и известным литературным сведениям (Засыпкина, Самохвалов, 2015; Кочарина, Хаменкова, 2003; Хаменкова, Тесленко, 2017), групповая структура сообществ макрозообентоса водотоков северного побережья Охотского моря характеризуется не только высокими показателями хирономид, но и значительная динамикой других групп в пространственно-временном аспекте.

Таблица 1

Индексы оценки качества воды, рассчитанные для сообщества макрозообентоса нижнего течения р. Дукча по нескольким количественным метрикам

Дата	Метрики				
	D/N _{EX}	%N _{EPT}	%B _{EPT}	%N _{Eph}	%N _{Ch}
15.05.2019	0,7	23,4	21,9	19,3	64,6
21.05.2019	0,6	31,8	53,8	26,6	58,0
29.05.2019	0,8	15,7	41,6	13,0	73,7
05.06.2019	0,8	12,9	70,0	9,0	67,8
13.06.2019	0,9	7,2	52,0	4,0	76,4
19.06.2019	0,9	5,7	22,3	3,0	82,9
26.06.2019	0,9	4,9	51,2	2,4	81,8
03.07.2019	0,9	2,9	24,1	1,4	89,4
12.07.2019	0,9	5,3	31,1	2,0	86,5
18.07.2019	0,9	6,6	40,4	2,4	88,9
24.07.2019	0,9	5,6	29,1	2,6	90,6
31.07.2019	0,8	9,2	32,9	3,2	82,8
14.08.2019	0,6	20,9	45,4	4,8	58,3
21.08.2019	0,5	22,0	58,4	5,2	48,5
29.08.2019	0,7	16,9	46,8	1,6	63,8
04.09.2019	0,6	19,1	30,5	5,2	59,4
11.09.2019	0,6	26,1	56,7	7,4	54,6
18.09.2019	0,6	20,4	43,9	6,4	58,9
03.10.2019	0,7	20,5	68,1	12,8	66,8
09.10.2019	0,7	17,4	39,1	12,3	72,0
16.10.2019	0,7	21,5	53,8	15,7	70,0
23.10.2019	0,8	10,6	35,9	7,4	83,3
30.10.2019	0,8	14,4	42,4	11,4	78,8
06.11.2019	0,7	23,5	67,5	18,9	70,9
13.11.2019	0,8	15,1	20,3	13,3	81,2
Среднее:	0,8	15,2	43,2	8,5	72,4

Расчет простых количественных индексов оценки качества поверхностных вод свидетельствует о необходимости учета указанных особенностей зообентоса северных рек. Ключевыми из них является необходимость проведения сезонных сборов материала, адаптация существующих индексов и критериев к сообществам, в которых преобладают двукрылые, в частности хирономиды, использование интегрированного подхода оценки качества поверхностных вод.

Литература

- Барышев И.А. 2019.** Макрозообентос рек Восточной Фенноскандии: дисс. ... д-ра биол. наук: 03.02.10 / Барышев Игорь Александрович; [Место защиты: ФГБУН Зоологический институт Российской академии наук], 2020
- Введение в биомониторинг пресных вод: учеб. пособие. 2019.** Владивосток: Изд. ВГУЭС. 240 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. 1967.** // Под ред. Н.Д. Шека; Глав. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Ленинград: Гидрометеоиздат, Т. 19: Северо-Восток. Колым. упр. гидрометеорол. службы. 600 с.
- Жадин В.И. 1940.** Фауна рек и водохранилищ // Труды Зоологического института АН СССР. Т. 5, вып. 3–4. М. – Л.: Изд. АН СССР. 992 с.

- Засыпкина И.А., Самохвалов В.Л. 2015.** Зообентос водотоков северного Охотоморья. Магадан: Кордис. 327 с.
- Константинов А.С. 1986.** Общая гидробиология. 4-е изд. М: Высшая школа 472 с.
- Кочарина С.Л., Макаrenchенко Е.А., Макаrenchенко М.А., Николаева Е.А., Тиунова Т.М., Тесленко В.А., 1988.** Донные беспозвоночные в экосистеме лососевой реки юга Дальнего Востока СССР // Фауна, систематика и биология пресноводных беспозвоночных. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 86–108.
- Кочарина С.Л., Хаменкова Е.В. 2003.** Структура сообществ донных беспозвоночных в некоторых водотоках бассейна р. Тауй (Охотское побережье, Магаданская область) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 91–106.
- Леванидов В.Я. 1977.** Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Т. 45, № 148. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 126–159.
- Тиунова Т.М. 2003.** Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: Изд-во ВНИРО. С. 5–13.
- Тиунова, Т.М., Тесленко, В.А., Макаrenchенко, М.А., Сиротский, С.Е. 2013.** Структура сообществ донных беспозвоночных в экосистемах рек бассейна реки Тимптон (Южная Якутия) // Жизнь пресных вод. Т. 1. Владивосток: Дальнаука. С. 187–198.
- Хаменкова Е.В. 2015.** Структура и распределение сообществ макрозообентоса в бассейне реки Ола (Магаданская область): автореф. дис... канд. биол. наук. Магадан. 22 с.
- Хаменкова Е.В., Рябуха Е.А. 2017.** Макрозообентос малых водотоков зал. Одян (Магаданская область) как пример необходимости осторожного использования данных, полученных для водотков-аналогов // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток. Вып. 7. С. 243–250.
- Хаменкова Е.В., Тесленко В.А. 2017.** Структура сообществ макрозообентоса и динамика их биомассы в реке Ола (северное побережье Охотского моря, Магаданская область) // Зоологический журнал. Т. 96, № 6. С. 619–630.
- Чебанова В.В. 2009.** Бентос лососевых рек Камчатки. М.: Изд-во ВНИРО. 172 с.
- Шубина В.Н. 1986.** Гидробиология лососевой реки Северного Урала. Л.: Наука. 158 с.
- Щербина Г.Х. 2009.** Изменение видового состава и структурно-функциональных характеристик макрозообентоса водных экосистем Северо-Запада России под влиянием природных и антропогенных факторов: автореф. дис... д-ра биол. наук. Спб. 49 с.
- Illies J, Botosaneanu L. 1963.** Problems et Methods de la Classification et de la Zonation Ecologique des eaux courantes, considerees surtout du point de vue Faunistique // Int. Verein. Theor. Angew. Limnol. Stuttgart. N12. P. 1–57.