



Серия «Биология. Экология»
2022. Т. 42. С. 66–85
Онлайн-доступ к журналу:
<http://izvestiabiobio.isu.ru/ru>

ИЗВЕСТИЯ
Иркутского
государственного
университета

Научная статья

УДК 591.524.11(282.256.6)
<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2022.42.66>

Структура макрозообентоса водотоков в бассейне Верхней Лены. Сообщение 1. Структура макрозообентоса основного русла р. Лены (на участке Жигалово – Усть-Кут)

А. Л. Юрьев, А. И. Сидорова, Е. Б. Говорухина, В. П. Самусенок,
А. В. Котова, А. Н. Матвеев*

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
E-mail: yuriev@bk.ru

Аннотация. Приводятся современные сведения о состоянии макрозообентоса основного русла р. Лены на участке Жигалово – Усть-Кут.

Ключевые слова: р. Лена, макрозообентос, численность, биомасса, галечные и илистые грунты.

Благодарности. Исследование выполнено при частичной поддержке ВОО «Русское географическое общество» (проект № 18/2022-Р).

Для цитирования: Структура макрозообентоса водотоков в бассейне Верхней Лены. Сообщение 1. Структура макрозообентоса основного русла р. Лены (на участке Жигалово – Усть-Кут) / А. Л. Юрьев, А. И. Сидорова, Е. Б. Говорухина, В. П. Самусенок, А. Н. Матвеев, А. В. Котова // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2022. Т. 42. С. 66–85. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2022.42.66>

Research article

Composition and Structure of Macrozoobenthos in Watercourses of Upper Lena Basin (East Siberia). 1. Main River Bed of Lena from Zhigalovo to Ust-Kut

A. L. Yuriev, A. I. Sidorova, E. B. Govorukhina, V. P. Samusenok, A. V. Kotova,
A. N. Matveev

Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. Lena River is one of the largest watercourses in Siberia. It is 4,400 km long with a catchment area of 2,490,000 km². The upper section of the river begins from its source to the Vitim River mouth (1,690 km long). Studies of the current state of the macrozoobenthos of the main riverbed of Upper Lena were conducted in the section from Zhigalovo settl. to Ust-Kut city in summer 2017, 2018 and 2021. In the studied river section was found to contain more than 24 groups of benthic invertebrates of different taxonomic ranks: Hydrozoa (hydras), Planaria (planaria), Oligochaeta (earthworms), Hirudinea (leeches), Nematoda (roundworms), Gastropoda (gastropods), Bivalvia (bivalves), Ostracoda (seed shrimps), Amphipoda (freshwater shrimps), Ephemeroptera (mayflies), Plecoptera (stoneflies), Odonata (dragonflies), Megaloptera (alderflies), Trichoptera (caddisflies), Acariformes (water mites), Corixidae and other Heteroptera (true bugs), Dytiscidae (diving beetles),

© Юрьев А. Л., Сидорова А. И., Говорухина Е. Б., Самусенок В. П., Котова А. В., Матвеев А. Н., 2022

*Полные сведения об авторах см. на последней странице статьи.
For complete information about the authors, see the last page of the article.

Chironomidae (chironomids), Ceratopogonidae (biting midges), Dolichopodidae (longlegged flies), Psychodidae (drain flies), Tipulidae (crane flies), Limoniidae (limoniid crane flies), Stratiomyidae (soldier flies) and other dipterans. The highest number of taxonomic groups of benthic animals is found on coarse gravel substrates with moss, chara or eleocharis (23 groups). The lowest diversity was found on clean gravels (9 groups). For the main riverbed of Upper Lena there is considerable heterogeneity in the distribution of both the main zoobenthos taxonomic groups and quantitative indicators (abundance and biomass). Mean values of zoobenthos number and biomass varied within a wide range: on gravel substrates from 784 to 17.296 individuals/m² in abundance and from 1.104 to 24.416 g/m² in biomass, on silty substrates from 3.650 to 74.783 individuals/m² and from 2.48 to 107.07 g/m², respectively. The larvae of chironomids, mayflies and oligochaetes are the main component of the macrozoobenthos structure of the Upper Lena, with the larvae of stoneflies and caddisflies playing a secondary role. On gravel substrates the structure-forming element in terms of numbers and biomass is the larvae of chironomids and mayflies, and much less frequently bivalves. In silty substrates the larvae of chironomids, oligochaetes and leeches are most important, in some areas the larvae of mayflies *Ephemera orientalis* or *Gammarus lacustris* are of primary importance.

Keywords: Lena River, macrozoobenthos, abundance, biomass, gravel and silty substrates.

For citation: Yuriev A.L., Sidorova A.I., Govorukhina E.B., Samusenok V.P., Kotova A.V., Matveev A.N. Composition and Structure of Macrozoobenthos in Watercourses of Upper Lena Basin (East Siberia). 1. Main River Bed of Lena from Zhigalovo to Ust-Kut. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2022, vol. 42, pp. 66-85. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2022.42.66> (in Russian)

Введение

Река Лена по площади водосбора и длине занимает восьмое место среди рек земного шара и третье среди рек азиатской части России, уступая по водоносности только Енисею. Истоки реки находятся на заболоченных западных склонах Байкальского хребта на высоте 1470 м над у. м., в 20 км к северу от м. Покойники на побережье оз. Байкал [Доманицкий, Дубровина, Исаев, 1971; Кожов, 1950]. Её длина – 4400 км с площадью бассейна 2490 тыс. км² [Плещёв, Чекмарев, 1978]. По характеру течения и физико-географическим характеристикам водоток делится на три участка: верхний – от истока до устья р. Витим (1690 км), средний – ниже по течению до впадения р. Алдан (1400 км) и далее на север до впадения в море Лаптевых – нижний (1310 км) [Борисов, 1928; Кожов, 1950; Плещёв, Чекмарев, 1978; Соколов, 1952].

Участок Верхней Лены представляет серьёзный интерес с точки зрения изучения и оценки интенсивности антропогенного влияния на экосистему этого мощного водотока: сообщества основного русла реки, почти не подверженные этим воздействиям в верховьях участка, вниз по течению от крупного логистического и промышленного пункта г. Усть-Кута оказываются под непрерывно возрастающим в последние десятилетия техногенным прессом.

Результаты проведённых в августе 2022 г. комплексных эколого-антропологических исследований этого участка показали, в частности, что качество вод реки, в створе пос. Жигалово характеризовавшихся как условно чистые, вниз по течению ухудшалось: выше г. Усть-Кута они слабозагрязнённые, а ниже города – загрязнённые. Ниже г. Киренска вплоть до пос. Витим (окончания верхнего участка реки) воды реки характеризуются как загрязнённые (60 % проб), либо очень загрязнённые (40 %). По содержанию органических веществ (химическому потреблению кислорода, ХПК) на участке Жигалово – Киренск происходит рост от 1 до 3–6 предельно допустимых концентраций (ПДК), по фенолам – от 1 до 2–5 ПДК, по нефтепро-

дуктам – от 1 до 3–5 ПДК, отмечены превышения ПДК по меди, цинку, железу. Воды р. Куты в районе впадения в Лену у Усть-Кута и р. Киренги в районе впадения в Лену у Киренска характеризовались как слабозагрязнённые либо загрязнённые. Характерные загрязняющие вещества – нефтепродукты и фенолы, превышение ПДК по которым отмечено в 50 % проб воды. На участке ниже Усть-Кута значителен уровень загрязнения вод Лены твёрдыми бытовыми отходами (ТБО), представленными преимущественно различными пластиками на разных стадиях разрушения: их количество в расчёте на 1 м русла реки изменялось от 10 (выше г. Усть-Кута) до 55–60 г (ниже г. Киренска).

Прилегающие к этой мощной водной артерии пространства сегодня квалифицируют как территории «сжатия пространства» со свертыванием хозяйственной активности местных жителей, с сокращением численности населения и количества поселений, доминированием локальных проектов крупных корпораций, преобладанием вахтового метода работы. Высказывалось мнение, что давление антропогенного воздействия на экосистему реки даже сокращается, поскольку оно остаётся только в пределах реализуемых на территории крупных проектов и тщательно контролируется. Однако результаты экспедиционных работ 2022 г. (а также экспедиций 2017, 2018 и 2021 гг. по Лене и 2022 г. по Киренге) внесли в это представление существенные коррективы.

Собранные данные свидетельствуют о многократном усилении антропогенного воздействия на экосистему Верхней Лены и определяют необходимость разработки и проведения мониторинга состояния реки. Важное место в системе мониторинга текущих вод занимают биологические показатели состояния среды, базирующиеся на анализе состояния чутко реагирующих на негативные воздействия сообществ зообентоса. Изменение их структурных характеристик – важнейший, а иногда и единственный показатель загрязнения донных биоценозов [Макрушин, 1974; Абакумов, 1977; Абакумов, Черногаева, 2001].

Сведения о зообентосе основного русла и притоков Верхней Лены весьма скудны. Известна единственная публикация [Структура, количественные показатели ... , 2013], посвящённая результатам выполненного в летне-осенний период 2006–2008 гг. исследования зоопланктона и зообентоса этого участка реки с точками отбора проб в районах населённых пунктов Качуг, Жигалово, Орлинг, Подымахино, Таюра и нескольких пойменных озёрах.

Целью работ, начатых в 2017 г. в рамках комплексного исследования антропогенного воздействия на территорию, является оценка современного состояния макрозообентоса водотоков в бассейне верхнего участка Лены.

В настоящем сообщении представлены сведения о характеристиках макрозообентоса основного русла Верхней Лены на 300-километровом участке от устья р. Илга (3773 км от устья) до устья р. Турука (3478 км) (3763–3582 км от места впадения в море Лаптевых). Этот участок может рассматриваться как фоновый при исследованиях воздействия на экосистемы верхнего течения реки.

Материалы и методы

На исследованном участке ширина реки составляет от 130 до 320 м, средняя глубина до 2,4 м, максимальная в плёсах – до 4,5 м. Согласно дан-

ным Т. В. Потемкиной и соавторов [Структура, количественные показатели ... , 2013], в период открытой воды средняя скорость течения у дер. Ремезово (Качугский район) составляла 0,1 м/с, у пос. Жигалово – 0,25 м/с, у дер. Усть-Илги – 0,87 м/с, у дер. Орлинги – 0,98 м/с, у дер. Таюры – 0,65 м/с. Прибрежные участки в конце июля характеризуются наличием обильно развитых ассоциаций водной растительности. На глубинах 0,6–1,7 м в массе развиваются рдест нитевидный, элодея канадская, хара, ежеголовник и шильник. Вдоль пологих берегов близ уреза воды обилён хвощ речной. На мелководных перекатах и в устьях притоков отмечены рдест влагищный, лютик водяной и другие виды водных макрофитов.

Сбор материала проводился 29–30.07.2017, 04.08.2018 в предустьевых участках правого притока Бича и левого притока Илиньга, с 3 по 11 июня 2021 г. на участке русла от устья левого притока р. Илга до устья правого притока р. Турука. В первой половине июня 2021 г. в связи с высоким уровнем воды отбор проб в основном русле реки проводился преимущественно на медленно текущих участках и в курьях на илистых грунтах. Всего собрано и обработано 37 проб макрозообентоса на 17 станциях (табл., рис. 1).

Таблица

Характеристика точек отбора проб макрозообентоса
в основном русле Верхней Лены

№ точки	Район отбора	Дата сбора	Тип грунта, (доминирующие макрофиты и водоросли)	Глубина, м	Координаты
1	р. Лена, лев. берег, 6 км выше дер. Грузновка	04.06.2021	Тёмно-серый ил	1	N 55.114993° E 105.163571°
2	р. Лена, пр. берег, 100 м ниже устья р. Бича	04.06.2021	Чёрный ил, ракушечник	1,5	N 55.194772° E 105.394480°
3	р. Лена, пр. берег, 300 м выше устья р. Бича	30.07.2017	Галечно-песчаный (болотница, рдест влагищный)	0,15	N 55.196276° E 105.382677°
4	р. Лена, пр. берег, 300 м выше устья р. Бича	30.07.2017	Галечно-песчаный (болотница, рдест влагищный)	0,35	N 55.196387° E 105.382493°
5	р. Лена, пр. берег, 250 м выше устья р. Бича, в протоке	30.07.2017	Мелкая галька (носток)	0,2	N 55.195188° E 105.388382°
6	р. Лена, пр. берег, 500 м ниже устья р. Бича	04.08.2018	Крупная галька (водяной мох, носток)	0,4	N 55.195021° E 105.393793°
7	р. Лена, пр. берег, 30 м выше устья р. Зыбунья	04.06.2021	Галька	0,35	N 55.365751° E 105.481795°
8	р. Лена, лев. берег, 50 м ниже устья р. Ниж. Головская	05.06.2021	Тёмно-серый ил	1,5	N 55.514393° E 105.549459°
9	р. Лена, лев. берег, 50 м ниже устья р. Илиньга	06.06.2021	Светло-коричневый ил	1,2	N 55.611321° E 105.6066887°
10	р. Лена, лев. берег, 50 м выше устья р. Илиньга	29.07.2017	Средняя галька	0,5	N 55.610289° E 105.607220°
11	р. Лена, лев. берег, 30 м ниже устья р. Илиньга	29.07.2017	Галька (болотница)	0,2	N 55.611210° E 105.606857°

Окончание табл.

№ точки	Район отбора	Дата сбора	Тип грунта, (доминирующие макрофиты и водоросли)	Глубина, м	Координаты
12	р. Лена, лев. берег, 200 м ниже устья р. Илиньга	29.07.2017	Заиленная галька (болотница)	0,15	N 55.612544° E 105.606522°
13	р. Лена, лев. берег, 300 м ниже устья р. Илиньга	29.07.2017	Галька (хара)	0,25	N 55.613806° E 105.607559°
14	р. Лена, пр. берег, напротив устья р. Илиньга	06.08.2018	Заиленная галька (водяной мох)	0,35	N 55.610046° E 105.609014°
15	р. Лена, пр. берег, 50 м ниже устья правого рукава р. Орлинга	08.06.2021	Серый ил	1,2	N 56.036077° E 105.865456°
16	р. Лена, 3 км выше устья р. Кытыма (между островами)	08.06.2021	Тёмно-серый ил	1,3	N 56.130470° E 105.719936°
17	р. Лена, лев. берег, 50 м ниже устья р. Селенги	09.06.2021	Тёмно-серый ил	1,5	N 56.294836° E 105.741999°

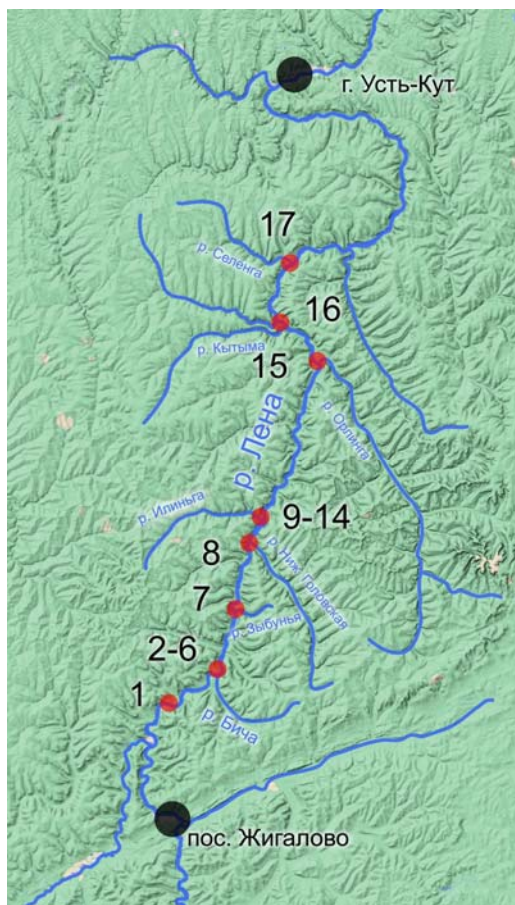


Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора проб макрозообентоса в основном русле Верхней Лены на участке Жигалово – Усть-Кут. Номера точек отбора проб соответствуют указанным в таблице

Отбор проб проводился дночерпателем Петерсена (малая модель, площадь захвата $0,02 \text{ м}^2$) и бентометром Леванидова ($S = 0,042 \text{ м}^2$). В 2017 г. в каждой точке пробы зообентоса отбирались в одной повторности, в 2018 и 2021 гг. – в трёх повторностях. Для промывки проб использовалось мельничное сито № 23.

Камеральная обработка проб проводилась по общепринятым методам [Жадин, 1960] с использованием бинокулярных микроскопов МБС-10 (ЛОМО, Россия) и 2Г-Zoom («Биомед», Россия). Все найденные донные беспозвоночные идентифицировались с возможной точностью с использованием определителей пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [1997, 2001]; определителей насекомых Дальнего Востока России [1997, 2001; Мамаев, 1972], подсчитывались и взвешивались. Воздушно-сухая биомасса донных беспозвоночных определена с помощью торсионных весов типа ТВ-500 и электронных Scout Pro SPU123 (ОНАУС, США) с точностью до $0,001 \text{ г}$. Численность и биомасса организмов бентоса после камеральной обработки пересчитывались на 1 м^2 .

Расчёт данных и построение графических изображений выполнены с использованием программ пакета MS Office 2019.

Результаты и обсуждение

На исследованном участке основного русла р. Лены установлено обитание следующих групп донных беспозвоночных разного таксономического ранга не ниже семейства: Hydrozoa (гидры), Planaria (планарии), Oligochaeta (малощетинковые черви), Hirudinea (пиявки), Nematoda (круглые черви), Gastropoda (брюхоногие моллюски), Bivalvia (двустворчатые моллюски), Ostracoda (ракушкообразные, или остракоды), Amphipoda (разноногие, или бокоплавцы), Ephemeroptera (подёнки), Plecoptera (веснянки), Odonata (стрекозы), Megaloptera (вислокрылки), Trichoptera (ручейники), Acariformes (водяные клещи), Corixidae (клопы-гребляки), Aphelocheiridae (длиннохоботные плаваты), прочие водяные клопы Heteroptera, Dytiscidae (жуки-плавунцы), Chironomidae (хиروномиды), Ceratopogonidae (мокрецы), Dolichopodidae (мухи-зеленушки), Psychodidae (бабочницы), Tipulidae (комары-долгоножки), Limoniidae (болотницы), Stratiomyidae (львинки), прочие двукрылые Diptera.

Ниже представлены подробные данные по составу и продукционным показателям макрозообентоса из материалов собранных проб (см. табл.)

В основном русле реки в 6 км выше дер. Грузновки в первой половине июня 2021 г. по правому берегу острова на тёмно-серых илах на глубине 1 м (т. 1) отмечены 12 таксономических групп макрозообентоса: подёнки, ручейники, хинономиды, мокрецы, стрекозы, вислокрылки, олигохеты, гребляки, длиннохоботные плаваты, жуки-плавунцы, пиявки, амфиподы.

На участке получены высокие показатели численности ($74\,783 \text{ экз./м}^2$) и биомассы ($39,79 \text{ г/м}^2$) организмов макрозообентоса. Доминантами по численности были личинки хинономид (90,91 %), по биомассе – пиявки (24,96 %), личинки хинономид (23,33 %) и подёнок (22,07 %), олигохеты (17,97 %). Субдоминантами по численности являлись олигохеты (6,35 %) (рис. 2).

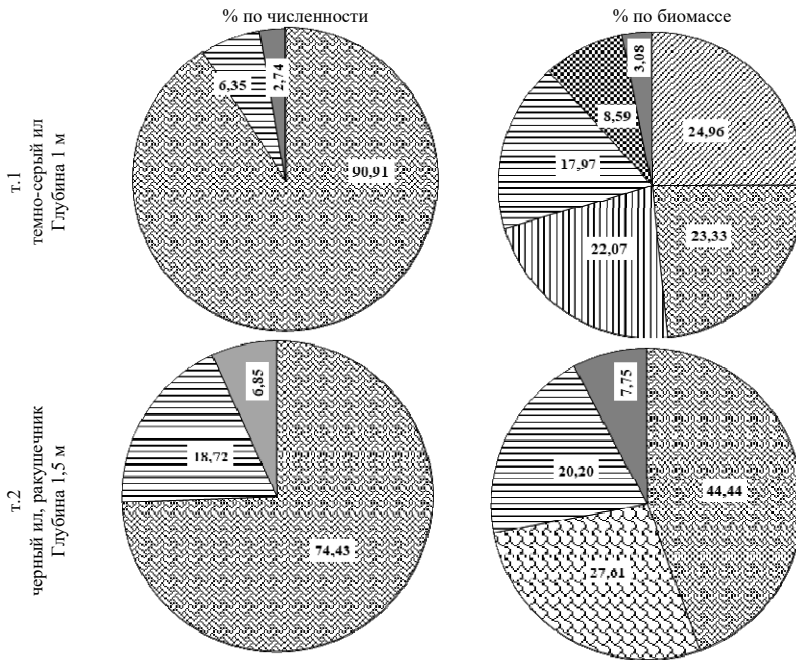


Рис. 2. Соотношение основных групп макрозообентоса в основном русле р. Лены в 6 км выше дер. Грузновки (т. 1) и в районе устья р. Бича (т. 2). 04.06.2021.

Условные обозначения: – Oligochaeta; – Chironomidae, larvae; – Ephemeroptera, larvae; – Hirudinea; – Trichoptera, larvae; – Gastropoda; – прочие

Ниже по течению в курье в 100 м ниже устья р. Бича (т. 2) в этот же период на чёрных илах с ракушечником на глубине 1,5 м отмечено вдвое меньшее число таксономических групп: подёнки, хирономиды, олигохеты, остракоды, брюхоногие моллюски, жуки-плавунцы и стрекозы. Показатели численности и биомассы также характеризовались низкими значениями (3 650 экз./м² и 2,48 г/м² соответственно). В структуре ценоза по численности (74,43 %) и биомассе (44,44 %) доминировали личинки хирономид. Заметными показателями численности характеризовались олигохеты (18,72 %), биомассы – брюхоногие моллюски (27,61 %) и олигохеты (20,20 %) (см. рис. 2).

В 300 м выше устья р. Бича 30.07.2017 (т. 3, 4) в основном русле реки на глубине от 0,15 до 0,35 м на галечно-песчаных грунтах с макрофитами отмечены 15 групп донных беспозвоночных: олигохеты, амфиподы, брюхоногие и двустворчатые моллюски, хирономиды, ручейники, подёнки, мокрецы, жуки-плавунцы, водяные клещи, пиявки, гидры, стрекозы, остракоды и клопы.

Средние показатели численности зообентоса на данном участке реки составляли 2888 экз./м², изменяясь в незначительных пределах от 3200 экз./м² на глубине 0,15 м до 2576 экз./м² на глубине 0,35 м. Биомасса при этом претерпевала значительные изменения: от 16,213 г/м² до 3,143 г/м² соответственно, в среднем 9,678 г/м².

Наибольший вклад в показатели зообентоса основного русла реки вносили представители двух таксономических групп: на глубине 0,15 м (т. 3) и 0,35 м (т. 4) по численности доминировали личинки подёнок (57,5 и 43,48 % соответственно), тогда как по биомассе на глубине 0,15 м преобладали личинки подёнок (75,06 %) (27,71 % из них приходилось на *Ephemera orientalis*), а на глубине 0,35 м – олигохеты (62,07 %) (рис. 3).

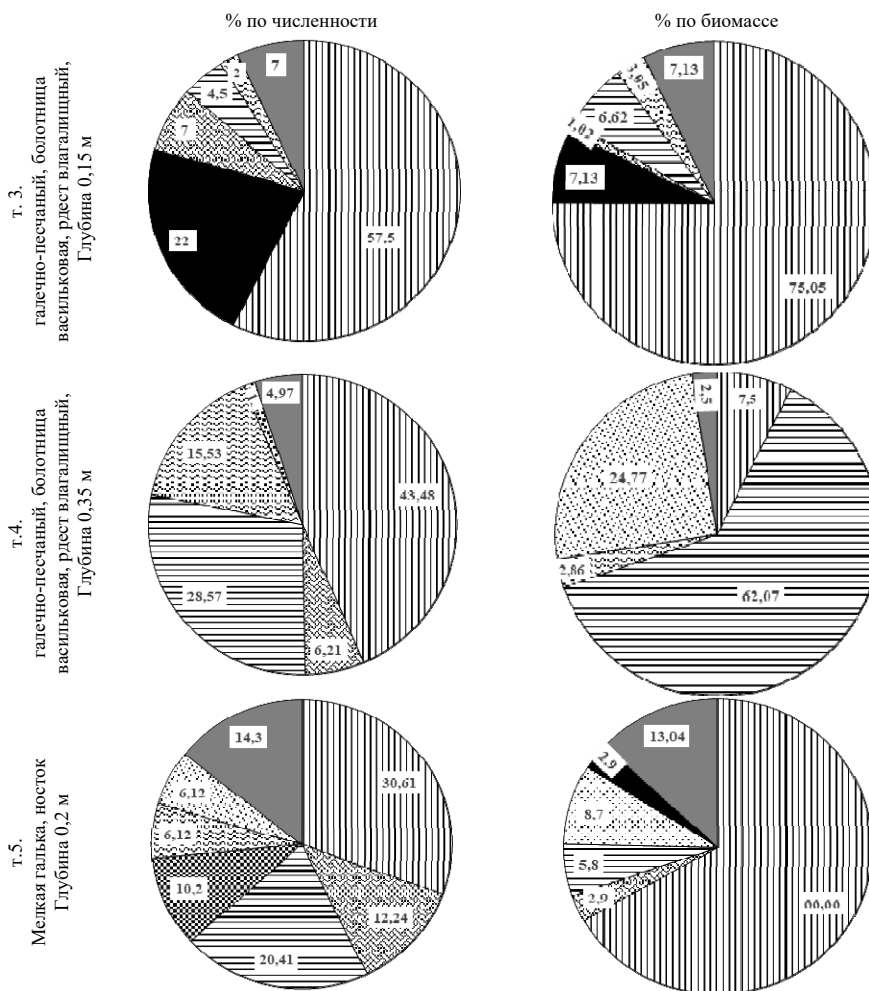


Рис. 3. Соотношение основных групп макрозообентоса в основном русле р. Лены в районе устья р. Бича (т. 3–5). 30.07.2017.

Условные обозначения: – Oligochaeta; – Chironomidae, larvae; – Ephemeroptera, larvae; – Hirudinea; – Trichoptera, larvae; – Gastropoda; – Bivalvia; – Odonata, larvae; – Gammarus lacustris; – Acari; – Corixidae; – прочие

В мелководной протоке в 250 м выше устья р. Бича на мелкогалечнико-вых грунтах со значительным присутствием ностока на глубине 0,2 м (т. 5) отмечено 9 таксономических групп донных беспозвоночных: подёнки, хирономиды, стрекозы, олигохеты, двустворчатые моллюски, водяные клещи, пиявки, остракоды и клопы. В отличие от основного русла в протоке отмечены низкие показатели численности и биомассы (784 экз./м^2 и $1,104 \text{ г/м}^2$ соответственно). Как и в основном русле, в структуре зообентоса доминировали личинки подёнок (30,61 % по численности и 66,67 % по биомассе) (см. рис. 3).

Ниже устья р. Бича в начале августа 2018 г. на крупногалечных грунтах с водяным мхом и ностоком на глубине 0,4 м (т. 6) в составе зообентоса отмечены 23 группы организмов разного таксономического ранга: подёнки, веснянки, ручейники, хирономиды, жуки-плавунцы, мошки-симулииды, мухи-зеленушки, мокрецы, болотницы, толкунчики, комары-долгоножки, стрекозы, вислоккрылки, олигохеты, водяные клещи, остракоды, брюхоногие и двустворчатые моллюски, нематоды, пиявки, гидры, водяные клопы и *G. lacustris*.

Этот участок реки характеризуется высокими средними показателями численности и биомассы ($12\,411 \text{ экз./м}^2$ и $15,828 \text{ г/м}^2$), при этом размах колебаний численности составлял от 10 720 до 14 768 экз./м², а биомассы – от 14,512 до 16,728 г/м². Доминирующую роль по численности играли личинки хирономид (51,10 %) и олигохеты (25,96 %), а по биомассе – личинки подёнок (29,42 %) и комаров-долгоножек (18,87 %) (рис. 4).

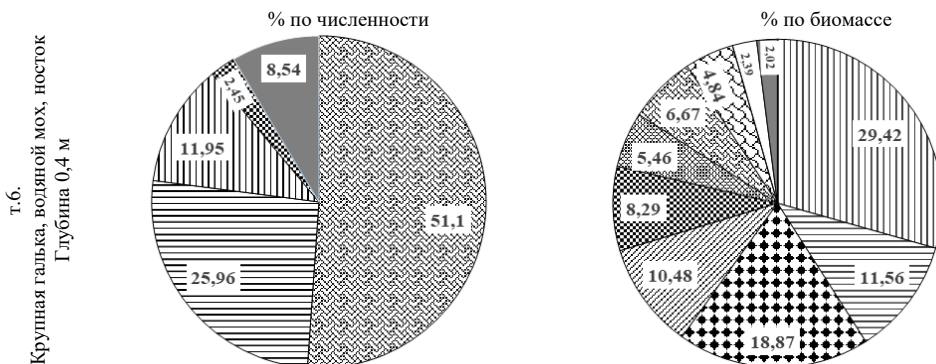


Рис. 4. Соотношение основных групп макрозообентоса в основном русле р. Лены ниже устья р. Бича (т. 6). 04.08.2018.

Условные обозначения: – Oligochaeta; – Chironomidae, larvae; – Ephemeroptera, larvae; – Hirudinea; – Trichoptera, larvae; – Gastropoda; – Plecoptera, larvae; – Tipulidae, larvae; – Megaloptera, larvae; – прочие

Напротив дер. Шаманаево в 30 м выше устья р. Зыбунья на галечных грунтах на глубине 0,35 м (т. 7) было отмечено обитание 14 таксономических групп донных беспозвоночных: подёнки, веснянки, хирономиды, мокрецы, мухи-зеленушки, олигохеты, гребляки, брюхоногие и двустворчатые моллюски, жуки-плавунцы, нематоды, пиявки и амфиподы. Средние показате-

тели численности здесь были равны 13 733 экз./м² при биомассе 9,361 г/м². Основу численности составляли личинки хирономид (74,64 %), по биомассе доминировали личинки подёнок (33,9 %), а *G. lacustris* (19,32 %) и личинки хирономид (17,03 %) имели субдоминантное значение (рис. 5).

В 50 м ниже устья р. Ниж. Головская на глубине 1,5 м на тёмно-серых илах (т. 8) отмечено обитание 10 таксономических групп макрозообентоса: подёнки, веснянки, хирономиды, мокрецы, вислоккрылки, олигохеты, остракоды, жуки-плавунцы, пиявки и амфиподы. Количественные показатели зообентоса были достаточно высоки и составляли 12 917 экз./м² и 42,26 г/м² соответственно. Доминирующими по численности были личинки хирономид (62,19 %) и олигохеты (21,16 %), по биомассе *G. lacustris* (62,91 %). Гораздо меньшее значение в структуре зообентоса по биомассе имели олигохеты (14,99 %) и личинки хирономид (12,70 %) (см. рис. 5).

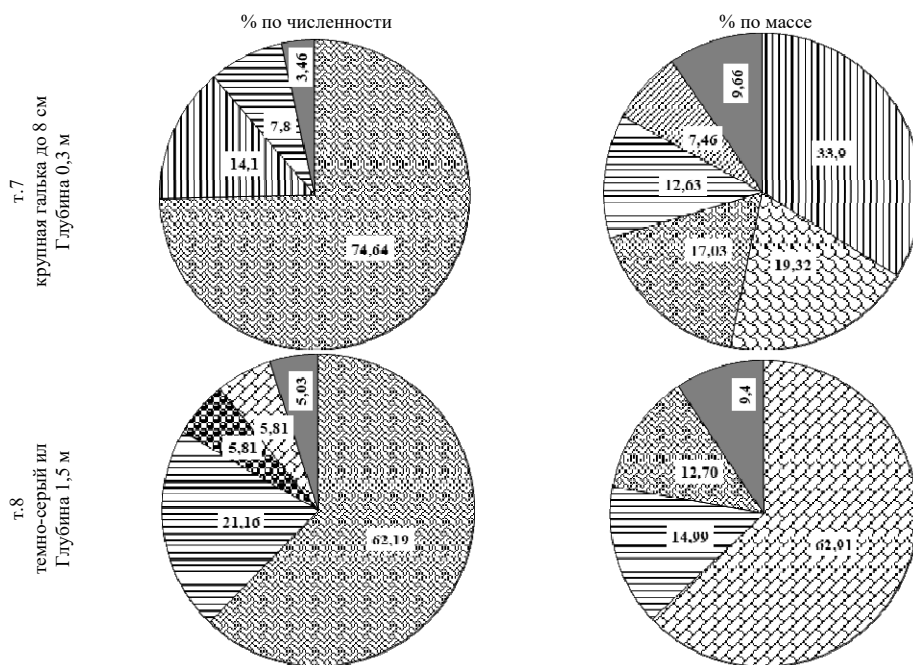


Рис. 5. Соотношение основных групп макрозообентоса в основном русле р. Лены в районе устьев рек Зыбунья и Ниж. Головская (т. 7, 8). 04–05.06.2021.

Условные обозначения: – Oligochaeta; – Chironomidae, larvae; – Ephemeroptera, larvae; – Hirudinea; – Trichoptera, larvae; – Gastropoda; – Ostracoda; – *Gammarus lacustris*; – прочие

В 50 м ниже впадения р. Илиньга (т. 9) на светло-коричневых илах на глубине 1,2 м в первой половине июня 2021 г. были отмечены представители 9 таксономических групп: подёнки, веснянки, хирономиды, мокрецы, олигохеты, остракоды, брюхоногие моллюски, пиявки и *G. lacustris*. Отмечены высокие значения количественных показателей: 45 тыс. экз./м² по численности, 107,07 г/м² по биомассе. Наибольший вклад в структуру зообентоса по

численности и биомассе вносили личинки хирономид (50,48 и 56,15 % соответственно), субдоминантную роль играли олигохеты (39,37 и 32,02% соответственно). Достаточно высока была численность остракод (7,44 %) (рис. 6).

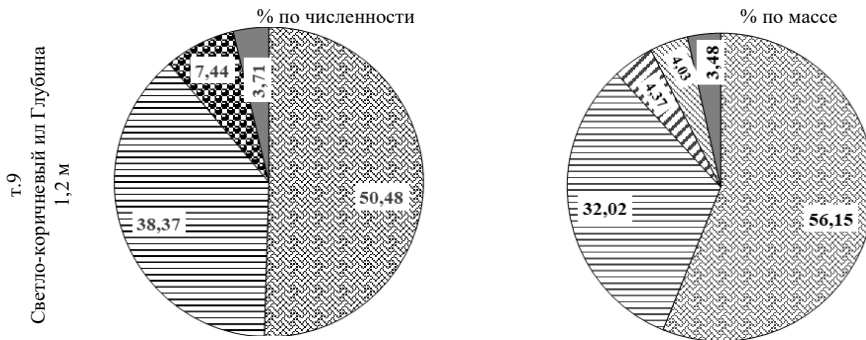


Рис. 6. Соотношение основных групп макрозообентоса в основном русле р. Лены в 50 м ниже устья р. Илин'га (т. 9). 06.06.2021.

Условные обозначения: – Oligochaeta; – Chironomidae, larvae; – Chironomidae, pupae; – Hirudinea; – Ostracoda; – прочие

В конце июля 2017 г. ниже устья р. Илин'га на различных грунтах в зоне глубин 0,15–0,25 м были отмечены представители следующих групп донных беспозвоночных разного таксономического ранга: подёнки, веснянки, ручейники, мокрецы, хирономиды, болотницы, комары-долгоножки, мухи-зеленушки, атерициды, олигохеты, амфиподы, брюхоногие и двустворчатые моллюски, жуки-плавунцы, водяные клещи, пиявки, гидры, клопы-гребляки.

В 50 м выше устья р. Илин'га на среднегалечных грунтах на глубине 0,5 м (т. 10) численность донных беспозвоночных составляла 5392 экз./м² при биомассе 3,978 г/м². Наибольший вклад по численности вносили личинки хирономид (62,31 %), по биомассе личинки подёнок (31,78 %) и хирономид (28,16 %). Субдоминантами по численности являлись личинки подёнок (9,2 %) и постларвальные стадии хирономид (8,61 %), а по биомассе – личинки веснянок (15,69 %) и ручейников (12,07 %) (рис. 7).

Ниже устья р. Илин'га (т. 11–13) в зоне глубин от 0,15 до 0,25 м численность и биомасса зообентоса изменялась в широких пределах, в зависимости от биотопа, составляя: на среднегалечных грунтах, плотно заселённых харовыми водорослями на глубине 0,25 м – 5584 экз./м² по численности и 6,136 г/м² по биомассе (т. 13), на заиленных мелкогалечных грунтах, заросших высшей водной растительностью с медленным течением на глубине 0,15 м – 11 120 экз./м² и 14,248 г/м² (т. 11), и на перекате на среднегалечных грунтах на глубине 0,2 м – 9232 экз./м² и 24,416 г/м² (т. 12).



Рис. 7. Соотношение основных групп макрозообентоса в основном русле р. Лены близ устья р. Илинга (т. 10–13). 29.07.2017.

Условные обозначения: – Oligochaeta; – Chironomidae, larvae; – Chironomidae, pupae; – Ephemeroptera, larvae; – Plecoptera, larvae; – Heleidae, larvae; – Hirudinea; – Trichoptera, larvae; – Bivalvia; – Gastropoda; – Ostracoda; – Tipulidae, larvae; – прочие

Наибольший вклад в численность и биомассу зообентоса исследованного участка вносили представители трёх таксономических групп: на глубине 0,15 м двустворчатые моллюски (48,06 % по численности и 25,27 % биомассы) и личинки подёнок (23,17 и 34,25 % соответственно); на глубине 0,2 м наибольшая численность создавалась личинками подёнок (42,63 %) и хирономид (33,62 %), в то время как по биомассе личинками комаров-долгоножек (73,39 %); на глубине 0,25 м доминировали личинки подёнок (40,97 % по численности и 51,11 % по биомассе), хирономид (25,21 и 4,17 % соответственно) и олигохеты (24,07 и 9,39 % соответственно) (см. рис. 7).

В начале августа 2018 г. напротив устья р. Илинга на заиленных галечных грунтах с водяным мхом и прочей водной растительностью на глубине 0,35 м (т. 14) отмечены 15 таксономических групп: подёнки, веснянки, ручейники, хирономиды, мокрецы, мошки, толкунчики, вислоккрылки, комары-долгоножки, прочие двукрылые, олигохеты, амфиподы, жуки-плавунцы, водяные клещи, клопы-гребляки.

Средние показатели численности составляли 17 296 экз./м² при биомассе 7,87 г/м². Наибольший вклад в численность вносили личинки хирономид (88,56 %), субдоминантами выступали личинки подёнок (5,4 %). По биомассе наблюдается противоположная картина: преобладали личинки подёнок (51,44 %), часть из которых составила *E. orientalis* (16,87 %), личинки хирономид были представлены в несколько меньшем количестве (35,17 %) (рис. 8).

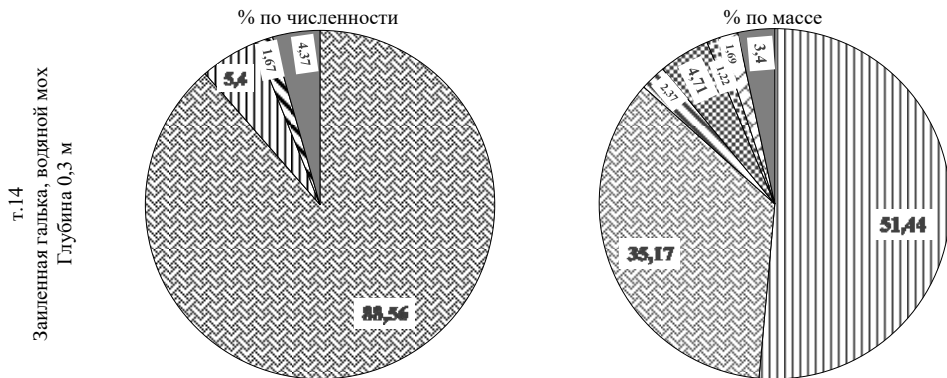


Рис. 8. Соотношение основных групп макрозообентоса в основном русле р. Лены напротив устья р. Илинга (т. 14). 06.08.2018.

Условные обозначения: – Chironomidae, larvae; – Chironomidae, pupae; – Ephemeroptera, larvae; – Trichoptera, larvae; – Odonata, larvae; – *Gammarus lacustris*; – прочие

Ниже устья р. Орлинга на глубине 1,2 м на серых илах (т. 15) было отмечено обитание 7 таксономических групп донных беспозвоночных: хирономиды, мокрецы, олигохеты, остракоды, жуки-плавунцы, нематоды и пиявки. Показатели численности и биомассы схожи с показателями на предыдущем участке: средние значения численности составляли 13 417 экз./м² при

биомассе 50,69 г/м². Доминирующей группой по численности (51,93 %) и биомассе (76,02 %) были личинки хирономид, субдоминантами выступали олигохеты (33,42 и 21,21 % соответственно) (рис. 9).

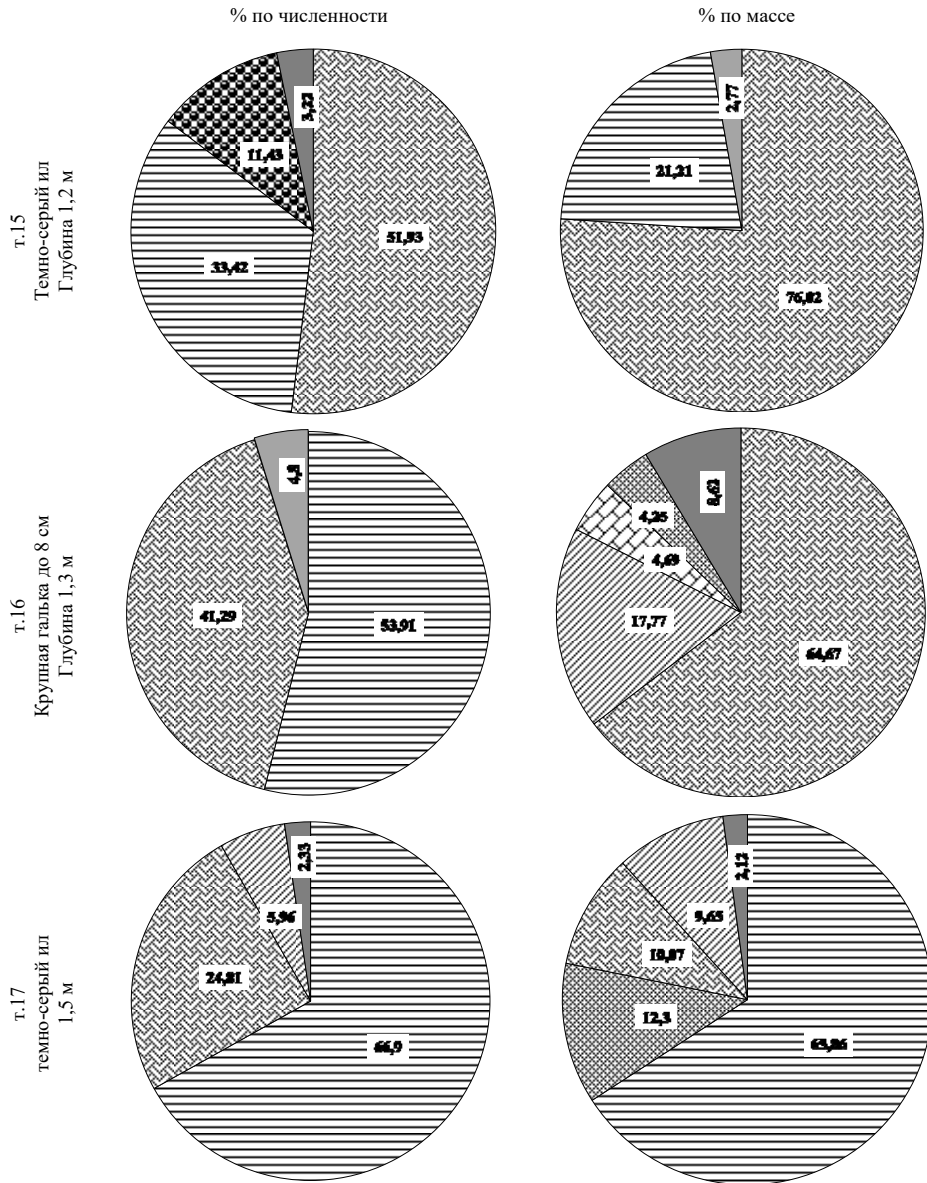


Рис. 9. Соотношение основных групп макрозообентоса в основном русле р. Лены в районе устья рек Орлинга, Верх. Кытыма и Селенга (т. 15–17). 08–09.06.2021.

Условные обозначения: – Oligochaeta; – Chironomidae, larvae; – Hirudinea; – Plecoptera, larvae; – Ostracoda; – Gammarus lacustris; – прочие

В 3 км выше устья р. Верх. Кытыма (т. 16), в протоке между островами, на глубине 1,3 м на тёмно-серых илах отмечены 11 таксономических групп донных беспозвоночных: подёнки, веснянки, ручейники, хирономиды, мокрецы, стрекозы, комары-долгоножки, олигохеты, остракоды, пиявки и амфиподы. На этом участке высокие значения численности (28 133 экз./м²) и биомассы (61,16 г/м²). Наибольший вклад в общую численность вносят олигохеты (53,91 %) и личинки хирономид (41,29 %), в биомассу – олигохеты (64,67 %), в меньшей степени пиявки (17,77 %), *G. lacustris* (4,69 %) и личинки веснянок (4,25 %) (см. рис. 9).

В 50 м ниже устья р. Селенги (т. 17) на тёмно-серых илах на глубине 1,5 м отмечены 10 таксономических групп зообентоса: подёнки, веснянки, ручейники, хирономиды, мокрецы, стреловидки, олигохеты, пиявки и амфиподы. На участке наблюдаются довольно высокие средние показатели численности (19 283 экз./м²) и биомассы (83,59 г/м²). Основное значение по численности и биомассе (66,9 и 65,86 % соответственно) имеют олигохеты. Субдоминантной группой являются личинки хирономид и пиявки (24,81 и 5,96 % по численности; 10,07 и 9,65 % по биомассе соответственно) (см. рис. 9).

Проведённые исследования макрозообентоса основного русла Верхней Лены показали значительную неоднородность в распределении как основных таксономических групп зообентоса, так и количественных показателей (численность и биомасса).

Наибольшее число таксономических групп организмов зообентоса было отмечено в биотопах различных по размеру галечниковых грунтов (от 9 до 23 групп). При этом наименьшим разнообразием характеризуются чистые галечниковые биотопы (9 групп), а наибольшим – крупногалечниковые с зарослями водяного мха (23 группы), либо галечниковые с зарослями хары или болотницы (по 15 групп). Биотопы с различными типами илов характеризуются меньшим разнообразием (7–12 таксономических групп).

Основу численности и биомассы на галечниковых грунтах чаще всего создают личинки хирономид и подёнок, олигохеты и двустворчатые моллюски, тогда как на илистых грунтах это преимущественно личинки хирономид, олигохеты и пиявки. Зачастую на илистых грунтах высокие показатели биомассы демонстрируют личинки подёнок *E. orientalis* или *G. lacustris*.

Значительные различия между этими двумя преобладающими типами биотопов выявлены и по количественным показателям (рис. 10). Для галечников отмечены колебания численности от 784 до 17 296 экз./м² и биомассы от 1,104 до 20,416 г/м², при этом наименьшие значения численности и биомассы отмечены на чистых галечниковых грунтах, а наибольшие на галечниках с болотницей (наибольшая биомасса) и заиленной гальке с зарослями хары (наибольшая численность).

Биотопы илистых грунтов характеризуются количественными показателями, зачастую на порядок превышающими таковые на галечниках. Здесь отмечены колебания численности от 12 917 до 74 783 экз./м², а биомассы – от 34,792 до 107,07 г/м². Наименьшая численность и наименьшая биомасса

были отмечены на тёмно-серых илах ниже дер. Головской. Наибольшая численность (более 90 % – личинки хирономид) отмечена в 6 км выше дер. Грузновки на тёмно-серых илах на глубине 1 м, наибольшая биомасса – на светло-коричневых грунтах основного русла в 50 м ниже устья р. Илиньга.

Полученные результаты свидетельствуют об агрегированном распределении макрозообентоса в основном русле с приуроченностью наиболее продуктивных участков к местам седиментации мелкодисперсного органического материала.

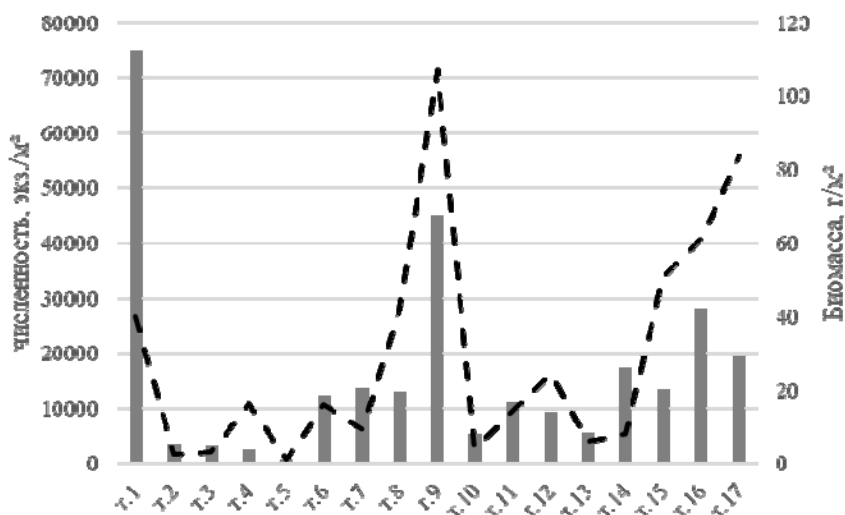




Рис. 10. Численность (экз./м²) –  и биомасса (г/м²) –  макрозообентоса в основном русле Верхней Лены. Примечание: характеристику точек отбора проб см. в табл.

Подобный характер распределения зообентоса отмечен А. Ф. Карантонисом с соавторами [Карантонис, Кириллов, Мухомедияров, 1956] для макрозообентоса среднего течения реки, хотя количественные показатели зообентоса характеризуются значительно более низкими значениями. Так на галечниках и крупнозернистых песках биомасса зообентоса не превышала 0,4 г/м², а на более продуктивных заиленных песках и илах 3,94 г/м². Наименьшие показатели биомассы были отмечены этими авторами на чистых песчаных грунтах в районе г. Якутск – 0,06 г/м². Более высокие показатели биомассы зообентоса для среднего течения р. Лены приведены А. Ф. Кирилловым с соавторами [Гидробионты среднего течения ... , 2008; Экологический мониторинг гидробионтов ... , 2009] – 0,5–8,8 г/м², с преобладанием в структуре зообентоса личинок хирономид и подёнок.

Результаты наших исследований на участке в определённой мере отличаются от полученных ранее [Книжин, 1993; Структура, количественные показатели ... , 2013] в первую очередь по составу таксономических групп структурообразующего комплекса. Ранее в составе доминирующего ком-

плекса по показателям биомассы отмечались личинки стрекоз, ручейников, подёнок и веснянок. Наши данные свидетельствуют о преобладании на большинстве галечниковых биотопов личинок подёнок, гораздо реже – двустворчатых моллюсков, личинок веснянок и хирономид. На илистых биотопах структурообразующий комплекс формируют личинки хирономид, олигохеты, пиявки, в ряде проб *G. lacustris* либо *E. orientalis*. Эти расхождения, как и фиксировавшиеся ранее более низкие показатели биомассы и особенно численности, могут быть обусловлены различиями в конструктивных особенностях орудий отбора проб, а также размером ячеек используемого для отмыва отобранных проб сита. Вероятными причинами этих различий могут быть также сезонные и локальные особенности развития зообентоса и его агрегированность.

Заключение

В ходе проведенных исследований в составе макрозообентоса на 300-километровом участке верхнего течения р. Лены отмечены представители более 24 групп донных беспозвоночных разного таксономического ранга. Установлено, что численность и биомасса макрозообентоса в основном русле реки изменяются в широких пределах: от 784 на мелкогалечных грунтах на глубине 0,2 м до 74 783 экз./м² на тёмно-серых илах на глубине 1,0 м и от 1,104 г/м² на мелкогалечных грунтах на глубине 0,2 м до 107,07 г/м² на светло-коричневых илах на глубине 1,2 м (см. рис. 10). Наибольший вклад в структуру зообентоса вносят личинки хирономид и подёнок.

Список литературы

- Абакумов В. А. Контроль качества вод по гидробиологическим показателям в системе Гидрометеорологической службы СССР // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л. : Гидрометеиздат, 2001. С. 93–100.
- Абакумов В. А., Черногаева Г. М. Состояние экосистем поверхностных вод России по данным многолетнего мониторинга // Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. М. : Наука, 2001. С. 177–191.
- Борисов П. Г. Рыбы реки Лены. Л. : Наука, 1928. 188 с.
- Гидробионты среднего течения Лены в системе мониторинга / А. Ф. Кириллов, Т. А. Салова, В. В. Ходулов, Е. В. Иванов, Т. М. Лабутина, Н. Ш. Мамилов, И. Ф. Собакина, В. А. Соколова, Н. М. Соломонов, Е. А. Федорова, Д. В. Шахтарин // Гидробиологический журнал. 2008. Т. 44, № 6. С. 49–54.
- Доманицкий А. П., Дубровина Р. Г., Исаева Р. Г. Реки и озёра Советского Союза. Л. : Гидрометеиздат, 1971. 104 с.
- Жадин В. И. Методы гидробиологических исследований. М. : Высш. шк., 1960. 191 с.
- Карантонис Ф. Э., Кириллов Ф. Н., Мухомедияров Ф. Б. Рыбы среднего течения реки Лены // Труды Института биологии Якутского филиала СО АН СССР. Иркутск, 1956. Вып. 2. С. 3–144.
- Книжин И. Б. Сообщества рыб водоёмов различного типа бассейна верхнего течения реки Лена : дис. ... канд. биол. наук. Иркутск : Иркут. гос. ун-т, 1993. 175 с.
- Кожов М. М. Пресные воды Восточной Сибири (бассейн Байкала, Ангары, Витима, верхнего течения реки Лены и Нижней Тунгуски). Иркутск : ОГИЗ, 1950. 367 с.
- Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод. Л. : ЗИН АН СССР. 1974. 60 с.
- Определитель насекомых Дальнего Востока России Т. 5. Ручейники и чешуекрылые. Ч. 1. Владивосток : Дальнаука, 1997. 540 с.

Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. 6. Двукрылые и блохи. Ч. 2. Владивосток : Дальнаука, 2001. 641 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые / ред. С. Я. Цалолыхин. СПб. : Наука, 1999. 998 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые / ред. С. Я. Цалолыхин. СПб. : Наука, 2001. 836 с.

Плащев А. В., Чекмарев В. А. Гидрография СССР. Л. : Гидрометиздат, 1978. 287 с.

Структура, количественные показатели зоопланктона и зообентоса верхнего течения р. Лена и его водоемов / Т. В. Потемкина, Н. Г. Шевелева, Н. И. Шабурова, Е. А. Мишарина, И. Б. Книжин // J. Siber. Fed. Univ. Biol. 2013. Т. 6(3). С. 313–329.

Соколов А. А. Гидрография СССР. Л. : Гидрометиздат, 1952. Ч. 2. 287 с.

Мамаев Б. М. Определитель насекомых по личинкам. М. : Просвещение, 1972. 400 с.

Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены / А. Ф. Кирилов, В. В. Ходулов, И. Б. Книжин, С. Ю. Венедиктов, Е. В. Иванов, Т. А. Салова, Т. В. Свердлова, И. Г. Собакина, В. А. Соколова, Н. М. Соломонов, Л. А. Ушницкая, Е. А. Федорова, Д. В. Шахтарин. Якутск : Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. 176 с.

References

Abakumov V.A. Kontrol kachestva vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam v sisteme Gidrometeorologicheskoi sluzhby SSSR [Water quality control by hydrobiological indicators in the system of the USSR Hydrometeorological Surway]. *Nauchnye osnovy kontrolya kachestva poverkhnostnykh vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam* [Scientific basics for surface water quality control by hydrobiological indicators]. St.-Petersb., Gidrometeoizdat Publ., 2001, pp. 93-100. (in Russian)

Abakumov V.A., Chernogaeva G.M. Sostoyanie ekosistem poverkhnostnykh vod Rossii po dannym mnogoletnego monitoringa [State of surface water ecosystems in Russia according to long-term monitoring]. *Sostoyanie i kompleksnyi monitoring prirodnoi sredy i klimata* [State and complex monitoring of natural environment and climate]. Moscow, Nauka Publ., 2001, pp. 177-191. (in Russian)

Borisov P. G. *Ryby reki Leny* [Fishes of Lena River]. St.-Petersb., Nauka Publ., 1928, 188 s. (in Russian)

Kirillov A.F., Salova T.A., Khodulov V.V., Ivanov E.V., Labutina T.M., Mamilov N.Sh., Sobakina I.F., Sokolova V.A., Solomonov N.M., Fedorova E.A., Shakhtarin D.V. Gidrobionty srednego techeniya Leny v sisteme monitoringa. *Hydrobiol. J.*, vol. 44(6), pp. 49-54. (in Russian)

Domanitskii A.P., Dubrovina R.G., Isaeva R.G. *Reki i ozera Sovetskogo Soyuz* [Rivers and lakes of the Soviet Union]. St.-Petersb., Gidrometeoizdat Publ., 1971, 104 p. (in Russian)

Zhadin V.I. *Metody gidrobiologicheskikh issledovaniy* [Methods of hydrobiological research]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1960, 191 p. (in Russian)

Karantonis F.E., Kirillov F.N., Mukhomediyarov F.B. Ryby srednego techeniya reki Leny [Fishes of the Lena River middle reaches]. *Trudy In-ta biol. Yakut. Fil. SO AN SSSR* [Proc. Inst. Biol., Yakut Phil. SB AS USSR. Irkutsk, 1956, Is. 2, pp. 3-144. (in Russian)

Knizhin I.B. *Soobshchestva ryb vodoemov razlichnogo tipa basseina verkhnego techeniya reki Lena* [Fish communities of reservoirs of different types in the upper Lena River basin]. Cand. sci. diss. Irkutsk, Irkut. St. Univ., 1993, 175 p. (in Russian)

Kozhov M.M. *Presnye vody Vostochnoi Sibiri* [Fresh waters of Eastern Siberia]. Irkutsk : OGIZ Publ., 1950, 367 p. (in Russian)

Makrushin A.V. *Biologicheskii analiz kachestva vod* [Biological analysis of water quality]. St.-Petersb., Zool. Inst. Publ., 1974, 60 p. (in Russian)

Opredelitel zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeiskoi Rossii. T. I. Zooplankton [Key to freshwater zooplankton and zoobenthos of European part of Russia. Vol. 1. Zooplankton]. V.R. Alekseev, S.Ya. Tsalolikhin (Eds.). Moscow, KMK Publ., 2010, 495 p. (in Russian)

Opredelitel nasekomykh Dalnego Vostoka Rossii T. V. Rucheiniki i cheshuekrylye. Ch. 1 [Key to insects of Russian Far East. Vol. V. Trichopterans and lepidopterans. Part 1]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 1997, 540 p. (in Russian)

Opredelitel nasekomykh Dalnego Vostoka Rossii. T. VI. Dvukrylye i blokhi. Ch. 2. [Key to insects of the Far East of Russia. Vol. VI. Diptera and fleas. Part 2]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2001, 641 p. (in Russian)

Opredelitel presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii. T. 4. Vysshie nasekomye. Dvukrylye [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. Vol. 4. Higher insects. Dipterans]. S.Ya. Tsalolikhin (ed.). St.-Petersb., Nauka Publ., 1999, 998 p. (in Russian)

Opredelitel presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii. T. 5. Vysshie nasekomye [Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. Vol. 5. Higher insects (Neoptera)]. S.Ya. Tsalolikhin (ed.). St.-Petersb., Nauka Publ., 2001, 836 p. (in Russian)

Plashchev A.V., Chekmarev V.A. *Gidrografiya SSSR* [Hydrography of USSR]. St.-Petersb., Gidrometizdat Publ., 1978, 287 p. (in Russian)

Potemkina T.V., Sheveleva N.G., Shaburova N.I., Mishirina E.A., Knizhin I.B. *Struktura, kolichestvennye pokazateli zooplanktona i zoobentosa verkhnego techeniya r. Lena i ego vodoemov* [Structure, quantitative indicators of zooplankton and zoobenthos of the upper reaches of the Lena River and its reservoirs]. *J. Siber. Fed. Univ. Biol.*, 2013, vol. 6(3), pp. 313-329. (in Russian)

Sokolov A.A. *Gidrografiya SSSR* [Hydrography of the USSR]. St.-Petersb., Gidrometizdat Publ., 1952, P. 2, 287 p.

Mamaev B.M. *Opredelitel nasekomykh po lichinkam* [Key to insects by larvae]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1972, 400 p.

Kirilov A.F., Khodulov V.V., Knizhin I.B., Venediktov S.Yu., Ivanov E.V., Salova T.A., Sverdlova T.V., Sobakina I.G., Sokolova V.A., Solomonov N.M., Ushnitskaya L.A., Fedorova E.A., Shakhhtar D.V. *Ekologicheskii monitoring gidrobiontov srednego techeniya reki Leny* [Ecological monitoring of hydrobionts in the middle reaches of the Lena River]. Yakutsk, Yakut SC SB RAS Publ., 2009, 176 p.

Сведения об авторах

Юрьев Анатолий Леонидович

кандидат биологических наук, доцент
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: yuriev@bk.ru

Сидорова Анастасия Игоревна

магистрант
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: shlyarnik_2010@mail.ru

Говорухина Екатерина Борисовна

кандидат биологических наук, доцент
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: kgovoruhina@mail.ru

Самусенок Виталий Петрович

кандидат биологических наук, доцент
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: samusenk@mail.ru

Information about the authors

Yuriev Anatoliy Leonidovich

Candidate of Sciences (Biology),
Associate Professor
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: yuriev@bk.ru

Sidorova Anastasiya Igorevna

Undergraduate
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: shlyarnik_2010@mail.ru

Govorukhina Ekaterina Borisovna

Candidate of Sciences (Biology),
Associate Professor
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: kgovoruhina@mail.ru

Samusenok Vitaliy Petrovich

Candidate of Sciences (Biology),
Associate Professor
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: samusenk@mail.ru

Котова Анастасия Владиславовна
Инженер
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: kotovanasta1998tylyn@mail.ru

Kotova Anastasiya Vladislavovna
Engineer
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: kotovanasta1998tylyn@mail.ru

Матвеев Аркадий Николаевич
доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: matvbaikal@mail.ru

Matveev Arkadiy Nikolaevich
Doctor of Sciences (Biology), Professor,
Head of Chair
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian
Federation
e-mail: matvbaikal@mail.ru