

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДОННОЙ ФАУНЫ В БАССЕЙНЕ ЕНИСЕЯ (ВЕРХНЕЕ И СРЕДНЕЕ ТЕЧЕНИЕ)

^{1,2}Андрианова А.В.

¹Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, e-mail: andrav@icm.krasn.ru;

²НИИ Экологии рыбохозяйственных водоемов, Красноярск

Исследованы сообщества зообентоса в р. Енисей (от истока до устья р. Ангара) и его притоках (рр. Абакан, Мана, Кан, Агул, Кунгус). Все водотоки являются горными реками, в донной фауне которых преобладают литореофильные организмы, заселяющие каменистые грунты на большом течении. В зообентосе обнаружен 231 вид макробеспозвоночных, широко распространенных в Палеарктике и Голарктике. Доминирующие комплексы характеризовались изменчивостью по мере удаления от истоков рек. В р. Енисей видовой состав бентонтов расширялся от верховья к низовью. В верховье Енисея (республика Тыва) ядро донных сообществ представляли поденки, ручейники и хирономиды. На территории Республики Хакасия определяющим фактором для формирования структуры зообентоса являлось обилие фитоценозов, где абсолютными доминантами являлись байкальские амфиподы *Gmelinoides fasciatus*. В зообентосе Среднего Енисея (от плотины Красноярской ГЭС до устья р. Ангара) по сравнению с верховьем существенно возросла доля хирономид. В притоках видовой состав бентонтов разнообразнее, чем в Енисее; максимальным видовым богатством отличались рр. Мана и Кан. Донные сообщества в притоках Енисея представлены преимущественно хирономидами и поденками, в р. Кан численность дополняли ручейники. Трофический статус Верхнего Енисея, а также притоков Абакан и Агул соответствовал умеренному классу (α -мезо-трофный); р. Кунгус относится к среднему классу (β -мезотрофный); Средний Енисей вместе с притоками Мана и Кан характеризуется повышенной трофичностью (α -евтрофный). Выявлена смена структурообразующих комплексов зообентоса в рр. Мана, Агул, Кунгус по сравнению с более ранними исследованиями.

Ключевые слова: Красноярский край, бассейн р. Енисей, водотоки, зообентос, таксономический состав, численность, биомасса, пространственная динамика

STRUCTURAL ORGANIZATION OF BOTTOM FAUNA IN THE YENISEY BASIN (UPSTREAM AND MIDSTREAM)

^{1,2}Andrianova A.V.

¹Institute of Computational Modelling of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, e-mail: andrav@icm.krasn.ru;

²Scientific Research Institute of Ecology of Fishery Reservoirs, Krasnoyarsk

The zoobenthos communities in the river Yenisey (from the head to the mouth of the Angara River) and in its tributaries (rivers Abakan, Mana, Kan, Agul, Kungus) were investigated. All the watercourses are mountain rivers, in the bottom fauna of which lithoreophilic organisms, that inhabit stony soils on a large current, predominant. 231 species of macroinvertebrates, widely distributed in the Palearctic and the Holarctic, were found in the zoobenthos. Dominant complexes were characterized by variability as they moved away from the heads of the rivers. In the river Yenisey zoobenthos species composition expanded from the upper to the lower reaches. In the upper reaches of the Yenisey (Republic of Tuva), the core of the bottom communities was represented by mayflies, caddis flies and chironomids. In the territory of the Republic of Khakassia, the determining factor for the formation of the zoobenthos structure was the abundance of phytocenoses, where the Baikalian amphipods *Gmelinoides fasciatus* were absolute dominants. In the zoobenthos of the Middle Yenisey (from the dam of the Krasnoyarsk hydroelectric station to the mouth of the Angara River), the proportion of chironomids increased substantially in comparison with the upper reach. In tributaries the zoobenthos species composition is more diverse than in the Yenisey; the maximum species wealth was in the rivers Mana and Kan. Benthic communities in the tributaries of the Yenisey are represented mainly by chironomids and mayflies, Kan was supplemented by caddis flies. Trophic status of the river Yenisey in the upper reaches and of the tributaries Abakan and Agul was «Moderate» class (α -meso-trophic); the river Kungus belongs to the «Middle» class (β -mesotrophic); the Middle Yenisey together with the tributaries Mana and Kan is characterized by «Increased» trophicity (α -eutrophic). A change in the structure-forming complexes of the zoobenthos in the rivers Mana, Agul, Kungus was revealed, comparing to earlier studies.

Keywords: Krasnoyarsk region, the Yenisey basin, rivers, zoobenthos, taxonomic composition, abundance, biomass, spatial dynamics

Енисей – главная река Сибири – входит в число семи крупнейших рек мира и является наиболее полноводной рекой нашей страны. В результате широко развернувшегося гидростроительства бассейн Енисея превращен в каскад крупнейших в мире водохранилищ, что повлекло за собой коренное изменение гидрологического, гидрохими-

ческого и гидробиологического режимов. Кроме того, водотоки бассейна Енисея испытывают многогранную антропогенную нагрузку, получая широкий спектр загрязнений с промышленными, бытовыми и сельскохозяйственными стоками и подвергаясь техногенному морфогенезу в результате разработки месторождений. Происходящие

экологические перестройки в сообществах гидробионтов требуют углубленного изучения и мониторинга, как для оценки наносимого экологического ущерба, так и для выработки научных основ стратегии преодоления негативных последствий и восстановления биологического потенциала бассейна Енисея.

Зообентос – один из важнейших элементов экосистем континентальных водоемов и водотоков. Донные беспозвоночные способствуют естественному самоочищению вод и являются хорошими индикаторами происходящих изменений внешней среды, в том числе и антропогенного характера. Кроме того, зообентос – важная составляющая кормовой базы всех видов сибирских рыб (осетровых, сиговых, хариусовых, карповых и др.). Наиболее емкие сведения о сообществах донных беспозвоночных водотоков бассейна Енисея получены еще в середине прошлого столетия [1, 2]. Последующие исследования в полной мере не отражают представлений о современном состоянии зообентоса, поскольку носили фрагментарный характер, велись преимущественно в Енисее [3–5], в меньшей степени посвящены его притокам [6, 7]. В то же время развитие Сибири в новых социально-экономических условиях выдвигает требования более точных, современных и конкретных количественных сведений о биологических ресурсах. Проведенное исследование дополнит имеющиеся сведения современными данными о количественном распространении зообентоса в бассейне Енисея.

Материалы и методы исследования

Маршрутные биосъемки в Енисее и его притоках (рр. Абакан, Мана, Кан, Агул, Кунгус) проведены в августе – сентябре 2015 г. Для сбора гидробиологических проб намечены станции у каждого берега реки. В р. Енисей исследованы 3 участка: 1 – от г. Кызыла до г. Шагонар, 2 – от плотины Майнской ГЭС до г. Абакана, 3 – от плотины Красноярской ГЭС до устья р. Ангара. В притоках Енисея станции располагались на всем протяжении в зависимости от возможности доступа. Река Абакан в верховье труднодоступна, поэтому исследования вели лишь в среднем и нижнем течении. В Енисее было намечено 5 станций в верхнем течении (Республики Тыва и Хакасия) и 10 станций в среднем течении; в притоках Енисея – от 4 (р. Кунгус) до 10 (р. Мана) станций. Пробы зообентоса отбирали в рипали водотоков круговым скребком Дулькейта с площадью захвата 1/9 м² и бентометром с площадью захвата 1/16 м². Промывка проб осуществлялась через мельничный газ № 28, в полевых условиях организмы фиксировали 80% этиловым спиртом. В данном исследовании представлены результаты обработки 175 проб зообентоса.

Река Енисей протекает в центре России в меридиональном направлении на север, протяженность

составляет 3487 км, площадь водосбора – 2580 тыс. км². По водному режиму Енисей принято делить на три участка:

- 1) Верхний Енисей – от г. Кызыла до устья р. Тубы;
- 2) Средний Енисей – до устья р. Ангары;
- 3) Нижний Енисей – до его устья.

Исследованные нами рр. Абакан, Мана и Кан являются притоками Енисея первого порядка, при этом Абакан впадает с левого берега, а Мана и Кан – с правого; р. Агул принимает воды р. Кунгус и впадает в р. Кан. Притоки Енисея относятся к большим рекам с длиной более 200 км, за исключением Кунгуса, попадающего в категорию средних рек протяженностью от 50 до 200 км. Водотоки берут начало на склонах Восточного Саяна, за исключением р. Абакан, верховья которой расположено на стыке Западного Саяна и Алтая. Верховья рек имеют горный характер с бурным течением до 2,5 м/с, каменистым дном, значительным количеством плесов и ям, небольшой ширины, со средней глубиной до 1,5 м. В нижнем течении облик рек закономерно меняется, приобретая предгорные и равнинные черты: снижаются скорости течения (менее 1,0 м/с), увеличивается ширина и глубина русла, каменистые грунты сменяются на галечно-песчаные, появляются илистые отложения в заводях со спокойным течением. Лишь в р. Мана, несмотря на расширение долины в низовье, сохраняется быстрое течение.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследованные водотоки бассейна р. Енисей являются горными реками, в донной фауне которых преобладают литорофильные организмы, заселяющие каменистые грунты на большом течении, при низких температурах воды и благоприятном кислородном режиме. В зообентосе обнаружен 231 вид и таксон более высокого ранга макробеспозвоночных, широко распространенных в Палеарктике и Голарктике. Широкий ареал распространения большинства отмеченных видов, вероятно, связан с преобладанием в таксономической структуре зообентоса гетеротопных животных (в частности, личинок хирономид, поденок, веснянок, ручейников и других насекомых), имеющих более широкие возможности для расселения в наземно-воздушной стадии развития [8]. Наибольшее количество видов (99) отмечено среди двукрылых насекомых, из них 82 – относится к семейству Chironomidae. Кроме того, выявлен богатый видовой состав личинок ручейников, поденок и веснянок – 41, 37 и 12 таксонов соответственно. Видовой состав олигохет включает 11 видов, амфипод – 6, остальные группы беспозвоночных (брюхоногие и двустворчатые моллюски, планарии, пиявки, стрекозы, вислокрылки, водяные клещи, жуки и клопы) представлены 1–5 таксонами.

В р. Енисей видовой состав бентонтов расширялся от верховья к низовью: на участке 1 выявлено 48 видов и таксонов

более высокого ранга, на участке 2 – 53, на участке 3 – 69. При этом уменьшалось количество видов поденок, ручейников и веснянок (с 11–13 до 1–2), но увеличивалось количество видов олигохет (с 1 до 9) и особенно хирономид (с 13 до 38).

На участке 1 (от г. Кызыла до г. Шаго-нара) ядро донных сообществ представляли литореофильные виды поденок (доминировали *Epeorus sp. pellucidus*, *Ephemera sachalinensis* Matsumura), ручейников (*Ceratopsyche nevae* Kolenati, *Apatania zonella* (Zett.) и хирономид (*Rheotanytarsus sp.*). Эти группы вносили по 38, 25 и 20% общей численности соответственно; биомассу обуславливали поденки (50%) и ручейники (31%) (рис. 1).

На участке 2 (от плотины Майнской ГЭС до г. Абакана) определяющим фактором для формирования структуры зообентоса являлось обилие фитоценозов. В прибрежной зоне русла реки зарастаемость составляла примерно от 40 до 60%, в мелководных протоках со слабым течением достигала 90%. В донной фауне среди растений абсолютными доминантами (70% численности) являлись амфиподы (рис. 1) *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing), единично встречался *Philolimnogammarus viridis* (Dyb.). В других биоценозах первостепенное значение имели олигохеты и хирономиды. На галечных грунтах среди олигохет в массе развивались *Lumbri-culus variegatus* O.F. Muller и *Stylodrilus her-ingianus* Claparede, в группе хирономид на лидирующие позиции вышли представители родов *Cricotopus* и *Orthocladius*, *Diamesa baicalensis* Tshernovskij, *Pagastia orientalis* (Tshern.). С увеличением заиленности грунта преимущество получили олигохеты *Tubifex tubifex* O.F. Muller и хирономиды *Tanytarsus pallidicornis* Walker, *Microtendipes pedellus* (De Geer).

На участке 3 (от плотины Красноярской ГЭС до устья р. Ангара) по сравнению с верховьем Енисея в зообентосе существенно возросла доля хирономид (рис. 1). Они обуславливали 58% общей численности и 37% биомассы, амфиподы добавляли 35% и 47% соответственно. При высоких скоростях течения доминировали *Micropsectra gr. praecox* и *P. orientalis*. На слабозаиленной гальке лидирующие позиции занимали ортокладиины: *Pseudodiamesa gr. nivosa* и представители родов *Cricotopus* и *Orthocladius*. Слабое течение и заиливание давали преимущество для подсемейства Chironominae: *Stictochironomus sp.*, *Sergentia sp. longiventris*, *Polypedilum sp. nubeculosum*, *Chironomus sp.* и др. Видовой состав амфипод Среднего Енисея расширился за счет

байкальских эндемиков: *Ph. cyaneus* Dybowski, *Pallasea cancelloides* Gerstfeldt, *Eulimnogammarus verrucosus* Gerstfeldt. Повсеместно распространен по-прежнему *G. fasciatus*, достигающий наибольшей плотности на заиленных грунтах, спокойном течении и среди макрофитов; субдоминант *Ph. viridis*, напротив, предпочитает быстрое течение [9].

Количественное распределение донной фауны в Енисее (рис. 2) характеризовалось низкими показателями в верховье (612 экз/м² и 4,2 г/м²) и высокими на участке 2 (5,5 тыс. экз/м² и 19,5 г/м²). При этом увеличение плотности на участке 2 наблюдалось в фитофильных сообществах (18,0 ± 6,6 тыс. экз/м² и 38,4 ± 13,3 г/м²) за счет обилия молоди амфипод; в остальных биоценозах численность составила 2,1 ± 0,4 тыс. экз/м², биомасса – 14,3 ± 2,4 г/м². В Среднем течении Енисея на участке 3 (от плотины Красноярской ГЭС до устья р. Ангары) количественные показатели донных сообществ (2,8 тыс. экз/м² и 10,5 г/м²) вполне согласуются с более ранними исследованиями, проведенными нами в начале 2000-х гг. – 3,5 тыс. экз/м² и 10,8 г/м² [5].

В притоках видовой состав бентонтов оказался богаче, чем в Енисее. Наибольшее число видов выявлено в р. Мана (110), наименьшее – в р. Абакан (70); в рр. Кан, Агул и Кунгус – 103, 98 и 81 вид соответственно. Зообентос рек в среднем состоял из хирономид и поденок, которые в совокупности определяли от 54 (р. Кан) до 82% (р. Агул) общей численности (рис. 2). В р. Кан 30% численности дополняли ручейники. Вклад хирономид и поденок в общую биомассу в среднем составил 33%, на лидирующие позиции в рр. Абакан и Агул вышли веснянки (более 50%), а в рр. Мана и Кан – ручейники (более 40%). Во всех исследованных водотоках доминирующие комплексы характеризовались изменчивостью в пространственном аспекте от верховья к низовью.

В р. Абакан лидерами являлись поденки *E. sachalinensis*, *Rhithrogena sp. lepnevae* и *Epeorus sp. pellucidus*. В группе хирономид явных доминантов не отмечено, лишь в верховье исследованного участка в приоритете были *Micropsectra curvicornis* Tshernovskij и *Stictochironomus sp.* Помимо поденок и хирономид в ядро биоценоза входят олигохеты *L. variegatus*, а основу биомассы зачастую составляют крупные двукрылые личинки *Atherix ibis* Fabricius, ручейники *Stenopsyche marmorata* Navas и веснянки *Pteronarcus reticulata* (Burmeister).

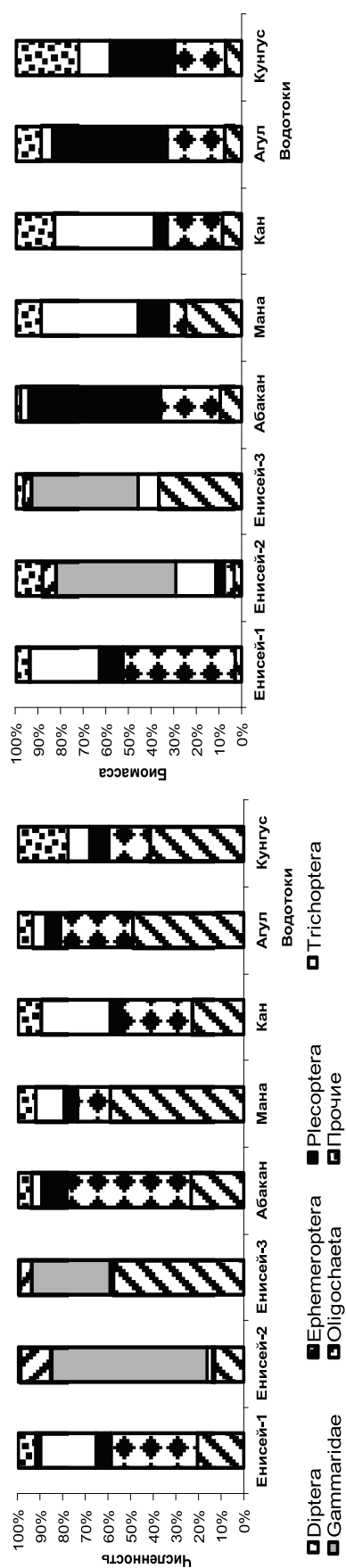


Рис. 1. Структурная организация зооплктона в р. Енисей и водотоках его бассейна

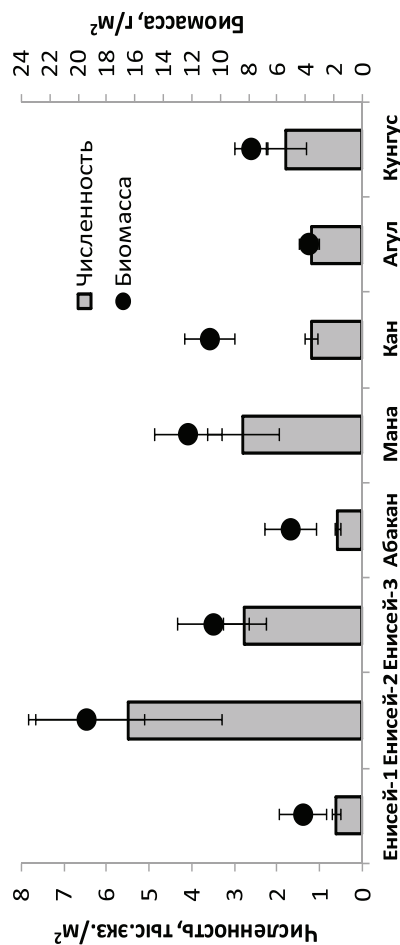


Рис. 2. Численность и биомасса зооплктона в р. Енисей и водотоках его бассейна

В р. Мана на верхнем участке преобладали поденки (*Ephemerella mucronata* (Bengtsson), *E. sachalinensis*, *Ephemerella aurivillii* (Bengtsson), *Rh. sp. lepnevae*); биомассу составляли преимущественно ручейники (*Dicosmoecus palatus* (McLachlan), *Rhyacophila sp.* *Hyporhyacophila*, *S. marmorata*, *Neophylax relictus* (Mart.)) и веснянки *P. reticulata*. В нижнем районе реки зообентос носил хириноидный характер, количественно преобладал *M. pedellus*. Кроме хириноид на лидирующие позиции однократно выходили водяные клопы, поденки *E. sachalinensis*, двукрылые *Anthocha vitripennis* Meigen, ручейники *Psychomyia sp.* и *Glossosoma sp.* Доминантами по биомассе по-прежнему являлись хириноиды, к ним эпизодически присоединялись ручейники (*S. marmorata*, *C. nevae*, *Sericostoma sp.*), веснянки (*P. reticulata*, *Arcynopteryx*) и поденки (*E. sachalinensis*, *Potamathus luteus* Linne, *Rh. sp. lepnevae*).

В верховье р. Кан преобладали поденки *Ephemerella lenoki* Tshernova, *Rh. sp. lepnevae* и хириноиды *M. pedellus*. Эпизодически отмечалось массовое развитие ручейников *Glossosoma sp.* и *C. nevae*, двукрылых *Anthocha* и хириноид из родов *Cricotopus*, *Orthocladus*. Биомассу чаще всего формировали крупные ручейники *S. marmorata*; иногда доминирующий комплекс дополняли веснянки (*P. reticulata* и *Kamimuria*), ручейники (*C. nevae* и *Arctopsyche ladogensis* Kolenati), поденки (*E. lenoki*, *Rh. sp. lepnevae*). В среднем и нижнем течении явное преимущество в развитии зафиксировано для поденок *E. sachalinensis*. Эпизодически лидирующие позиции занимали ручейники (*Sericostoma sp.*, *C. nevae*, *Setodes sp.*), поденки *Rh. sp. lepnevae*, олигохеты *L. variegatus* и род *Limnodrilus*, хириноиды *M. pedellus* и двукрылые *A. ibis*. Биомассу совместно с *E. sachalinensis* вносили *S. marmorata*, а так же брюхоногие моллюски *Radix* и *Valvata*.

В р. Агул повсеместно ядро доминирующего комплекса представляли поденки *E. sp. pellucidus* и *Rh. sp. lepnevae*. Они же составляли основу общей биомассы зообентоса, за исключением мест пребывания крупных веснянок *P. reticulata*. На заиленных песчано-галечных грунтах при снижении скорости течения развивались представители пелофильного хириноидного комплекса (*M. pedellus*, *Stictochironomus sp.*, *Polypedilum scalaenum* Schrank, *Chironomus sp.*, несколько видов танитарсин) и поденки *E. sachalinensis*.

Приток Агула – р. Кунгус характеризовался доминированием хириноид *M. pedellus* и поденок *E. sachalinensis*, эпизодически

в приоритете были ручейники *Psychomyia sp.* и поденки *Cloeon sp.* Основную биомассу приносили крупные веснянки (*P. reticulata*), поденок (*E. sachalinensis*) и немногочисленные стрекозы *Ophiogomphus obscures* Bartenev.

Количественное распределение донной фауны в притоках Енисея носило неоднородный характер (рис. 2). Наименьшая численность (577 экз/м²) зафиксирована в р. Абакан, относящейся к бассейну Верхнего Енисея. Максимальная численность (2,8 тыс. экз/м²) характерна для р. Мана, впадающей в Енисей выше г. Красноярска (бассейн Среднего Енисея). В реке Кан, впадающей в Енисей ниже г. Красноярска, численность бентоса сопоставима с его притоками Агулом и Кунгусом (1,2–1,9 тыс. экз/м²). Распределение биомассы в исследованных водотоках зависело от таксономической структуры донных сообществ. Максимальные значения (10,1 и 12,3 г/м²) выявлены в реках Среднего Енисея – Мана и Кан, и связаны с доминированием ручейников. В рр. Абакан, Агул и Кунгус общая биомасса ниже, но при этом доля веснянок выше (рис. 1, 2).

Трофический статус р. Енисей в верхнем течении, а также притоков Абакан и Агул соответствовал умеренному классу (α-мезо-трофный); р. Кунгус относится к среднему классу (β-мезотрофный); р. Енисей в среднем течении вместе с притоками Мана и Кан характеризуется повышенной трофностью (α-евтрофный).

В литературе наблюдается существенный пробел по гидробиологическим исследованиям в енисейских притоках. Более ранние емкие сведения о зообентосе р. Мана относятся к периоду 1966–1969 гг., когда на реке непрерывно продолжался сплав леса [2]. В то время общая биомасса бентоса оценивалась 7,6 г/м², при этом наибольшую долю (40%) вносили хириноиды, второе место (16%) занимали поденки. В настоящее время общая биомасса бентоса увеличилась до 10 г/м²; первостепенную роль играют ручейники, на вторых ролях – хириноиды и другие двукрылые.

В р. Агул современные данные по биомассе зообентоса (около 4 г/м²) согласуются с исследованиями в 2003 г. (5 г/м²) [6]. Однако в настоящее время наблюдается увеличение численности от 0,5 до 1,2 тыс. экз/м² за счет личинок хириноид, которые раньше не выходили на лидирующие позиции, а сейчас составляют около 50%. При этом доля поденок снизилась с 70% до 30% в настоящее время. Аналогичная смена структурообразующего комплекса наблюдается и в притоке Агула – р. Кунгусе. В 2003 г.

по численности доминировали поденки (до 57%), по биомассе – ручейники (до 70%). В настоящее время 41% численности обусловлен хирономидами и лишь 19% – поденками; по биомассе доля ручейников снизилась до 14%, а первостепенное значение приобрели крупные виды веснянок, поенок и стрекоз. При этом общая численность бентоса увеличилась вдвое (с 0,8 до 1,8 тыс. экз/м²), но биомасса немного снизилась (с 10,5 до 7,9 г/м²).

Заключение

Исследованные водотоки бассейна р. Енисей являются горными реками, в донной фауне которых преобладают литореофильные организмы. В зообентосе обнаружен 231 вид и таксон более высокого ранга, широко распространенные в Палеарктике и Голарктике. В таксономической структуре преобладали гетеротопные животные (личинки хирономид, поенок, веснянок, ручейников). Наибольшим видовым богатством (более 100 видов) отличались рр. Мана и Кан. Река Енисей характеризовалась бедным видовым составом, в котором число таксонов увеличивалось от верховья (48) к устью Ангары (69). Структурообразующие комплексы в исследованных водотоках имели некоторые отличия. В Енисее в пределах республики Тыва преобладали поденки, ручейники и хирономиды. В пределах республики Хакасия широко распространены фитофильные биоценозы, массово заселенные амфиподой *G. fasciatus*. На участке Енисей от плотины Красноярской ГЭС до устья Ангары доминировали хирономиды и амфиподы. Донные сообщества в притоках Енисей представлены преимущественно хирономидами и поденками, в р. Кан численность дополняли ручейники. Трофический статус Верхнего Енисей, а также притоков Абакан и Агул соответствовал умеренному классу (α -мезо-трофный);

р. Кунгус относится к среднему классу (β -мезотрофный); Средний Енисей вместе с притоками Мана и Кан характеризуется повышенной трофностью (α -евтрофный). Выявлена смена структурообразующих комплексов зообентоса в рр. Мана, Агул, Кунгус по сравнению с более ранними исследованиями.

Список литературы

1. Грезе В.Н. Кормовые ресурсы рыб Енисей и их использование / В.Н. Грезе. – М.: Пищепромиздат, 1957. – Т. 41. – 236 с.
2. Запекина-Дулькейт Ю.И. Производительность донной фауны р. Маны и ее изменение в связи с лесосплавом / Ю.И. Запекина-Дулькейт // Вопросы изучения гидрофауны водоемов верхнего Енисей. – Красноярск: Кр. книжн. изд-во, 1972. – Вып. IX. – С. 5–106.
3. Гадинов А.Н. Экологическое состояние фаунистического комплекса водотока р. Енисей под влиянием зарегулирования: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2009. – 20 с.
4. Зуев И.В. Питание хариуса *Thymallus* sp. в среднем течении р. Енисей / И.В. Зуев, Е.М. Семенова, С.П. Шулепина, К.А. Резник, Е.А. Трофимова, Е.Н. Шадрин, Т.А. Зотина // Журнал СФУ. Биология. – 2011. – Т. 4, № 3. – С. 281–292.
5. Андрианова А.В. Динамика развития енисейского зообентоса в нижнем бьефе Красноярской ГЭС / А.В. Андрианова // Вестник ТГУ. Биология. – 2013. – № 1 (21). – С. 74–88. DOI: 10.17223/19988591/21/6.
6. Заделенов В.А. Современное состояние водных биологических ресурсов водотоков Ирбейского района (рр. Агул, Кунгус) / В.А. Заделенов, Е.Н. Шадрин, Л.А. Щур // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. – Красноярск: КНИИГиМС, 2004. – Вып. 6. – С. 48–57.
7. Калачёва Г.С. Продукция полиненасыщенных жирных кислот зообентосом в реках с разной температурой воды / Г.С. Калачёва, М.И. Гладышев, Н.Н. Сушик, О.П. Дубовская, С.П. Шулепина, А.В. Агеев // ДАН. – 2013. – Т. 453, № 5. – С. 567–570. DOI: 10.7868/S0869565213350247.
8. Яныгина Л.В., Крылова Е.Н. Зообентос высокогорных водоемов бассейна Телецкого озера / Л.В. Яныгина, Е.Н. Крылова // Мир науки, культуры, образования. – 2008. – № 4. – С. 18–20.
9. Andrianova A.V., Yakubaylik O.E. Geospatial Database for the Analysis of Invasive Process of the Baikal Endemic Crustacean in Yenisei River. CEUR Workshop Proceedings, 2017, vol. 2033, pp. 237–241. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2033/46_paper.pdf (дата обращения: 17.05.2018).